

**REPUBLICA MOLDOVA**

**COD PRACTIC ÎN CONSTRUCȚII**

**DRUMURI ȘI PODURI**

**RECOMANDĂRI PRIVIND DEPISTAREA ȘI  
ÎNLĂTURAREA FĂGAȘELOR DE PE  
ÎMBRĂCĂMINȚILE RUTIERE SUPLE**

**CP D.02.09 – 2014**

**EDIȚIE OFICIALĂ**

**MINISTERUL DEZVOLTĂRII REGIONALE ȘI CONSTRUCȚIILOR  
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**CHIȘINĂU \* 2014**

**ADAPTAT** la condițiile Republicii Moldova de Institutul de Cercetări Științifice în Construcții „INCERCOM” Î.S.

La elaborarea prezentului Cod practic au participat: ing. V. Gheaur, ing. A. Efros, ing. A. Cuculescu, ing. E. Cebotari.

**ACCEPTAT** de Comitetul Tehnic **CT-C 06 „Construcții hidrotehnice, rutiere și speciale”**

**Președinte**

Ing. O. Horjan

Universitatea Agrară de Stat din Moldova, facultatea „Cadastru și drept”

**Secretar:**

Ing. A. Ababii

Universitatea Tehnică a Moldovei, catedra „Căi ferate, drumuri și poduri”

**Membri:**

Ing. A. Calașnic

IP „Acvaproiect”

Ing. N. Danilov

Universitatea Agrară de Stat din Moldova, facultatea „Cadastru și drept”

Ing. A. Cadocinicov

Universitatea Tehnică a Moldovei, catedra „Căi ferate, drumuri și poduri”

Ing. A. Cuculescu

Ministerul Transporturilor și Infrastructurii Drumurilor

Ing. O. Melniciuc

Institutul de ecologie și geografie, Academia de Științe a Republicii Moldova

Ing. N. Ciobanu

Î.S. „Administrația de Stat a Drumurilor”

Ing. Iu. Pașa

Î.S. „Administrația de Stat a Drumurilor”

Ing. pct. Codreanu

Portul Giurgiulești

**Reprezentantul ministerului:**

Ing. M. David

Direcția reglementări tehnico-economice, Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor

**APROBAT**

Prin ordinul Ministrului dezvoltării regionale și construcțiilor al RM nr. 132 din 7 august 2014 , cu aplicare din 1 ianuarie 2015.

## **PREAMBUL NAȚIONAL**

Prezentul Cod practic în construcții reprezintă adaptarea, la condițiile naționale ale Republicii Moldova, prin metoda retipăririi, a normativului Federației Ruse „Рекомендации по выявлению и устранению колей на нежестких дорожных одеждах”.

Codul practic în construcții CP D.02.09-2014 „Recomandări privind depistarea și înlăturarea făgașelor la îmbrăcămințile rutiere suple” cuprinde norme, criterii, cerințe speciale pentru metodologii de măsurare și evaluare a stării de exploatare a drumurilor în raport cu adâncimea făgașului, prognozarea formării făgașelor. Acest Cod practic în construcții se referă la determinarea și evaluarea gradului de formare a făgașelor, calculării și prognozării dinamicii posibile a acestui proces, precum și alegerii metodelor și tehnologiilor lucrărilor de înlăturare și prevenire a formării făgașelor. și este pus în aplicare de instituțiile de proiectare, organizațiile rutiere la reparația îmbrăcăminților din beton asfaltic pe drumurile publice și străzi.

Este adoptat pentru prima dată.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящий документ предназначен в качестве руководства при выполнении диагностики, оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог общего пользования и планировании дорожно-ремонтных работ, при разработке и реализации мероприятий по устранению и предупреждению колеообразования на дорогах общего пользования.

Рекомендации содержат описание методов исправления колеи, образовавшейся на дорожных покрытиях под воздействием интенсивного движения тяжелых транспортных средств, особенно в летний период с высокой температурой воздуха и в весенний период повышенного увлажнения грунтов. Под действием таких факторов в слоях дорожной одежды и земляного полотна могут накапливаться остаточные деформации и структурные разрушения, видимым отражением которых является колея.

## **ÎNTRODUCERE**

Prezentul document este destinat în calitate de ghid la realizarea investigațiilor, la evaluarea condițiilor de exploatare a drumurilor publice și planificarea lucrărilor de reparație a drumurilor, referitoare la elaborarea și realizarea măsurilor de înlăturare și prevenire a formării făgașelor.

Recomandările cuprind descrierea metodelor de prevenire a formării și înlăturării făgașului, format pe carosabil datorită circulației vehiculelor grele, în deosebi în perioada de vară cu temperatura a aerului ridicată și în perioada de primăvară cu umiditatea pământurilor sporită. Sub acțiunea acestor factori în straturile structurii rutiere și terasamentului se pot acumula deformații remanente și degradări structurale ca denivelări concave (făgașe).

**CUPRINS**  
**ОГЛАВЛЕНИЕ**

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	1
1 DOMENIU DE APLICARE ȘI DISPOZIȚII GENERALE.....	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	3
2 REFERINȚE NORMATIVE .....	3
3 ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	4
3 TERMENI ȘI DEFINIȚII .....	4
4 МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОГ ПО ГЛУБИНЕ КОЛЕИ.....	7
4 METODOLOGIA MĂSURĂTORILOR ȘI EVOLUĂRII STĂRII DE EXPLOATARE A DRUMURILOR ÎN RAPORT CU ADÎNCIMEA FĂGAȘULUI .....	7
4.1 Организация работ по измерению параметров и глубины колеи на автомобильных дорогах .....	7
4.1 Organizarea lucrărilor de măsurare a parametrilor și adâncimii făgașelor pe drumuri .....	7
4.2 Требования к измерительному оборудованию .....	9
4.2 Cerințele față de echipamentul de măsurare .....	9
4.3 Проведение измерений.....	11
4.3 Efectuarea măsurătorilor.....	11
4.4 Обработка результатов измерений.....	18
4.4 Prelucrarea rezultatelor măsurătorilor .....	18
4.5 Требования к состоянию дорог по глубине колеи.....	20
4.5 Cerințele privind starea drumului după adâncimea făgașului.....	20
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖДАХ.....	21
5 RECOMANDĂRILE METODOLOGICE PRIVIND CALCULAREA ȘI PROGNOZAREA FORMĂRII FĂGAȘELOR PE ÎMBRĂCĂMINȚI RUTIERE SUPLE .....	21
5.1 Сбор и обработка исходных данных .....	21
5.1 Colectarea și prelucrarea datelor inițiale .....	21
5.2 Расчет и прогнозирование остаточных деформаций в грунте земляного полотна ....	23
5.2 Calcularea și prognozarea deformațiilor remanente în pământul din patul drumului .....	23
5.3 Расчет и прогнозирование остаточных деформаций в слоях основания, не содержащих органическое вяжущее .....	29
5.3 Calcularea și prognozarea deformațiilor remanente în straturile de fundație care nu conțin liant organic .....	29
5.4 Расчет и прогнозирование остаточных деформаций в слоях асфальтобетона и других битумосодержащих слоях .....	32
5.4 Calcularea și prognozarea deformațiilor remanente în straturile din beton asfaltic și alte straturi bituminoase.....	32
5.5 Определение общей глубины колеи .....	38
5.5 Determinarea adâncimii totale a făgașului.....	38
6 УСТРАНЕНИЕ КОЛЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ .....	39
6 ÎNLĂTUTRAREA FĂGAȘELOR PE DRUMURI .....	39
6.1 Методика обследования участков дорог с колеей .....	39
6.1 Metodologia de examinare a sectoarelor de drumuri cu făgașe.....	39
6.1.1 Состав и последовательность работ при обследовании участков дорог .....	39
6.1.1 Structura și succesiunea lucrărilor la examinarea sectoarelor de drum .....	39
6.1.2 Полевые обследования .....	40
6.1.2 Examinări de teren .....	40
6.1.3 Инструментальные обследования .....	42
6.1.3 Măsurători .....	42

6.1.4 Анализ состояния слоев дорожной конструкции.....	49
6.1.4 Analiza stării straturilor structurii rutiere.....	49
6.2 Классификация методов борьбы с колеообразованием на автомобильных дорогах и условия их применения .....	51
6.2 Clasificarea metodelor de combatere a formării făgașelor pe drumuri și condițiile de aplicare a acestora .....	51
6.2.1 Основные направления предупреждения и ликвидации колей на дорогах.....	51
6.2.1 Direcțiile principale a prevenirii și lichidării făgașelor pe drumuri .....	51
6.2.2 Организационно-технические мероприятия по снижению темпов колеообразования .....	52
6.2.2 Măsuri tehnice de reducere a ritmului de formare a făgașelor .....	52
6.2.3 Методы ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин колеообразования .....	52
6.2.3 Metode de lichidare a făgașelor fără înlăturarea sau cu înlăturarea parțială a cauzelor de formare a făgașelor .....	52
6.2.4 Методы ликвидации колей с устранением причин их образования .....	53
6.2.4 Metode de lichidare a făgașelor cu înlăturarea cauzelor de formare a acestora .....	53
6.2.5 Методы предупреждения образования колей .....	53
6.2.5 Metode de prevenire a formării făgașelor .....	53
6.3 Основные виды работ по ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин колеообразования .....	54
6.3 Tipurile principale de lucrări privind lichidarea făgașelor fără înlăturarea sau cu înlăturarea parțială a cauzelor de formare ale acestora .....	54
6.3.1 Заполнение колей ремонтным материалом .....	54
6.3.1 Umplerea făgașelor cu material pentru reparatie .....	54
6.3.2 Подготовительные работы .....	55
6.3.2 Lucrări pregătitoare .....	55
6.3.3 Укладка выравнивающего слоя .....	56
6.3.3 Așternerea stratului de egalizare .....	56
6.3.4 Инъекционный способ заполнения колеи.....	64
6.3.4 Umplerea făgașului prin metoda de injectare.....	64
6.3.5 Ликвидация колей методом горячей регенерации (способ термопро- филирования).....	66
6.3.5 Lichidarea făgașelor prin metoda de regenerare la cald (metoda de termoprofilare) .....	66
6.3.6 Ликвидация колеи глубиной до 25 мм путем частичного или поверхностного фрезерования холодным способом.....	67
6.3.6 Lichidarea făgașelor cu adâncimea de până la 25 mm prin metoda de frezare parțială sau de suprafață executată la rece .....	67
6.4 Методы ликвидации колей с устранением причин колеообразования .....	70
6.4 Metode de lichidare a făgașelor cu înlăturarea cauzelor de formare a acestora .....	70
6.4.1 Принципы ликвидации колей .....	70
6.4.1 Principiile de lichidare a făgașelor .....	70
6.4.2 Методы регенерации старого асфальтобетона при ликвидации колеи с устранением причин колеообразования .....	70
6.4.2 Metode de regenerare a betonului asfaltic vechi la lichidarea făgașului cu înlăturarea cauzelor de formare a acestuia .....	70
6.4.3 Удаление нестабильных слоев .....	77
6.4.3 Înlăturarea straturilor instabile .....	77
6.4.4 Усиление дорожной одежды .....	78
6.4.4 Ranforsarea structurii rutiere.....	78
6.4.5 Осушение и стабилизация грунтов земляного полотна .....	86
6.4.5 Asanarea și stabilizarea pământurilor terasamentului căii .....	86

6.5 Мероприятия по предупреждению образования колей .....	88
6.5 Măsurile de prevenire a formării făgașelor .....	88
6.6 Назначение технологии производства работ по ликвидации колеи .....	89
6.6 Recomandări privind tehnologia de executare a lucrărilor de lichidare a făgașului .....	89
6.6.1 Назначение технологии производства работ .....	89
6.6.1 Stabilirea tehnologiei de executare a lucrărilor .....	89
6.6.2 Ограничения по условиям погоды .....	90
6.6.2 Restricții condiționate de starea timpului .....	90
6.6.3 Особенности применения регенерации методами ремиксинга (термосмешения) при ликвидации колей .....	91
6.6.3 Specificul regenerării prin metodele remixing (termomalaxare) la lichidarea făgașelor .....	91
6.6.4 Особенности применения методов холодного фрезерования при ликвидации колей.....	93
6.6.4 Specificul aplicării metodelor de frezare la rece la lichidarea făgașelor .....	93
6.6.5 Комбинированные методы регенерации и повторного использования материалов при ликвидации колей .....	95
6.6.5 Metode combinate de regenerare și reutilizare a materialelor la lichidarea făgașelor.....	95
6.6.6 Примеры технологических операций при ликвидации колей в процессе ремонта дорожных одежд .....	95
6.6.6 Exemple de operații tehnologice la lichidarea făgașelor în procesul de reparație a structurilor rutiere .....	95
6.7 Методика расчета асфальтобетонного покрытия на устойчивость к образованию колей.....	97
6.7 Metodologia de calcul a îmbrăcămintii rutiere la stabilitatea de formare a făgașelor .....	97
6.7.1 Общие положения.....	97
6.7.1 Generalități.....	97
6.7.2 Критерии сдвигостойчивости асфальтобетона в покрытии .....	98
6.7.2 Criteriile de rezistență la forfecare a betonului asfaltic din îmbrăcămintea rutieră .....	98
6.7.3 Расчетные условия работы асфальтобетонных покрытий .....	100
6.7.3 Condițiile de calcul a funcționării îmbrăcămintilor rutiere din beton asfaltic .....	100
6.7.4 Пример проектирования состава асфальтобетона по критериям сдвигостойчивости.....	102
6.7.4 Exemplul de proiectare a compoziției betonului asfaltic după criterii de rezistență la forfecare .....	102
6.8 Требования к дорожно-строительным материалам, применяемым для работ по устранению колеи .....	109
6.8 Cerințe privind materialele de construcții rutiere, folosite la înlăturarea făgașelor .....	109
6.8.1 Асфальтобетон .....	109
6.8.1 Beton asfaltic .....	109
6.8.2 Щебень, обработанный органическим вяжущим, для заполнения колей .....	109
6.8.2 Criblura preanrobată cu liant organic pentru umplerea făgașelor .....	109
6.8.3 Требования к материалам слоев поверхностной обработки.....	111
6.8.3 Cerințe privind materiale folosite la tratamentul bituminos .....	111
6.8.4 Смеси битумоминеральные, открытые (БМО) .....	111
6.8.4 Mixturile bituminoase deschise (MBD) .....	111
6.8.5 Смеси для тонкослойных покрытий .....	112
6.8.5 Mixturi pentru îmbrăcăminți rutiere cu straturi subțiri .....	112
6.8.6 Смеси эмульсионно-минеральные для устройства слоев износа холодным способом .....	113
6.8.6 Mixturi din agregate preanrobate cu emulsie bituminoasă pentru realizarea la rece a straturilor de uzură .....	113

6.9 Контроль качества работ .....	114
6.9 Controlul calității lucrărilor.....	114
Приложение А Примеры расчета и прогнозирования глубины колеи .....	116
<i>Anexa A Exemple de calculare și prognozare a adâncimii făgașului .....</i>	116
Приложение В Расчетные характеристики дорожно-строительных материалов .....	132
<i>Anexa B Caracteristicile de calcul ale materialelor de construcție .....</i>	132
Приложение С Методика определения вязкости асфальтобетона .....	137
<i>Anexa C Metodologia de determinare a vâscozității betonului asfaltic .....</i>	137
Приложение D Формы ведомостей .....	139
<i>Anexa D Formularele borderourilor.....</i>	139
БИБЛИОГРАФИЯ.....	145
BIBLIOGRAFIA.....	145

Drumuri și poduri

## Recomandări privind depistarea și înlăturarea făgașelor de pe îmbrăcămințile rutiere suple

Дороги и мосты

Рекомендации по выявлению и устранению колей на нежестких дорожных одеждах

Road and bridges

Recommendations on identification and elimination of ruts on the flexible pavements

Официальное издание

Ediție oficială

### 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1** Настоящий Свод правил предназначен для:

- оценки состояния поверхности проезжей части по ровности в поперечном направлении,
- измерения основных параметров колеи,
- планирования и организации работ по устранению колеи.

Настоящий Свод правил является методологическим документом рассматривающим методы ручного измерения глубины колеи, которые могут быть использованы при отсутствии указанных лабораторий.

Методика измерения глубины колеи с использованием укороченной рейки предназначена для оценки состояния поверхности проезжей части по ровности в поперечном направлении и позволяет выполнять измерение основных параметров колеи с целью планирования и организации работ по её устранению.

**1.2** Свод правил предназначен для расчета и прогнозирования колеообразования на нежестких дорожных одеждах вследствие накопления остаточных деформаций в грунте земляного полотна, слоях основания и покрытия, а также структурного разрушения каменного материала. Свод правил следует применять для вновь проектируемых и эксплуатируемых дорог.

**1.3** Методика расчета и прогнозирования колеообразования предусматривает:

**1.3.1** Сбор и обработку исходных данных.

**1.3.2** Расчет и прогнозирование накопления остаточных деформаций в земляном полотне.

**1.3.3** Расчет и прогнозирование накопления остаточных деформаций в слоях основания, не содержащих органическое вяжущее.

### 1 DOMENIU DE APLICARE ȘI DISPOZIȚII GENERALE

**1.1** Prezentul Cod practic este destinat pentru:

- evaluarea planeităii transversale a îmbrăcăminții rutiere,
- măsurarea principalilor parametri ale făgașului
- planificarea și organizarea lucrărilor de înlăturare a făgașului.

Prezentul Cod practic este un document metodologic în care sunt studiate metode de măsurători manuale ale adâncimii făgașelor, care pot fi utilizate în cazul lipsei laboratoarelor specificate.

Metodologia de măsurare a adâncimii făgașului cu utilizarea dreptarului scurtat este destinată pentru evaluarea stării suprafeței cărorașabilului din punct de vedere al planeităii transversale și dă posibilitate de a efectua măsurările parametrilor principali ai făgașului în vederea planificării și organizării lucrărilor de lichidare a acestuia.

**1.2** Codul practic este destinat pentru efectuarea calculelor și prognozarea formării făgașelor pe îmbrăcăminți rutiere suple cauzate de acumularea deformațiilor remanente în pământul terasamentului, straturile fundației și îmbrăcăminții rutiere, precum și dezagregarea structurală a agregatelor naturale. Codul practic urmează a fi utilizat pentru drumurile proiectate și cele care se exploatează.

**1.3** Metodologia efectuării calculelor și de prognozare a formării făgașelor prevede:

**1.3.1** Colectarea și prelucrarea datelor inițiale.

**1.3.2** Calcularea și prognozarea acumulării deformațiilor remanente în terasamentul căii.

**1.3.3** Calcularea și prognozarea acumulării deformațiilor remanente în straturile de fundație care nu conțin lianți organici.

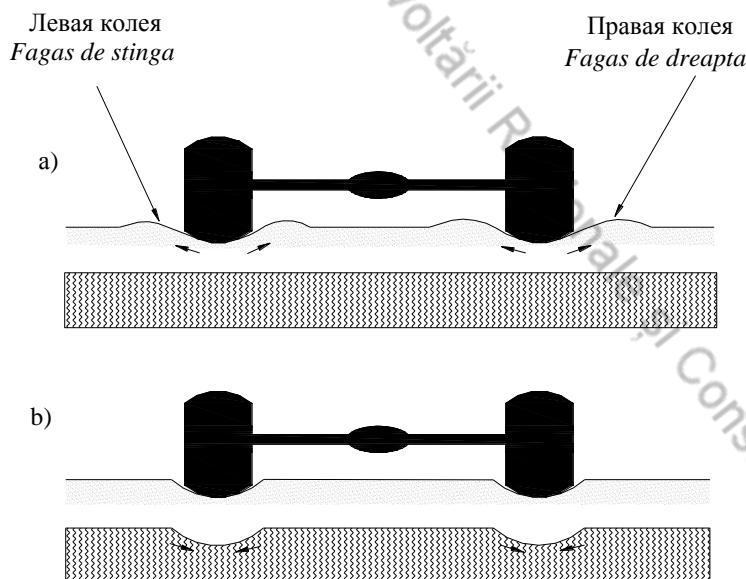
**1.3.4** Расчет и прогнозирование накопления остаточных деформаций в слоях асфальтобетона и других битумосодержащих слоях.

**1.3.5** Определение общей глубины колеи на основе результатов, полученных в п.п. 1.3.2. - 1.3.4.

**1.4** В процессе эксплуатации на поверхности покрытия возможно образование различного рода деформаций, в том числе и колеи. На каждой полосе движения могут образоваться одна или две колеи: внешняя, расположенная в полосе наката справа по направлению движения, и внутренняя, расположенная слева в полосе наката по направлению движения (рис. 1).

Для выяснения причин образования колеи и обоснования видов ремонта проводят обследование состояния участков дорог с колеей. Обследование выполняют в соответствии с положениями настоящего Свода правил (п. 6.1.1 - 6.1.4).

Колея может быть образована в результате деформирования поперечного профиля проезжей части в виде углублений по полосам наката с гребнями (рис. 1, а) или без гребней выпора (рис. 1, б).



**Рис. 1** Основные схемы образования колеи в покрытии:

a - поверхностная колея; b - глубинная колея

**Fig. 1** Schemele principale de formare a făgașelor:  
a – făgașul de suprafață; b - făgașul structural

**1.5** Полная глубина колеи складывается из высоты выпора и глубины впадины (рис. 2).

**1.3.4** Calcularea și prognozarea acumulării deformațiilor remanente în straturile din beton asfaltic și în alte straturi bituminoase.

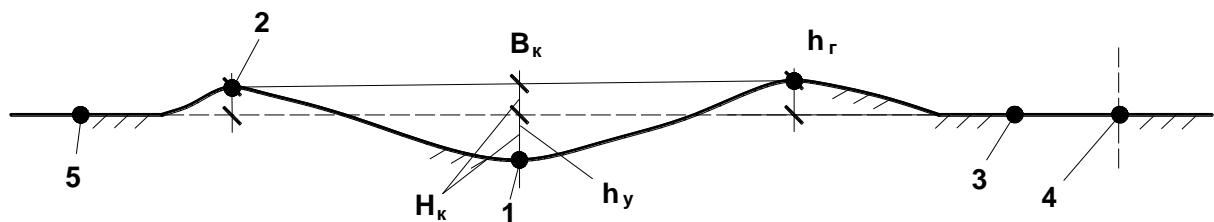
**1.3.5** Stabilirea adâncimii totale a făgașului în baza rezultatelor obținute în pct. 1.3.2 .- 1.3.4.

**1.4** În procesul de exploatare pe suprafața îmbrăcăminții rutiere se pot forma diferite deformații, inclusiv făgașe. Pe fiecare bandă de circulație se pot forma unul sau două făgașe: exterior amplasat pe partea dreaptă a benzii de rulare pe sensul de circulație și interior - pe partea stângă a benzii de rulare pe sensul de circulație (fig. 1)

Pentru stabilirea cauzelor de formare a făgașului și justificarea tipului de reparație se efectuează examinarea stării sectoarelor de drumuri cu făgașe. Examinarea se efectuează conform prevederilor prezentului Cod practic (pct. 6.1.1 - 6.1.4).

Făgașul poate fi format pe benzile de rulare în urma deformării profilului transversal al carosabilului sub forma de denivelări concave cu dâmburi (fig. 1, a) sau fără creste laterale (fig. 1, b).

**1.5** Adâncimea totală a făgașului este egală cu suma înălțimii crestei și adâncimii făgașului (fig. 2).

**Рис. 2** Общий вид внешней колеи:

1 - основание колеи (дно); 2 - гребень выпора колеи; 3 - проектная поверхность покрытия;  
 $B_k$  - ширина колеи;  $H_k$  - полная глубина колеи ( $H_k = h_y + h_r$ );  $h_r$  - высота гребня выпора;  $h_y$  - глубина впадины (углубления); 4 - граница полосы движения; 5 - середина одной полосы движения

**Fig. 2** Făgașul exterior

1 - fundul făgașului; 2 - creasta făgașului; 3 - suprafața de proiect,  $B_k$  - lățimea făgașului;  
 $H_k$  - adâncimea totală a făgașului ( $H_k = h_y + h_r$ );  $h_r$  - înălțimea crestei de ridicare;  $h_y$  - adâncimea adânciturii; 4 - marginea benzii de circulație; 5 - mijlocul unei benzi de circulație

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Своде правил приведены ссылки на следующие документы:

1. NCM D.02.01-2014\* Drumuri. Norme de proiectare.
2. CP D.02.08-2014\*. Dimensionarea structurilor rutiere suple.
3. CP D.02.14-2012 Reguli privind investigarea și evaluarea stării drumurilor.
4. CP D.02.16-2012 Evaluarea capacitații portante a structurilor rutiere suple.
5. CP D.02.18-2012 Reguli de protecție a muncii la construcția, repararea și întreținerea drumurilor.
6. SM STB 1033:2008 Amestecuri de beton asfaltic pentru drumuri si aerodromuri si beton asfaltic. Condiții tehnice
7. SM STB 1220:2008 Bitumuri rutiere modificate. Condiții Tehnice
8. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика.
9. СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги.
10. ВСН 31-74 Инструкция по устройству и ремонту дорожных покрытий с применением литого асфальтобетона.
11. ВСН 37-84 Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ
12. ГОСТ 3344-83 Щебень и песок, шлаковые для дорожного строительства. Т.У.
13. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Т.У.
14. ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.
15. ГОСТ 8735-88\* Песок для строительных работ. Методы испытаний.
16. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.
17. ГОСТ 11501-78\* Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы.
18. ГОСТ 11505-75\* Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости.
20. ГОСТ 11506-73\* Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения покольцу и шару.
21. ГОСТ 11507-78\* Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу.
22. ГОСТ 11508-74 Битумы нефтяные. Методы определения сцепления битума с мрамором и песком
23. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
24. ГОСТ 16557-78 Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Т.У.
25. ГОСТ 18659-81 Эмульсии битумные дорожные. Технические условия
26. ГОСТ 22245-90\* Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

## 2 REFERINȚE NORMATIVE

În prezentul Cod practic se fac referiri la următoarele documente normative:

### 3 ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем Своде правил применяются следующие термины и определения элементов дорожной одежды:

**Рейка укороченная** – жёсткая прямолинейная рейка длиной 2000 мм, прикладываемая на подставочные стаканы, которые устанавливают на поверхности автомобильной дороги (проезжей части и обочине) с целью изменения просветов между рейкой и поверхностью проезжей части, а также расстояний между измеренными просветами.

**Просвет под рейкой** – зазор между нижней гранью рейки и поверхностью проезжей части дороги.

**Подставочный стакан** – приспособление в виде цилиндра постоянной (подставочный стакан постоянной высоты) и переменной (подставочный стакан переменной высоты) высоты, на которые прикладывают рейку в процессе определения параметров ровности в поперечном направлении.

**Измерительный щуп** – приспособление с измерительной шкалой заданной точности для определения просвета между рейкой и поверхностью проезжей части.

**Общая глубина колеи относительно правого выпора** – параметр колеи, определяемый расстоянием по вертикали от дна колеи до гребня правого выпора колеи.

**Общая глубина колеи относительно левого выпора** – параметр колеи, определяемый расстоянием по вертикали от дна колеи до гребня левого выпора колеи.

**Глубина колеи** – параметр колеи, определяемый расстоянием по вертикали от дна колеи до опорной грани рейки, уложенной в поперечном направлении на проезжую часть.

**Дно колеи** – параметр колеи, соответствующий самой нижней точке колеи.

**Гребень выпора** – параметр колеи, соответствующий самой верхней точке на выпоре.

**Расстояние между гребнем колеи и дном колеи** – расстояние по горизонтали между этими точками.

**Колея** – вид деформирования поперечного профиля проезжей части с образованием углублений по полосам наката с гребнями или без гребней выпора.

**Колея внешняя** – колея, расположенная в

### 3 TERMENI ȘI DEFINIȚII

În prezentul Cod practic se utilizează următorii termeni și definiții ale elementelor structurii rutiere:

**Dreptar scurtat** – riglă rigidă, rectilinie, cu o lungime de 2000 mm, pusă pe bucșe care sunt plasate pe suprafața drumului (partea carosabilă și acostament) în scopul măsurării spațiilor libere între riglă și suprafața părții carosabile, precum și a distanțelor dintre spațiile măsurate.

**Spațiu liber sub dreptar** – spațiu dintre fața inferioară a dreptarului și suprafața părții carosabile.

**Bucșă** – dispozitiv în forma unui cilindru cu înălțimea constantă (bucșă cu înălțimea constantă) și variabilă (bucșă cu înălțimea variabilă), pe care se aplică dreptarul, în procesul de măsurare a parametrilor planeității transversale.

**Leră de măsurat** – dispozitiv cu gradație de măsurare de o precizie stabilită pentru determinarea spațiului liber dintre dreptar și suprafața părții carosabile.

**Adâncime totală a făgașului față de ridicarea din dreapta** – parametru al făgașului determinat de distanța verticală de la fundul făgașului până la creasta ridicării din dreapta.

**Adâncime totală a făgașului față de ridicarea din stânga** – parametru al făgașului determinat de distanța pe verticală de la fundul făgașului până la creasta ridicării din stânga.

**Adâncime a făgașului** – parametru al făgașului determinat de distanța pe verticală de la fundul făgașului până la fața de bază a dreptarului, plasat în direcția transversală a părții carosabile.

**Fundul făgașului** – parametru al făgașului care corespunde punctului inferior al făgașului.

**Creasta** – parametru al făgașului care corespunde punctului superior al ridicării.

**Distanță dintre creasta făgașului și fundul făgașului** – distanță pe orizontală dintre aceste puncte.

**Făgaș** – tip de deformație a profilului transversal al carosabilului cu formarea denivelării sub forma de albie pe benzile de rulare, cu sau fără creste.

**Făgaș exterior** – făgaș amplasat pe bandă de

полосе наката справа по направлению движения.

**Колея внутренняя** – колея, расположенная в полосе наката слева по направлению движения.

**Колея глубинная** – колея, причиной образования которой является накопление остаточных деформаций в нестабильных слоях дорожной одежды, расположенных ниже слоев покрытия или в земляном полотне.

**Колея поверхностная** – колея, причиной образования которой является накопление остаточных деформаций в верхних слоях покрытия с нестабильными свойствами.

**Нестабильный слой** – слой дорожной одежды или земляного полотна, физико-механические свойства которого не соответствуют требованиям по сдвигостойчивости, прочности или другим показателям в сложившихся условиях эксплуатации дороги.

**Однородность поверхности покрытия** – равномерность распределения цвета и количества компонентов (выпотевание битума, избыток или недостаток песка или щебня) на поверхности покрытия, оцениваемая визуально.

**Регенерация асфальтобетона** – восстановление утраченных свойств старого асфальтобетона с добавлением новых каменных материалов, битума и средств регенерации.

**Ремиксинг (термосмешение)** – технология повторного использования материалов асфальтобетонного покрытия путем его переработки на месте горячим способом, включающая разогрев, фрезерование старого покрытия, перемешивание материалов старой и новой смеси либо старой смеси с добавкой щебня, обработанного битумом и добавками для регенерации старого битума.

**Ремиксинг плюс** – технология, выполняемая с применением оборудования для снятия старого покрытия, горячим способом и укладки смеси из материалов старого покрытия с последующей немедленной укладкой тонкого слоя износа из новой смеси в одну стадию при помощи машины «Ремиксер».

**Рециклинг** – технология повторного использования материалов слоев дорожной одежды с переработкой их холодным или горячим способом.

**Средство регенерации битума** – продукт

rulare din dreapta pe sensul de circulație.

**Făgaș interior** – făgaș amplasat pe bandă de rulare din stânga pe sensul de circulație.

**Făgaș structural** – făgaș format din cauza acumulării deformațiilor remanente în straturile instabile ale structurii rutiere, amplasate mai jos de straturile îmbrăcăminții sau în terasament.

**Făgaș de suprafață** – făgaș format din cauza acumulării deformațiilor remanente în straturile superioare ale îmbrăcăminții rutiere cu proprietăți instabile.

**Strat instabil** – strat a structurii rutiere sau al terasamentului, ale cărui proprietăți fizico-mecanice nu corespund cerințelor de stabilitate la forfecare, de rezistență sau altor caracteristici formate în condițiile de exploatare a drumurilor.

**Omogenitate a suprafeței de rulare** – uniformitatea distribuției de culori și componente (vaporizarea bitumului, surplusul sau insuficiența de nisip sau de ciblură) pe suprafața îmbrăcăminții, stabilită vizuală.

**Regenerare a betonului asfaltic** – restabilire a proprietăților pierdute ale betonului asfaltic vechi prin adăos de agregate naturale, bitum și materiale de regenerare.

**Reciclarea in situ a stratului, remix** – tehnologie de reutilizare a materialelor îmbrăcăminții bituminoase prin prelucrarea acestora pe sănzieră la cald, care include încălzirea, frezarea îmbrăcăminții vechi, amestecarea materialelor mixturii vechi și noi sau a mixturii vechi cu adăos de ciblură tratată cu bitum și cu adăosuri pentru regenerarea bitumului vechi.

**Reciclarea in situ a stratului cu adăugarea unui nou strat de uzură, Remix-plus** – tehnologie executată cu mașini și echipamente pentru dezagregarea îmbrăcăminții rutiere vechi, la cald și asternerea amestecului din materialele îmbrăcăminții vechi cu asternerea ulterioră imediată a unui strat subțire de uzură din mixtura nouă, într-o singură etapă, cu reciclatorul.

**Reciclare** – tehnologie de reutilizare a materialelor straturilor structurii rutiere prin prelucrarea acestora la rece sau la cald.

**Agent de regenerare a bitumului** – produs de

переработки нефти (пластификатор), который добавляют в необходимой пропорции к смеси обновления для восстановления свойств битума.

**Смесь переработанная** – битумоминеральная смесь, предназначенная для устройства слоев покрытия, состоящая из старой и новой смеси и добавок, при необходимости, средства регенерации (пластификатора).

**Термопрофилирование** – исправление по-перечной и продольной ровности покрытия, выполняемое термопрофилировщиками.

**Гранулят** – размельченный материал, полученный в результате фрезерования слоев дорожной одежды холодным способом или в результате дробления крупных кусков от разборки старого покрытия.

**Фрезерование** – способ исправления продольной и поперечной ровности или удаления слоев. Если операцию выполняют холодным способом, то получают гранулят, если горячим способом - получают смесь обновления.

**Фрезерование частичное** – снятие неровностей покрытия в пределах колей (гребней выпоров). Выполняют в целях исправления поперечной ровности полосы движения.

**Фрезерование мелкое (поверхностное)** – срезание слоев износа на всю ширину полосы движения на глубину ниже дна колей, в целях удаления выступившего в колее избыточного битума.

**Холодный ресайклинг** – метод ремонта, предусматривающий глубокое (до 30 см) фрезерование слоев покрытия и основания холодным способом и повторное использование полученного материала при устройстве новой дорожной одежды с добавкой щебня, песка, цемента и воды, которые перемешивают непосредственно на дороге, распределяют и уплотняют. В качестве вяжущего, наряду с цементом, могут быть использованы катионные битумные эмульсии.

prelucrare a petrolului (plastifiant), care se adaugă în proporție necesară la mixturi pentru restabilirea proprietăților bitumului.

**Mixtură regenerată** – mixtura din agregate naturale cu bitum, destinată pentru așternerea straturilor îmbrăcăminții rutiere, compusă din mixtura veche și nouă cu adaosuri, în caz de necesitate, de agent de regenerare a bitumului (plastifiant).

**Termoprofilare** – corectare a planeității longitudinale și transversale a îmbrăcăminții rutiere executată cu termoprofilatoare.

**Material granulat** – material mărunțit, obținut prin frezarea straturilor structurii rutiere la rece sau în urma concasării bucățiilor mari ale îmbrăcăminții vechi.

**Frezare** – metodă de corectare a planeității longitudinale și transversale sau de înlăturare a straturilor. Dacă operația se execută la rece se obține un material granulat, dacă la cald – mixtura regenerată.

**Frezare parțială** – lichidare a denivelărilor îmbrăcăminții rutiere în limitele făgașelor (crestelor). Se efectuează pentru corectarea planeității transversale a benzii de circulație.

**Frezare de suprafață** – tăiere a straturilor de uzură pe toată lățimea benzii de circulație la adâncimea mai mare ca adâncimea făgașelor în scopul înlăturării surplusului de bitum din făgaș.

**Reciclare la rece** – metoda de reparație care prevede frezarea adâncă (până la 30 cm) a straturilor îmbrăcăminții rutiere și fundației la rece, și reutilizarea materialului obținut la construcția structurii rutiere noi cu adaos de criblură, nisip, ciment și apă, care se amestecă in situ, se distribuie și se compactează. În calitate de liant pe lângă ciment pot fi utilizate emulsii de bitum cationice.

## 4 МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОГ ПО ГЛУБИНЕ КОЛЕИ

### 4.1 Организация работ по измерению параметров и глубины колеи на автомобильных дорогах

**4.1.1** Измерение параметров и глубины колеи производят на автомобильных дорогах с не-жесткими дорожными одеждами, имеющими покрытия из асфальтобетона или из материалов, обработанных органическими вяжущими.

Работы по измерению глубины колеи производят в теплый период года при отсутствии воды на поверхности дороги. Измерение параметров колеи может выполняться как в составе общих работ по диагностике, так и самостоятельно. Для планирования работ на следующий год измерения выполняют в осенний период года после снижения высоких положительных температур воздуха на открытой местности до + 15 °C в дневное время. Завершить измерения следует до наступления устойчивых отрицательных температур.

**4.1.2** Свод правил рассматривает два способа измерения параметров колеи с применением укороченной рейки:

- упрощенный способ;
- измерение по методу вертикальных отметок.

Упрощенный способ рекомендуется для использования в процессе общей диагностики состояния дорог для предварительной оценки характера колеообразования, выявления участков, требующих устранения колеи, назначения вида работ и определения их ориентировочных объемов.

Способ определения параметров колеи путем измерения по методу вертикальных отметок рекомендуется для использования в процессе проектно-изыскательских работ для детальной оценки характера колеообразования и разработки проектно-сметной документации по устранению колеи.

**4.1.3** Измерение параметров колеи выполняется бригадой в рекомендуемом составе: инженер - 1, техник - 2, рабочий - 1.

Оснащение бригады по измерению па-

## 4 METODOLOGIA MĂSURĂTORILOR ȘI EVOLUĂRII STĂRII DE EXPLOATARE A DRUMURILOR ÎN RAPORT CU ADÎNCIMEA FĂGAȘULUI

### 4.1 Organizarea lucrărilor de măsurare a parametrilor și adâncimii făgașelor pe drumuri

**4.1.1** Măsurarea parametrilor și adâncimii făgașelor se efectuează pe drumuri cu îmbrăcămințea rutieră suplă, din beton asfaltic sau alte materiale tratate cu lianți organici.

Lucrările de măsurare a adâncimii făgașului se efectuează în perioada caldă a anului pe o suprafață uscată a drumului. Măsurarea parametrilor făgașului poate fi executată atât în cadrul lucrărilor de investigare, cât și independent. Pentru planificarea lucrărilor pentru anul următor măsurările se efectuează toamna, după scădere temperatura înalte ale aerului până la +15 °C ziua. Măsurările trebuie terminate până la stabilirea temperaturilor negative.

**4.1.2** Codul practic examinează două tipuri de măsurători ale parametrilor făgașului prin aplicarea dreptarului:

- metoda simplificată;
- metoda prin nivelment.

Metoda simplificată se recomandă pentru utilizare în cadrul lucrărilor de investigare a stării drumurilor pentru evaluarea preliminară a caracterului de formare a făgașelor, depistarea sectoarelor pe care este necesară lichidarea făgașelor, stabilirea lucrărilor și determinarea volumelor aproximative ale acestora.

Metoda de determinare a parametrilor făgașului prin nivelment se recomandă a fi utilizată în cadrul cercetărilor de teren pentru evaluarea detaliată a caracterului de formare a făgașului și elaborarea documentației de proiect privind lichidarea acestuia.

**4.1.3** Măsurarea parametrilor făgașului se efectuează de o echipă în componență: inginer – 1, tehnician – 2, muncitor – 1.

Înzecherea echipei de măsurare a pa-

метров колей включает:

- передвижную дорожную лабораторию или автомобиль «Дорожная служба» или любой другой автомобиль, позволяющий перевозить бригаду, измерительные приборы и дорожные знаки;
- рейку, укороченную с уровнем, подставочные стаканы и измерительный шуп;
- курвиметр и измерительные ленты;
- защитные жилеты;
- набор дорожных знаков «Дорожные работы», «Объезд препятствия слева», «Ограничение максимальной скорости» и конусов.

**4.1.4** Технологический процесс измерения глубины колеи может быть разбит на этапы:

- подготовительный;
- полевые обследования и измерения;
- обработка материалов полевых обследований и измерений;
- оформление документов.

**4.1.5** Подготовительные работы включают:

- комплектование бригады;
- подготовку и оснащение передвижной лаборатории или другого автомобиля, средств измерения и защитных средств;
- заготовку форм журналов и таблиц;
- сбор информации об обследуемой дороге из технического паспорта дороги, Автоматизированного Банка Дорожных Данных, проекта, данных предыдущей диагностики или обследований;
- уточнение титула и категории дороги, интенсивности и состава движения, предварительное выявление участков с колеей;
- определение объемов работ по измерению параметров колеи, места дислокации бригады в период полевых работ;
- согласование работ с органами управления дорогой и органами Национального Инспектората по Патрулированию;
- инструктаж исполнителей по правилам техники безопасности и охране труда в процессе выполнения полевых работ и измерений.

**4.1.6** Полевые работы включают осмотр и оценку состояния поверхности дороги, а также измерения параметров колеи в установленном порядке.

**4.1.6.1** Визуальный осмотр производят из автомобиля, движущегося со скоростью, позволяющей фиксировать дефекты состояния

трilor făgașelor cuprinde:

- laboratorul mobil sau automobil „Serviciu rutier” sau un alt vehicul care permite de a deplasa echipa, utilajul de măsurat și indicatoare rutiere;

- dreptar scurtat dotat cu nivelă, bucșele și leră de măsurat;

- curbimetru și rulete;
- veste de protecție;
- set de indicatoare rutiere ”Lucrări rutiere”, „Ocolirea obstacolului din stânga”, „Limitarea vitezei maxime” și conuri.

**4.1.4** Procesul tehnologic de măsurare a adâncimii făgașului poate fi divizat în trei etape:

- pregătitoare;
- cercetări pe teren și măsurători;
- prelucrarea materialelor obținute în urma cercetărilor pe teren și măsurătorilor;
- perfectarea documentelor.

**4.1.5** Lucrările pregătitoare cuprind:

- completarea echipei;
- pregătirea și înzestrarea laboratorului mobil sau a unui alt automobil cu echipament de măsurare și protecție;
- pregătirea registrelor și tabelelor;
- colectarea informației privind drumul susținut certării din pașaportul drumului, din banca automatizată privind siguranța circulație rutieră, din proiect, din datele certărilor precedente;
- precizarea titlului și categoriei drumului, intensității și componenței traficului, stabilirea preliminară a sectoarelor cu făgașe;
- determinarea volumelor de lucrări de măsurare a parametrilor făgașelor, locurilor de dislocare a echipei în perioada cercetărilor de teren;
- coordonarea efectuării lucrărilor cu administratorul drumului și cu Inspectoratul Național de Patrulare;
- instructajul executanților cu regulile de siguranță și protecția muncii în procesul de executare a cercetărilor de teren.

**4.1.6** Cercetările de teren cuprind examinarea vizuală și aprecierea stării suprafeței drumului, precum și măsurarea parametrilor făgașului în felul stabilit.

**4.1.6.1** Examinarea vizuală se efectuează din automobilul ce se deplasează cu o viteză care permite de a fixa defectele stării carosabilului,

покрытия, но не более 20 км/ч или пешком. В местах, требующих детального осмотра и обследования, делаются остановки. Визуальное обследование дорог с раздельными проезжими частями производится в прямом и обратном направлениях.

**4.1.6.2** В процессе визуального осмотра уточняют местоположение начала и конца самостоятельных участков с колеей в прямом и обратном направлениях и привязывают эти положения к километражу.

**4.1.6.3** В местах измерения параметров колеи разбивают поперечник (створ), местоположение которого заносят в ведомость. До начала измерений с поверхности проезжей части и краевых укреплённых полос очищают пыль и грязь, чтобы были чётко видны границы покрытия и обочин.

**4.1.6.4** На каждом самостоятельном участке производят измерения параметров колеи в соответствии с указаниями п. 4.3.

**4.1.6.5** Измерения производят под защитой автомобиля, располагающегося так, чтобы знаки «Дорожные работы», «Объезд препятствия слева» и «Ограничение максимальной скорости» были обращены навстречу движению отображённой на них информацией.

**4.1.6.6** Результаты полевых измерений параметров колеи заносят в ведомость установленной формы и обрабатывают статистическим методами.

**4.1.7** Работы по визуальному осмотру и измерению параметров колеи относятся к категории опасных. Все лица, участвующие в этой работе, должны строго соблюдать положения СР D.02.18, а также других действующих ведомственных правил и инструкций. При выполнении работ непосредственно на дороге должны соблюдаться требования ВСН -37, а также специально разработанных для таких случаев инструкций и указаний.

## 4.2 Требования к измерительному оборудованию

**4.2.1** Рейка укороченная и измерительный щуп (рис. 3):

- длина рейки должна быть  $2000 \pm 2$  мм;
- прогиб рейки от собственного веса в середине пролёта не должен превышать 0,2 мм;

dar nu mai mare de 20 km/h, sau pe jos. În locurile care necesită examinarea și măsurători detaliate se va opri. Investigarea vizuală a drumurilor cu părți carosabile separate se efectuează în sensul direct și opus.

**4.1.6.2** În procesul de examinare vizuală se precizează poziția începutului și sfârșitului secțiilor distincte cu făgaș în sensul direct și opus și poziția kilometrică a acestora.

**4.1.6.3** În locurile de măsurare a parametrilor făgașului se trasează profilul transversal (aliniament), locul amplasării căruia se notează în borderou. Până la începutul măsurătorilor de pe suprafața părții carosabile și a benzilor de încadrare consolidate se înlătură praful și noroiul, pentru a vizualiza clar limitele părții carosabile și ale acostamentelor.

**4.1.6.4** Pe fiecare sector individual se efectuează măsurările parametrilor făgașului în conformitate cu indicațiile din pct. 4.3.

**4.1.6.5** Măsurătorile se efectuează sub protecția automobilului care se amplasează în aşa mod ca indicațioare rutiere „Lucrări rutiere”, „Ocolirea obstacolului din stânga” și „Limitarea vitezei maxime” să fie întoarse spre circulație cu informația de pe ele.

**4.1.6.6** Rezultatele cercetărilor de teren se înregistrează în borderoul de formă stabilită și se prelucrează prin metode statistice.

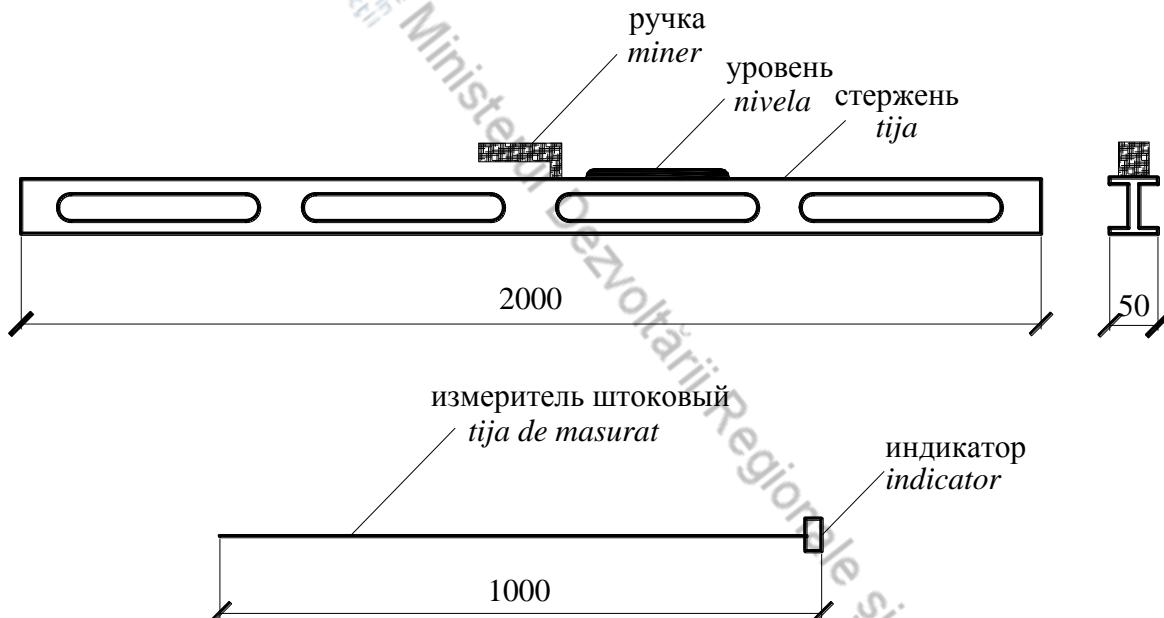
**4.1.7** Lucrările de examinare vizuală și măsurare a parametrilor făgașelor se consideră periculoase. Toate persoanele antrenate în acest proces trebuie să respecte strict prevederile CP D.02.18, precum și alte reguli și instrucțiuni departamentale în vigoare. La executarea lucrărilor pe drum trebuie să se respecte cerințele BCH -37, precum și instrucțiunilor și indicațiilor elaborate special pentru astfel de cazuri.

## 4.2 Cerințele față de echipamentul de măsurare

**4.2.1** Dreptar scurtat și leră de măsurat (fig. 3):

- lungimea dreptarului trebuie să fie de  $2000 \pm 2$  mm;
- săgeata dreptarului cauzată de greutatea proprie în mijlocul deschiderii acestuia nu trebuie să depășească 0,2 mm;

- ширина опорной грани рейки -  $50 \pm 2$  мм;
- отклонение опорной грани рейки от плоскости не должно превышать 0,2 мм; допускается вместо отклонения от плоскости измерять отклонение от прямолинейности продольного профиля поверхности опорной грани рейки, которое не должно превышать 0,2 мм;
- отклонение боковой грани рейки от прямолинейности не должно превышать 5 мм по длине рейки;
- рейка должна быть оснащена устройством для измерения уклона приложения рейки с точностью  $\pm 0,001$  ( $\pm 1,0\%$ ); - на боковые грани рейки наносится шкала, оцифрованная через 10 см от 0 до 200; шкала должна иметь сантиметровые деления;



**Рис. 3 Рейка укороченная и измерительный щуп для оценки состояния поперечной ровности (колеи)**

**Fig. 3 Dreptarul scurtat și leră pentru evaluarea stării de planeitate transversală (a făgașului)**

- длина измерительного щупа должна быть  $1000 \pm 2$  мм, не считая держателя;
- диаметр измерительного щупа должен быть  $5 \pm 0,5$  мм;
- шкала на измерительном щупе должна обеспечивать возможность измерения параметров колеи до 30 см; шкала должна иметь миллиметровые деления;
- отклонение продольности измерительного щупа не должно превышать 1,0 мм.

#### 4.2.2 Подставочные стаканы (рис. 4):

- подставочные стаканы изготавливаются

- лățimea feței de reazem a dreptarului -  $50 \pm 2$  mm;

- abaterea feței de reazem a dreptarului de la plan nu trebuie să depășească 0,2 mm; se admite în loc de abaterea de la plan, de a măsura abaterea de la rectilinitate de la profilul longitudinal al feței de reazem a dreptarului care nu trebuie să depășească 0,2 mm;

- abaterea feței laterale a dreptarului de la rectilinitate nu trebuie să depășească 5 mm pe toată lungimea acestuia;

- dreptarul trebuie să fie dotat cu un dispozitiv pentru măsurarea declivității de aplicare a acestuia cu o precizie de  $\pm 0,001$  ( $\pm 1,0\%$ ); - fețele laterale ale dreptarului se gradează din 10 în 10 cm, de la 0 până la 200; scară trebuie să aibă gradații centimetrice;

ручка  
miner

уровень  
nivela

стержень  
tija

измеритель штоковый  
tija de masurat

индикатор  
indicator

- lungimea lerei trebuie să fie de  $1000 \pm 2$  mm, fără suport;

- diametrul lerei trebuie să fie de  $5 \pm 0,5$  mm;

- scara de pe leră trebuie să asigure posibilitatea de a măsura parametrii făgașului până la 30 cm; scară trebuie să aibă gradații milimetrice;

- abaterea longitudinității lerei nu trebuie să depășească 1,0 mm.

#### 4.2.2 Bucșele (fig. 4):

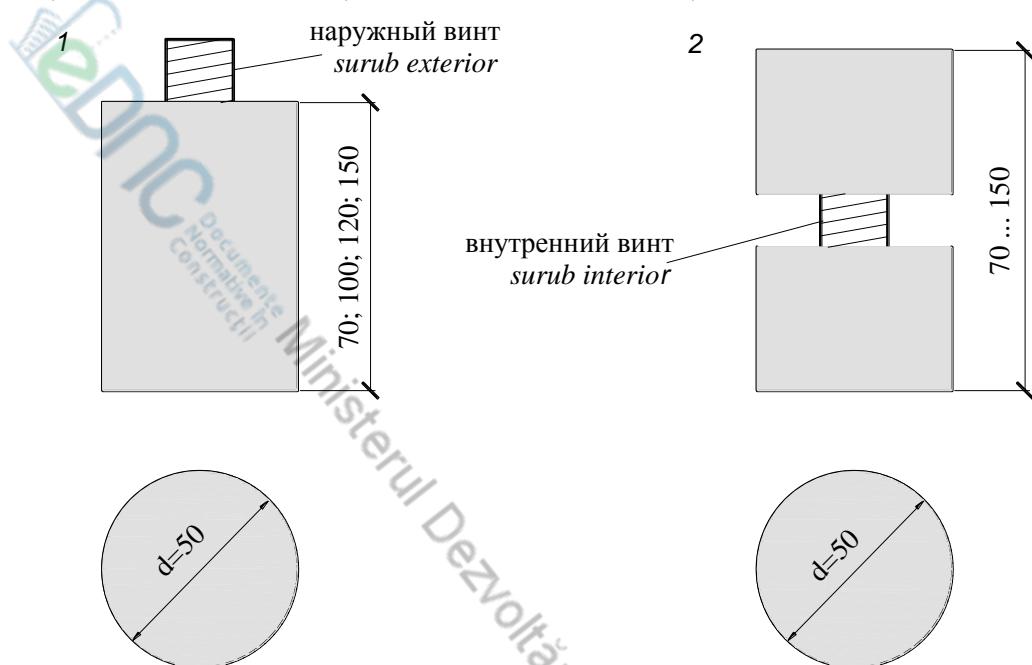
- bucșele se confecționează din materiale

из стойкого к износу материала;

- высота подставочных стаканов постоянной высоты должна составлять  $70 \pm 0,5$  мм;  $100 \pm 0,5$  мм;  $120 \pm 0,5$  мм;  $150 \pm 0,5$  мм;

- диаметр подставочных стаканов постоянной высоты должен быть  $50 \pm 1$  мм;

- высота подставочного стакана переменной высоты должна быть: наибольшая -  $150 \pm 0,5$  мм; наименьшая -  $70 \pm 0,5$  мм.



**Рис. 4** Подставочные стаканы под рейку:  
1 - постоянной высоты; 2 - переменной высоты

**Fig.4** Bucșele  
1 – bucșă cu înălțimea constantă; 2 – bucșă cu înălțimea variabilă

### 4.3 Проведение измерений

**4.3.1** При проведении измерений следует разделять колеи по видам:

По расположению в пределах полосы движения (рис. 5):

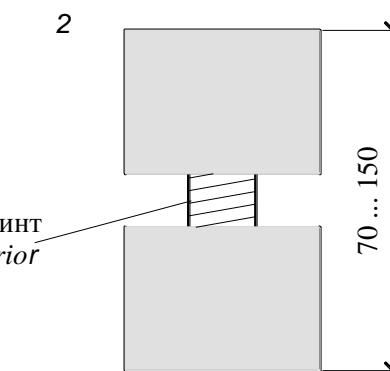
- внешняя (справа по направлению движения);
- внутренняя (слева по направлению движения).

rezistente la uzură;

- înălțimea bucșelor cu înălțimea constantă trebuie să fie de  $70 \pm 0,5$  mm;  $100 \pm 0,5$  mm;  $120 \pm 0,5$  mm;  $150 \pm 0,5$  mm;

- diametrul bucșelor cu înălțimea constantă trebuie să fie de  $50 \pm 1$  mm;

- înălțimea bucșei cu înălțimea variabilă trebuie să fie: maximă –  $150 \pm 0,5$  mm; minimă –  $70 \pm 0,5$  mm.

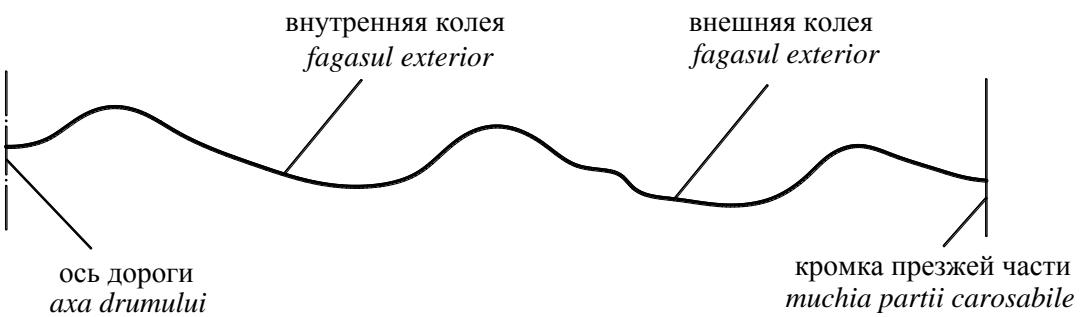


### 4.3 Efectuarea măsurătorilor

**4.3.1** La efectuarea măsurătorilor urmează a diviza făgașele în felul următor:

După amplasarea în limitele benzii de circulație (fig. 5):

- exterior (din dreapta sensului de circulație);
- interior (din stânga sensului de circulație).

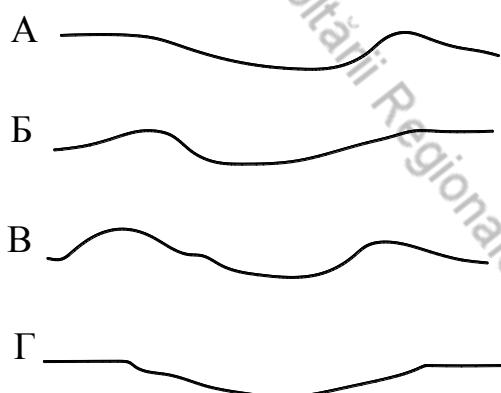


**Рис. 5** Виды колеи по расположению в пределах полосы движения  
**Fig. 5** Tipurile de făgașe după amplasarea în limitele benzii de circulație

Измерения проводят на всём протяжении оцениваемого участка, при необходимости в обоих направлениях, за исключением мест прерывания колеи. В этом случае каждый из участков (как по направлению, так до и после прерывания колеи в одном направлении) выделяют в самостоятельный.

По очертанию в поперечном профиле (рис. 6):

- колея с одним выпором;
- колея с двумя выпорами;
- колея без выпоров.



**Рис. 6** Виды колеи по очертанию в поперечном профиле:  
 А, Б - с одним выпором; В - с двумя выпорами; Г - без выпоров  
**Fig. 6** Tipuri de făgașe în profil transversal  
 A, B – cu o singură ridicare; B – cu două ridicări; Г – fără ridicări

**4.3.2** Измерения глубины колеи по упрощённой методике выполняют по внешней колее с соблюдением требований к количеству створов измерения на каждом самостоятельном участке.

**4.3.2.1** Рейку укладывают на выпоры внешней колеи и берут один отсчёт  $h_k$  в точке, соответствующей наибольшему углублению

Măsurările se efectuează pe toată lungimea sectorului examinat, în caz de necesitate în ambele sensuri, cu excepția locurilor de intrerupere a făgașului. În acest caz fiecare din aceste sectoare (precum în sens, aşa și până și după intrerupere a făgașului într-un sens) devine individual.

După configurația în profil transversal (fig. 6):

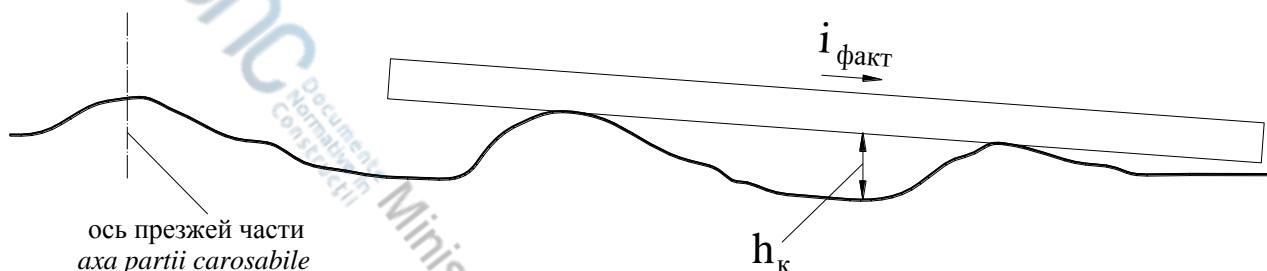
- făgaș cu o singură ridicare;
- făgaș cu două ridicări;
- făgaș fără ridicări.

**4.3.2** Măsurările adâncimii făgașului prin metoda simplificată se efectuează pe făgașul exterior cu respectarea cerințelor față de numărul de aliniamente pe fiecare sector individual.

**4.3.2.1** Dreptarul se aplică pe ridicările făgașului exterior și se măsoară  $h_k$  în punctul cu adâncimea maximă a făgașului pe fiecare aliniament

колеи в каждом створе (рис. 7), при помощи измерительного щупа, устанавливаемого вертикально, с точностью до 1 мм; при отсутствии выпоров рейку укладывают на проезжую часть таким образом, чтобы перекрыть измеряемую колею.

Если в створе измерения имеется дефект покрытия (выбоина, трещина и т.п.), створ измерения может быть перемещён вперёд или назад на расстояние до 0,5 м, чтобы исключить влияние данного дефекта на считываемый параметр.



**Рис. 7 Схема измерения глубины колеи по упрощённой методике**  
**Fig. 7 Schema măsurării adâncimii făgașului prin metoda simplificată**

**4.3.2.2** Количество створов измерения и расстояния между створами принимают в зависимости от длины самостоятельного и измерительного участков. Самостоятельный считается участок, на котором по визуальной оценке параметры колеи примерно одинаковы. Протяжённость такого участка может колебаться от 20 м до нескольких километров.

Самостоятельный участок разбивается на измерительные участки, длиной до 100 м (рис. 8).

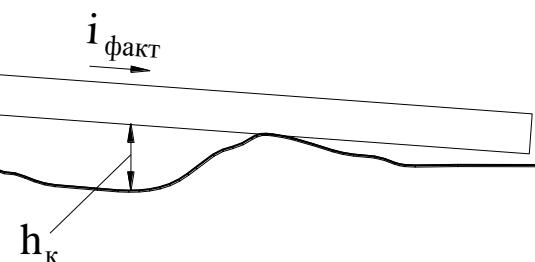
**4.3.2.3** Если общая длина самостоятельного участка не равна целому количеству измерительных участков по 100 м каждый, выделяется дополнительный укороченный измерительный участок.

Также назначается укороченный измерительный участок, если длина всего самостоятельного участка меньше 100 м.

**4.3.2.4** На каждом измерительном участке выделяются 6 створов измерения на равном расстоянии один от другого (на 100-метровом участке через каждые 20 м), которым присваиваются номера от 1 до 6. При этом последний створ предыдущего измери-

(fig. 7), cu ajutorul lerei, пuse vertical, cu прецизие de 1 mm; în lipsa ridicărilor dreptarul se aplică pe partea carosabilă astfel încât să acopere făgașul măsurat.

Dacă în aliniamentul de măsurare există un defect al îmbrăcămîntii rutiere (peladă, fisură, etc.), aliniamentul de măsurare poate fi mutat înainte sau înapoi la o distanță de până la 0,5 m, pentru a exclude influența defectului dat asupra parametrului măsurat.



**4.3.2.2** Numărul aliniamentelor de măsurare și distanțele între ele se stabilesc în funcție de lungimea sectoarelor individual și de măsurare. Individual se consideră sectorul pe care conform evaluării vizuale parametrii făgașului sunt aproximativ identici. Lungimea unui astfel de sector poate varia de la 20 m până la câțiva kilometri.

Sectorul individual se împarte în sectoare de măsurare cu o lungime de până la 100 m (fig. 8).

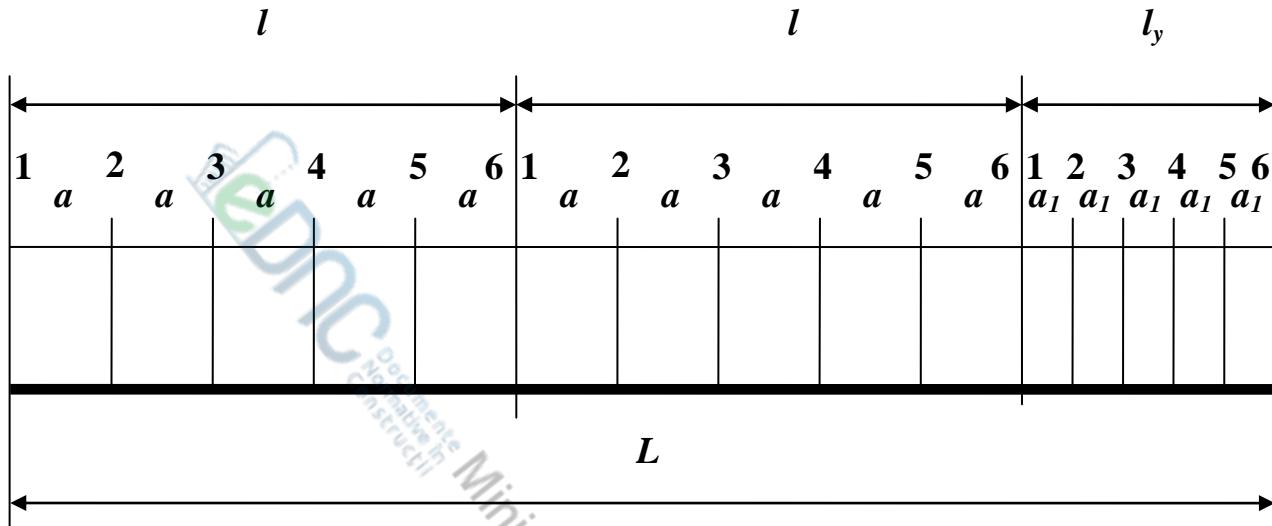
**4.3.2.3** În cazul în care lungimea totală a sectoarelor individual nu este egală cu un număr întreg de sectoare de căte 100 m, se fixează un sector suplimentar de măsurare scurtat.

Sectorul de măsurare scurtat se fixează și în cazul în care lungimea totală a sectorului individual este mai mică de 100 m.

**4.3.2.4** Pe fiecare sector de măsurare se aleg 6 aliniamente de măsurare la o distanță egală între ele (pe sectorul de 100 m - peste fiecare 20 m), care sunt numerotate de la 1 până la 6. În acest caz ultimul aliniament al sectorului de măsurare precedent devine primul aliniament al

тельного участка становится первым створом последующего и имеет номер 6/1.

Укороченный измерительный участок также разбивается на 6 створов, расположенных на равном расстоянии один от другого (рис. 8).



**Рис. 8** Схема самостоятельного и измерительного участков:

$L$  - длина самостоятельного участка, м;  $l$  - длина измерительного участка, м;  $l_y$  - длина укороченного измерительного участка, м;  $a, a_1$  - расстояния между створами измерения, м;

1, 2, 3, 4, 5, 6/1 - номера створов измерения

**Fig.8** Schema sectoarelor individuale și de măsurare

$L$  – lungimea sectorului individual, m;  $l$  – lungimea sectorului de măsurare, m;  $l_y$  – lungimea sectorului de măsurare scurtat, m;  $a, a_1$  – distanțele între aliniamentele de măsurare, m;

1, 2, 3, 4, 5, 6/1 – numerele aliniamentelor de măsurare

**4.3.2.5** Глубина колеи измеряется в наиболее глубоком месте каждого створа и записывается в ведомость. Форма ведомости с примером заполнения приведена в табл. 4.1.

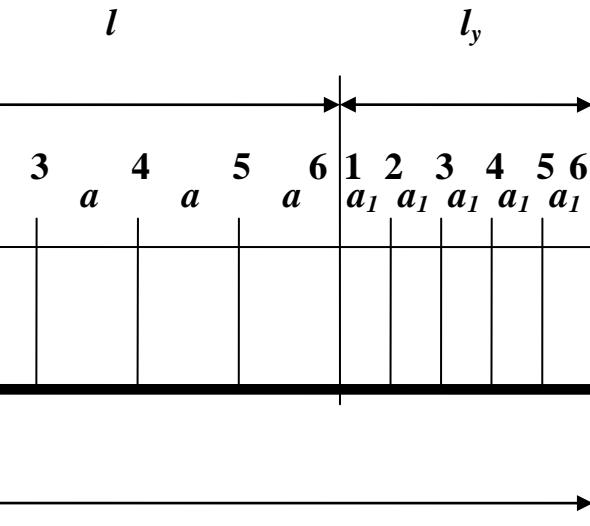
По каждому измерительному участку определяют расчётную глубину колеи. Для этого анализируют результаты измерений в 6 створах измерительного участка, отбрасывают самую большую величину, а следующую за ней величину глубины колеи в убывающем ряде принимают за расчётную на данном измерительном участке ( $h_{kh}$ ).

**4.3.2.6** Расчётную глубину колеи для самостоятельного участка определяют как среднеарифметическую из всех значений расчётной глубины колеи на измерительных участках, мм:

$$h_{kc} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{ki}}{n}$$

sectorului урмător și se notează 6/1.

Sectorul de măsurare scurtat la rândul său tot se împarte în 6 aliniamente amplasate la distanțe egale între ele (fig. 8).



**4.3.2.5** Adâncimea făgașului se măsoară în cel mai adânc loc al fiecărui aliniament și se notează în borderou. Forma borderoului și exemplul completării acestuia este prezentată în tab. 4.1.

Pe fiecare sector de măsurare se determină adâncimea de calcul a făgașului. În acest scop se analizează rezultatele măsurătorilor în 6 aliniamente ale sectorului de măsurare, se exclude cea mai mare adâncime, dar cea imediat următoarea din sirul descrescător se consideră adâncimea de calcul pe sectorul dat de măsurare ( $h_{kh}$ ).

**4.3.2.6** Adâncimea de calcul a făgașului pentru sectorul individual se determină ca media aritmetică a adâncimilor de calul pe sectoarele de măsurare, mm:

Результаты расчётов заносят в ведомость (табл. 4.1).

**Таблица 4.1 Ведомость измерения глубины колеи по упрощённому способу**  
**Tabloul 4.1 Borderoul de măsurare a adâncimii făgașului prin metoda simplificată**

Участок дороги _____ <i>Sectorul de drum</i>	Направление _____ <i>Sensul</i>
Номер полосы _____ <i>Numărul benzii</i>	
Положение начала участка _____ <i>Începutul sectorului</i>	Положение конца участка _____ <i>Sfîrșitul sectorului</i>
Дата измерения _____ <i>Data măsurării</i>	

Номер самостоятельного участка <i>Numărul sectorului individual</i>	Привязка к километражу и протяжённость <i>Pozitia kilometrică și distanța</i>	Длина измерительного участка l, м <i>Lungimea sectorului de măsurare l, m</i>	Глубина колеи по створам <i>Adâncimea făgașelor pe aliniamente</i>		Расчётная глубина колеи h <sub>Ku</sub> , мм <i>Adâncimea de calcul a făgașului h<sub>Ku</sub>, mm</i>	Средняя расчётная глубина колеи h <sub>Kc</sub> , мм <i>Adâncimea medie de calcul a făgașului h<sub>Kc</sub>, mm</i>	
			номер створа <i>numărul aliniamentului</i>	глубина колеи h <sub>K</sub> , мм <i>adâncimea făgașului h<sub>K</sub>, mm</i>			
1	От км 20 + 150 до км 20 + 380, L = 230 м <i>De la km 20 + 150 până la km 20 + 380, L = 230 m</i>	100	1	11	13	12,7	
			2	8			
			3	12			
			4	17			
			5/1	13			
		100	2	16	13		
			3	10			
			4	13			
			5/1	11			
			2	9			
		30	3	14	12		
			4	12			
			5	7			

**4.3.3** Для детальной оценки параметров колеобразования рекомендуется использовать способ измерения вертикальных отметок с применением укороченной рейки и подставочных стаканов.

Измерения рекомендуется выполнять в каждом створе по внешней и внутренней полосам наката каждого направления движения. При отсутствии явно выраженной колеи по внутренней полосе наката измерения производятся только по внешней колее.

**4.3.4** Измерения параметров колеи производят в намеченных створах, причем первый и последний створы на каждом самостоятельном участке должны быть расположены на расстоянии 2...5 м от начала и конца участка.

**4.3.4.1** Количество створов измерений и рас-

Результаты вычислений вводятся в таблицу (табл. 4.1).

**4.3.3** Pentru evaluarea detaliată a parametrilor de formare a făgașelor se recomandă să se folosească metoda de măsurare a cotelor verticale utilizând dreptarul și bucșele.

Măsurările se recomandă să se efectueze pe fiecare aliniament, pe fașiile interioară și exterioară ale benzii de rulare pentru fiecare sens de circulație. În cazul lipsei făgașului bine pronunțat în partea interioară a benzii de rulare măsurările se efectuează numai pe făgașul exterior.

**4.3.4** Măsurările parametrilor făgașului se efectuează pe aliniamentele stabilite, iar primul și ultimul aliniament ale fiecarui sector individual trebuie să fie amplasat la o distanță de 2...5 m de la începutul sau sfârșitul sectorului.

**4.3.4.1** Numărul aliniamentelor de măsurare și

стояния между створами назначают в зависимости от длины оцениваемого участка с учетом требуемой точности и надежности измерений (табл. 4.2).

**Таблица 4.2 Расстояния между приложениями рейки при оценке состояния дорог по глубине колеи**

*Tabelul 4.2 Distanțele între aliniamentele de măsurare la evaluarea stării drumurilor după adâncimea făgașului*

<b>Расстояния между створами измерений, м, при длине оцениваемого участка, м</b> <i>Distanțele dintre aliniamentele de măsurare, m, pentru lungimea sectorului evaluat, m</i>			
100...199	200...499	500...999	$\geq 1000$
5	10	15	20

**ПРИМЕЧАНИЕ** - При длине оцениваемого участка менее 100 м расстояние между створами измерений принимать равным 2 м для любых случаев.

Если в створе измерения расположен дефект верхнего слоя покрытия (трещина, выбоина и т.п.), то створ измерения следует вынести за зону влияния данного дефекта.

**4.3.5** Измерение параметров внешней колеи выполняют в намеченном створе, прикладывая рейку к верхней грани подставочных стаканов в поперечном направлении.

**4.3.5.1** Подставочный стакан постоянной высоты устанавливают на кромку проезжей части, кромку краевой полосы или обочину. Подставочный стакан переменной высоты устанавливают в одном створе с подставочным стаканом постоянной высоты. Ширина зазора под укладываемой рейкой, ограниченная подставочными стаканами, должна перекрывать считываемые параметры внешней колеи (рис. 9.1).

**4.3.5.2** Рейку следует выводить в положение нулевого поперечного уклона проезжей части (горизонтальное положение) с помощью подставочного стакана переменной высоты.

**4.3.5.3** При каждом приложении рейки следует измерять:

- величины одного наибольшего -  $\delta_1$  и двух наименьших -  $\delta_2$  и  $\delta_3$  просветов под рейкой (рис. 9.1) при помощи измерительного щупа, устанавливаемого вертикально, с точностью до 1 мм, при отсутствии выпоров величины  $\delta_2$  и  $\delta_3$  измеряют на выходе из колеи, определяемом визуально.

**4.3.5.4** В процессе измерений заполняют ве-

distanțele între ele se fixează în funcție de lungimea sectoarelor evaluate respectând precizia necesară și fiabilitatea măsurătorilor (tab. 4.2).

**NOTĂ** - În cazul în care lungimea sectorului evaluat este sub 100 m, distanța dintre aliniamentele de măsurare se adoptă egale cu 2 m pentru toate cazurile.

În cazul în care în aliniamentul de măsurare este amplasat un defect al stratului de uzură ai îmbrăcăminții rutiere (peladă, fisură etc.), aliniamentul de măsurare trebuie mutat în afara zonei de influență a acestui defect.

**4.3.5.5** Măsurările parametrilor făgașului exterior se efectuează pe aliniamentul stabilit, prin aplicarea dreptarului pe fețele superioare ale bucșelor, în direcție transversală.

**4.3.5.1** Bucșa cu înălțimea constantă se amplasează pe marginea părții carosabile, pe marginea benzii de încadrare sau pe acostament. Bucșa cu înălțimea variabilă se plasează într-un aliniament cu bucșa cu înălțimea constantă. Lățimea spațiului sub dreptar, limitat de bucșe trebuie să acopere parametrii măsurăți ai făgașului exterior (fig. 9.1).

**4.3.5.2** Dreptarul se aduce în poziția declivității transversale nule ale părții carosabile (poziția orizontală) prin intermediul bucșei cu înălțimea variabilă.

**4.3.5.3** La fiecare poziționare a dreptarului trebuie măsurate:

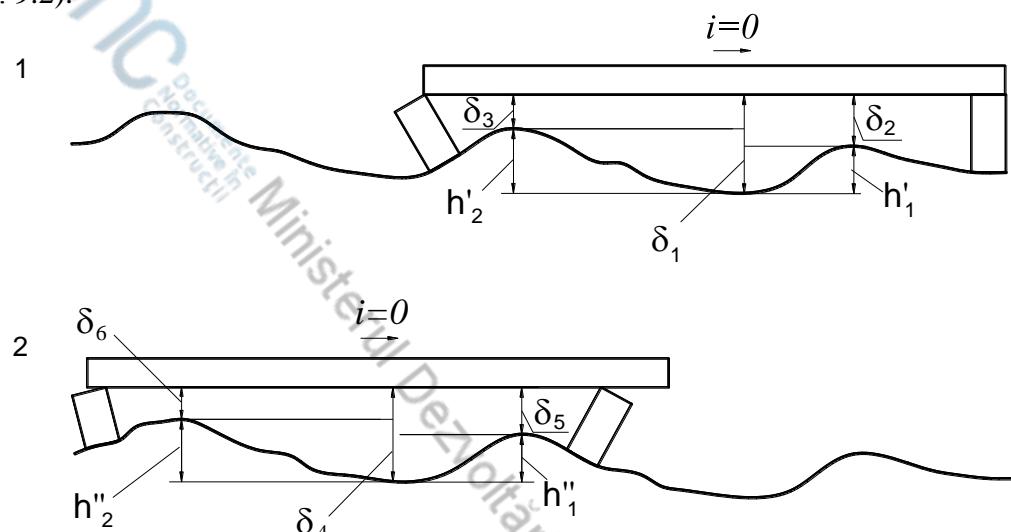
- valoarea unui maxim -  $\delta_1$  și valorile a două minime -  $\delta_2$  și  $\delta_3$  interspații sub dreptar (fig. 9.1) utilizând leră, pusă vertical, cu o precizie de 1 mm, în lipsa ridicărilor valorile lui  $\delta_2$  și  $\delta_3$  se măsoară la ieșirea din făgaș, stabilită vizual.

**4.3.5.4** În procesul măsurătorilor se completează

домость, в которую заносят полученные результаты (табл. 4.3).

**4.3.6** При оценке параметров внутренней колеи измерение проводят в тех же створах, в которых выполняли измерение внешней колеи.

**4.3.6.1** Рейку прикладывают к верхней грани подставочных стаканов, выводя ее в положение нулевого поперечного уклона проезжей части (горизонтальное положение). Ширина зазора под укладываемой рейкой, ограниченная подставочными стаканами, должна перекрывать считываемые параметры внутренней колеи (рис. 9.2).



**Рис. 9** Схема измерения параметров поперечной ровности проезжей части по методу вертикальных отметок: 1 - по внешней колее; 2 - по внутренней колее

**Fig. 9** Schema de măsurare a parametrilor planeității transversale ale părții carosabile prin metoda cotelor verticale: 1 – pe fagașul exterior; 2 – pe fagașul interior

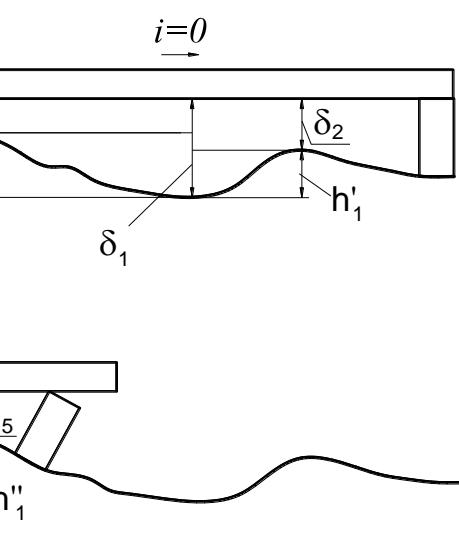
**4.3.6.2** При каждом приложении рейки следует измерять величины одного наибольшего -  $\delta_4$  и двух наименьших -  $\delta_5$  и  $\delta_6$  просветов под рейкой (рис. 9.2) при помощи измерительного щупа, устанавливаемого вертикально, с точностью до 1 мм; при отсутствии выпоров величины  $\delta_5$  и  $\delta_6$  измеряют на выходе из колеи, определяемом визуально.

**4.3.6.3** В процессе измерений заполняют ведомость, в которую заносят полученные результаты (табл. 4.3).

ză borderoul, în care se introduc rezultatele măsurătorilor (tab. 4.3).

**4.3.6** La evaluarea parametrilor fagașului interior, măsurările se efectuează în aceleași aliniamente, în care au fost efectuate măsurările fagașului exterior.

**4.3.6.1** Dreptarul se pozează pe fețele superioare ale bucșelor în poziția declivității transversale nule ale părții carosabile (poziția orizontală). Lățimea interspațiului sub dreptar, limitată de bușe trebuie să acopere parametrii măsuраți ai fagașului interior (fig. 9.2).



**4.3.6.2** La fiecare poziționare a dreptarului trebuie măsurate valoarea unui maxim -  $\delta_4$  și valorile a două minime  $\delta_5$  și  $\delta_6$  interspațiului sub dreptar (fig. 9.2) utilizând leră, pusă vertical, cu o precizie de 1 mm, în cazul lipsei ridicărilor, valorile lui  $\delta_5$  și  $\delta_6$  se măsoară la ieșirea din fagaș, stabilită vizual.

**4.3.6.3** În procesul măsurătorilor se completează borderoul, în care se introduc rezultatele măsurătorilor (tab. 4.3).

**Таблица 4.3 Ведомость измерения параметров поперечной ровности (колеи) по методу вертикальных отметок**

**Tabelul 4.3 Borderoul măsurătorilor parametrilor planeității transversale (a făgașului) prin metoda cotelor verticale**

Участок дороги _____ Sectorul drumului	Направление _____ Sensul
Номер полосы _____ Numărul benzii	
Положение начала участка _____ Începutul sectorului	Положение конца участка _____ Sfârșitul sectorului
Дата измерения _____ Data măsurării	

№ створа Nr. aliniamentului	Привязка к начальному километражу Pozitia kilometrică	Измерение параметров внешней колеи Valorile parametrilor făgașului exterior				Измерение параметров внутренней колеи Valorile parametrilor făgașului interior			
		$\delta_1$ , мм mm	$\delta_2$ , мм mm	$\delta_3$ , мм m	$\delta_4$ , мм m	$\delta_5$ , мм mm	$\delta_6$ , мм mm		
1									
2									
...									
n									

#### 4.4 Обработка результатов измерений

**4.4.1** Обработку результатов измерений по методу вертикальных отметок выполняют в следующей последовательности.

**4.4.1.1** Рассчитывают общую неровность поверхности проезжей части в каждом створе по внешней колее (рис. 9) по формулам:

- общая глубина колеи по отношению к правому выпору (мм):

$$h'_1 = \delta_1 - \delta_2,$$

- общая глубина колеи по отношению к левому выпору (мм):

$$h'_2 = \delta_1 - \delta_3.$$

**4.4.1.2** Рассчитывают общую неровность поверхности проезжей части в каждом створе по внутренней колее (рис. 9) по формулам:

- общая глубина колеи по отношению к правому выпору (мм):

$$h''_1 = \delta_4 - \delta_5;$$

- общая глубина колеи по отношению к левому выпору (мм):

$$h''_2 = \delta_4 - \delta_6.$$

#### 4.4 Prelucrarea rezultatelor măsurătorilor

**4.4.1** Prelucrarea rezultatelor măsurătorilor prin metoda cotelor verticale se efectuează după cum urmează.

**4.4.1.1** Se calculează denivelarea totală a părții carosabile pentru fiecare aliniament pe făgașul exterior (fig. 9) cu relațiile:

- adâncimea totală a făgașului în comparație cu ridicarea din dreapta (mm):

- adâncimea totală a făgașului în comparație cu ridicarea din stânga (mm):

**4.4.1.2** Se calculează denivelarea totală a părții carosabile pentru fiecare aliniament pe făgașul interior (fig. 9) cu relațiile:

- adâncimea totală a făgașului în comparație cu ridicarea din dreapta (mm):

- adâncimea totală a făgașului în comparație cu ridicarea din stânga (mm):

**4.4.1.3** Вычисление среднего значения общей неровности выполняют по формулам (мм):

**4.4.1.3** Calculul valorii medii a denivelării totale a părții carosabile se determină cu relațiile (mm):

$$\bar{h}_1' = \frac{\sum_{i=1}^n h_{1i}'}{n};$$

$$\bar{h}_2' = \frac{\sum_{i=1}^n h_{2i}'}{n};$$

$$\bar{h}_1'' = \frac{\sum_{i=1}^n h_{1i}''}{n};$$

$$\bar{h}_2'' = \frac{\sum_{i=1}^n h_{2i}''}{n};$$

где:

**n** - количество замеров на участке.

**4.4.1.4** Среднеквадратическое отклонение общей неровности поверхности проезжей части определяют по формулам (мм):

în care:

**n**- numărul măsurătorilor pe sector.

**4.4.1.4** Abaterea medie pătratică a denivelării totale a părții carosabile se determină cu relațiile (mm):

$$\sigma_1' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_{1i}' - \bar{h}_1')^2}{n-1}};$$

$$\sigma_2' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_{2i}' - \bar{h}_2')^2}{n-1}};$$

$$\sigma_1'' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_{1i}'' - \bar{h}_1'')^2}{n-1}};$$

$$\sigma_2'' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_{2i}'' - \bar{h}_2'')^2}{n-1}};$$

**4.4.1.5** Расчётное значение общей неровности поверхности проезжей части, сопоставляемое с оценочной шкалой, определяют по формулам (мм):

**4.4.1.5** Valoarea de calcul a denivelării totale a părții carosabile, comparabilă cu scala de evaluare, se determină cu relațiile (mm):

$$h_{1pacu}' = \bar{h}_1' + t \cdot \sigma_1';$$

$$h_{2pacu}' = \bar{h}_2' + t \cdot \sigma_2';$$

$$h_{1pacu}'' = \bar{h}_1'' + t \cdot \sigma_1'';$$

$$h_{2pacu}'' = \bar{h}_2'' + t \cdot \sigma_2'';$$

где:

**t** - коэффициент нормированного отклонения, зависящий от гарантийной вероятности (принимать равным 1,04).

în care:

**t** – coeficientul abaterii normate, care depinde de probabilitatea garantată (se ia egală cu 1,04).

**4.4.1.6** Выполнение расчётов сопровождают заполнением ведомости (табл. 4.4).

**Таблица 4.4 Ведомость расчётных параметров поперечной ровности (колеи)**  
**Tabelul 4.4 Borderoul parametrilor de calcul a planeității transversale (a făgașului)**

Участок дороги _____ <i>Sectorul drumului</i>	Направление _____ <i>Sensul</i>
Номер полосы _____ <i>Numărul benzii</i>	
Положение начала участка _____ <i>Începutul sectorului</i>	Положение конца участка _____ <i>Sfârșitul sectorului</i>
Дата измерения _____ <i>Data măsurării</i>	

№ створа Nr. aliniamentului	Привязка к километражу <i>Poziția kilometrică</i>	Параметры внешней колеи, мм <i>Parametrii făgașului exterior, mm</i>					Параметры внутренней колеи, мм <i>Parametrii făgașului interior, mm</i>				
		$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$h'_1$	$h'_2$	$\delta_4$	$\delta_5$	$\delta_6$	$h''_1$	$h''_2$
1											
2											
n											
	$\bar{h}_{1(2)}^{(')}$	-	-	-			-	-	-		
	$\sigma_{1(2)}^{(')}$	-	-	-			-	-	-		
	$h_{1(2) \text{расч}}^{(')}$	-	-	-			-	-	-		

#### 4.5 Требования к состоянию дорог по глубине колеи

Полученные расчётные значения параметров и глубины колеи сопоставляют с их допустимыми и предельно допустимыми величинами, значения которых определены из условия обеспечения безопасности движения автомобилей на мокром покрытии со скоростью ниже расчётной на 25 % для допустимой глубины колеи и на 50 % для предельно допустимой глубины колеи, а также с учётом влияния колеи на условия очистки покрытия от снежных отложений и борьбы с зимней скользкостью (табл. 4.5 и 4.6).

#### 4.5 Cerințele privind starea drumului după adâncimea făgașului

Valorile de calcul ale parametrilor și adâncimilor făgașului obținute se compară cu valoarelor lor admisibile și limita admisibilă, care se stabilesc pornind de la condițiile de asigurare a securității rutiere a automobilelor ce se deplasează pe carosabilul ud cu o viteză mai mică decât viteza de calcul cu 25 % pentru adâncimea admisibilă și cu 50 % pentru adâncimea limită admisibilă a făgașului, precum și înănd cont de influența făgașului asupra condițiilor de curățare a carosabilului de zăpadă și de combatere a ghețușului (tab. 4.5 și 4.6).

**Таблица 4.5 Шкала оценки состояния дорог по параметрам колеи, измеренным по упрощённой методике**

**Tabelul 4.5 Scară de evaluare a stării drumurilor după parametrii făgașului, măsuраți prin metoda simplificată**

Расчётная скорость движения, км/ч <i>Viteza de calcul, km/h</i>	Глубина колеи $h_K$ , мм <i>Adâncimea făgașului <math>h_K</math>, mm</i>	
	допустимая <i>admisibilă</i>	предельно допустимая <i>limită admisibilă</i>
> 120	4	20
120	7	20
100	12	20
80	25	30
$\leq 60$	30	35

**Таблица 4.6 Шкала оценки состояния дорог по параметрам колеи, установленным по способу измерения вертикальных отметок**

**Tabelul 4.6 Scară de evaluare a stării drumurilor după parametrii făgașului, stabiliți prin metoda măsurătorilor cotelor verticale**

Расчётная скорость движения, км/ч <i>Viteza de calcul, km/h</i>	Общая глубина колеи относительно правого выпора $h_n$ , мм <i>Adâncimea totală a făgașului față de ridicarea din dreapta <math>h_n</math>, mm</i>		Общая глубина колеи относительно левого выпора $h_d$ , мм <i>Adâncimea totală a făgașului față de ridicarea din stânga <math>h_d</math>, mm</i>	
	допустимая <i>admisibilă</i>	предельно допустимая <i>limită admisibilă</i>	допустимая <i>admisibilă</i>	предельно допустимая <i>limită admisibilă</i>
> 120	Не допускается <i>Nu se admite</i>	4	9	20
120	3	5	16	25
100	6	9	27	40
80	15	18	50	50
$\leq 60$	50	50	50	50

Участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей и требуют немедленного проведения работ по устранению колеи.

Sectoarele de drum cu adâncimea făgașului mai mare decât limită admisibile se consideră sectoare periculoase pentru traficul automobilelor și necesită executarea lucrărilor urgente de lichidare a făgașului.

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖДАХ

### 5.1 Сбор и обработка исходных данных

**5.1.1** Сбор исходных данных включает получение сведений об интенсивности движения, конструкции дорожной одежды и фактической влажности грунта земляного полотна.

**5.1.1.1** Фактическую интенсивность и состав движения в первый год после сдачи дороги в эксплуатацию определяют по окончании строительства или реконструкции путем непосредственных наблюдений на дороге в те-

## 5 RECOMANDĂRILE METODOLOGICE PRIVIND CALCULAREA ȘI PROGNOZAREA FORMĂRII FĂGAȘELOR PE ÎMBRĀCĂMINȚI RUTIERE SUPLE

### 5.1 Colectarea și prelucrarea datelor inițiale

**5.1.1** Colectarea datelor inițiale cuprinde obținerea datelor privind intensitatea traficului, structura rutieră și umiditatea reală a pământului din patul drumului.

**5.1.1.1** Intensitatea și compoziția reală a traficului în primul an după darea în exploatare se determină după finalizarea construcției sau reconstrucției prin numărători efectuate pe drum în perioada caldă a anului (temperatura aerului

плый период года (устойчивая положительная температура воздуха). При этом следует использовать методику, изложенную в п. 4.11 Правил диагностики и оценки состояния автомобильных дорог CP D.02.14.

Полученные результаты заносят в табл. 5.1.

**Таблица 5.1**  
**Tabelul 5.1**

**Результаты учета движения на дороге ..... км .....**  
**Rezultatele recensământului traficului pe drumul ..... km .....**

Типы автомобилей <i>Tipurile de automobile</i>	Количество автомобилей в сутки <i>Numărul automobilelor pe zi</i>
Легковые автомобили <i>Autoturisme</i>	
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de încărcare de la 1 până la 2 t</i>	
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de încărcare de la 2 până la 5 t</i>	
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de încărcare de la 5 până la 8 t</i>	
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane foarte grele cu capacitatea de încărcare de peste 8 t</i>	
Автобусы <i>Autobuze</i>	
Тягачи с прицепами <i>Remorche cu remorci</i>	

Те же измерения производят во второй год эксплуатации.

**5.1.1.2** Конструкцию дорожной одежды (материалы слоев, их толщины и тип грунта земляного полотна) определяют по данным проекта либо бурения дорожной одежды.

**5.1.1.3** Расчетные характеристики грунта земляного полотна (влажность, угол внутреннего трения, модуль упругости) определяют по данным полевых и лабораторных испытаний или по проектной документации.

Расчетную влажность грунта определяют путем отбора проб грунта при бурении, которое производят в весенний период наибольшего увлажнения грунта в местах нулевых отметок или выемок (при их наличии). При невозможности получения фактических данных о влажности грунта допускается ориентировочное определение расчетной влажности по приложению В. Для полученного значения расчетной влажности по приложению В назначают угол внутреннего трения грунта, используемый в дальнейших расчетах.

**5.1.2** Интенсивность движения грузовых ав-

стабил pozitivă). În acest caz se utilizează metodologia prezentată în pct. 4.11 a Regulilor privind investigarea și evaluarea stării drumurilor CP D.02.14.

Результаты полученные se introduc în tab. 5.1.

Aceleași măsurători se efectuează în al doilea an de exploatare.

**5.1.1.2** Structura rutieră (materialele stratuirilor, grosimile acestora și tipul pământului din patul drumului) se stabilește în baza datelor din proiect sau forării structurii rutiere.

**5.1.1.3** Caracteristicile de calcul ale pământului din patul drumului (umiditatea, unghiul de frecare interioară, modulul de elasticitate) se stabilesc în baza încercărilor de teren și de laborator sau a documentației de proiect.

Umiditatea de calcul a pământului se stabilește prin prelevarea probelor de pământ prin foraj, care se execută în perioada de primăvara la umiditatea maximă a pământului în punctele cu cota zero sau în debleuri (în cazul prezenței acestora). În cazul, în care nu este posibilă obținerea datelor reale privind umiditatea pământului, se admite determinarea orientativă a umidității de calcul în conformitate cu anexa B. Pentru valoarea obținută a umidității de calcul din anexa B se stabilește unghiul de frecare internă a pământului, folosit în calculele ulterioare.

**5.1.2** Intensitatea traficului vehiculelor grele,

томобилей, приведенную к расчетной нагрузке 100 кН на ось (50 кН на колесо), вычисляют по формуле:

$$N_p = \sum_{i=1}^m N_i \cdot S_i = N_1 \cdot S_1 + N_2 \cdot S_2 + \dots + N_m \cdot S_m, \quad (5.1)$$

где:

$N_i$  или  $N_1, N_2, \dots, N_m$  - количество автомобилей в сутки по типам из табл. 5.1, авт./сут;

$S_i$  или  $S_1, S_2, \dots, S_m$  - коэффициенты приведения автомобилей различного типа к расчетной нагрузке (табл. 5.2).

**Таблица 5.2 Коэффициенты приведения автомобилей различных типов к расчетной нагрузке**

*Tabelul 5.2 Coeficienții de echivalare a automobilelor de tip diferit la sarcina de calcul*

№ п/п Nr. d/o	Типы автомобилей <i>Tipurile de automobile</i>	Значение $S_i$ <i>Valoarea <math>S_i</math></i>
1	Легковые автомобили <i>Autoturisme</i>	0
2	Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de încărcare de la 1 până la 2 t</i>	0,005
3	Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de încărcare de la 2 până la 5 t</i>	0,2
4	Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de încărcare de la 5 până la 8 t</i>	0,7
5	Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane foarte grele cu capacitatea de încărcare de peste 8 t</i>	1,25
6	Автобусы <i>Autobuze</i>	0,7
7	Тягачи с прицепами <i>Remorcher cu remorci</i>	1,5

**5.1.3** По данным об интенсивности движения, приведенной к расчетной нагрузке, в первый и второй годы эксплуатации вычисляют показатель изменения интенсивности движения грузовых автомобилей  $q$ , используя формулу:

$$q = \frac{N_{p2}}{N_{p1}}, \quad (5.2)$$

где:

$N_{p1}$  и  $N_{p2}$  - расчетная интенсивность движения в первый и во второй годы наблюдений.

При определении величины  $q$  можно воспользоваться данными проектной документации.

## 5.2 Расчет и прогнозирование остаточных деформаций в грунте земляного полотна

**5.2.1** Вычисление ожидаемого суммарного числа приложений расчетных нагрузок по

репортată la sarcina de calcul 100 kN pe осie (50 kN pe o singură roată), se calculează cu relația:

în care:

$N_i$  sau  $N_1, N_2, \dots, N_m$  - numărul vehiculelor pe zi în funcție de tipul acestora din tab. 5.1, veh./zi;

$S_i$  sau  $S_1, S_2, \dots, S_m$  - coeficienții de transformare a automobilelor de tip diferit la sarcina de calcul (tab. 5.2).

**5.1.3** Pe baza datelor privind intensitatea traficului, raportate la sarcina de calcul, în primul și al doilea an de exploatare se calculează indicatorul de evoluție a intensității traficului camioanelor  $q$ , cu relația:

în care:

$N_{p1}$  și  $N_{p2}$  - intensitatea de calcul a traficului în primul și al doilea an de recensământ.

Pentru determinarea valorii lui  $q$  pot fi utilizate datele din proiect.

## 5.2 Calcularea și prognozarea deformațiilor remanente în pământul din patul drumului

**5.2.1** Calcularea numărului sumar de aplicare a sarcinilor de calcul pe ani de exploatare a dru-

годам эксплуатации дороги при определении остаточных деформаций в грунте земляного полотна осуществляют по формуле:

$$N_c = 0,6 \cdot f_{\text{пол}} \cdot N_{p1} \cdot K_c \cdot T_{\text{пер}}, \quad (5.3)$$

где:

$f_{\text{пол}}$  - коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним (табл. 5.3);

$N_{p1}$  - суточная интенсивность движения автомобилей, приведенных к расчетной нагрузке, в первый год службы дорожной одежды, авт./сут;

$K_c$  - коэффициент суммирования, определяемый по графику рис. 10;

$q$  - показатель изменения интенсивности движения по годам;

$T_{\text{пер}}$  - расчетное количество дней в году, соответствующее определенному состоянию дорожной одежды (табл. 5.4);

$T_{\text{сл}}$  - срок службы дорожной одежды (табл. 5.5), годы.

Если дорожная одежда рассчитана по CP D.02.08, то определена перспективная интенсивность движения на одну полосу, приведенная к расчетному автомобилю  $N_p$ . В этом случае для расчета величины  $N_c$  следует пользоваться формулой:

$$N_c = 0,6 \cdot q^{\frac{N_p}{T_{\text{сл}}-1}} \cdot K_c \cdot T_{\text{пер}}, \quad (5.4)$$

Для расчета суммарного числа приложений расчетной нагрузки  $N_c$  в различные годы эксплуатации дорожной одежды в формулы (5.3) или (5.4) подставляют различные величины коэффициентов суммирования  $K_c$ , которые определяют по графику рис. 10 для соответствующего срока службы одежды  $T_{\text{сл}}$ .

**Таблица 5.3 Значения коэффициента, учитывающего число полос движения,  $f_{\text{пол}}$**   
**Tabelul 5.3 Valorile coeficientului care ia în considerare numărul benzilor de circulație,  $f_{\text{пол}}$**

Число полос движения <i>Numărul benzilor</i>	Значения коэффициента $f_{\text{пол}}$ , для полосы номер <i>Valorile coeficientului <math>f_{\text{пол}}</math>, pentru banda număr</i>		
	1	2	3
1	1,0	-	-
2	0,55	-	-
3	0,5	0,5	-
4	0,35	0,2	-
6	0,3	0,2	0,05

mului, la determinarea deformărilor remanente în pământul din patul drumului, se calculează cu relația:

$$\text{În care:}$$

$f_{\text{пол}}$  - coefficient care ia în considerare numărul de benzi și distribuția traficului pe ele (tab. 5.3);

$N_{p1}$  - intensitatea zilnică a traficului, pentru automobile raportate la sarcina de calcul în primul an de serviciu al structurii rutiere, veh./zi;

$K_c$  - coeficient de totalizare, determinat din graficul fig. 10;

$q$  - indicator de evoluție a intensității traficului pe ani;

$T_{\text{пер}}$  - numărul zilelor de calcul pe an, care corespunde unei anumite stări a structurii rutiere (tab. 5.4);

$T_{\text{сл}}$  - durata de serviciu a structurii rutiere (tab. 5.5), ani.

În cazul, în care structura rutieră este calculată conform CP D.02.08, atunci este determinată și intensitatea traficului de perspectivă pe o singură bandă, exprimată în vehicule etalon  $N_p$ . În acest caz, pentru calcularea valorii lui  $N_c$  trebuie utilizată formula:

$$Pentru a calcula numărul sumar de aplicare a sarcinii de calcul  $N_c$  în diferiți ani de exploatare a structurii rutiere în formulele (5.3) sau (5.4) se stabilesc diferite valori ale coeficientului de totalizare  $K_c$ , stabilite conform graficului din fig. 10 pentru durata corespunzătoare de serviciu a structurii rutiere  $T_{\text{сл}}$ .$$

**Таблица 5.4 Количество расчетных дней в году,  $T_{\text{рас}}$** **Tabelul 5.4 Numărul zilelor de calcul pe an,  $T_{\text{рас}}$** 

Дорожно-климатическая зона <i>Zona climatică rutieră</i>	Примерные географические границы зон <i>Granițele geografice aproximative ale zonelor</i>	Рекомендуемое количество расчетных дней в году, ( $T_{\text{рас}}$ ) <i>Numărul zilelor de calcul pe an recomandat, (<math>T_{\text{рас}}</math>)</i>
III	Севернее линии Грозешть – Вэрзэрешть – Ниспорень – Пашкань – Лэпушна – Кэрпинень – Албина – Гура Галбеней – Кэйнарь – Рэзень – Зымбрень – Дурлешть – Мэгдэчешть – Чореску – Дороцкая – Устья – Охринчя – Жеврень – Маркэуць – Моловата – Гоянул Ноу <i>La Nord de linia Grozești – Vărzărești – Nisporeni – Pașcani – Lăpușna – Cărpineni – Albina – Gura Galbenei – Căinari – Răzeni – Zîmbreni – Durlești – Măgdăcești – Ciorescu – Doroțchaia – Ustia – Ohrincea – Jevreni – Marcăuți – Molovata – Goian l ou</i>	145
I	Севернее линии Грозешть – Вэрзэрешть – Ниспорень – Пашкань – Лэпушна – Кэрпинень – Албина – Гура Галбеней – Кэйнарь – Рэзень – Зымбрень – Дурлешть – Мэгдэчешть – Чореску – Дороцкая – Устья – Охринчя – Жеврень – Маркэуць – Моловата – Гоянул Ноу <i>La Nord de linia Grozești – Vărzărești – Nisporeni – Pașcani – Lăpușna – Cărpineni – Albina – Gura Galbenei – Căinari – Răzeni – Zîmbreni – Durlești – Măgdăcești – Ciorescu – Doroțchaia – Ustia – Ohrincea – Jevreni – Marcăuți – Molovata – Goia ul Nou</i>	20

**Таблица 5.5 Срок службы дорожной одежды,  $T_{\text{сл}}$** **Tabelul 5.5 Durata de serviciu a structurii rutiere,  $T_{\text{сл}}$** 

Категория дороги <i>Categorie drumului</i>	Тип дорожной одежды <i>Tipul structurii rutiere</i>	Срок службы дорожной одежды $T_{\text{сл}}$ (лет) в различных дорожно-климатических зонах <i>Durata de serviciu a structurii rutiere <math>T_{\text{сл}}</math> (ani) în diferite zone climatice</i>		
		I, II	III	IV, V
I	Капитальный <i>Permanent</i>	15	18	20
II	Капитальный <i>Permanent</i>	15	15	15
III	Капитальный <i>Permanent</i>	15	15	15
	Облегченный <i>Semipermanent</i>	12	13	14
	Переходный <i>Provizoriu</i>	8	8	8
IV	Капитальный <i>Permanent</i>	15	15	15
	Облегченный <i>Semipermanent</i>	10	10	11
	Переходный <i>Provizoriu</i>	8	8	8
V	Облегченный <i>Semipermanent</i>	10	10	11
	Переходный <i>Provizoriu</i>	8	8	8

**ПРИМЕЧАНИЕ** – Типы дорожной одежды в соответствии с табл. 1.1 CP D.02.08.

**5.2.2** Вычисление остаточных деформаций в грунте по годам  $t$  производят по формуле:

$$h_{3\text{нт}} = h_r \cdot K_E \cdot K_{ha}, \quad (5.5)$$

где:

$h_{3\text{нт}}$  - остаточная осадка в грунте земляного полотна, м;

**NOTĂ** – Tipurile structurii rutiere conform tab. 1.1 din CP D.02.08.

**5.2.2** Calcularea deformărilor remanente în pământ pe anii  $t$  se efectuează cu relația:

în care:

$h_{3\text{нт}}$  - tasare remanentă în pământul din patul drumului, m;

$h_{\text{ rpt }}$  - исходное значение остаточной осадки, определяемое по графику (рис. 11), который построен для  $E_d/E_r = 30$ ,  $h/D = 2$  ( $E$  - средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды, МПа;  $E_r$  - модуль упругости грунта, МПа;  $h$  - общая толщина слоев дорожной одежды, м;  $D$  - диаметр круга, равновеликого отпечатку колеса расчетного автомобиля, равный 0,37 м);

$$E_d = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} = \frac{E_1 \cdot h_1 + E_2 \cdot h_2 + \dots + E_n \cdot h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (5.6)$$

где:

$n$  - число слоев в дорожной одежде;

$E_i$  и  $h_i$  - модуль упругости материала и толщина  $i$ -того слоя;

$K_c$  - коэффициент, учитывающий поправку на фактическое соотношение  $E_d/E_r$ , определяемый по табл. 5.6 (при  $E_d/E_r = 30$ , принятом при построении графика на рис. 11 -  $K_E = 1,0$ );

$K_{ha}$  - коэффициент, учитывающий поправку на фактическую относительную толщину дорожной одежды  $h/D$ , определяемый по табл. 5.7 (при  $h/D = 2$ , принятом при построении графика на рис. 11 -  $K_{ha} = 1,0$ ).

Таблица 5.6 Значения коэффициента  $K_E$

Tabelul 5.6 Valorile coeficientului  $K_E$

$E_d/E_r$	2	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	50
$K_E$	2,04	1,67	1,5	1,38	1,25	1,17	1,08	1,04	1,0	1,0	0,96	0,95

**ПРИМЕЧАНИЕ** - Для промежуточных значений  $E_d/E_r$  величину  $K_E$  следует определять способом линейной интерполяции.

$h_{\text{ rpt }}$  - valoarea inițială a tasării remanente, determinată conform graficului (fig. 11), care a fost trasat pentru  $E_d/E_r = 30$ ,  $h/D = 2$  ( $E$  – modulul de elasticitate mediu ponderat a structurii rutiere, МПа;  $E_r$  – модулul de elasticitate al pământului, МПа;  $h$  – grosimea totală a straturilor structurii rutiere, м;  $D$  – diametrul cercului egal cu amprenta roții vehiculului echivalent, egal cu 0,37 м);

$$E_d = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} = \frac{E_1 \cdot h_1 + E_2 \cdot h_2 + \dots + E_n \cdot h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (5.6)$$

în care:

$n$  - numărul straturilor ale structurii rutiere;  $E_i$  și  $h_i$  - modulul de elasticitate a materialului și grosimea stratului  $i$ ;

$K_c$  - coeficient care ia în considerare corecția la raportul real  $E_d/E_r$ , stabilit conform tab. 5.6 (pentru  $E_d/E_r = 30$ , adoptat la trasarea graficului din fig. 11 -  $K_E = 1,0$ );

$K_{ha}$  - coeficient care ia în considerare corecția la grosimea efectivă relativă a structurii rutiere  $h/D$ , determinat conform tab. 5.7 (pentru  $h/D = 2$ , adoptat la trasarea graficului din fig. 11 -  $K_{ha} = 1,0$ ).

Таблица 5.7 Значения коэффициента  $K_{ha}$  при различных  $h/D$

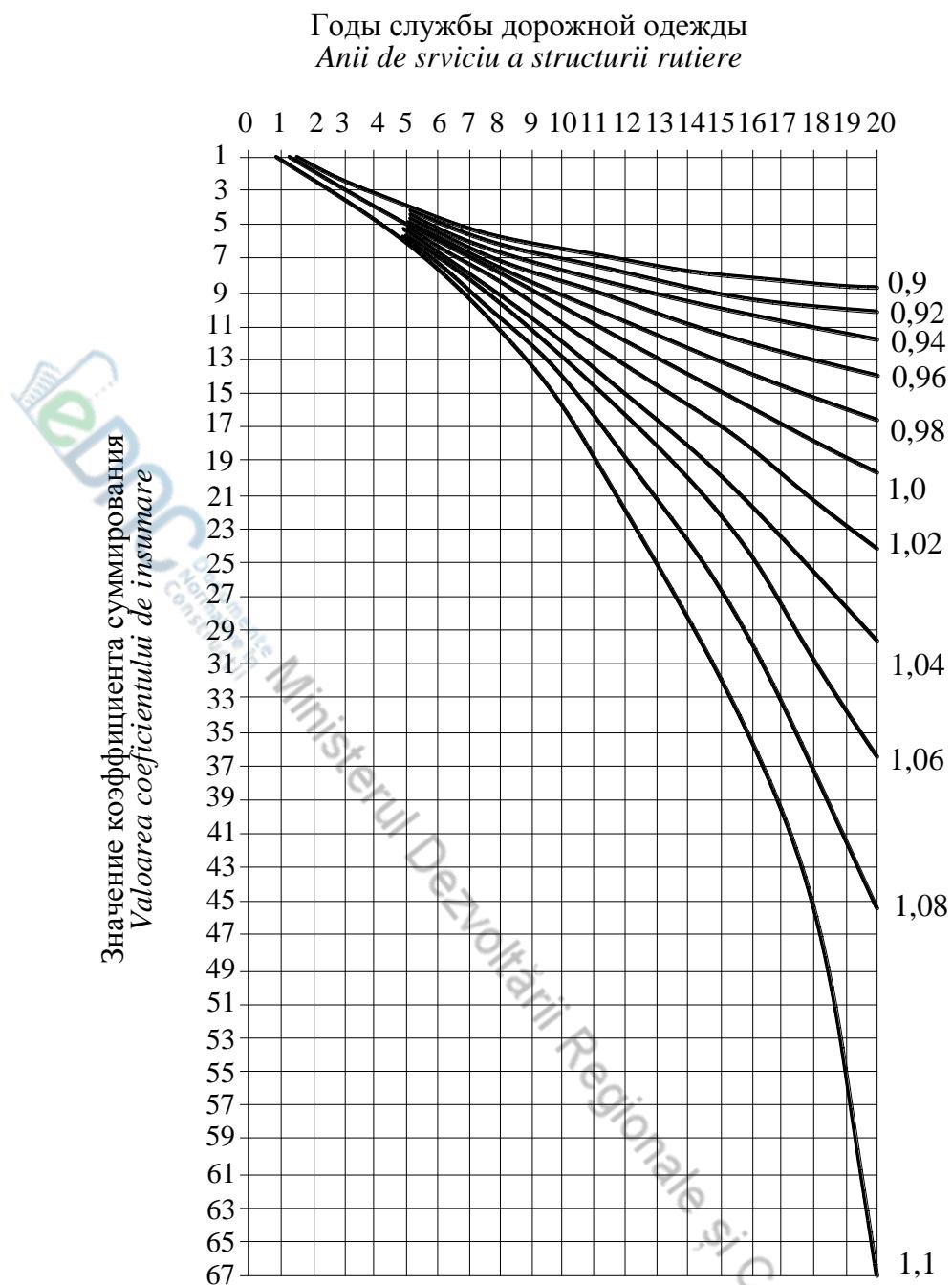
Tabelul 5.7 Valoarea coeficientului  $K_{ha}$  pentru diversele  $h/D$

$h/D$	0,75	0,8	1,0	1,15	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,6	3,25
$K_{ha}$	2,34	2,08	1,54	1,33	1,25	1,13	1,04	1,0	0,96	0,94	0,91

**ПРИМЕЧАНИЕ** - Для промежуточных значений  $h/D$  величину  $K_{ha}$  следует определять способом линейной интерполяции.

**NOTĂ** - Pentru valori intermedii ale raportului  $E_d/E_r$  valoarea lui  $K_E$  se determină prin interpolare liniară.

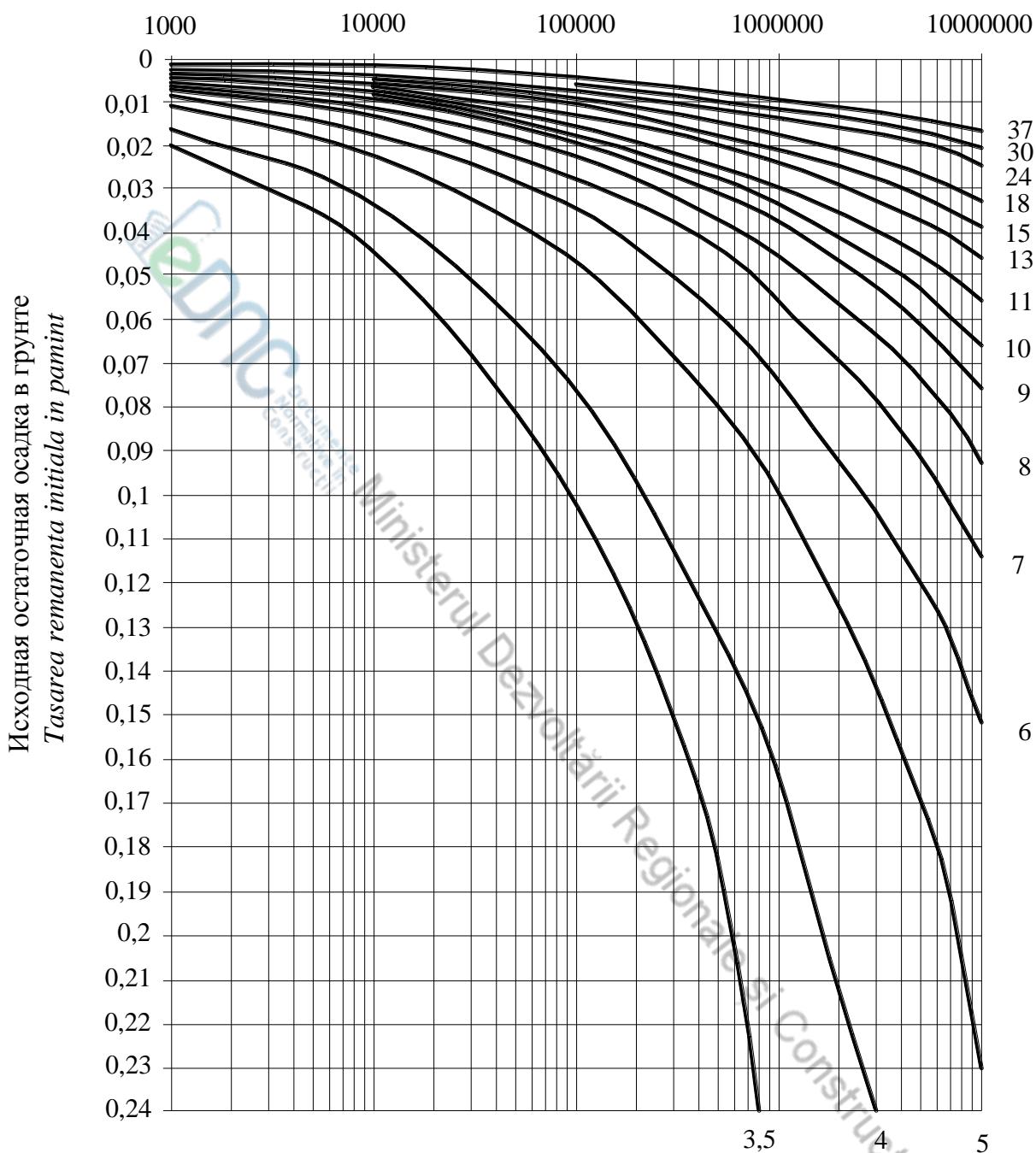
**NOTĂ** - Pentru valorile intermedii ale raportului  $h/D$  valoarea lui  $K_{ha}$  se determină prin interpolare liniară.



**Рис. 10** График зависимости коэффициента суммирования  $K_c$  от срока службы дорожной одежды; цифры на кривых - значения показателя изменения интенсивности движения по годам  $q$

**Fig. 10** Graficul coeficientului de totalizare  $K_c$  funcție de durata de serviciu a structurii rutiere; cifrele de pe curbe – valorile indicelui de evoluție a intensității traficului pe ani  $q$

Суммарное число приложений расчетной нагрузки  
*Numarul total de aplicare a sarcinii de calcul*



**Рис. 11** График для определения исходной остаточной осадки в грунте;  
цифры на кривых - угол внутреннего трения грунта, зависящий от его влажности,  
град.

**Fig. 11** Graficul pentru determinarea tasării remanente inițiale în pământul terasamentului;  
cifrele de pe curbe – unghiul de frecare interioară a pământului care depinde de umiditatea  
acestuiu, grade.

### 5.3 Расчет и прогнозирование остаточных деформаций в слоях основания, не содержащих органическое вяжущее

Расчет абсолютной остаточной деформации в слоях основания  $\varepsilon_{osn}^{abc}$  (за исключением битумосодержащих слоев) производят с помощью графиков (рис. 12, 13, 14), определяя по ним отношение:

$$\varepsilon_{Mi}/\varepsilon_\Gamma = \varepsilon_{otni}, \quad (5.7)$$

где:

$\varepsilon_{otni}$  - относительная деформация  $i$ -того слоя основания;

$\varepsilon_{Mi}$  - абсолютная остаточная деформация материала  $i$ -слоя, м;

$\varepsilon_{zpt}$  - остаточная деформация грунта земляного полотна, м.

Отсюда:

$$\varepsilon_{Mi} = \varepsilon_{otni} \cdot \varepsilon_\Gamma, \quad (5.8)$$

Абсолютную остаточную деформацию, накопленную в слоях основания, определяют по формуле:

$$\varepsilon_{osn}^{abc} = \sum_{i=1}^m \varepsilon_{Mi}, \quad (5.9)$$

где:

$m$  - число слоев основания.

### 5.3 Calcularea și prognozarea deformațiilor remanente în straturile de fundație care nu conțin liant organic

Calcularea deformației remanente absolute în straturile de bază  $\varepsilon_{osn}^{abc}$  (cu excepția straturilor bituminoase) se efectuează conform graficelor (fig. 12, 13, 14), determinând pe ele raportul:

$$\varepsilon_{Mi}/\varepsilon_\Gamma = \varepsilon_{otni}, \quad (5.7)$$

în care:

$\varepsilon_{otni}$  - deformația relativă a stratului de fundație  $i$ ;

$\varepsilon_{Mi}$  - deformația remanentă absolută a materialului stratului  $i$ , m;

$\varepsilon_{zpt}$  - deformația remanentă a pământului terasamentului, m

De unde:

$$\varepsilon_{Mi} = \varepsilon_{otni} \cdot \varepsilon_\Gamma, \quad (5.8)$$

Deformația remanentă absolută acumulată în straturile de bază se determină cu relația:

în care:

$m$  – numărul straturilor de fundație.

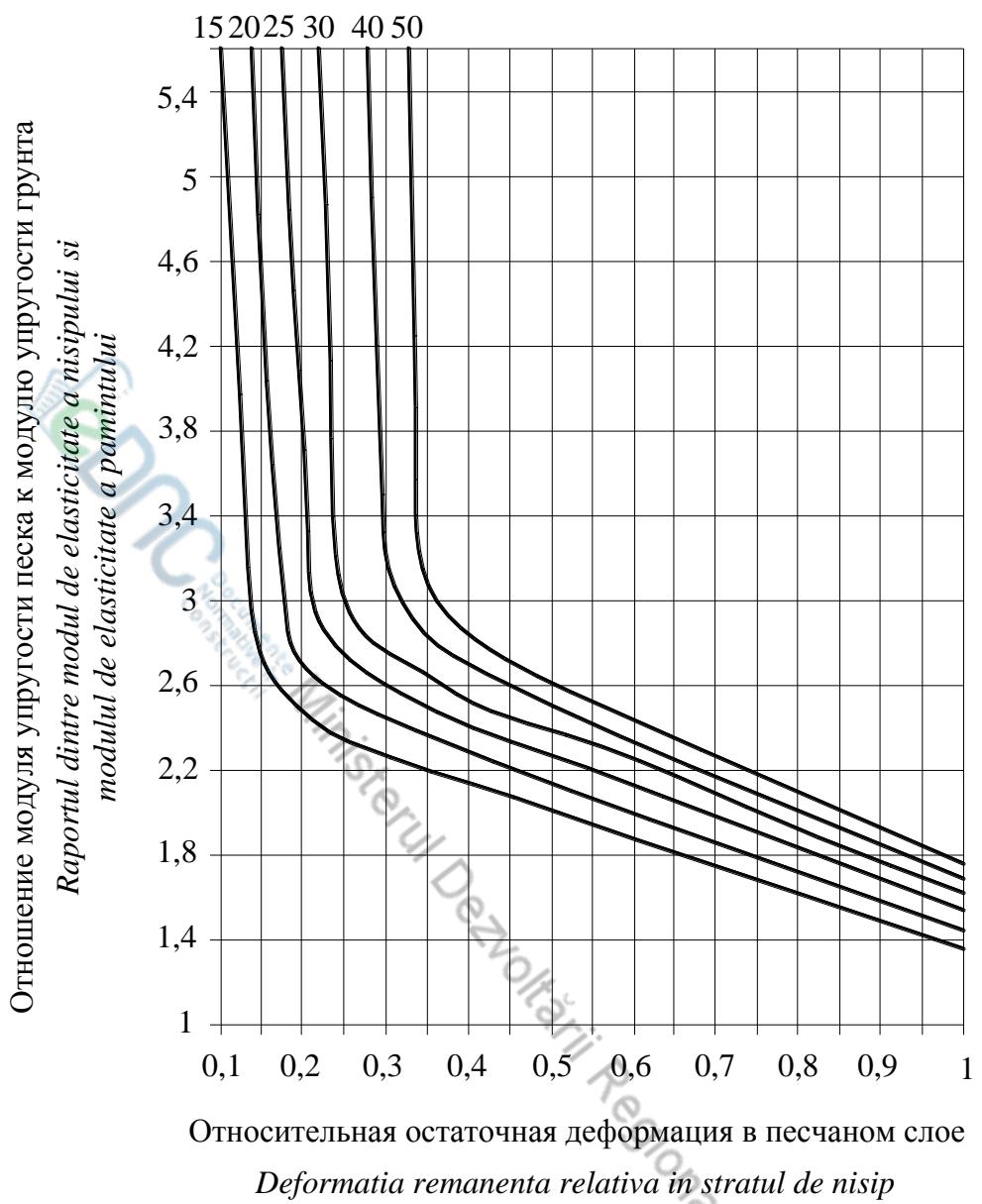
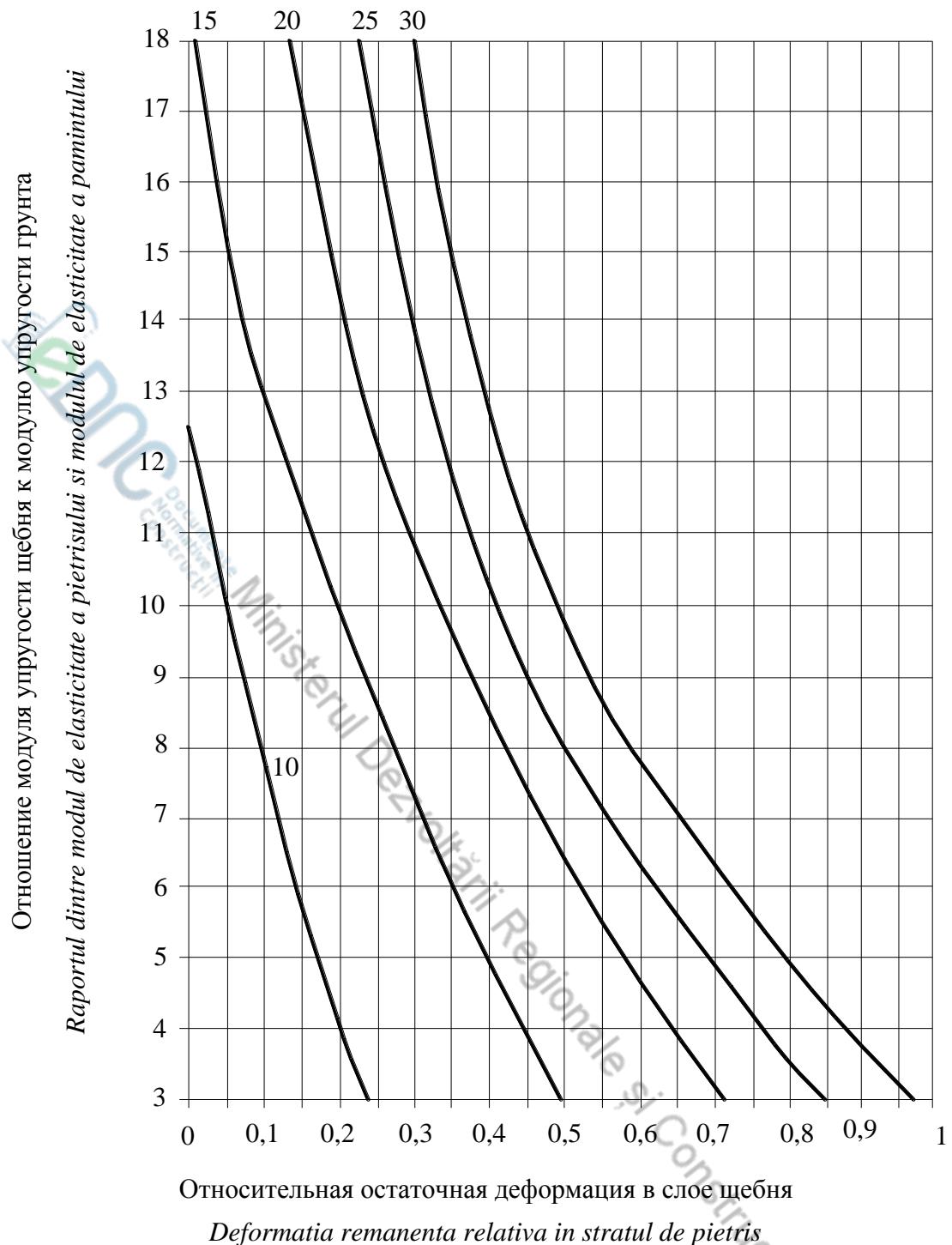


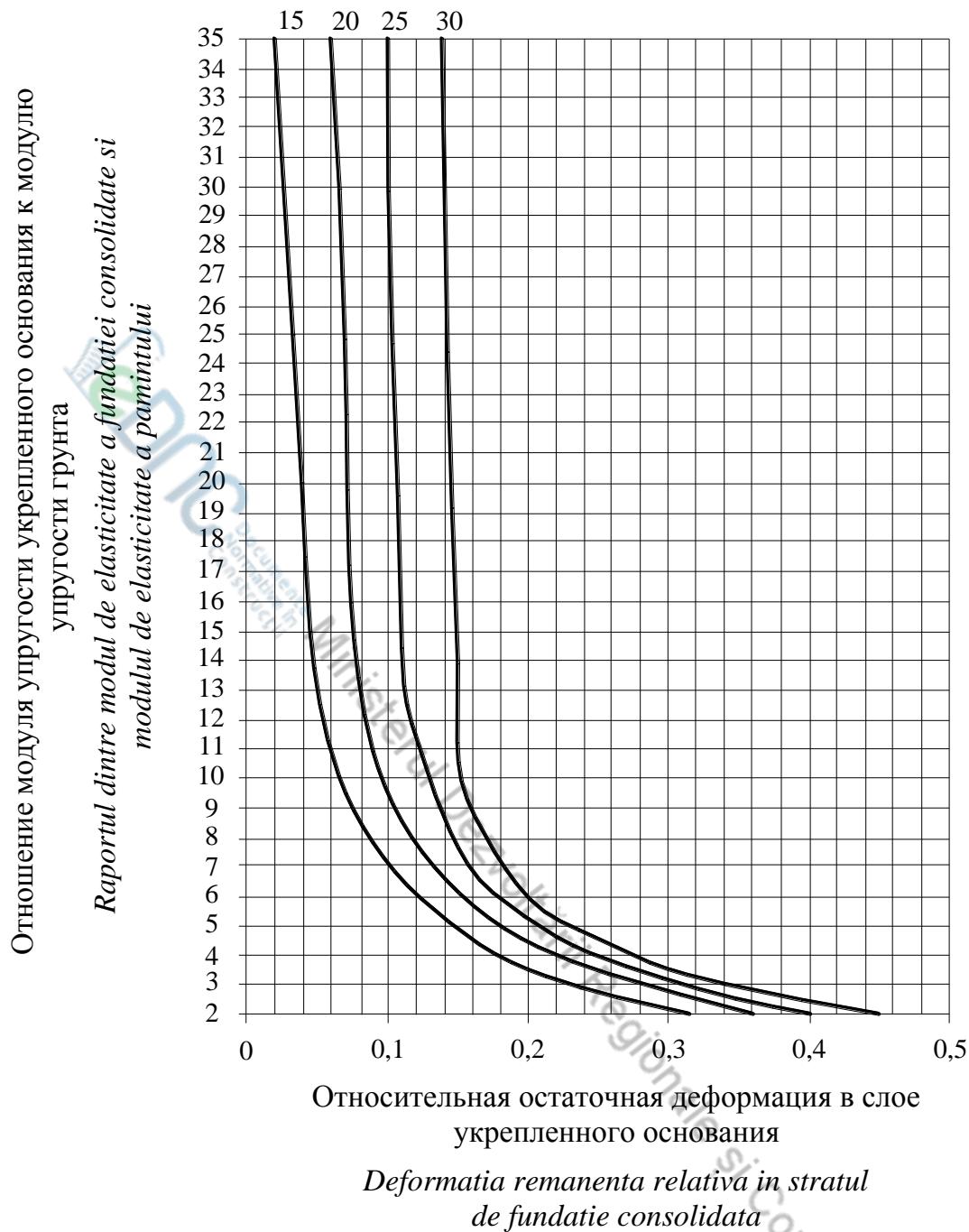
Рис. 12 График для определения относительных остаточных деформаций в песчаных слоях;  
цифры на кривых - толщины песчаных слоев, см

*Fig. 12 Graficul pentru determinarea deformațiilor remanente relative în straturile din nisip,  
cifrele de pe curbe – grosimile straturilor din nisip, cm*



**Рис. 13** График для определения относительных остаточных деформаций в щебеночных слоях; цифры на кривых - толщины щебеночных слоев, см

**Fig. 13** Graficul pentru determinarea deformațiilor remanente relative în straturile din pietris, cifrele de pe curbe – grosimile straturilor din pietris, cm



**Рис. 14** График для определения относительных остаточных деформаций в слоях основания из цементогрунта или щебня, укрепленного цементом; цифры на кривых - толщины слоя укрепленного основания, см

**Fig. 14** Graficul pentru determinarea deformațiilor remanente relative în straturile din nisip consolidat cu ciment sau din pietriș consolidat cu ciment, cifrele de pe curbe – grosimile straturilor de fundație consolidate, cm

#### 5.4 Расчет и прогнозирование остаточных деформаций в слоях асфальтобетона и других битумосодержащих слоях

**5.4.1** Расчет остаточных деформаций в асфальтобетонных и других битумосодержащих слоях производят исходя из суммарного числа приложений расчетной нагрузки  $N_{pc}$  по формуле (5.3). Расчетное количество

#### 5.4 Calcularea și prognozarea deformațiilor remanente în straturile din beton asfaltic și alte straturi bituminoase

**5.4.1** Calcularea deformațiilor remanente în straturile din beton asfaltic și în alte straturi bituminoase se efectuează pornind de la numărul sumar de aplicare a sarcinii de calcul  $N_{pc}$  cu relația (5.3). Numărul zilelor cu pericolul sporit

сдвигоопасных дней в году (приведенное к температуре +50 °C)  $T_{pcr}$  определяют по табл. 5.8 в зависимости от среднегодовой положительной температуры воздуха:

$$t_{cpz}^+ = \frac{\sum_{i=1}^{n_m} t_{cpi}}{n_m}, \quad (5.10)$$

где:

$n_m$  - количество месяцев в году с устойчивой положительной температурой;

$t_{cpi}$  - средняя температура  $i$ -го месяца (по данным метеостанции или климатического справочника), °C.

**Таблица 5.8 Приведенное количество дней в году с температурой покрытия +50 °C**  
**Tabelul 5.8 Numărul zilelor în an raportat la temperatura carosabilului +50 °C**

$t_{cpz}^+, ^\circ C$	11	13	15	17	19	21	23	25
$T_{pcr}$ , дни zile	0,5	1,1	3,5	10,5	19	34	62	104

**ПРИМЕЧАНИЕ** - Промежуточные значения следуют определять линейной интерполяцией.

По графикам рис. 15 или 16 (построенным при коэффициенте вязкого сопротивления  $\eta = 100$  МПа·с, времени воздействия одного цикла приложения расчетной нагрузки  $t_u = 0,01$  с) определяют исходную величину остаточной деформации в битумосодержащих слоях  $\varepsilon_{\delta}^{ucx}$  при толщине сдвигоопасной зоны, назначенной по табл. 5.9.

**Таблица 5.9 Толщина сдвигоопасной зоны Н**

**Tabelul 5.9 Grosimea zonei cu pericol sporit de forfecare H**

Общая толщина битумосодержащих слоев, м <i>Grosimea totală a straturilor bituminoase, m</i>	0,06 ... 0,1	0,11 ... 0,15	0,16 ... 0,2	0,21 ... 0,25	Более 0,25 Peste 0,25
H	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09

Фактическое суммарное число приложений расчетной нагрузки, приведенное к  $t_u = 0,01$ , необходимое для пользования графиками на рис. 15 и 16, вычисляют по формуле:

$$N_{cp} = \frac{N_{hc} \cdot t_u}{0,01}, \quad (5.11)$$

где:

$t_u$  - фактическая длительность воздействия транспортной нагрузки (табл. 5.10), с.

de forfecare în an (raportat la temperatura +50 °C)  $T_{pcr}$  se stabilește conform tab. 5.8 în funcție de temperatura medie anuală pozitivă a aerului:

în care:

$n_m$  - numărul lunilor în an cu temperatura pozitivă stabilă;

$t_{cpi}$  - temperatura medie a lunii  $i$  (conform datelor stației meteo sau ghidului climatic), °C.

**Таблица 5.8 Приведенное количество дней в году с температурой покрытия +50 °C**

**Tabelul 5.8 Numărul zilelor în an raportat la temperatura carosabilului +50 °C**

**NOTĂ** - Valorile intermediare se determină prin interpolare liniară.

Conform graficelor fig. 15 sau 16 (trasate pentru coeficientul de rezistență vâscoasă  $\eta = 100$  MPa s, durata unui ciclu de aplicare a sarcinii de calcul  $t_u = 0,01$  s) se determină valoarea inițială a deformației remanente în straturile bituminoase  $\varepsilon_{\delta}^{ucx}$  cu grosimea zonei cu pericol sporit de forfecare, adoptată conform tab. 5.9.

Numărul sumar efectiv de aplicare a sarcinii de calcul raportat la  $t_u = 0,01$ , necesar pentru utilizarea graficului din fig. 15 și 16, se calculează cu relația:

în care:

$t_u$  - durată efectivă de acțiune a sarcinii de transport (tab. 5.10), s.

**Таблица 5.10 Длительность воздействия транспортной нагрузки  $t_u$  при движении на подъем**

**Tabelul 5.10 Durata de acțiune a sarcinii de transport  $t_u$  la deplasarea în rampă**

Характер местности <i>Relief</i>	Категория дороги <i>Categoriea drumului</i>	Длительность воздействия транспортной нагрузки $t_u$ , с при продольном уклоне % <i>Durata de acțiune a sarcinii de transport <math>t_u</math>, s</i> <i>la declivitate longitudinală %</i>						
		< 30	30 ... 40	41 ... 50	51 ... 60	61 ... 70	71 ... 80	> 80
<i>Равнинный</i> Ses	Ia	0,011	0,012	0,013	0,014	0,014	0,015	0,018
	Iб	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018	0,019	0,022
	II	0,016	0,017	0,02	0,021	0,022	0,024	0,028
	III	0,02	0,021	0,024	0,025	0,027	0,029	0,035
	IV	0,025	0,027	0,03	0,033	0,035	0,039	0,047
	V	0,035	0,038	0,044	0,047	0,052	0,057	0,073
<i>Пересеченный</i> Accidentat	Ia	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018	0,019	0,022
	Iб	0,016	0,017	0,018	0,02	0,021	0,022	0,026
	II	0,02	0,021	0,024	0,025	0,027	0,029	0,035
	III	0,025	0,027	0,03	0,033	0,035	0,039	0,047
	IV	0,035	0,038	0,044	0,047	0,052	0,057	0,073
	V	0,062	0,067	0,08	0,089	0,101	0,116	0,165
<i>Горный</i> Munte	Ia	0,019	0,02	0,023	0,024	0,026	0,027	0,032
	Iб	0,026	0,027	0,03	0,032	0,034	0,036	0,042
	II	0,035	0,038	0,044	0,047	0,052	0,057	0,073
	III	0,045	0,048	0,056	0,062	0,068	0,076	0,101
	IV	0,062	0,067	0,08	0,089	0,101	0,116	0,165
	V	0,101	0,110	0,14	0,165	0,197	0,244	0,471

**ПРИМЕЧАНИЕ** - При движении на спуск, во всех случаях, значения  $t_u$  принимают по столбцу «< 30» с понижением на 20 % (умножив на 0,8).

Расчетное значение остаточной деформации в битумосодержащих слоях вычисляют по формуле:

$$\varepsilon_{kp}^{\delta} = \varepsilon_{\delta}^{ucx} \cdot K_{\eta} \cdot K_{\text{вып}}, \quad (5.12)$$

где:

$\varepsilon_{\delta}^{ucx}$  - исходная остаточная деформация (по графику рис. 15 или 16), м;

$K_{\eta}$  - поправка на фактический коэффициент вязкого сопротивления  $\eta_{\phi}$ , назначаемая по табл. 5.11 (фактический коэффициент вязкого сопротивления  $\eta_{\phi}$  определяется в соответствии с приложением С, ориентировочно величину  $\eta_{\phi}$  допустимо назначать по табл. 5.12);

$K_{\text{вып}}$  - коэффициент, учитывающий выпор асфальтобетона по краям колеи, в среднем можно принять 1,3.

**NOTĂ** - La deplasarea în pantă, în toate cazurile, valoarea  $t_u$  se ia din coloana «< 30» cu reducerea la 20 % (prin înmulțirea la 0,8).

Valoarea de calcul a deformării remanente din straturile bituminoase se calculează cu relația:

în care:

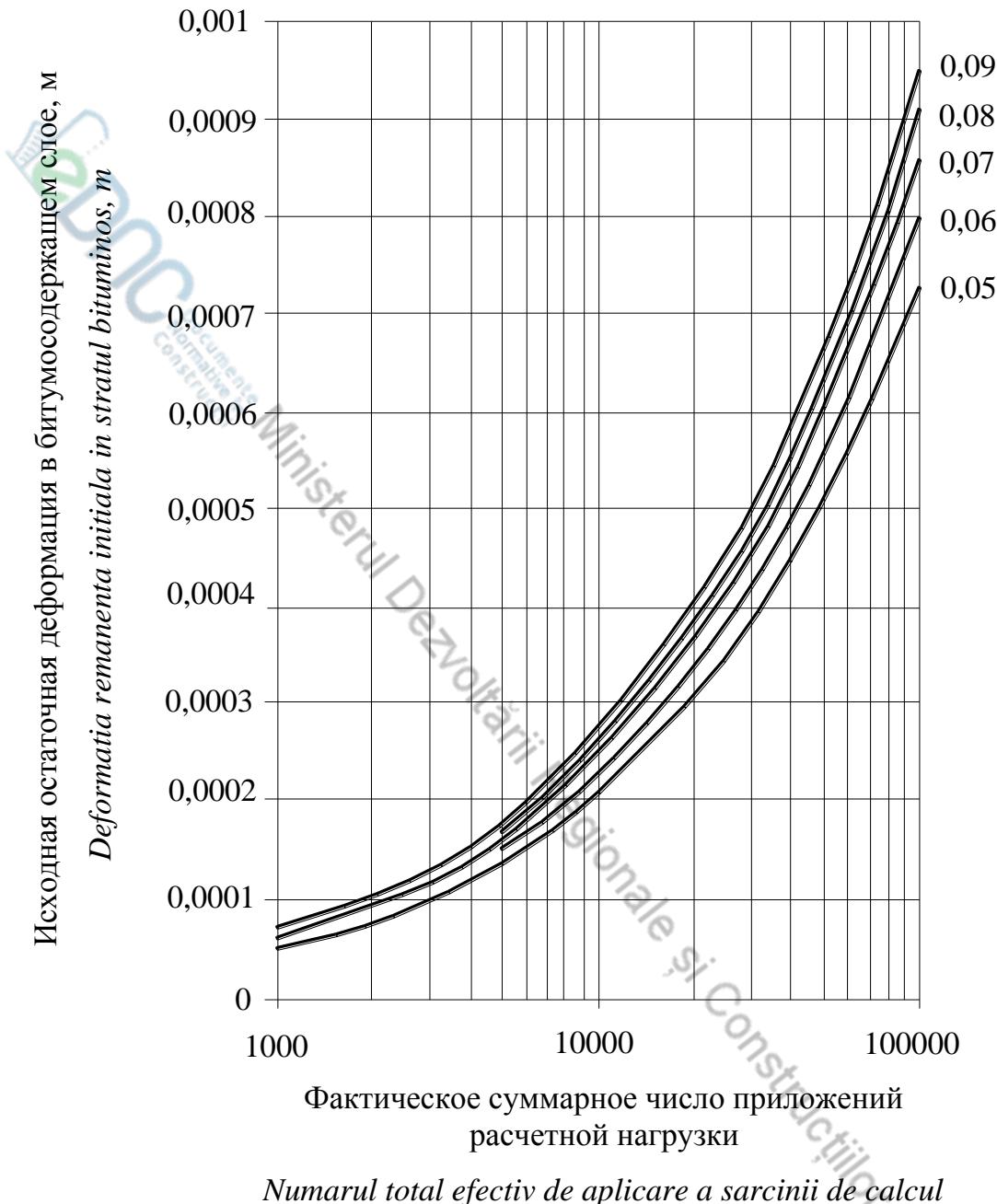
$\varepsilon_{\delta}^{ucx}$  - deformarea remanentă inițială (conform graficului fig. 15 sau 16), m;

$K_{\eta}$  - corecție la coeficientul efectiv de rezistență vâscoasă  $\eta_{\phi}$ , stabilită conform tab. 5.11 (coeficientul efectiv de rezistență vâscoasă  $\eta_{\phi}$  se determină conform anexei C, se admite stabilirea valorii orientative a lui  $\eta_{\phi}$  conform tab. 5.12);

$K_{\text{вып}}$  - coeficientul care ia în considerare ridicarea betonului asfaltic la marginile făgașului, în mediu se poate lua egal cu 1,3.

**Таблица 5.11 Поправка  $K_\eta$  на фактический коэффициент вязкого сопротивления  $\eta_\phi$**   
**Tabelul 5.11 Corecție  $K_\eta$  la coeficientul efectiv de rezistență vâscoasă  $\eta_\phi$**

$\eta_\phi$ , МПа·с	10	20	30	50	80	100	150	200	250	300
$K_\eta$	9,94	4,97	3,33	2,0	1,25	1,0	0,67	0,5	0,4	0,33



**Рис. 15** График для определения исходной остаточной деформации в битумосодержащем слое  $\epsilon_{\delta}^{ucx}$ ; цифры на кривых - толщина сдвиговоопасной зоны Н (по табл. 5.9 в зависимости от суммарной толщины битумосодержащих слоев), м

**Fig. 15** Graficul pentru stabilirea deformării remanente inițiale în stratul bituminos  $\epsilon_{\delta}^{ucx}$ ; cifrele de pe curbe – grosimea zonei cu pericol sporit de forfecare H (conform tab. 5.9 în funcție de grosimea sumară a straturilor bituminoase), m

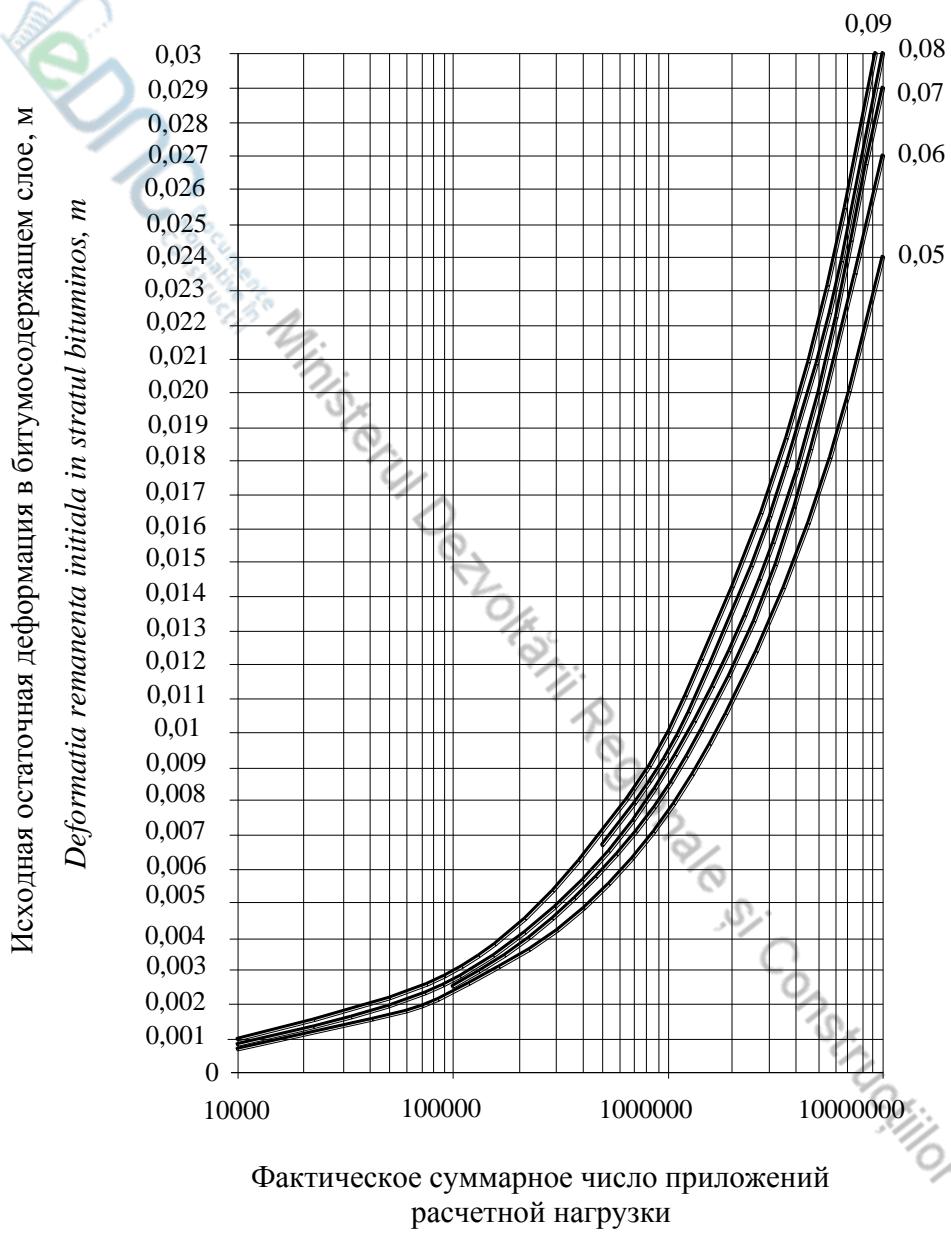
**Таблица 5.12 Ориентировочные значения коэффициентов вязкого сопротивления для плотных асфальтобетонов при температуре +50 °С на различных марках битума, МПа·с**

**Tabelul 5.12 Valorile orientative ale coeficienților de rezistență vâscoasă pentru betonuri asfaltice dense la temperatura +50 °C pe diferite mărci de bitum, MPa·sec.**

БНД40/60 130 ... 250	БНД60/90 70 ... 130	БНД90/130 50 ... 70	БНД130/200 30 ... 50	БНД200/300 10 ... 30
-------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------

**ПРИМЕЧАНИЕ** - Большие значения при большем содержании щебня и минерального порошка.

**NOTĂ** - Valorile mai mari corespund cazurilor cu conținut majorat de pietriș și filer.



**Рис 16** График для определения исходной остаточной деформации в битумосодержащем слое  $\varepsilon_0^{ucx}$ ; цифры на кривых - толщина сдвигоязкой зоны Н (по табл. 5.9 в зависимости от суммарной толщины битумосодержащих слоев), м

**Fig. 16** Graficul pentru determinarea deformării remanente inițiale în stratul bituminos  $\varepsilon_0^{ucx}$ ; cifrele de pe curbe – grosimea zonei cu pericol sporit de forfecare H (conform tab. 5.9 în funcție de grosimea sumară a straturilor bituminoase), m

**5.4.2** Для определения величины среднего годового износа покрытия, влияющего на общую глубину колеи, необходимо располагать данными об общей фактической интенсивности (средней за  $t_{л}$ ) движения на полосу:

$$N_{общ}^{cp.\phi} = f_{пол.} \cdot N_{общ.1}^{\phi} \cdot q_o^{0,5t_{л}-1} = f_{пол.} \cdot N_{общ}^{\phi} \cdot K_q, \quad (5.13)$$

где:

$N_{общ}^{cp.\phi}$  - общая фактическая интенсивность движения на полосу средняя за  $t_{л}$ , авт./сут;

$N_{общ.1}^{\phi}$  - общая фактическая интенсивность движения в первый год эксплуатации (определяется путем непосредственных наблюдений);

$q_o$  - показатель изменения общей фактической интенсивности движения (определяется по формуле (5.2), но для общей интенсивности движения);

$K_q$  - коэффициент, назначаемый по табл. 5.14 в зависимости от  $q_o$  и  $t_{л}$ .

Износ покрытия за  $t$  лет составит:

$$\Delta_{ит} = \Delta_{и,ср.} \cdot t_{л}, \quad (5.14)$$

где:

$\Delta_{и,ср.}$  - средний годовой износ покрытия (см. табл. 5.13), мм;

$t_{л}$  - количество лет службы покрытия, годы.

**Таблица 5.13 Средний годовой износ асфальтобетонных покрытий**  
**Tabelul 5.13 Uzura medie anuală a îmbrăcăminților rutiere din beton asfaltic**

Общая фактическая интенсивность движения на полосу (средняя за $t_{л}$ ), авт./сут <i>Intensitatea reală totală a traficului pe o bandă (medie pentru <math>t_{л}</math>), veh./zi</i>	Среднее значение износа асфальтобетонного покрытия за год, мм (м) <i>Valoarea medie a uzurii îmbrăcăminții din beton asfaltic într-un an, mm (m)</i>
500	0,38 (0,00038)
1000	0,45 (0,00045)
1500	0,54 (0,00054)
2000	0,63 (0,00063)
2500	0,72 (0,00072)
3000	0,8 (0,0008)
3500	0,89 (0,00089)
4000	0,98 (0,00098)
4500	1,01 (0,00101)
5000	1,15 (0,00115)
5500	1,24 (0,00124)
6000	1,33 (0,00133)
6500	1,42 (0,00142)
7000	1,5 (0,0015)

**5.4.2** Pentru determinarea mărimeii uzurii medii anuale a îmbrăcăminții rutiere, care influențează adâncimea totală a făgașului, este necesar de a avea date reale despre intensitatea efectivă totală (medie pentru  $t_{л}$ ) a traficului pe o bandă:

$$N_{общ}^{cp.\phi} = f_{пол.} \cdot N_{общ.1}^{\phi} \cdot q_o^{0,5t_{л}-1} = f_{пол.} \cdot N_{общ}^{\phi} \cdot K_q, \quad (5.13)$$

în care:

$N_{общ}^{cp.\phi}$  - intensitatea efectivă totală a traficului pe bandă medie pentru  $t_{л}$ , veh./zi;

$N_{общ.1}^{\phi}$  - intensitatea efectivă totală a traficului în primul an de exploatare (se determină prin recensământ);

$q_o$  - indicatorul de evoluție a intensității efective totale a traficului (se determină cu relația (5.2), pentru intensitatea totală a traficului);

$K_q$  - coeficient care se stabilește conform tabl. 5.14, în funcție de  $q_o$  și  $t_{л}$ .

Uzura îmbrăcăminții pentru  $t$  ani va constitui:

$$\Delta_{ит} = \Delta_{и,ср.} \cdot t_{л}, \quad (5.14)$$

în care:

$\Delta_{и,ср.}$  - uzura medie anuală (tab. 5.13), mm;

$t_{л}$  - numărul anilor de serviciu a îmbrăcăminții rutiere, ani.

**ПРИМЕЧАНИЕ** - Данные табл. 5.13 соответствуют значениям износа для известнякового щебня, в случае применения в покрытии гранитного щебня значения табл. 5.13 следует уменьшить на 50 %.

**Таблица 5.14 Значения коэффициента  $K_q$**   
**Tabelul 5.14 Valorile coeficientului  $K_q$**

$t_{\text{л}}$ , годы anii	Значения $K_q$ при $q_0$ Valorile $K_q$ pentru $q_0$									
	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1,02	1,04	1,06	1,08	1,1
3	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05
4	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10
5	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15
6	0,81	0,85	0,88	0,92	0,96	1,04	1,08	1,12	1,17	1,21
7	0,77	0,81	0,86	0,9	0,95	1,05	1,10	1,16	1,21	1,27
8	0,73	0,78	0,83	0,88	0,94	1,06	1,12	1,19	1,26	1,33
9	0,69	0,75	0,81	0,87	0,93	1,07	1,15	1,23	1,31	1,40
10	0,66	0,72	0,78	0,85	0,92	1,08	1,17	1,26	1,36	1,46
11	0,62	0,69	0,76	0,83	0,91	1,09	1,19	1,30	1,41	1,54
12	0,59	0,66	0,73	0,82	0,9	1,1	1,22	1,34	1,47	1,61
13	0,56	0,63	0,71	0,8	0,89	1,12	1,24	1,38	1,53	1,69
14	0,53	0,61	0,69	0,78	0,89	1,13	1,27	1,42	1,59	1,77
15	0,5	0,58	0,67	0,77	0,88	1,14	1,29	1,46	1,65	1,86
16	0,48	0,56	0,65	0,75	0,87	1,15	1,32	1,50	1,71	1,95
17	0,45	0,54	0,63	0,74	0,86	1,16	1,34	1,55	1,78	2,04
18	0,43	0,51	0,61	0,72	0,85	1,17	1,37	1,59	1,85	2,14
19	0,41	0,49	0,59	0,71	0,84	1,18	1,40	1,64	1,92	2,25
20	0,39	0,47	0,57	0,69	0,83	1,2	1,42	1,69	2,0	2,36

**ПРИМЕЧАНИЕ** - Для промежуточных значений  $q_0$  следует применять линейную интерполяцию. Для  $q_0 = 1,0 K_q = 1,0$  при всех  $t_r$ .

## 5.5 Определение общей глубины колеи

**5.5.1** Среднюю величину общей глубины колеи вычисляют на основе результатов расчета остаточных деформаций в грунте земляного полотна и слоях дорожной одежды (см. п. 5.2; 5.3; 5.4):

$$h_{\text{oобщ}}^{\text{ср}} = ((\varepsilon_{\text{зпт}} + \varepsilon_{\text{оснт}}^{\text{общ}}) \cdot K_{\text{но}} + \varepsilon_{\text{kp}}^{\delta}) \cdot K_{\text{п}} + \Delta_{\text{нт}}, \quad (5.15)$$

где:

$K_{\text{но}}$  - коэффициент, учитывающий долю неравномерной остаточной деформации от общей осадки, в среднем может быть принят 0,15;

$K_{\text{п}}$  - коэффициент перехода от средней величины остаточной деформации в продольном направлении к средней глубине колеи, равный 2,56.

**5.5.2** Максимальную глубину колеи с 85 %-ной обеспеченностью рассчитывают по формуле:

$$h_{\text{oобщ}}^{\text{max}} = h_{\text{oобщ}}^{\text{ср}} \cdot (1 + t \cdot C_v), \quad (5.16)$$

**NOTĂ** - Datele din tab. 5.13 corespund valorilor uzurii pentru criblări din calcar, în cazul utilizării în îmbrăcăminte a pietrișului din granit, valorile din tab. 5.13 trebuie micșorate cu 50 %.

**NOTĂ** - Pentru valorile intermediare ale lui  $q_0$  trebuie aplicată interpolarea liniară. Pentru  $q_0 = 1,0 K_q = 1,0$  pentru toate  $t_r$ .

## 5.5 Determinarea adâncimii totale a făgașului

**5.5.1** Valoarea medie a adâncimii totale a făgașului se calculează în baza rezultatelor de calcul a deformațiilor remanente în pământul din patul drumului și în straturile structurii rutiere (a se vedea pct. 5.2; 5.3; 5.4):

în care:

$K_{\text{но}}$  - coeficient ce ține cont de cota deformației remanente neuniforme din tasarea totală, în medie poate fi adoptat 0,15;

$K_{\text{п}}$  - coeficient de trecere de la valoarea medie a deformației remanente în direcția longitudinală la adâncimea medie a făgașului, egal cu 2,56.

**5.5.2** Adâncimea maximă a făgașului cu o asigurare de 85 %, se calculează cu relația:

где:

$t$  - коэффициент доверительной вероятности при 85 % - ной обеспеченности, равный 1,04;

$C_v$  - коэффициент вариации глубины колеи ( $C_v = 0,25 \dots 0,35$  большие значения для дорог низких категорий).

**5.5.3** В процессе эксплуатации дороги, не реже одного раза в два года, для уточнения расчета глубины колеи целесообразно производить поверочный учет движения и расчет величины  $q$  в соответствии с п.п. 5.1.1 ... 5.1.3, а также определение фактической влажности грунта.

## 6 УСТРАНЕНИЕ КОЛЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

### 6.1 Методика обследования участков дорог с колеей

#### 6.1.1 Состав и последовательность работ при обследовании участков дорог

**6.1.1.1** Процесс обследования участков может быть разделен на три этапа:

- подготовительный;
- полевые обследования;
- обработка материалов полевых обследований.

- оформление документов.

**6.1.1.2** Подготовительные работы включают:

- комплектование бригады;
- подготовку и оснащение передвижной лаборатории или другого автомобиля приборами, оборудованием и защитными средствами;
- сбор информации общего характера о дороге;
- заготовку журналов, бланков и ведомостей для заполнения результатами;
- согласование работ с органами управления дорогой и органами Национального инспектората по патрулированию.

**6.1.1.3** Сбор данных общего характера о дороге осуществляют путем изучения проектных данных, паспорта дороги, результатов диагностики, оценки состояния дороги и других технических документов и материалов.

В данных общего характера должны быть указаны:

în care:

$t$  - coeficientul la probabilitate de încredere la o asigurare de 85 %, egal cu 1,04;

$C_v$  - coeficient de variație a adâncimii făgașului ( $C_v = 0,25 \dots 0,35$ , valorile mari pentru drumuri de categorii mici).

**5.5.3** În procesul de exploatare a drumului, nu mai rar decât o dată în doi ani, pentru precizarea calcului adâncimii făgașului are sens de a efectua recensământul de control a traficului și calculul mărimi  $q$  în conformitate cu pct. 5.1.1 ... 5.1.3, precum și de a determina umiditatea efectivă a pământului.

## 6 ÎNLĂTUTRAREA FĂGAŞELOR PE DRUMURI

### 6.1 Metodologia de examinare a sectoarelor de drumuri cu făgașe

#### 6.1.1 Structura și succesiunea lucrărilor la examinarea sectoarelor de drum

**6.1.1.1** Procesul de examinare a sectoarelor poate fi efectuat în trei etape:

- pregătirea;
- examinări de teren;
- prelucrarea rezultatelor examinărilor de teren.

- perfectarea documentelor.

**6.1.1.2** Lucrările pregătitoare cuprind:

- completarea echipei;
- pregătirea și dotarea laboratorului mobil sau altui automobil cu aparate, utilaje și mijloace de protecție;
- colectarea informației generale privind drumul;
- pregătirea registrelor, formularelor și borderourilor pentru completarea cu rezultate;
- coordonarea lucrărilor cu administratorul drumului și autoritățile inspectoratului Național de Patrulare.

**6.1.1.3** Colectarea datelor generale privind drumul se efectuează prin examinarea documentației de proiect, cartea tehnică a drumului, rezultatelor diagnosticării, evaluării stării drumului și altor documente și materiale tehnice.

În datele de ordin general trebuie să fie indicate:

- техническая категория дороги и сроки строительства участка;
- интенсивность и состав движения, расчетные нагрузки;
- геометрические параметры дороги;
- конструкция дорожных одежд;
- качество материалов в конструктивных слоях и их составляющих компонентов;
- данные по видам и срокам ремонта каждого участка;
- срок появления колеи на участке.

### **6.1.2 Полевые обследования**

**6.1.2.1** До начала полевых работ все исполнители обязаны пройти инструктаж по правилам техники безопасности и охране труда.

Все виды полевых обследований дорог относятся к категории опасных. Лица, участвующие в этой работе, должны строго соблюдать положения CP D.02.18, а также другие ведомственные правила и инструкции. При выполнении работ непосредственно на дороге должны соблюдаться требования «Инструкции по организации движения и ограждению мест производства работ», а также специально разработанных для таких случаев инструкций и указаний.

Все виды полевых обследований выполняют под защитой автомобиля. Предупреждающие знаки «Дорожные работы» и «Объезд препятствия слева» должны быть обращены навстречу движению.

**6.1.2.2** Полевые работы по обследованию участков с колеей наиболее целесообразно проводить в конце лета или начале осени, после прекращения высоких летних температур. Обследования должны быть завершены не менее чем за 6-8 месяцев до начала ремонта. Полевые обследования выполняют в два этапа: визуальные и инструментальные обследования.

**6.1.2.3** Методика визуального обследования колеи.

Визуальный осмотр участка проводят из автомобиля, двигающегося со скоростью не более 20 км/ч, или пешком. В местах, требующих детального осмотра и обследования, делаются остановки. Обследование дорог с раздельными проезжими частями проводят в прямом и обратном направлениях. На каждом участке определяют:

- categoria tehnică și termenele de construcție a sectorului;
- intensitatea și componența traficului, sarcinile de calcul;
- parametrii geometrici ai drumului;
- construcția structurilor rutiere;
- calitatea materialelor în straturile structurii rutiere și a componentelor acestora;
- datele privind tipurile și termenele de reparație a fiecărui sector;
- timpul apariției fâgașului pe sector.

### **6.1.2 Examinări de teren**

**6.1.2.1** Înainte de începerea lucrărilor pe teren toți execuțanți trebuie, în mod obligatoriu, să treacă instructajul de tehnica securității și protecția muncii.

Toate tipurile de cercetări a drumurilor sunt clasificate ca periculoase. Persoanele care participă la astfel de lucrări, trebuie în tocmai să respecte prevederile CP D.02.18, precum și alte reguli și a instrucțiunilor departamentale. La executarea lucrărilor nemijlocit pe drum trebuie să se respecte cerințele „Инструкции по организации движения и ограждению мест производства работ”, precum și instrucțiunilor și indicațiilor elaborate special pentru astfel de cazuri.

Toate tipurile de examinări de teren se efectuează sub protecția automobilului. Indicațioarele rutiere de avertizare „Lucrări de drum” și „Ocolirea obstacolului din stânga” trebuie să fie îndreptate contra sensului de trafic.

**6.1.2.2** Lucrările de teren privind examinarea sectoarelor afectate de fâgașe se recomandă să se execute la sfârșitul verii sau începutul toamnei, după scăderea temperaturilor înalte de vară. Examinările trebuie să se termine cu minim 6-8 luni până la începutul reparației. Examinările de teren se efectuează în două etape: examinări vizuale și măsurători instrumentale.

**6.1.2.3** Metodologia de examinare vizuală a fâgașului.

Examinarea vizuală se efectuează din automobilul ce se deplasează cu o viteză de maxim 20 km/h, sau pe jos. În locurile care necesită examinarea și măsurători detaliate se fac opriri. Examinarea drumurilor cu părți carosabile separate se efectuează pe sensul direct și opus. Pe fiecare sector se determină:

- интенсивность и состав движения;
- состояние покрытия;
- состояние обочин;
- состояние водоотводных сооружений и земляного полотна.

Описание внешнего характера колеи ведут по следующим признакам:

- сведения общего характера;
- форма и очертания краев колеи (выраженные или сглаженные);
- наличие гребней выпора и их характер;
- глубина колеи (малая - менее 20 мм, средняя - от 20 до 40 мм, глубокая - более 40 мм);
- ширина колеи;
- наличие пластических деформаций или признаков истирания материалов;
- виды дефектов и разрушений на поверхности покрытия: неоднородность цвета или количества компонентов на поверхности ( пятна битума, недостаток вяжущего, выступание щебня, избыток песка и т.д.);
- динамика развития колеи (колея развивается быстро или медленно);
- наличие на покрытии следов от колес автомобиля;
- сцепные качества покрытия;
- состояние покрытия вокруг колеи (сетка трещин, наплывы, шелушение и т.д.);
- пикетное положение и протяженность участка с колеей (начало и конец колеи), номер полосы и направление движения.

Форма ведомостей визуального обследования участка дороги приведена в приложении D, табл. D.1.

**6.1.2.4** Предварительное заключение о состоянии участка дороги и причинах образования колеи составляют на основании результатов визуального обследования и данных общего характера. В заключении указывают намеченные методы ликвидации колеи.

Если причина образования колеи не может быть однозначно установлена при визуальном обследовании, назначают инструментальные обследования.

- intensitatea și compoziția traficului;
- starea îmbrăcăminții rutiere;
- starea acostamentelor;
- starea sistemului de evacuare a apelor pluviale și a terasamentului.

Descrierea caracterului făgașului se efectuează conform indicilor ce urmează:

- date generale;
- forma și limitele făgașului (pronunțate sau nepronunțate);
- prezența creștelor de ridicare și natura acestora;
- adâncimea făgașului (mică – sub 20 mm, medie – de la 20 până la 40 mm, adâncă – peste 40 mm);
- lățimea făgașului;
- prezența deformațiilor plastice sau a indicilor de abraziune a materialelor;
- tipurile de defecțiuni și degradări pe suprafața îmbrăcăminții rutiere: neomogenitatea culorii sau cantității materialelor pe suprafață, (pete de bitum, insuficiență de liant, ieșirea criblurii, excesul de nisip, etc.);
- dinamica de dezvoltare a făgașului (făgașul se dezvoltă repede sau încet);
- prezența pe îmbrăcămîntea rutieră a urmelor de la roțile automobilului;
- calitățile de aderență ale îmbrăcăminții rutiere;
- starea îmbrăcăminții rutiere în jurul făgașului (plasa de fisuri, afluențe, exfoliere etc.);
- poziția kilometrică și lungimea sectorului afectat de făgaș (începutul și sfârșitul făgașului) numărul benzii și sensul traficului.

Formularele de examinare vizuală a secto- rului de drum sunt prezentate în anexa D, tab. D.1.

**6.1.2.4** Avizul preliminar privind starea sec- torului de drum și cauzele formării făgașelor se întocmește în baza rezultatelor examinării vi- zuale și a datelor de ordin general. În aviz se indică metodele propuse pentru lichidarea fă- gașului.

În cazul în care cauza formării făgașului nu poate fi stabilită vizual se purcede la măsu- rători.

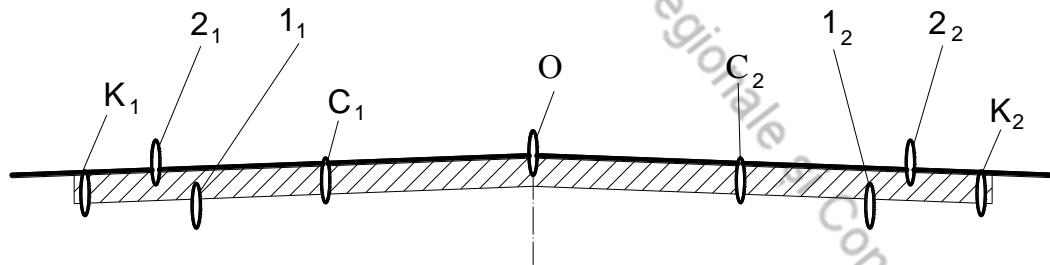
### 6.1.3 Инструментальные обследования

#### 6.1.3.1 Исследуемые параметры и характеристики:

- состав движения;
- фактическая скорость движения автомобилей в каждой из полос движения;
- геометрические параметры колеи (глубина и ширина колеи, высота и ширина гребней выпоров);
- геометрические параметры дороги (ширина проезжей части, число полос движения и ширина каждой полосы, ширина обочин, продольные и поперечные уклоны);
- ровность дорожных покрытий;
- сцепление покрытия с колесом автомобиля;
- прочность дорожной одежды.

**6.1.3.2 Измерение геометрических параметров дорог с колеей** геодезическими методами применяют на стадии обследования и разработки технического проекта ремонта дороги (при необходимости фрезерования, устройства выравнивающих слоев или уширения проезжей части).

В каждом поперечнике получают отметки 5 точек (рис. 17): кромка проезжей части с двух сторон ( $K_1$  и  $K_2$ ), середина проезжей части ( $C_1$  и  $C_2$ ) с каждой стороны; ось дороги ( $O$ ).



**Рис. 17 Схема расположения контрольных точек на покрытии:**

О - ось дороги;  $K_1$  и  $K_2$  - кромка проезжей части с каждой стороны;  $C_1$  и  $C_2$  - середина проезжей части с каждой стороны;  $1_1$ ,  $1_2$  - дно правой колеи в каждой полосе движения;  $2_1$ ,  $2_2$  - вершина правой колеи

**Fig. 17 Schema de amplasare a punctelor de control pe carosabil:**

О – axa drumului;  $K_1$  și  $K_2$  – muchia părții carosabile din fiecare parte;  $C_1$  și  $C_2$  – mijlocurile părții carosabile din fiecare parte;  $1_1$ ,  $1_2$  – fundul făgașului din dreapta de pe fiecare bandă de circulație;  $2_1$ ,  $2_2$  – creasta făgașului din dreapta

Геометрические параметры дороги измеряют через каждые 10 м по длине дороги. На участке дороги с колеей в поперечном профиле получают две дополнительные точки, характеризующие глубину колеи:

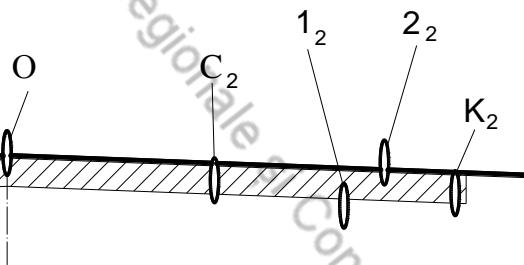
### 6.1.3 Măsurători

#### 6.1.3.1 Parametrii examinați și caracteristicile:

- компонента трафика;
- viteza efectivă de deplasare pe fiecare bandă;
- параметриi geometrici ai făgașului (adâncimea și lățimea făgașului înălțimea și lățimea crestelor de ridicare);
- параметриi geometrici ai drumului (lățimea părții carosabile, numărul și lățimea benzilor de circulație, lățimea acostamentelor, declivițările longitudinale și transversale);
- planeitatea îmbrăcăminților rutiere;
- aderența îmbrăcăminții rutiere cu roata automobilului;
- rezistența structurii rutiere.

**6.1.3.2 Măsurarea параметров геометрических параметров дороги с колеей** геодезическими методами применяют на стадии обследования и разработки технического проекта ремонта дороги (в случае необходимости фрезерования, устройства выравнивающих слоев или уширения проезжей части).

În fiecare profil transversal se măsoară cote în 5 puncte (fig. 17): marginea părții carosabile din ambele părți ( $K_1$  și  $K_2$ ), mijlocul părții carosabile ( $C_1$  și  $C_2$ ) din ambele părți; axa drumului ( $O$ ).



Parametrii geometrici ai drumului se măsoară la fiecare 10 m lungime. Pe sectorul de drum afectat de făgaș în profilul transversal se obțin două puncte suplimentare, care caracterizează adâncimea făgașului: fundul (punctul 1)

дно колеи (точка 1) и вершину колеи (точка 2). Измерения проводят по внешней, правой колее (ближе к обочине) для каждой полосы движения, на которой имеется колея. Глубину колеи рассчитывают как разность отметок точек 2 и 1.

Высотные отметки дополнительных точек 1 и 2 определяют через 20 м, для привязки колеи к продольному и поперечному профилям дороги и составления картограммы фрезерования или устройства выравнивающих слоев. При наличии данных о глубине колеи, полученных другими методами, геодезическими методами глубину колеи замеряют не реже, чем 1 раз на каждые 100 м. В пикетажном журнале отмечают координаты начала и конца участка с колеей.

**6.1.3.3** Оценку прочности дорожной одежды проводят на участках дороги с глубиной колеи более 35 мм или при наличии сетки трещин, свидетельствующей о возможной потере прочности одним или несколькими слоями дорожной одежды. Работы выполняют по методике CP D.02.16 весной. Для составления проекта могут быть использованы данные диагностики, взятые из банка данных, полученные в результате предшествующих обследований данного участка.

**6.1.3.4** Обследование участков дорог с колеей методом отбора проб.

**6.1.3.4.1** Обследование покрытия и дорожной одежды ведут путем отбора проб вырубками прямоугольной формы размером 300×300 мм или высверливанием кернов диаметром 100 мм. Пробой считают не менее 2-х образцов кернов, взятых на расстоянии не более 0,5 м друг от друга (два керна – одна проба).

Отбор проб проводят с целью:

- определить причину образования колеи в дорожной одежде (поиск слабого слоя);
- оценить возможности вторичного использования материалов.

**6.1.3.4.2** Глубина отбора проб зависит от вида и характера колеи:

- при поверхностном характере колеи – глубину отбора кернов назначают равной толщине слоев асфальтобетона в дорожной одежде;
- при глубинном характере колеи – глубину отбора кернов назначают равной толщине всей дорожной одежды. В этом случае

și creasta făgașului (punctul 2). Măsurătorile se efectuează pe făgașul exterior din dreapta (mai aproape de acostament) pentru fiecare bandă de circulație, pe care există făgaș. Adâncimea făgașului se calculează ca diferență dintre cotele punctelor 2 și 1.

Cotele de nivel ale punctelor suplimentare 1 și 2 se determină la fiecare 20 m, pentru repe-rarea făgașului la profilul longitudinal și trans-versal și elaborarea cartogramei pentru frezare sau aşternere a straturilor de egalizare. La exis-tența datelor privind adâncimea făgașului, ob-ținute prin alte metode, prin metoda geodezică adâncimea făgașului se măsoară minim o dată pe fiecare 100 m. În registrul de pichetaj se fixează coordonatele începutului și sfârșitului sectorului cu făgaș.

**6.1.3.3** Evaluarea capacitatei portante a structu-rii rutiere se efectuează pe sectoare de drum cu adâncimea făgașelor de peste 35 mm sau în cazul prezenței plasei de fisuri, care mărturiseș-te că unul sau mai multe straturi ale îmbrăcăminții rutiere își pot pierde capacitatea portantă. Lucrările se efectuează primăvara conform metodologiei din CP D.02.16. Pentru proiectare pot fi utilizate datele diagnosticului din banca de date, obținute din examinările precedente.

**6.1.3.4** Examinarea sectoarelor de drum cu fă-gașe prin metoda de prelevare a probelor.

**6.1.3.4.1** Examinarea îmbrăcăminții rutiere și a structurii rutiere se efectuează prin prelevarea probelor de formă dreptunghiulară cu dimensi-unile de 300×300 mm sau prin forarea carotel-or. În calitate de probă se consideră minim 2 carote, prelevate la o distanță între ele de maxi-m 0,5 m (două carote – o probă).

Prelevarea probelor se efectuează în scopul:

- determinării cauzei formării făgașului în structura rutieră (căutarea stratului slab);
- evaluării posibilității reutilizării materiale-lor.

**6.1.3.4.2** Adâncimea de prelevare a probelor depinde de tipul și natura făgașului:

- în cazul făgașului de suprafață – adânci-mea de prelevare a carotelor se stabilește egală cu grosimea straturilor bituminoase ale structu-rii rutiere;
- în cazul făgașului structural – adâncimea prelevării carotelor se stabilește egală cu gro-simea totală a structurii rutiere. În acest caz se

необходимо взять и пробы грунта из активной зоны земляного полотна.

**6.1.3.4.3** Рекомендуемые места отбора проб на одной полосе движения показаны на рис. 18. Точка 1 расположена на дне внешней колеи (ближе к обочине) примерно в середине внешней колеи. Точка 2 удалена от оси дороги либо от линии, разделяющей полосы движения, на 0,2 - 0,3 м. Точка 3 расположена на вершине гребня выпора. Точка 3 является дополнительной. Независимо от вида колеи на каждом характерном участке отбирают одну контрольную пробу из точки 1 (рис. 18) на всю толщину дорожной одежды.

**6.1.3.4.4** При поверхностном характере колеи пробы отбирают из точек 1 и 2 (рис. 18). Точка 1 расположена на дне внешней колеи, а точка 2 удалена от оси дороги либо от линии, разделяющей полосы движения, на 0,2-0,3 м. В одном сечении (створе) необходимо отобрать две пробы (4 керна). Максимальное расстояние между створами отбора проб по длине дороги составляет не более 500 м.

**6.1.3.4.5** При глубинной колее, сопровождающейся выдавливанием материала из слоя с образованием гребней выпоров, дополнительно отбирают пробу кернов в самой высокой точке колеи (рис. 18) - точке 3 (гребень выпора) через 1000 м или одну пробу на каждый характерный участок (при длине участка с колеей менее 1 км).

**6.1.3.5** Испытания проб. Последовательность проведения испытаний.

**6.1.3.5.1** Отобранные образцы испытывают в 4 этапа:

- испытывают не разрушенный керн;
- испытывают каждый слой керна в естественном состоянии;
- испытывают переформованные образцы асфальтобетона;
- определяют свойства смесей и их компонентов.

Испытание кернов проводят на месте отбора проб в передвижной лаборатории. При ее отсутствии, после визуального осмотра и маркировки (место взятия проб, дата отбора, номера створа, пробы и керна) образцы доставляют в лабораторию и испытывают в день отбора проб.

Если керн не удалось отобрать на всю

иа și probe de pământ din zona activă a terasamentului.

**6.1.3.4.3** Locurile recomandate de prelevare a probelor pe o singură bandă de circulație sunt arătate în fig. 18. Punctul 1 este amplasat pe fundul făgașului exterior (mai aproape de acostament) aproximativ în mijlocul făgașului exterior. Punctul 2 este îndepărtat de la axa drumului sau de la linia care separă benzile de circulație la o distanță de 0,2 – 0,3 m. Punctul 3 este amplasat pe creasta ridicării. Punctul 3 este suplimentar. Independent de forma făgașului pe fiecare sector caracteristic se ia o probă de control din punctual 1 (fig. 18) pe toată grosimea structurii rutiere.

**6.1.3.4.4** În cazul făgașului de suprafață probele se prelevă din punctele 1 și 2 (fig. 18). Punctul 1 este amplasat pe fundul făgașului exterior, iar punctul 2 este îndepărtat de la axa drumului sau de la linia care separă benzile de circulație, la o distanță de 0,2 - 0,3 m. Într-un aliniament trebuie prelevate două probe (4 carote). Distanța maximă între aliniamentele de prelevare a probelor constituie maxim 500 m.

**6.1.3.4.5** În cazul făgașului structural, însotit de extruziunea materialului din strat cu formarea crestelor de ridicare, suplimentar se prelevă carote în cel mai înalt punct al făgașului (fig. 18) – în punctul 3 (creasta ridicării) peste 1000 m sau o probă pe fiecare sector caracteristic (când lungimea sectorului cu făgaș este sub 1 km).

**6.1.3.5** Încercările probelor. Succesiunea de executare a încercărilor.

**6.1.3.5.1** Probele prelevate se supun încercărilor în 4 etape:

- încercarea unei carote nedistruse;
- încercarea fiecărui strat al carotei în starea naturală;
- încercarea epruvetelor din beton asfaltic;
- determinarea proprietăților mixturilor și componentelor acestora.

Încercările carotelor se efectuează la locul de prelevare a probelor de către un laborator mobil. În cazul lipsei acestuia, după o examinare vizuală și marcare (locul de prelevare a probei, data, numărul aliniamentului, probei și carotei) mostrele se duc la laborator și se supun încercărilor în ziua prelevării probelor.

În cazul în care prelevarea carotei pe toată

глубину дорожной одежды целиком (один или несколько слоев могут рассыпаться), необходимо собрать весь материал разрушенного слоя в отдельный пакет и записать толщину данного слоя в конструкции (на основании замера толщины слоя в высверленном отверстии).

**6.1.3.5.2** Толщину слоя в конструкции замеряют с помощью глубинного щупа. Испытание не переформованных кернов проводят в следующей последовательности:

- внешний осмотр керна;
- записывают в журнал маркировку пробы (место взятия проб, номера створа, пробы и керна);
- выполняют внешний осмотр образцов, описывают состояние каждого слоя в керне;
- нумеруют слои;
- определяют толщину слоя по результатам измерения толщины в 3-х точках с точностью до 0,5 мм. За толщину слоя принимают среднее арифметическое значение трех измерений;
- керны разделяют на отдельные слои и определяют:
  1. прочность сцепления между слоями;
  2. среднюю плотность слоев дорожной одежды в кернах:

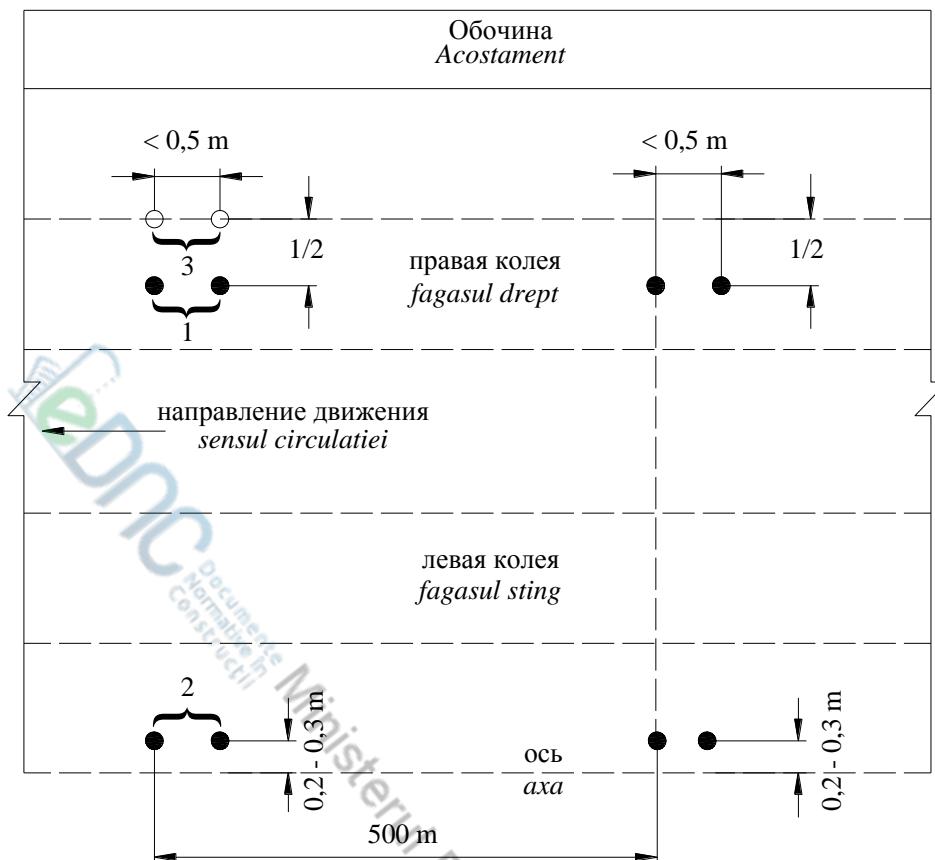
где:

- $\rho$  - средняя плотность слоя в конструкции,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;
- $m$  - масса образца на воздухе (взвешивают с точностью до 0,01 г);
- $v$  - объем образца (определяют методом гидростатического взвешивания или рассчитывают),  $\text{м}^3$ .

grosimea structurii rutiere nu a fost posibilă (unul sau mai multe straturi se pot risipi), este necesar de a aduna tot material al stratului distrus într-un pachet și de a nota grosimea stratului respectiv în construcție (în baza măsurării grosimii stratului în gaura sfredelită).

**6.1.3.5.2** Grosimea stratului în construcție se măsoară cu leră. Încercarea carotelor neremodelate se efectuează în următoarea succesiune:

- examinarea vizuală a carotei;
  - în registru se notează marcajul probei (locul prelevării probei, numerele aliniamentului, probei și carotei);
  - examinarea vizuală a mostrelor, descrierea stării fiecărui din straturile carotei;
  - numerotarea straturilor;
  - determinarea grosimii stratului în baza rezultatelor măsurării grosimii în 3 puncte cu o precizie de 0,5 mm. Grosimea stratului devine media aritmetică a celor 3 măsurării;
  - divizarea carotelor în straturi separate și determinarea:
    1. rezistenței la aderență între straturi;
    2. densității medii ale straturilor structurii rutiere în carote:
- $$\rho = \frac{m}{v},$$
- în care:
- $\rho$  - densitatea medie a stratului în structura rutieră,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;
- $m$  - masa probei la aer liber (se cântărește cu precizia de 0,01g);
- $v$  - volumul probei (se determină prin metoda de cântărire hidrostatică sau se calculează),  $\text{m}^3$ .

**Рис. 18** Схема отбора проб из покрытия:

1, 2, 3 - места (точки) отбора проб, расположенные в одном створе, на одной полосе движения, точка 1 расположена на дне внешней колеи (ближе к обочине); точка 2 - удалена от оси дороги либо от линии, разделяющей полосы движения на 0,2-0,3 м; точка 3 расположена на вершине гребня выпора правой колеи

**Fig. 18** Schema de prelevare a probelor din carosabil:

*1,2,3 – locurile (punctele) de prelevare a probelor, amplasate într-un aliniament, pe o bandă de circulație; punctul 1 amplasat pe fundul făgașului exterior (mai aproape de acostament); punctul 2 – îndepărtat de la axa drumului sau linia care separă benzile de circulație la o distanță de 0,2-0,3 m; punctul 3 este amplasat pe creasta de ridicare a făgașului drept*

#### 6.1.3.5.3 Испытание переформованных образцов.

Испытания физико-механических свойств материалов в конструктивных слоях дорожной одежды проводят в соответствии с действующими нормативными документами ГОСТ 12801.

Материал каждого из слоев асфальтобетона (одна проба - 2 керна) разогревают в терmostате и изготавливают цилиндрические образцы в соответствии с ГОСТ 12801, п. 6.

Проводят следующие испытания:

- определяют среднюю плотность асфальтобетона по методике ГОСТ 12801, п. 7, как среднее арифметическое трех измерений;

#### 6.1.3.5.3 Încercările epruvetelor remodelate.

Încercările proprietăților fizico-mecanice ale materialelor din straturile constructive ale structurii rutiere se efectuează în conformitate cu documentele normative ГОСТ 12801.

Materialul fiecărui din straturi din beton asfaltic (o probă - două carote) se încălzește în termostat și se confectionează epruvete cilindrice conform pct. 6 al ГОСТ 12801.

Se efectuează următoarele încercări:

- determinarea densității medii a betonului asfaltic prin metoda conform pct. 7 al ГОСТ 12801, ca media aritmetică a trei măsurători;

- рассчитывают коэффициент уплотнения каждого слоя по методике ГОСТ 12801, п. 26;

- определяют водонасыщение асфальтобетона по методике ГОСТ 12801, п. 13;

- определяют набухание в соответствии с ГОСТ 12801, п. 14;

- определяют предел прочности при сжатии в соответствии с методикой ГОСТ 12801, п. 15 при температурах +50, +20 и 0 °C;

- определяют предел прочности на растяжение при расколе в соответствии с ГОСТ 12801, п. 16;

- определяют предел прочности на растяжение при изгибе и показатели деформативности в соответствии с ГОСТ 12801, п. 17;

- определяют характеристики сдвигогустойчивости в соответствии с ГОСТ 12801, п. 18;

- определяют водостойкость в соответствии с методикой ГОСТ 12801, п. 19;

- определяют водостойкость при длительном водонасыщении. Допускается проводить испытания ускоренным методом в соответствии с ГОСТ 12801, п. 21.

#### **6.1.3.5.4 Испытание смесей.**

После проведения испытаний (п. 6.1.3.5.3) переформованные образцы нагревают в термостате до 80 °C, превращают в смесь и определяют:

- истинную плотность смесей определяют пикнометрическим методом в соответствии с ГОСТ 12801 п. 10;

- среднюю плотность минеральной части в соответствии с ГОСТ 12801, п. 9 или расчетным путем в соответствии с ГОСТ 12801, п. 8;

- пористость минерального остова и остаточную пористость в соответствии с методикой ГОСТ 12801, п. 11, п. 12 соответственно;

- качество сцепления вяжущего с минеральной частью асфальтобетонной смеси в соответствии с методикой ГОСТ 12801, п. 24.

**6.1.3.5.5** Определяют состав асфальтобетонной смеси и проводят оценку качества составляющих компонентов. Для этого выполняют экстрагирование битума из ас-

- calcularea coeficientului de compactare al fiecarui strat prin metodologia conform ГОСТ 12801, pct. 26;

- determinarea absorbției de apă a betonului asfaltic prin metoda conform ГОСТ 12801, pct. 13;

- determinarea umflării conform ГОСТ 12801, pct. 14;

- determinarea limitei de rezistență la compresiune conform metodologiei din ГОСТ 12801, pct. 15, la temperaturile +50, +20 și 0 °C;

- determinarea limitei de rezistență la întindere cu despicare conform ГОСТ 12801, pct. 16;

- determinarea limitei de rezistență la întindere prin încovoiere și indicilor de deformabilitate conform ГОСТ 12801, pct. 17;

- determinarea indicilor de rezistență la forfecare conform ГОСТ 12801, pct. 18;

- determinarea impermeabilității conform metodologiei din ГОСТ 12801, pct. 19;

- determinarea rezistenței la apă la săturația de lungă durată. Se admite efectuarea încercărilor prin metoda accelerată conform ГОСТ 12801, pct. 21.

#### **6.1.3.5.4 Încercările mixturilor asfaltice.**

După executarea încercărilor (pct. 6.1.3.5.3) epruvetele remodelate se încălzesc în termostat până la 80 °C, se transformă în mixtură și se determină:

- densitatea reală a mixturilor prin metoda picnometrică conform ГОСТ 12801, pct. 10;

- densitatea medie a agregatelor minerale conform ГОСТ 12801 pct. 9 sau prin calcul conform ГОСТ 12801, pct. 8;

- porozitatea scheletului mineral și porozitatea remanentă conform metodologiei din ГОСТ 12801, pct. 11, și respectiv, pct. 12;

- calitatea adezivității liantului la aggregate minerale ale mixturii asfaltice prin metodologia conform ГОСТ 12801, pct. 24.

**6.1.3.5.5 Determinarea compoziției mixturii asfaltice și calității componentelor acesteia.** În acest scop se efectuează extragerea bitumului din mixtura asfaltică. Se determină cantitatea

фальтобетонной смеси. Определяют количество битума в смеси и зерновой состав минеральной части асфальтобетонной смеси.

Испытания проводят в соответствии с ГОСТ 12801, п. 23. После окончания экстрагирования (извлечения битума из асфальтобетонной смеси) экстракт (растворенный битум) высушивают и взвешивают компоненты смеси:

- содержание битума в смеси из покрытия определяют с точностью до 0,1 %;

- зерновой состав асфальтобетонной смеси после экстрагирования определяют в соответствии с методикой ГОСТ 12801 (п. 23.2).

**6.1.3.5.6** Качество битума после экстрагирования из смеси определяют путем следующих испытаний:

- глубина проникания иглы по методике ГОСТ 11501;

- растяжимость по методике ГОСТ 11505;

- температура размягчения по кольцу и шару по методике ГОСТ 11506;

- температура хрупкости по Фраасу по методике ГОСТ 11507;

- сцепление битума с мрамором или песком по методике ГОСТ 11508.

**6.1.3.5.7** Качество щебня и песка в асфальтобетонной смеси и конструктивных слоях дорожной одежды после экстрагирования определяют в соответствии с методикой ГОСТ 8269 и в соответствии с требованиями ГОСТ 8267:

- определяют форму зерен щебня и рассчитывают количество зерен пластинчатой и игольчатой форм;

- определяют прочность щебня и марку по дробимости при сжатии в цилиндре в водонасыщенном состоянии;

- определяют марку по истираемости в полочном барабане;

- определяют морозостойкость щебня;

- определяют содержание пылеватых и глинистых частиц;

- определяют зерновой состав щебня.

Слои основания обследуют в соответствии с требованиями нормативных документов: ГОСТ 8267, ГОСТ 8736, ГОСТ 18659,

bitumului în mixtură și granulozitatea agregatelor naturale ale mixturii asfaltice.

Încercările se execută conform ГОСТ 12801, pct. 23. După terminarea extragerii bitumului extractul (bitumul dizolvat) se usucă și se cântăresc componentele mixturii:

- cantitatea bitumului în mixtura din îmbrăcămintea rutieră se determină cu precizia de 0,1 %;

- granulozitatea mixturii asfaltice după extragerea se determină prin metodologia conform ГОСТ 12801 (pct. 23.2).

**6.1.3.5.6** Calitatea bitumului extras din mixtura asfaltică se determină prin următoarele încercări:

- adâncimea de penetrare prin metodologia conform ГОСТ 11501;

- ductibilitatea prin metodologia ГОСТ 11505;

- temperatură de înmuiere cu inel și bilă prin metodologia din ГОСТ 11506;

- temperatură de fragilitate după Fraas prin metodologia conform ГОСТ 11507;

- adezivitatea bitumului cu marmura sau nisipul prin metodologia conform ГОСТ 11508.

**6.1.3.5.7** Calitatea criburii și nisipului în mixtura asfaltică și în straturile structurii rutiere după extragerea bitumului se determină în conformitate cu metodologia ГОСТ 8269 și conform cerințelor ГОСТ 8267:

- se determină forma granulelor de cribură și se calculează cantitatea granulelor lamelare și aciculare;

- se determină rezistența criburii și marca de rezistență la sfărâmare prin compresiune în cilindru în stare sărată cu apă;

- se determină marca de uzură cu mașina tip Los Angeles;

- se determină rezistența la îngheț-dezgheț a criburii;

- se determină cantitatea particulelor prăfoase și argiloase;

- se determină granulozitatea criburii.

Straturile de fundație se examinează în conformitate cu cerințele documentelor normative: ГОСТ 8267, ГОСТ 8736, ГОСТ 18659,

ГОСТ 8269, ГОСТ 8735.

Качество песка оценивают в соответствии с требованиями ГОСТ 8736:

- определяют зерновой состав песка и рассчитывают модуль крупности;
- определяют количество пылеватых и глинистых частиц;
- для песков из отсевов дробления горных пород определяют марку по прочности;
- определяют количество природного и дробленого песка в полученной пробе;
- определяют пустотность и истинную плотность.

#### **6.1.3.6 Обработка результатов обследования.**

Составляют сводные ведомости состояния дорожной одежды и свойств материалов, в которые заносят средние арифметические значения всех испытанных свойств. Формы ведомостей приведены в приложении D, табл. D.3-D.9.

Порядок заполнения ведомостей:

- ведомость состояния конструктивных слоев дорожной одежды (табл. D.3) заполняют результатами испытаний неразрушенных слоев дорожной одежды в пробах (п. 6.1.3.5.2);
- ведомость свойств слоев дорожной одежды в кернах (табл. D.4) заполняют результатами испытаний неразрушенных слоев дорожной одежды в пробах (п. 6.1.3.5.3);
- в ведомость физико-механических свойств слоев дорожной одежды (табл. D.5.) заносят результаты испытания переформованных образцов проб (п. 6.1.3.5.4.);
- зерновой состав минеральной части асфальтобетона и количество битума в смеси определяют (п. 6.1.3.5.5) и заносят в ведомость (табл. D.6);
- строительно-технические свойства вяжущего после экстрагирования (п. 6.1.3.5.6) заносят в табл. D.7;
- строительно-технические свойства щебня и песка в каждом слое дорожной одежды определяют в соответствии с п. 6.1.3.5.7 и заносят в табл. D.8 и D.9 соответственно.

#### **6.1.4 Анализ состояния слоев дорожной конструкции**

**6.1.4.1** Анализ состояния дорожной конструкции проводят в четыре стадии. На пер-

ГОСТ 8269, ГОСТ 8735.

Calitatea nisipului se evaluează în conformitate cu cerințele ГОСТ 8736:

- se determină granulozitatea nisipului și se calculează modul de fineță;
- se determină cantitatea particulelor prăfoase și argiloase;
- pentru nisipurile concasate se determină marca de rezistență;
- se determină cantitatea nisipului natural și concasat în probă obținută;
- se determină volumul golorilor și densitatea reală.

#### **6.1.3.6 Analiza rezultatelor cercetărilor.**

Se întocmesc borderourile stării structurii rutiere și proprietăților materialelor, în care se introduc mediile aritmetice ale tuturor proprietăților. Formularele sunt prezentate în anexa D, tab. D.3 - D.9.

Modul de completare a borderourilor:

- tabelul cu starea straturilor structurii rutiere (tab. D.3) se completează cu rezultatele încercărilor straturilor întregi ale structurii rutiere din probe ( pct. 6.1.3.5.2);
- borderoul proprietăților straturilor structurii rutiere în carote (tab. D.4) se completează cu rezultatele încercărilor straturilor întregi ale structurii rutiere din probe (pct. 6.1.3.5.3);
- în borderoul pentru proprietățile fizico-mecanice ale straturilor structurii rutiere (tab. D.5.) se introduc rezultatele încercărilor epruvetelor remodelate (pct. 6.1.3.5.4.);
- granulozitatea agregatelor naturale ale betonului asfaltic și cantitatea bitumului în mixtură se determină conform (pct. 6.1.3.5.5) și se introduc în borderou (tab. D.6);
- proprietățile tehnico-constructive ale liantului după extragere (pct. 6.1.3.5.6) se introduc în borderoul D.7;
- proprietățile tehnico-constructive ale crioanelor și nisipului în fiecare strat al structurii rutiere se determină conform pct. 6.1.3.5.7 și se introduc în tab. D.8 și, respectiv, D.9.

#### **6.1.4.4 Analiza stării straturilor structurii rutiere**

**6.1.4.1** Analiza stării structurii rutiere se efectuează în patru etape. La prima etapă se efectu-

вой стадии проводят анализ однородности толщины каждого слоя в пределах одного створа в точках 1, 2 и 3. Отмечают изменения в толщине слоев (табл. D.3, D.4). Слой, в котором отмечен разброс свойств в одном створе более чем на 10 %, считают нестабильным, подверженным пластическим деформациям. В таблице отмечают номер створа и слой, в котором отмечены нестабильные свойства.

**6.1.4.2** На второй стадии проводят анализ однородности свойств нестабильного слоя по длине участка. Для этого оценивают однородность свойств в одноименных пробах (дно колеи или граница раздела полос движения, или гребень выпора колеи) по длине участка. Однородность свойств в одноименных точках по длине участка подтверждает выявленную нестабильность (п. 6.1.4.1) или позволяет судить о случайности полученного результата.

**6.1.4.3** На третьей стадии определяют причины потери стабильности слоев дорожной одежды путем анализа соответствия свойств, слоев дорожной одежды и составляющих их компонентов требованиям нормативных документов: ГОСТ 8267, ГОСТ 8736, ГОСТ 16557, ГОСТ 22245, ГОСТ 18659, SM STB 1220, SM STB 1033, ГОСТ 3344. Для этого проводят анализ результатов исследования табл. D.4 - D.9.

При анализе зернового состава смесей отмечают изменения в составе смесей одного створа и отклонения в составе от проектных значений. Слои, в которых отмечено дробление щебня или качество материалов (п. 6.1.3.2 - 6.1.3.5) не соответствует требованиям нормативных документов более чем на 5 %, считаются слабыми, нуждающимися в укреплении или замене (полной или частичной).

Составляют ведомость D.10 нестабильных слоев дорожной одежды, в которой отмечают расположение участка на дороге, номер слоя и свойства, по которым данный слой признан нестабильным.

Составляют ведомость расположения участков, материал которых не пригоден для повторного использования.

**6.1.4.4** Завершающим этапом обследования участков дорог с колеей является составле-

ează analiza omogenității grosimii fiecărui strat în limitele unui aliniament în punctele 1, 2 și 3. Se marchează devierile grosimii statorilor (tab. D.3, D.4). Stratul în care se marchează dispersia proprietăților într-un aliniament mai mare de 10 %, se consideră instabil, supus deformațiilor plastice. În tabel se marchează numărul aliniamentului și stratul în care sunt depistate proprietățile instabile.

**6.1.4.2** La etapa a doua se efectuează analiza omogenității proprietăților stratului instabil pe lungimea sectorului. În acest scop se evaluează omogenitatea proprietăților în probele omonime (fundul făgașului sau marginea separării benzilor de circulație, sau din creasta făgașului) pe lungimea sectorului. Omogenitatea proprietăților în punctele omonime, pe lungimea sectorului, confirmă instabilitatea constatătă ( pct. 6.1.4.1) sau permite de a face concluzie privind caracterul aleatoriu al rezultatului obținut.

**6.1.4.3** La etapa a treia se stabilesc cauzele pierderii stabilității straturilor structurii rutiere prin analiza corespondenții proprietăților straturilor structurii rutiere și a componentelor acestora cerințelor documentelor normative: ГОСТ 8267, ГОСТ 8736, ГОСТ 16557, ГОСТ 22245, ГОСТ 18659, SM STB 1220, SM STB 1033, ГОСТ 3344. Pentru aceasta se efectuează analiza rezultatelor cercetărilor conform tab. D.4 - D.9.

La analiza compoziției granulometrice a mixturilor se fixează modificările în compozitia mixturii a unui aliniament și abaterile în compozitia de la valorile proiectate. Straturile, în care a fost depistată concasarea pietrișului sau calitatea materialelor (pct. 6.1.3.2 - 6.1.3.5) nu corespunde cerințelor documentelor normative mai mult de 5 %, se consideră slabe, care necesită să fie consolidate sau înlocuite (total sau parțial).

Se întocmește borderoul D.10 pentru straturile structurii rutiere instabile în care se indică amplasarea sectorului de drum, numărul și proprietățile stratului, în baza cărora acest strat este considerat instabil.

Se întocmește borderoul amplasării sectoarelor, ale căror material nu poate fi reutilizat.

**6.1.4.4** La etapa finală a examinării sectoarelor de drumuri afectate de făgașe se întocmește un

ние заключения о качестве материалов в слоях дорожной одежды и их соответствии требованиям нормативных документов. В заключение необходимо указать места колеи, на которых обнаружены нестабильные слои, возможные причины потери стабильности и возможности дальнейшей работы слоя в дорожной конструкции. Следует отметить возможности вторичного использования материалов дефектных слоев в дорожной одежде и предложить способы ремонта участка дороги с колеей.

## **6.2 Классификация методов борьбы с колеообразованием на автомобильных дорогах и условия их применения**

### **6.2.1 Основные направления предупреждения и ликвидации колей на дорогах**

**6.2.1.1** Методы борьбы с колеообразованием можно разделить на четыре основные группы:

- организационно-технические мероприятия по снижению темпов колеообразования;
- методы ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин образования колеи;
- методы устранения причин образования колеи;
- методы предупреждения образования колей.

**6.2.1.2** Метод борьбы с колеообразованием выбирают в каждом конкретном случае на основе анализа результатов обследования общего состояния дороги, выявления причин образования колей, их глубины, геометрических параметров, протяженности, интенсивности и состава движения, с учетом финансовых и материально-технических возможностей, сроков выполнения работ по ликвидации колей и других факторов.

**6.2.1.3** Как правило, окончательное решение о выборе метода и технологии ремонта должно приниматься на основе технико-экономического сравнения вариантов. При этом одновременно должны быть рассмотрены несколько способов. Назначение вариантов методов и технологий борьбы с колеообразованием проводят с учетом состава работ и условий их применения.

aviz privind calitatea materialelor din straturile structurii rutiere și corespunderea acestora normativelor în vigoare. În aviz trebuie indicate porțiunile făgașului în care au fost depistate straturile instabile, cauzele posibile de pierdere a stabilității și funcționării ulterioare a stratului în structura rutieră. Urmează să fie indicată posibilitatea de reutilizare a materialelor straturilor structurii rutiere defectate și se va propune modal de reparație a sectorului de drum cu făgaș.

## **6.2 Clasificarea metodelor de combatere a formării făgașelor pe drumuri și condițiiile de aplicare a acestora**

### **6.2.1 Direcțiile principale a prevenirii și lichidării făgașelor pe drumuri**

**6.2.1.1** Metodele de combatere a formării făgașelor pot fi divizate în patru grupe principale:

- măsuri tehnico-organizatorice privind reducerea ritmului de formare a făgașelor;
- metode de lichidare a făgașelor fără înlăturarea sau cu înlăturarea parțială a cauzelor de formare a făgașului;
- metode de înlăturare a cauzelor de formare a făgașelor;
- metode de prevenire a formării făgașelor.

**6.2.1.2** Măsurile de combatere a formării făgașelor se aleg în fiecare caz concret în baza evaluării rezultatelor examinării stării generale a drumului, depistarea cauzelor de formare a făgașelor, adâncimii acestora, parametrilor geometrii, lungimii, intensității și componentei traficului, ținând cont de mijloacele financiare și posibilitățile tehnico-materiale, termenii de executare a lucrărilor de lichidare a făgașelor și alți factori.

**6.2.1.3** De regulă, decizia finală privind alegerea metodei și tehnologiei de reparație trebuie adoptată în baza comparării tehnico-economice a variantelor. În acest caz trebuie să fie examineate concomitent câteva metode. Aprobarea variantelor de metode și tehnologii de combatere a formării făgașelor se efectuează ținând cont de structura lucrărilor și condițiile de execuțare a acestora.

## 6.2.2 Организационно-технические мероприятия по снижению темпов колеобразования

Организационно-технические мероприятия по снижению темпов колеобразования включают:

- ограничения движения тяжелого грузового автотранспорта в дневное время суток при высоких положительных температурах с переводом движения на ночное время;
- ограничения движения тяжелого грузового автотранспорта в весенний период оттаивания грунтов земляного полотна;
- строгий весовой контроль за соблюдением требований по фактической величине нагрузки на ось автомобиля;
- организацию равномерного распределения движения по всей ширине проезжей части (при наличии широкой проезжей части и краевых укрепительных полос);
- ликвидацию узких мест, мест снижения скорости движения грузовых автомобилей, заторов и остановок с целью сокращения продолжительности приложения нагрузок.

Организационно-технические мероприятия целесообразно применять совместно с методами ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин колеобразования.

## 6.2.3 Методы ликвидации колей без устранения или с частичным устранием причин колеобразования

**6.2.3.1** Методы ликвидации колей без устранения или с частичным устранием причин колеобразования включают:

- выравнивание поперечного профиля путем заполнения колеи ремонтным материалом;
- выравнивание поперечного профиля путем срезания гребней выпора по обеим сторонам колеи, с заполнением оставшейся части колеи ремонтным материалом или без заполнения.

**6.2.3.2** Ликвидация колей и восстановление поперечной ровности полосы движения или всей проезжей части без учета свойств нестабильных слоев покрытия или дорожной одежды позволяет достаточно просто уст-

## 6.2.2 Măsuri tehnice de reducere a ritmului de formare a făgașelor

Măsurile tehnice de reducere a ritmului de formare a făgașelor includ:

- restricții de circulație pentru transportul greu ziua în condiții de temperaturi pozitive înalte cu transferarea circulației pe timp de noapte;
- restricții de circulație pentru transportul greu primăvara în perioada de dezgheț a pământului terasamentului căii;
- controlul strict asupra respectării cerințelor privind sarcina efectivă pe osie;
- organizarea traficului uniform pe toată lățimea părții carosabile (în cazul în care există partea carosabilă lată și benzile de încadrare);
- lichidarea locurilor înguste, locurilor de reducere a vitezei transportului greu, ambuteajelor și staționărilor cu scopul reducerii duratei de aplicare a sarcinilor.

Măsurile tehnice sunt utile în cazul aplicării acestora în comun cu metodele de lichidare a făgașelor fără înlăturarea sau cu înlăturarea parțială a cauzelor de formare a făgașelor.

## 6.2.3 Metode de lichidare a făgașelor fără înlăturarea sau cu înlăturarea parțială a cauzelor de formare a făgașelor

**6.2.3.1** Metodele de lichidare a făgașelor fără înlăturarea sau cu înlăturarea parțială a cauzelor de formare a făgașelor includ:

- egalizarea profilului transversal prin umplerea făgașului cu material pentru reparație;
- egalizarea profilului transversal prin tăierea crestelor de ridicare din ambele părți ale făgașului, cu umplerea părții rămase a făgașului cu material pentru reparație sau fără umplere.

**6.2.3.2** Lichidarea făgașelor și restabilirea planității transversale ale benzii de circulație sau ale părții carosabile în întregime fără a ține cont de proprietățile straturilor instabile ale îmbrăcămintei rutiere sau ale structurii rutiere

ранить колею и обеспечить безопасное движение автомобилей на короткий срок, по истечении которого колея образуется вновь. Этот способ рекомендуется как временная мера для восстановления поперечного профиля и ликвидации колеи глубиной до 30 мм при содержании дорог, а также для ликвидации колеи глубиной до 45 мм при ремонте дорог в условиях существования ограничения по финансовым и материально-техническим ресурсам. Целесообразно сочетать указанные меры с организационно-техническими мероприятиями по снижению темпов колеообразования.

#### **6.2.4 Методы ликвидации колей с устранением причин их образования**

Методы ликвидации колей с устранением причин их образования включают:

- стабилизацию или удаление и замену нестабильного слоя без усиления и с усиленiem дорожной одежды;
- повышение жесткости нижележащих слоев покрытия;
- стабилизацию или замену грунтов активной зоны земляного полотна;
- осушение и обеспечение отвода поверхностных и грунтовых вод.

Методы ликвидации колей с устранением причин их образования позволяют на длительный срок обеспечить требуемую ровность покрытия (допустимую глубину колеи) на эксплуатируемых дорогах. Метод рекомендуется для применения во всех случаях образования колей на существующих дорогах и, прежде всего, при ремонте дорог с глубиной колеи до 45 мм и при капитальном ремонте дорог с глубиной колеи более 45 мм.

#### **6.2.5 Методы предупреждения образования колей**

Методы предупреждения образования колей включают:

- расчет и конструирование дорожных конструкций (дорожной одежды и земляного полотна) с учетом накопления остаточной деформации в допустимых пределах;
- устройство верхних слоев покрытия из материалов с высокой сдвигостойчивостью и сопротивлением износу, а слоев основания - из материалов с высоким сопро-

permite de a lichida făgașul și de a asigura traficul în siguranță pentru o perioadă scurtă, după expirarea căreia făgașul se formează din nou. Această metodă se recomandă ca o măsură provizorie pentru restabilirea profilului transversal și lichidarea făgașului cu adâncimea sub 30 mm la întreținerea drumului, precum și pentru lichidarea făgașului cu adâncimea sub 45 mm la reparația drumurilor în condiții de limitare a mijloacelor financiare și tehnico-materiale. Este util să se combine măsurile specificate cu măsurile tehnice pentru reducerea ritmului de formare a făgașelor.

#### **6.2.4 Metode de lichidare a făgașelor cu înlăturarea cauzelor de formare a acestora**

Metodele de lichidare a făgașelor cu înlăturarea cauzelor de formare a acestora includ:

- stabilizarea sau înlăturarea și înlocuirea stratului instabil fără ranforsare sau cu ranforsare a structurii rutiere;
- sporirea rigidității straturilor inferioare ale structurii rutiere;
- stabilizarea sau înlocuirea pământurilor din zona activă a patului drumului;
- asanarea și asigurarea evacuării apelor pluviale și freatice.

Metodele de lichidare a făgașelor cu înlăturarea cauzelor de formare a acestora permit pentru o perioadă lungă, asigurarea planeității necesare a carosabilului (adâncimea admisă a făgașului) pe drumurile în exploatare. Metoda se recomandă pentru utilizarea în toate cazurile de formare a făgașului și în primul rând în cadrul reparației drumurilor cu adâncimea făgașelor sub 45 mm și în cadrul reparației capitale a drumurilor cu adâncimea făgașelor peste 45 mm.

#### **6.2.5 Metode de prevenire a formării făgașelor**

Metodele de prevenire a formării făgașelor includ:

- calcul și proiectarea construcțiilor rutiere (structura rutieră și terasamentul) ținând cont de acumularea deformației remanente în limitele admisibile;
- executarea straturilor superioare ale îmbrăcăminții rutiere din materiale cu rezistență sporită la forfecare și la uzură, iar straturilor de fundație - din materiale cu rezistență sporită

тивлением структурным разрушениям и образованию остаточных деформаций;

- использование армированных слоев в покрытиях и жестких слоев в основаниях;

- устройство земляного полотна из дренирующих материалов;

- устройство дренажей и систем отвода воды.

Мероприятия по предупреждению образования колеи должны быть предусмотрены в проектах на строительство, реконструкцию и капитальный ремонт автомобильных дорог всех категорий, когда расчеты показывают вероятность образования колеи, глубина которой в пределах расчетного срока службы покрытия и дорожной одежды может превышать допустимые пределы.

### **6.3 Основные виды работ по ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин колеообразования**

#### **6.3.1 Заполнение колей ремонтным материалом**

**6.3.1.1** Простейший метод ликвидации колей без устранения причин колеообразования состоит в заполнении колеи ремонтным материалом горячим или холодным способами. Метод применяют для ликвидации колей глубиной не более 30 - 45 мм при отсутствии четко выраженных краев колеи и гребней выпора. При глубине колеи более 60 мм ремонтный материал укладывают не менее чем в два слоя. Каждый из слоев уплотняют (коэффициент уплотнения как выравнивающего, так и верхнего слоя должен быть не менее 0,99).

**6.3.1.2** В качестве ремонтного материала для выравнивающего слоя могут быть использованы: чистый высокопрочный щебень, обработанный битумом или битумной эмульсией в установке; асфальтобетонная смесь; слои поверхностной обработки; открытые битумоминеральные смеси; эмульсионно-минеральные смеси и др. Не допускается применение щебня из гравия. Требования к ремонтному материалу приведены в п. 6.8.1 - 6.8.5. Размер фракций щебня зависит от глубины колеи, количества слоев и применяемой технологии устройства выравнивающего слоя. Выравнивающий слой

la degradări structurale și la formarea deformățiilor remanente;

- utilizarea straturilor armate în îmbrăcăminte rutiere și în straturile rigide ale fundațiilor;

- executarea terasamentelor din materiale drenante;

- executarea drenajelor și sistemelor de evacuare a apelor.

Măsurile de prevenire a formării făgașelor trebuie să fie prevăzute în proiectele de execuție pentru construcția, reconstrucția și reparația capitală a drumurilor de toate categoriile, când calculele demonstrează probabilitatea de formare a făgașelor, ale căror adâncime în limitele duratei de serviciu a îmbrăcămintii rutiere și a structurii rutiere poate depăși limitele admise.

#### **6.3 Tipurile principale de lucrări privind lichidarea făgașelor fără înlăturarea sau cu înlăturarea parțială a cauzelor de formare ale acestora**

##### **6.3.1 Umplerea făgașelor cu material pentru reparație**

**6.3.1.1** Metoda cea mai simplă de lichidare a făgașelor fără înlăturarea cauzelor de formare a acestora constă în umplerea lor cu material pentru reparație la cald sau la rece. Metoda se utilizează pentru lichidarea făgașelor cu adâncimea de maxim 30 - 45 mm în cazul lipsei marginilor pronunțate ale făgașelor și crestelor de ridicare. În cazul în care adâncimea făgașului depășește 60 mm, materialul pentru reparație se aşterne în cel puțin două straturi. Fiecare strat se compactează (coeficientul de compactare pentru stratul de egalizare și stratul de uzură trebuie să fie de minim 0,99).

**6.3.1.2** În calitate de material pentru reparație pentru startul de egalizare pot fi utilizate: criblura curată cu rezistență sporită, tratată cu bitum sau cu emulsie bituminoasă în instalații; mixtura asfaltică; straturile de tratamente bituminoase; anrobate bituminoase cu granulozitatea discontinuă; mixturile din aggregate minerale preanrobate cu emulsie; etc. Nu se admite utilizarea pietrișului din prundiș. Cerințele față de materialul pentru reparație sunt prezentate în pct. 6.8.1 - 6.8.5. Mărimea sorturilor criblării depinde de adâncimea făgașului, numărul straturilor și de tehnologia utilizată pentru executarea stratului de egalizare. Stratul de egali-

должен быть обязательно перекрыт слоем асфальтобетона (на дорогах I - II категорий) или слоем поверхностной обработки (на дорогах III - IV категорий).

### **6.3.2 Подготовительные работы**

Подготовительные работы включают: очистку покрытия от пыли и грязи, заделку трещин и выбоин, срезку неровностей и устройство корыта по колее, очистку корыта и нанесение вяжущего (битума или эмульсии) на стенки корыта для обеспечения сцепления старого покрытия с ремонтным материалом.

**6.3.2.1** Корыто глубиной до 30 мм устраивают фрезой или специальным ножом-насадкой, приваренным (или на болтах) к отвалу автогрейдера. Корыто устраивают в тех случаях, когда ремонтный материал укладывают в один слой толщиной 30-50 мм в колею без перекрытия его верхним слоем. Допускается не устраивать корыто при заполнении колеи эмульсионно-минеральной смесью, слоем поверхностной обработки, открытыми битумоминеральными смесями, а также при укладке по выравнивающему слою ремонтного материала дополнительного слоя покрытия, защитного слоя или слоя износа на всю ширину проезжей части.

**6.3.2.2** Подгрунтовку не производят, если в качестве ремонтного материала используют битумоминеральные смеси, а на дне колеи имеется выступающий битум, при условии, что выравнивающий слой будет перекрыт верхним слоем.

**6.3.2.3** Оборудование для укладки ремонтного материала должно иметь устройство, позволяющее изменять ширину полосы укладки от 0,5 до 1 м и более. Каждый уложенный слой уплотняют специальным уплотняющим оборудованием с шириной рабочего органа меньше ширины колеи. Для этого используют трамбовки, вибрационные плиты, а затем катки. Коэффициент уплотнения должен быть не менее 0,99. Укладку второго слоя ведут сразу после уплотнения нижнего слоя, на горячий нижний слой.

**6.3.2.4** В исключительных случаях (при от-

заре, în mod obligatoriu, trebuie să fie acoperit de un strat din beton asfaltic (pentru drumurile de categoria I - II) sau cu un strat de tratament bituminos (pentru drumurile de categoria (III - IV).

### **6.3.2 Lucrări pregătitoare**

Lucrările pregătitoare includ: curățarea îmbrăcăminții rutiere de praf și noroi, astuparea fisurilor și peladelor, tăierea denivelărilor și executarea casetei în fâgaș, curățarea jgheabului și aplicarea liantului (bitum sau emulsie) pe pereții casetei pentru asigurarea aderenței între îmbrăcăminte rutieră existentă și materialul pentru reparație.

**6.3.2.1** Caseta cu adâncime sub 30 mm se execută cu freză sau cu un cuțit asamblat prin sudare (sau îmbinat cu buloane) la lama autogredelerului. Caseta se amenajează în cazuile în care materialul pentru reparație se aşterne într-un strat cu grosimea de 30-50 mm în fâgașul fără acoperire cu un strat superior. Se admite de a nu efectua caseta în cazuile în care fâgașul se umple cu agregate minerale preanrobate cu emulsie, cu un strat de tratament bituminos, mixturile din agregate naturale cu bitum, deschise (BMD), anrobate bituminoase cu granulozitatea discontinuă precum și la aşternerea peste stratul de egalizare a unui strat suplimentar al îmbrăcăminții rutiere, strat de protecție sau strat de uzură pe toată lățimea părții carosabile.

**6.3.2.2** Amorsarea nu se aplică în cazul în care în calitate de material pentru reparație se utilizează mixturi din agregate naturale cu bitum, iar pe fundul fâgașului este prezent bitumul ieșit la suprafață, cu condiția că stratul de egalizare va fi acoperit cu un strat superior.

**6.3.2.3** Echipamentul pentru aşternerea materialului pentru reparație trebuie să fie dotat cu o instalație care permite modificarea lățimii benzii de aşternere de la 0,5 până la 1 m și mai mult. Fiecare strat aşternut se compactează cu echipamentul special, a cărui lățime a organului de lucru este mai mică decât lățimea fâgașului. În aceste scopuri se utilizează maiuri, plăci vibratoare, apoi compactoare. Coeficientul de compactare trebuie să fie de minim 0,99. Aşternerea celui de al doilea strat se efectuează imediat după compactarea stratului inferior, pe stratul cald.

**6.3.2.4** În cazuile excepționale (lipsa echipa-

существии специального оборудования) за-полнение колеи ремонтным материалом может производиться при помощи автогрейдера, а уплотнение - колесами тяжелого грузового автомобиля.

### **6.3.3 Укладка выравнивающего слоя**

Заполнение колей ремонтным материалом может производиться одним из следующих способов:

- поверхностью обработкой в один или два слоя;
- укладкой черного щебня без заклинки или с заклинкой;
- укладкой горячей асфальтобетонной смеси;
- укладкой в один или два слоя холодной эмульсионно-минеральной смеси типа «Сларри Сил» или рапидасфальт.

**6.3.3.1** Поверхностную обработку в один или два слоя рекомендуется выполнять машиной с синхронным распределением вяжущего и щебня, на которой легко можно менять ширину полосы распределения.

**6.3.3.1.1** Колея глубиной до 15 мм может быть устранена поверхностной обработкой по полосе наката шириной до 0,8 м за один проход с использованием щебня фракции 5-10 мм. Колея глубиной до 30 мм устраняется поверхностной обработкой с использованием фракции 5-10 и 10-15 мм (рис. 19). Для ликвидации мелких неровностей, шелушения и выкрашивания, закрытия мелких трещин, придания поверхности покрытия однородных сцепных свойств рекомендуется устраивать поверхностную обработку на всю ширину покрытия.

**6.3.3.1.2** В качестве вяжущего применяют вязкие дорожные битумы, нагретые до температуры, обеспечивающей их разлив. Для лучшего прилипания битума к щебню в битум вводят поверхностно-активные добавки (ПАВ) или применяют битум, модифицированный полимером (ПБВ). Движение открывают после остывания битума, с ограничением скорости движения автомобилей до 40 км/час на период формирования слоя.

Поверхностную обработку на горячем битуме устраивают в сухую погоду при температуре воздуха не ниже +15 °C.

**6.3.3.1.3** При использовании вместо битума кационной битумной эмульсии (ЭБК) рабо-

mentului special) уплетра фăгаșului cu material pentru reparație poate fi executată de autogreder, iar compactarea – de roțile unui camion greu.

### **6.3.3 Așternerea stratului de egalizare**

Umplerea făgașului cu material pentru reparație poate fi efectuată prin una din metodele următoare:

- tratamentul bituminos în unul sau două straturi;
- așternerea criburii preanrobate cu bitum fără sau cu împănare;
- așternerea mixturii asfaltice preparate la cald;
- așternerea mixturii din aggregate preanrobate cu emulsie bituminoasă la rece de tipul „Slurri Sil” sau rapidasfalt.

**6.3.3.1** Tratamentul bituminos în unul sau două straturi se recomandă să fie executat cu mașina cu distribuirea sincronă a liantului și a criburii, la care ușor poate fi modificată lățimea benzii de distribuție.

**6.3.3.1.1** Făgașul cu adâncimea sub 15 mm poate fi lichidat prin aplicarea tratamentului bituminos pe banda de rulare cu lățimea sub 0,8 m printr-o singură trecere cu utilizarea criburii fracția 5-10 mm. Făgașul cu adâncimea sub 30 mm se lichidează prin aplicarea tratamentului bituminos fracțiile sorturile 5-10 și 10-15 mm (fig. 19). Pentru lichidarea denivelărilor, exfolierilor și știrbirilor, colmatarea fisurilor, omogenizarea proprietăților de aderență a suprafeței îmbrăcămintii rutiere se recomandă aplicarea tratamentului bituminos pe toată lățimea părții carosabile.

**6.3.3.1.2** În calitate de liant se utilizează bitumi rutiere văscoase, încălzite până la temperatură, care asigură distribuirea acestora. Pentru o aderență mai bună a bitumului și criburii se introduc aditivi sau se utilizează bitumul modificat cu polimeri (BMP). Circulația se deschide după răcirea bitumului, cu limitarea vitezei de circulație până la 40 km/h pe perioada formării stratului.

Tratamentul bituminos la cald se aplică pe timp uscat la temperatura aerului nu mai joasă de +15 °C.

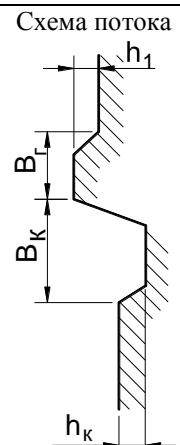
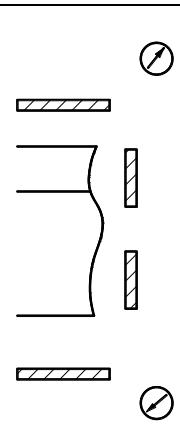
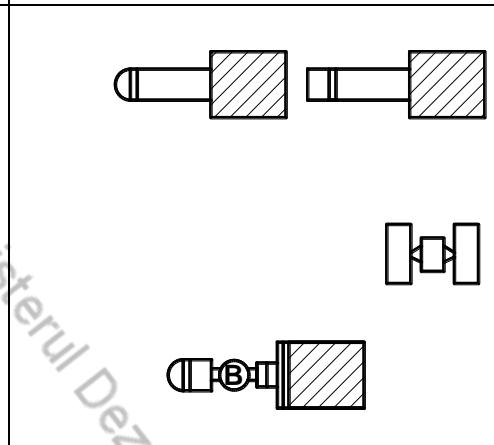
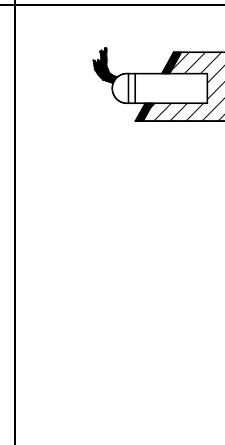
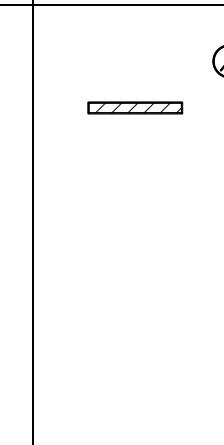
**6.3.3.1.3** În cazul utilizării în locul bitumului a emulsiei bituminoase cationice, lucrările pot fi

ты можно производить на влажном покрытии при температуре воздуха не ниже +5 °C, что существенно продлевает строительный сезон. Рекомендуется использовать эмульсии типа ЭБК-2 с концентрацией битума 65-70 %. Движение автомобилей открывают сразу после распада эмульсии и испарения воды.

**6.3.3.1.4** Нормы расхода вяжущего должны устанавливаться в каждом конкретном случае, с учетом того, что поверхностная обработка производится по старому покрытию, которое может иметь избыточное или недостаточное количество вяжущего и различные виды разрушений поверхности (трещины, шелушение, выкрашивание), на гидроизоляцию которых расходуется часть битума. Кроме того, на расход вяжущего существенно влияет интенсивность движения тяжелых грузовых автомобилей. На дорогах с малой интенсивностью - расход вяжущего может быть увеличен на 15-20 %, а с высокой интенсивностью - уменьшен на 10-15 %. Ориентировочный расход вяжущего принимают как 1/10 часть расхода щебня, измеренного в литрах. При этом (для эмульсии), под остаточным вяжущим понимают количество битума, оставшегося после распада битумной эмульсии и испарения воды. Требования к качеству щебня приведены в ГОСТ 8267 и п. 6.8 настоящего Свода правил.

executate pe îmbrăcămîntea rutieră umedă la temperatura aerului nu mai joasă de +5 °C, ceea ce permite prelungirea considerabilă a sezonului de construcție. Se recomandă să se utilizeze emulsii tip ЭБК-2 cu concentrarea bitumului de 65-70 %. Circulația vehiculelor se deschide imediat după ruperea emulsiei și evaporarea apei.

**6.3.3.1.4** Normele de consum de liant trebuie stabilite în fiecare caz concret, ținând cont că tratamentul bituminos se aplică pe îmbrăcămîntea rutieră existentă, care poate avea surplus sau insuficiență de liant și deferite degradări (fisuri, exfolieri, stirbituri), pentru hidroizolare cărora se consumă o parte din bitum. În afară de aceasta, asupra consumului de bitum influențează semnificativ intensitatea traficului camioanelor grele. Pe drumurile cu intensitatea redusă – consumul de liant poate fi majorat cu 15-20 %, iar cu intensitatea sporită – micșorat cu 10-20 %. Consumul aproximativ de liant se calculează ca 1/10 din consumul de cribură, măsurat în litri. În acest caz (pentru emulsii), în calitate de liant rezidual se înțelege cantitatea de bitum rămasă după ruperea emulsiei și evaporarea apei. Cerințele față de cribură sunt prezentate în ГОСТ 8267 și pct. 6.8 al prezentului Cod practic.

1	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>	Очистка и сушка фрезерованной поверхности <i>Curățarea și uscarea suprafeței frezate</i>	Распределение битума, распределение щебня, прикатка щебня <i>Distribuirea bitumului, distribuirea criblurii, compactarea ușoară a criblurii</i>	Очистка слоя от неприклеившихся частиц <i>Curățarea stratului de particulele nelipite</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Dezinstalarea barierelor și indicatoarelor rutiere</i>
2	Схема потока  <i>Organizare în flux</i>					
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Поливомоечная машина <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat</i>	Автогудронатор, щебнераспределитель, каток гладковальцевый легкий, массой - 2-4 т, комбинированная машина для устройства поверхностной обработки <i>Autogudronator, distribuitor de cribleură, compactor cilindric cu masa de 2-4 t, mașină pentru aplicarea tratamentului bituminos</i>	Поливомоечная машина с щеткой <i>Mașina de stropit și spălat cu peria</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

**Рис. 19** Примерная схема производства работ по ликвидации колей малой глубины путем устройства слоя поверхностной обработки  
**Fig. 19** Schema model de executare a lucrărilor de lichidare a făgașelor cu adâncimea mică prin aplicarea tratamentului bituminos

**6.3.3.1.5** На покрытиях с наличием сетки трещин в колее рекомендуется устраивать двухслойную поверхностную обработку. Для этого на распределенное вяжущее рассыпают щебень фракции 10-15 мм и прикатывают легким катком. Затем наносят второй слоя вяжущего, рассыпают щебень фракции 5-10 мм или 2-5 мм и уплотняют. Требования к щебню для поверхностной обработки приведены в п. 6.8.3.

**6.3.3.1.6** Уплотнение слоев поверхностной обработки производят катками на пневматическом ходу. Количество проходов катков назначают с учетом интенсивности движения автомобилей. Для дорог с высокой интенсивностью движения достаточно несколько проходов катка по одному следу. На дорогах с низкой интенсивностью количества проходов катка должно быть увеличено, чтобы обеспечить формирование монолитного слоя поверхностной обработки. Общее количество проходов катка по одному следу колеблется от 1 до 5.

**6.3.3.2** Заполнение колеи черным щебнем может производиться в один слой без заклинки или в два и более слоев с заклинкой. Способ работы назначают в зависимости от глубины колеи. Заполнение колеи черным щебнем допускается на дорогах третьей и четвертой категорий с последующим перекрытием слоем износа.

**6.3.3.2.1** Заполнение колеи глубиной до 30 мм производится укладкой в один слой черного щебня фракции 5-10 или 10-15 мм толщиной на 10-15 % больше глубины колеи и его уплотнением. Заполнение колеи глубиной до 45 мм черным щебнем может производиться методом заклинки. Сначала укладывают слой щебня фракции 10-15 мм или 15-20 мм и прикатывают. Затем укладывают слой щебня фракции 10-15 мм и уплотняют катком массой 10-13 т по 6-8 проходов по одному следу, виброплитой, трамбовкой или проходами тяжелых грузовых автомобилей.

**6.3.3.2.2** Укладка черного щебня производится щебнераспределителем или асфальтоукладчиком с регулируемой шириной полосы укладки. Допускается производить укладку черного щебня с применением автогрейдера. В этом случае черный щебень из самосвала раскладывают вдоль колеи в виде

**6.3.3.1.5** Pe îmbrăcămințile rutiere cu plasa de fisuri, în făgaș se recomandă aplicarea tratamentului bituminos dublu. Pentru aceasta peste liantul distribuit se distribuie pietriș sort 10-15 mm și se compactează cu un compactator ușor. Apoi se aplică al doilea strat de liant, peste care se distribuie pietriș sort 5-10 mm sau 2-5 mm și se compactează. Cerințele față de pietriș pentru tratament bituminos sunt prezentate în pct. 6.8.3.

**6.3.3.1.6** Compactarea straturilor tratamentului bituminos se efectuează cu compactoare pe pneuri. Numărul trecerilor compactoarelor se stabilește în funcție de intensitatea traficului. Pentru drumurile cu intensitatea traficului sporită sunt suficiente câteva treceri. Pentru drumurile cu intensitatea traficului mică numărul trecerilor compactorului trebuie să fie mai mare, pentru asigurarea formării stratului monolit al tratamentului bituminos. Numărul total al trecerilor compactorului variază de la 1 până la 5.

**6.3.3.2** Umplerea făgașului cu criblura preanrobată poate fi executată într-un singur strat fără împănare, sau în două și mai multe straturi cu împănare. Metoda de lucru se stabilește în funcție de adâncimea făgașului. Umplerea făgașului cu criblura preanrobată se admite pe drumurile de categoria a treia și a patra cu așternerea ulterioară a stratului de uzură.

**6.3.3.2.1** Umplerea făgașului cu adâncimea sub 30 mm se efectuează prin aplicarea unui strat de criblura preanrobată sort 5-10 sau 10-15 mm cu grosimea de 10-15 % mai mare ca adâncimea făgașului cu compactarea acestuia. Umplerea făgașului cu adâncimea sub 45 mm cu criblura preanrobată poate fi efectuată prin metoda de împănare. De la început se aplică un strat de criblura preanrobată sort 10-15 sau 15-20 mm cu compactarea acestuia. Apoi se așterne un strat de criblură sort 10-15 mm și se compactează cu compactorul de 10-13 t prin 6-8 treceri, cu placă vibratoare, maiu sau cu trecerea camioanelor grele.

**6.3.3.2.2** Așternerea criblurii preanrobate se efectuează cu distribuitor de criblură sau de mixtură asfaltică (finisor) cu lățimea ajustabilă a benzii de așternere. Se admite distribuirea criblurii preanrobate cu autogreder. În acest caz criblura preanrobată din camion se pune în val de-a lungul făgașului sau în grămezi, după ce

валика или отдельных куч, а затем разравнивают в колее отвалом автогрейдера.

**6.3.3.2.3** Перед укладкой черного щебня производят подгрунтовку жидким битумом или битумной эмульсией из расчета 0,5-0,9 л/м<sup>2</sup>. Подгрунтовку не проводят, если на дне колеи имеется выступивший битум.

**6.3.3.2.4** После заполнения колеи черным щебнем необходимо уложить тонкий защитный слой на всю ширину полосы движения или проезжей части для придания однородности поверхности покрытия по внешнему виду и сцепным качествам, ликвидации шелушения, выкрашивания, мелких трещин и других мелких деформаций и разрушений, защиты покрытия от проникновения воды. Защитный слой может быть устроен методом поверхностной обработки или укладки эмульсионно-минеральной смеси типа «Сларри Сил». В исключительных случаях допускается устройство защитного слоя на ширину уложенного в колею ремонтного материала.

**6.3.3.3** Ликвидацию колей без устранения причин колеообразования на дорогах I-IV категорий можно осуществлять путем устройства выравнивающего или дополнительного слоя покрытия из сдвигоустойчивого щебенистого высокоплотного или плотного асфальтобетона типа «А» или «Б».

**6.3.3.3.1** Колея глубиной до 25 мм при отсутствии гребней выпора и других неровностей может быть ликвидирована путем устройства выравнивающего слоя на ширину колеи с устройством нового слоя износа из мелкозернистой асфальтобетонной смеси на всю ширину полосы движения. Этот метод эффективен на ранней стадии колеообразования.

**6.3.3.3.2** Укладку выравнивающего слоя на ширину колеи из асфальтобетонной смеси применяют при глубине более 25 мм и отсутствии явно выраженных гребней выпора по краям колеи. Асфальтобетонной смесью заполняют колею в один слой до поверхности покрытия с учетом коэффициента запаса. Уплотнение проводят вибротрамбовками или виброплитами на ширину колеи. Предварительно заделывают выбоины и трещины старого покрытия: очищают его от пыли и грязи и подгрунтуют жидким биту-

se nivelează în făgaș cu lama autogrederului.

**6.3.3.2.3** Înainte de distribuirea criblurii preanprobate se efectuează amorsarea cu bitum lichid sau cu emulsia bituminoasă cu consum 0,5-0,9 l/m<sup>2</sup>. Amorsarea nu se aplică în cazul în care pe fundul făgașului este bitumul ieșit la suprafață.

**6.3.3.2.4** După umplerea făgașului cu criblura preanprobată este necesar să se aștearnă un strat subțire de protecție pe toată lățimea benzii de circulație sau părții carosabile pentru a omogeniza îmbrăcămintea rutieră la aspect și la calitate aderente, pentru a lichida exfolierea, stirbirea, fisuri mici și alte deformații și degradări mici, pentru a asigura protecția carosabilului de pătrunderea apei. Stratul de protecție poate fi executat prin metoda tratamentului bituminos sau așternerii mixturilor din agregate minerale preanprobate cu emulsie bituminoasă tip „Slarry Sil”. În cazuri excepționale se admite execuarea stratului de protecție pe lățimea materialului plasat în făgaș.

**6.3.3.3** Lichidarea făgașului fără înlăturarea cauzelor formării acestora pe drumurile de categoriile I-IV poate fi efectuată prin așternerea stratului de egalizare sau a unui strat suplimentar din beton asfaltic rezistent la forfecare cu densitatea sporită sau dens tip „A” sau „B”.

**6.3.3.3.1** Făgașul cu adâncimea sub 25 mm fără creste de ridicare și alte denivelări poate fi lichidat prin așternerea unui strat de egalizare pe lățimea făgașului cu realizarea unui strat nou de uzură din mixtura asfaltică cu agregate fine pe toată lățimea benzii de circulație. Această metodă este eficientă la fază inițială de formare a făgașului.

**6.3.3.3.2** Așternerea stratului de egalizare pe lățimea făgașului din mixtura asfaltică se aplică în cazul în care adâncimea făgașului este mai mare de 25 mm și lipsesc crestele de ridicare la marginile făgașului. Făgașul se umple cu mixtura asfaltică într-un strat până la nivelul carosabilului cu coeficientul de rezervă. Compactarea se efectuează cu maiuri sau plăci vibratoare pe lățimea făgașului. Preventiv se astupă peladele și fisurile îmbrăcăminții existente: se curăță de praf și noroi și se amorsează cu bitum lichid sau emulsie bituminoasă.

мом или битумной эмульсией.

**6.3.3.3.3** Слои износа или защитные слои рекомендуется устраивать методом поверхностной обработки или укладкой тонкослойных покрытий из щебнемастичного асфальтобетона (ЩМА), или эмульсионно-минеральной смеси на всю ширину проезжей части. Этот способ рекомендуется для предупреждения образования выбоин, раскрытия шва между корытом и старым покрытием, придания всей поверхности проезжей части однородных свойств, устранения мелких деформаций и разрушений, повышения сцепных качеств старого покрытия.

**6.3.3.3.4** Колея средней глубины (более 25 мм) при наличии гребней выпора и отсутствии оборудования для их срезания может быть устранена путем укладки выравнивающего слоя из многощебенистого асфальтобетона в колею и по всей ширине покрытия с последующей укладкой выравнивающего и дополнительного слоя асфальтобетона. Этот способ может быть рекомендован при необходимости одновременного устранения колеи и других неровностей и дефектов покрытия, а также при необходимости усиления дорожной одежды. В последнем случае необходимо применять меры по борьбе с отраженными трещинами.

**6.3.3.3.5** При глубине колеи более 25 мм необходимо устраивать выравнивающий слой. Недопустимо в один прием укладывать выравнивающий и дополнительный слой асфальтобетона, из-за различной толщины слоя асфальтобетона по ширине проезжей части.

**6.3.3.4** Заполнение колей глубиной до 30 мм и устранение других неровностей на покрытии может производиться с применением эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил», «Рапид-асфальт» и др., которые могут быть уложены в один - два - три слоя (рис. 20).

**6.3.3.4.1** Эмульсионно-минеральная смесь состоит из высококачественного щебня, дробленого песка, минерального порошка, добавок в виде цемента или извести, битумной эмульсии с добавками полимеров и ПАВ. Портландцемент или молотая гашеная известь в количестве 1-3 % от массы щебня вводятся для регулирования времени распа-

**6.3.3.3.3** Se recomandă așternerea straturilor de uzură sau straturilor de protecție prin aplicarea tratamentului bituminos sau prin așternerea straturilor ultrasubțiri din mixturi asfaltice cu fibre de celuloză (MASF), sau mixturi din agregate minerale preanrobate cu emulsie pe toată lățimea părții carosabile. Această metodă se recomandă pentru prevenirea formării peladelor, deschiderii rostului între jgheab și îmbrăcăminte existentă, pentru asigurarea proprietăților omogene ale suprafeței părții carosabile, pentru înlăturarea deformărilor și degradărilor mici, ridicarea calităților de aderență a îmbrăcămînții rutiere existente.

**6.3.3.3.4** Făgașul cu adâncime medie (peste 25 mm) cu creste de ridicare, în cazul lipsei utilajului necesar pentru tăierea acestora, poate fi lichidat prin așternerea stratului de egalizare din beton asfaltic ultracribulos în făgaș și pe toată lățimea îmbrăcămînții rutiere cu așternearea ulterioră a straturilor de egalizare și suplimentar din beton asfaltic. Aceasta metodă se recomandă să se aplice în cazul necesității înlăturării concomitente a făgașului și altor denivelări și defecte ale îmbrăcămînții rutiere, precum și în cazul necesității ranforsării structurii rutiere. În ultimul caz este necesar să se aplice măsurile de combatere cu fisuri reflectate.

**6.3.3.3.5** În cazul în care adâncimea făgașului depășește 25 mm este necesar să se aștearnă un strat de egalizare. Nu se admite așternerea stratului de egalizare și a stratului suplimentar într-un singur procedeu, din cauza diferenței de grosime a stratului din beton asfaltic pe lățimea părții carosabile.

**6.3.3.4** Umplerea făgașului cu adâncimea sub 30 mm și înlăturarea altor denivelări ale îmbrăcămînții rutiere poate fi efectuată cu aplicarea mixturilor din agregate minerale preanrobate cu emulsie tip „Slarry Sil”, „Rapidasfalt” etc., care pot fi așternute în unul, două, trei straturi (fig. 20).

**6.3.3.4.1** Mixtura din agregate minerale preanrobate cu emulsie este compusă din cribură de calitate înaltă, nisip concasat, filer, adaosuri de ciment sau var, emulsie bituminoasă cu adaos de polimeri și aditivi. Portlandcimentul sau varul stins măcinat în cantitate de 1-3 % din masa criburii se folosește pentru reglarea timpului ruperii emulsiei și

да эмульсии и консистенции смеси. Смеси минеральных материалов бывают различного фракционного состава, но наиболее часто для ликвидации колеи и устройства защитных слоев применяют смеси каменного материала фракции 0-5, 0-8, 0-10 мм. В качестве вяжущего используют 65 %-ную катионную битумную эмульсию типа ЭБК-3 со скоростью распада от 3 до 60 секунд, обычно модифицированную латексом.

**6.3.3.4.2** Работы по приготовлению смеси производятся специальной машиной, которая на одном шасси имеет смеситель, емкость для каменного материала и добавок, битумной эмульсии и воды, а также распределительную коробку ящичного типа с перечными шнеками, которые обеспечивают возможность регулировать ширину и толщину укладываемого слоя. Исходные материалы загружают в емкость на базе, расположенной вблизи места работ, а смесь готовится в процессе движения смесителя к месту укладки.

**Таблица 6.1. Состав эмульсионно-минеральной смеси**

**Tabelul 6.1. Compoziția mixturii din agregate minerale preanrobate cu emulsie bituminoasă**

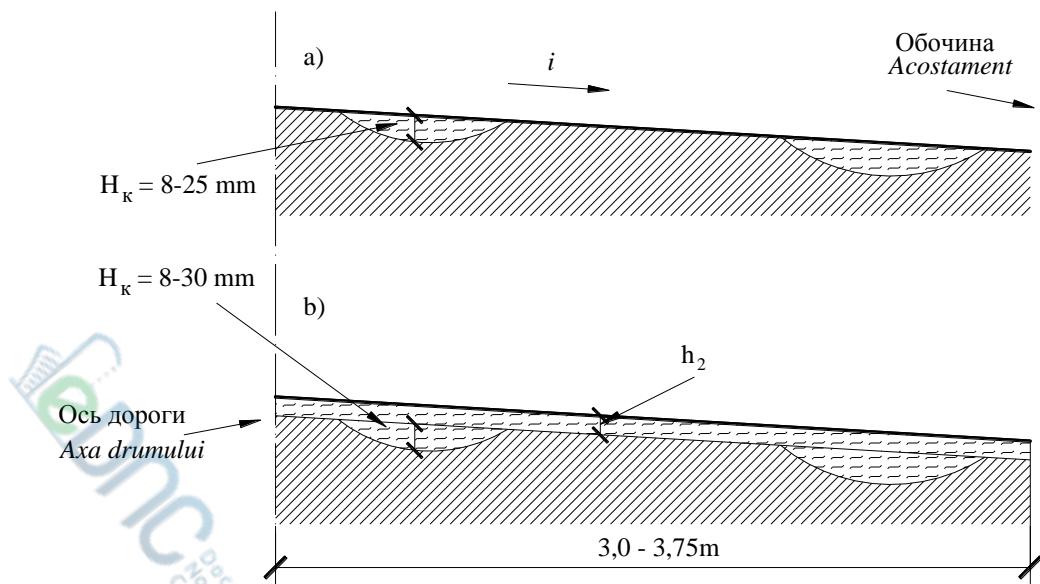
Состав смеси <i>Compoziția mixturii</i>	Вид смеси <i>Tipul de mixtură</i>	
	0-5	0-8
Щебень, % по массе крупностью: <i>Criblură, % din masă cu granulozitatea:</i>		
2-5 мм	40-70	15-20
5-8 мм	-	30-60
Дробленый песок <i>Nisip de concasaj</i>	остальное <i>restul</i>	остальное <i>restul</i>
Минеральный порошок, % по массе <i>Filer, % din masă</i>	6-10	6-10
Битум, содержащийся в эмульсии, % по массе <i>Bitum, conținut în emulsie, % din masă</i>	6,5-8,5	5,0-7,0

**6.3.3.4.3** Устранение колей с применением эмульсионно-минеральных смесей может производиться без устройства и с устройством дополнительного слоя износа (рис. 20).

consistenței mixturii. Amestecurile din agregate minerale pot avea compoziția granulometrică diferită, dar cel mai frecvent pentru lichidarea făgașului și asternerea stratelor de protecție se utilizează amestecuri de agregate minerale sort 0-5, 0-8, 0-10 mm. În calitate de liant se utilizează emulsia bituminoasă cationică de 65 % de tip ЭБК-3 cu viteza de rupere de la 3 până la 60 s, de regulă modificată cu latex.

**6.3.3.4.2** Lucrările de preparare a mixturii se efectuează de o mașină specială care este dotată cu malaxor, buncăr pentru aggregate și adasuri, emulsie bituminoasă și apă, precum și cutia distribuitoare cu șnecuri transversale care asigură posibilitatea reglării lățimii și grosimii stratului asternut. Materialele se încarcă în buncăr la bază, amplasată în nemijlocita apropiere de locul executării lucrărilor iar mixtura se pregătește în timpul deplasării malaxorului spre locul de distribuire a mixturii.

**6.3.3.4.3** Lichidarea făgașelor cu utilizarea mixturilor din agregate minerale preanrobate cu emulsie bituminoasă poate fi efectuată cu sau fără asternerea stratului suplimentar de uzură (fig. 20).



**Рис. 20** Ликвидация колей с применением эмульсионно-минеральных смесей:  
а - без устройства дополнительного слоя износа; б - с устройством дополнительного слоя износа;  $H_k$  - глубина колеи;  $h_2$  - толщина слоя износа

**Fig. 20** Lichidarea făgașelor cu utilizarea mixturilor din agregate minerale preanrobate cu emulsie bituminoasă  
a – fără așternerea stratului suplimentar de uzură; b - cu așternerea stratului suplimentar de uzură;  
 $H_k$  – adâncimea făgașului;  $h_2$  – grosimea stratului de uzură

Способ устранения колей без устройства дополнительного слоя износа применяют, когда за пределом колей не имеется мелких повреждений и деформаций, а сцепные качества покрытия отвечают нормативным требованиям. В этом случае колея заполняется эмульсионно-минеральной смесью на всю глубину колеи с расходом 20-40 кг/м<sup>2</sup> за 1 - 2 прохода распределителя.

Способ устранения колей с устройством дополнительного слоя износа из эмульсионно-минеральной смеси применяют для одновременного устранения мелких деформаций и создания однородной поверхности покрытия по всей ширине проезжей части. В этом случае в начале за один проход заполняют смесью обе колеи с расходом смеси 10-20 кг/м<sup>2</sup>, а затем вторым проходом укладывают дополнительный слой износа на всю ширину полосы движения с расходом смеси 15-20 кг/м<sup>2</sup>.

**6.3.3.4.4** До начала укладки смеси должны быть выполнены подготовительные работы, в состав которых входят:

- заделка выбоин (ямочный ремонт);
- удаление крупных неровностей, срезка

Metoda de lichidare a făgașelor fără așternerea stratului suplimentar de uzură se utilizează, când în afara limitelor făgașului nu există deformații și degradări mici iar proprietățile de aderență și îmbrăcăminții rutiere corespund cerințelor normelor în vigoare. În acest caz făgașul se umple cu mixtura din agregate minerale preanrobate cu emulsie pe toată adâncimea făgașului cu consum de 20-40 kg/m<sup>2</sup>, prin 1 - 2 treceri ale distribuitorului.

Metoda de lichidare a făgașelor cu așternerea stratului suplimentar de uzură din mixtura cu agregate minerale preanrobate cu emulsie se utilizează pentru eliminarea concomitentă a deformațiilor mici și crearea suprafeței omogene a îmbrăcăminții rutiere pe toată lățimea părții carosabile. În acest caz se începe cu umplerea ambelor făgașe cu mixtura printr-o singură trecere cu consum de 10-20 kg/m<sup>2</sup>, apoi cu a doua trecere se așterne stratul de uzură pe toată lățimea benzii de circulație cu consum de 15-20 kg/m<sup>2</sup>.

**6.3.3.4.4** Până la așternerea mixturii trebuie efectuate lucrări pregătitoare, care includ:

- plombarea gropilor;
- înlăturarea denivelărilor majore, tăierea

их холодной фрезой;

- заделка крупных трещин;
- удаление разметки из термопластика фрезерованием, разметка из краски может быть оставлена;
- очистка покрытия от пыли и грязи вакуумной уборочной машиной или промывкой водой под давлением 80-100 бар.

Покрытие перед укладкой может быть влажным, но без слоя воды на поверхности. Минимальная температура воздуха должна быть не ниже +5 °C. Примерная схема производства работ приведена на рис. 21.

**6.3.3.4.5** Слои из эмульсионно-минеральной смеси не требуют уплотнения, что является важным преимуществом при устройстве слоя. Уложенный небольшой толщины слой может быстро выделять воду, освобождающуюся при распаде битумной эмульсии уже через 20-30 мин. После этого открывают движение автомобилей, которое окончательно формирует и уплотняет слой.

#### **6.3.4 Инъекционный способ заполнения колеи**

На небольших по протяжению участках заполнение колеи ремонтным материалом может выполняться инъекционным способом при помощи специального прицепного оборудования, применяемого для ямочного ремонта.

**6.3.4.1** В качестве ремонтного материала используют щебень фракции 5-8 (10) мм и кационную битумную эмульсию ЭБК-2, с концентрацией 60-70 % на битумах БНД 90/130 или 60/90. Расход эмульсии составляет 10-11 % от массы щебня. Работы могут выполниться при температуре воздуха не ниже +5 °C как на сухом, так и влажном покрытии.

**6.3.4.2** Заделка колеи производится в едином цикле в следующей последовательности:

- очистка выбоин от пыли и грязи струей сжатого воздуха;
- подгрунтовка подогретой до 60-75 °C эмульсией;

lor cu freza la rece;

- închiderea fisurilor mari;
- înlăturarea marcajului din termoplast prin frezare, marcajul din vopsea poate fi lăsat;

- curățarea îmbrăcăminții rutiere de praf și noroi cu mașină de curățat cu aspirator sau prin spălarea cu apă sub presiune de 80-100 bar.

Îmbrăcămintea rutieră, pînă la asternere, poate fi umedă, dar fără strat de apă pe suprafața acesteia. Temperatura minimă a aerului nu trebuie să fie mai joasă de +5 °C. Schema aproximativă de executare a lucrărilor este prezentată în fig. 21.

**6.3.3.4.5** Straturile din mixtura din agregate minerale preanrobate cu emulsie nu necesită compactare, ceea ce prezintă un avantaj important la realizarea stratului. Stratul subțire după realizare poate ușor degaja apa, în urma ruperii emulsiei bituminoase deja după 20-30 min. După aceasta se deschide circulația automobilelor, care formează și compactează definitiv stratul.

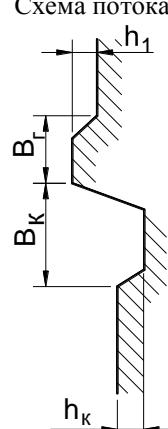
#### **6.3.4 Umplerea făgașului prin metoda de injectare**

Pe sectoarele mici umplerea făgașului cu material pentru reparație poate fi efectuată prin metoda de injectare prin intermediul utilajului tractat special, utilizat pentru plombarea gropilor.

**6.3.4.1** În calitate de material de reparație se utilizează criblura sort 5-8 (10) mm și emulsia bituminoasă cationică ЭБК-2, cu concentrația 60-70 %, din bitumuri БНД 90/130 sau 60/90. Consumul emulsiei constituie 10-11 % din masa criblurii. Lucrările pot fi efectuate la temperatură aerului nu mai mică de +5 °C, atât pe îmbrăcămintea uscată, cât și umedă.

**6.3.4.2** Umplerea făgașului se efectuează într-un ciclu unic în următoarea succesiune:

- curățarea peladelor de praf și noroi cu un get de aer comprimat;
- amorsarea cu emulsie încălzită la 60-70 °C;

	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea barierelor de protecție și indica-toarelor rutiere</i>	Очистка и сушка фрезерованной поверхности <i>Curățarea și uscarea suprafe- ţei frezate</i>	Приготовление эмульсионно-минеральной смеси, распределение и укладка <i>Pregătirea mixturii din agregate minerale preanrobate cu emulsie, repartizarea și compacarea</i>	Очистка слоя от неприклеившихся частиц <i>Curățarea stratului de particulele nelipite</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Dezinșalarea bari- erelor și indica-toarelor rutiere</i>
1						
2	Схема потока  <i>Organizare în flux</i>					
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Поливомоечная машина <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat</i>	Комбинированная машина для приготовления эмульсионно-минеральных смесей, распределения и укладки; каток гладковальцевый легкий, массой 2-4 т <i>Mașina combinară pentru prepararea, repartizarea și aşternerea mixturii din agregate minerale preanrobate cu emulsie, compactor cu cilindru, ușor, cu masa de 2-4 t.</i>	Поливомоечная машина с щеткой <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat dotat cu perie</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, cami- on</i>

**Рис. 21** Примерная схема производства работ по ликвидации колей малой глубины путем устройства слоя из эмульсионно-минеральных смесей

**Fig. 21** Schema model de executare a lucrărilor de lichidare a făgașelor cu adâncimea mică prin aşternerea stratului din preanrobate cu emulsie bituminoasă

- заполнение колеи черным щебнем, который подается под давлением (инжектируется);

- присыпка уложенного черного щебня белым щебнем (толщина слоя в одну щебенку).

Движение открывают через 10-15 мин после окончания работ.

### 6.3.5 Ликвидация колей методом горячей регенерации (способ термопрофилирования)

Этот способ рекомендуют для повышения ровности покрытия, при поверхностной колее глубиной не более 20 мм. Термопрофилирование покрытия проводят в следующей последовательности:

- разогревают покрытие на глубину 2 - 4 см (максимальная глубина разогрева слоя не может превышать 6 см);
- рыхлят его;
- добавляют 20-50 кг/м<sup>2</sup> новой асфальтобетонной смеси;
- разравнивают (выглаживают) новый слой;
- производят уплотнение.

**6.3.5.1** Термопрофилирование выполняют с применением комплекта машин, включающего асфальторазогреватель и термопрофилировщик (ремиксер).

**6.3.5.2** Наиболее экономичным является способ, состоящий из операций планировки, гомогенизации и регенерации битума без добавления новой смеси.

**6.3.5.3** Этот метод эффективен для ликвидации колеи, образовавшейся за счет износа (истирания) верхнего слоя асфальтобетона без образования пластической деформации, когда физико-механические свойства других слоев дорожной одежды стабильны.

**6.3.5.4** Горячие способы регенерации нельзя дважды применять на одном и том же участке.

**6.3.5.5** Рекомендуется на восстановленную поверхность покрытия уложить защитный слой или слой износа из горячего асфальтобетона.

- umplerea făgașului cu criblura preanrobată, care se introduce sub presiune (se injectează);

- împănarea criblurii preanrobate, puse în operă, cu criblură albă (grosimea stratului de o particolă).

Circulația se deschide peste 10-15 min după finalizarea lucrărilor.

### 6.3.5 Lichidarea făgașelor prin metoda de regenerare la cald (metoda de termoprofilare)

Această metodă se recomandă pentru egalizarea suprafeței de rulare, afectate de făgaș de suprafață cu adâncimea sub 20 mm. Termoprofilarea îmbrăcăminții rutiere se efectuează în următoarea succesiune:

- încălzirea îmbrăcăminții rutiere la o adâncime de 2 - 4 cm (adâncimea maximă de încălzire a stratului nu poate depăși 6 cm);
- scarificarea stratului;
- adaos de 20-50 kg/m<sup>2</sup> de mixtura asfaltică proaspătă;
- egalizarea (netezirea) stratului nou;
- compactarea.

**6.3.5.1** Termoprofilarea se efectuează cu utilizarea complexului de mașini, care include încălzitor de asfalt și termoprofilator (remixer).

**6.3.5.2** Cea mai economică metodă este metoda, compusă din operațiile de nivelare, omogenizare și regenerare fără adaos de mixtura nouă.

**6.3.5.3** Aceasta metodă este eficientă pentru lichidarea făgașului format din cauza uzurii (abrazioni) stratului superior din beton asfaltic fără formarea deformației plastice, când proprietățile fizico-mecanice ale altor straturi ale structurii rutiere sunt stabile.

**6.3.5.4** Metodele de regenerare la cald nu pot fi utilizate de două ori pe unul și același sector.

**6.3.5.5** Se recomandă să se aştearnere pe stratul regenerat a unui strat de protecție sau de uzură din beton asfaltic preparat la cald.

### **6.3.6 Ликвидация колеи глубиной до 25 мм путем частичного или поверхностного фрезерования холдным способом**

При наличии гребней выпора повышене ровности может быть выполнено методом холдного фрезерования. Этот метод применяют в тех случаях, когда испытаниями установлено, что нижележащие слои дорожной одежды стабильны.

**6.3.6.1** Частичное фрезерование заключается в срезании гребней выпора до дна колеи в целях быстрого исправления поперечной ровности и обеспечения безопасности движения.

**6.3.6.2** Поверхностное фрезерование состоит в срезании слоя износа на всей ширине проезжей части или на ширине полосы движения. Глубина фрезерования должна быть больше глубины колеи на 3-5 мм, в целях выравнивания поперечного профиля и удаления выступившего в колее битума. Для обеспечения хорошей поперечной ровности фрезерование должно производиться широкой фрезой (ширина не менее 1800 мм), а разница между уровнем соседних полос фрезерования должна быть не более  $\pm 3,0$  мм.

**6.3.6.3** Фрезерование ведут по струне, натянутой вдоль оси дороги, или по картограммам. При фрезеровании по струне первый проход фреза проходит вдоль оси дороги. При последующих проходах фреза смещается к обочине, копируя ровность предыдущей полосы. Толщина слоя фрезерования зависит от возможностей фрезы и задачи фрезерования.

**6.3.6.4** На свежую, незаезженную фрезерованную поверхность, после удаления остатков фрезерования и проведения подгрунтовки, необходимо уложить слой асфальтобетона или произвести двойную поверхностную обработку. Примерные схемы производства работ приведены на рис. 22 и 23.

### **6.3.6 Lichidarea făgașelor cu adâncimea de până la 25 mm prin metoda de frezare parțială sau de suprafață executată la rece**

În cazul prezenței crestelor de ridicare, egalizarea poate fi executată prin metoda de frezare, executată la rece. Această metodă se utilizează în cazul, în care prin încercări este stabilit, că straturile inferioare ale structurii rutiere sunt stabile.

**6.3.6.1** Frezarea parțială constă în tăierea creștelor de ridicare până la nivelul fundului făgașului în scopul corectării rapide a planeității transversale și asigurării siguranței circulației rutiere.

**6.3.6.2** Frezarea de suprafață constă în înlăturarea stratului de uzură pe toată lățimea părții carosabile sau a benzii de circulație. Adâncimea de frezare trebuie să depășească adâncimea făgașului cu 3-5 mm, pentru egalizarea profilului transversal și înlăturarea din făgaș a bitumului ieșit la suprafață. Pentru asigurarea planeității transversale frezarea trebuie efectuată de o freză lată (lățimea de minim 1800 mm), cu diferența dintre nivelul benzilor de frezare vecine de maxim  $\pm 3,0$  mm.

**6.3.6.3** Frezarea se efectuează pe fire de ghidare, întinse de-lungul axei drumului, sau conform cartogramelor. În cazul frezării pe fire de ghidare prima trecere a frezei se efectuează de-a lungul axei drumului. La următoarele treceri freza se deplasează spre acostament, copiind planeitatea benzii frezate anterior. Grosimea stratului de frezare depinde de capacitatele frezei și scopurile frezării.

**6.3.6.4** Pe suprafață proaspăt frezată, după înlăturarea resturilor de frezare și efectuarea amorsării, se așterne un strat din beton asfaltic sau se aplică tratamentul bituminos dublu. Schemele de execuție a lucrărilor sunt prezentate în fig. 22 și 23.

	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>	Фрезерование слоя асфальтобетона <i>Frezarea stratului din beton asfaltic</i>	Очистка и сушка фрезерованной поверхности <i>Curățarea și uscarea suprafeței frezate</i>	Распределение битума, распределение щебня, прикатка щебня <i>Distribuirea bitumului, distribuirea ciblurii, cilindrarea ciblurii</i>	Очистка слоя от неприклеившихся частиц <i>Curățarea stratului de particule nelipite</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Dezinșalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>
1							
2	Схема потока <i>Organizare în flux</i>						
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Фреза; автосамосвал <i>Freză; autobasculantă</i>	Поливомоечная машина <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat -</i>	Автогудронатор, щебнераспределитель, каток гладковальцевый легкий массой 2-4 т, комбинированная машина для устройства поверхностной обработки <i>Autogudronator, distribuitor de ciblură, compactor cu valuri ușor cu masa de 2-4 t, mașina combinată pentru aplicarea tratamentului bituminos</i>	Поливомоечная машина с щеткой <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat dotat cu perie</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

Рис. 22 Примерная схема производства работ по частичному или полному фрезерованию по ширине покрытия и устройству слоя поверхностной обработки

Fig. 22 Schema model de executare a lucrărilor de frezare parțială sau totală pe lățimea părții carosabile și aplicarea tratamentului bituminos

1	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea parapetelor și indicatoarelor</i>	Фрезерование слоя асфальтобетона <i>Frezarea stratului din beton asfaltic</i>	Очистка и сушка фрезерованной поверхности <i>Curățarea și uscarea suprafeței frezate</i>	Распределение битума, распределение щебня, прикатка щебня <i>Stropirea bitumului, distribuirea ciblurii, cilindrarea ciblurii</i>	Очистка слоя от неприклеившихся частиц <i>Curățarea stratului de particule nelipite</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Scoaterea parapetelor și indicatoarelor</i>
2	Схема потока <i>Organizare în flux</i>						
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Фреза; автосамосвал <i>Freză; autobasculantă</i>	Поливомоечная машина <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat</i>	Автогудронатор, щебнераспределитель, каток гладковальцевый легкий массой 2-4 т, комбинированная машина для устройства поверхностной обработки <i>Autocisternă de stropit lianți organici, distribuitor de ciblură, compactor cilindric, ușor, cu masa 2-4 t, mașina combinată pentru aplicarea tratamentului bituminos</i>	Поливомоечная машина с щеткой <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat dotat cu perie</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

**Рис. 23** Примерная схема производства работ по частичному или полному фрезерованию по ширине покрытия и устройству защитного слоя поверхностной обработки

**Fig. 23** Schema model de executare a lucrărilor de frezare parțială sau totală pe lățimea părții carosabile și așternerea stratului de protecție din tratament bituminos

## 6.4 Методы ликвидации колей с устранением причин колеообразования

### 6.4.1 Принципы ликвидации колей

Главные принципы ликвидации колеи состоят в следующем:

- решение о выборе метода исправления должно быть результатом всестороннего анализа состояния существующей дорожной одежды и земляного полотна и причин образования колеи;
- способ ликвидации колеи должен соответствовать степени деформации дорожной одежды и причинам колеообразования;
- исправление должно иметь характер усиления, рассчитанного таким образом, чтобы после ремонта не допустить образования колеи или ограничить ее образование допустимой величиной в пределах установленного срока службы дорожной одежды;
- после ремонтов дорожной одежды и активной зоны земляного полотна не должно оставаться нестабильных слоев, чтобы они не стали главной причиной образования колеи;
- нельзя фрезеровать или перерабатывать старые слои из асфальтобетона и других битумно-минеральных смесей не на всю толщину, если результаты испытаний показали, что этот слой нестабилен. Такой слой необходимо заменить или переработать полностью;
- технология ликвидации колеи на мостах, путепроводах и эстакадах должна разрабатываться отдельно, с учетом особенностей конструкции мостового полотна конкретного объекта.

### 6.4.2 Методы регенерации старого асфальтобетона при ликвидации колеи с устранением причин колеообразования

Методы регенерации старого покрытия могут быть использованы для устранения причин образования колеи в тех случаях, когда нестабильный слой удаляют на всю глубину, а регенерированному слою придают требуемые свойства. Удаление нестабильного слоя может быть выполнено горячим или холодным способом. Регенерация старого асфальтобетона может быть проведена на месте укладки в покрытие в передвижной установке или на АБЗ с добавле-

## 6.4 Metode de lichidare a făgașelor cu înlăturarea cauzelor de formare a acestora

### 6.4.1 Principiile de lichidare a făgașelor

Principiile generale de lichidare a făgașului constă în:

- alegerea metodei de corecție trebuie să fie efectuată în baza analizei multilaterale a stării structurii rutiere existente și a terasamentului căii și a cauzelor de formare a făgașului;
- metoda de lichidare trebuie să corespundă gradului de deformare a structurii rutiere și cauzelor de formare a făgașului;
- corecția trebuie să poarte caracter de ranforsare, calculat în aşa mod, ca după execuția reparației să nu se admită formarea făgașului, sau să se limiteze formarea acestuia la valoarea admisă în limitele duratei de serviciu a structurii rutiere;
- după reparațiile structurii rutiere și a zonei active a terasamentului nu trebuie să rămână straturi instabile, pentru ca ele să nu devină cauza principală a formării făgașului;
- nu se admite frezarea sau prelucrarea straturilor existente din beton asfaltic și din alte anrobate bituminoase pe grosimea parțială, dacă rezultatele cercetărilor au demonstrat, că acest strat este instabil. Acest strat este necesar să se înlocuiască sau să se prelucreze integral;
- tehnologia de lichidare a făgașului pe poduri, pasaje și estacade trebuie elaborată aparte, ținând cont de particularitățile constructive ale căii podului în cauză.

### 6.4.2 Metode de regenerare a betonului asfaltic vechi la lichidarea făgașului cu înlăturarea cauzelor de formare a acestuia

Metodele de regenerare a îmbrăcăminții rutiere vechi pot fi utilizate pentru înlăturarea cauzelor formării făgașului atunci, când stratul instabil se înlătăruște pe toată grosimea, iar stratul regenerat își redă proprietățile necesare. Înlăturarea stratului instabil poate fi efectuată la cald și la rece. Regenerarea îmbrăcăminții rutiere existente poate fi efectuată in situ în instalația mobilă sau la FMA cu adăos de liant și plastifiant, de criblură sau mixtură nouă pentru corectarea compozиției granulometrice a beto-

нием вяжущего и пластификатора, щебня или новой смеси для корректировки гранулометрического состава обновленного асфальтобетона с целью стабилизации его физико-механических свойств. Определение вида и количества добавок, необходимых для обеспечения требуемых физико-механических свойств обновленного асфальтобетона, производится на основе тщательного лабораторного анализа характеристик материала старого покрытия и подбора состава и свойств обновленного асфальтобетона (табл. 6.2).

**6.4.2.1** Горячие методы регенерации и повторного использования материалов слоев старой дорожной одежды нельзя применять в следующих случаях:

- когда слой содержит смесь смолы и дегтя. Такие слои могут быть отфрезерованы только холодным способом, а полученный гранулят может быть использован для обработки битумной эмульсией или цементом;
- если слой состоит из литого асфальта. Слои из литого асфальта удаляют только при очень высоких температурах с помощью специального оборудования, приспособленного для такого асфальтобетона. При разогреве слоя литого асфальта происходит выгорание битума. Полученная смесь не пригодна для повторного использования;
- если слой неоднородный, с большим числом заплат, которые не были ранее отфрезерованы;
- если слой имеет низкую прочность;
- слои поверхностной обработки и тонкослойные покрытия на модифицированных битумах;
- слои покрытия из битумоминеральных смесей толщиной менее 10 мм на жестком основании из-за возможности появления отраженных трещин;
- слои, содержащие избыточное количество вяжущего или пылеватых частиц, что требует большого количества добавок для корректировки смеси. Такие слои следует удалить и перерабатывать для других целей.

nului asfaltic renovat în scopul stabilizării caracteristicelor fizico-mecanice a acestuia. Determinarea tipului și cantității de adaosuri, necesare pentru asigurarea caracteristicilor fizico-mecanice stabilite ale betonului asfaltic renovat, se efectuează în baza analizei minuțioase de laborator a caracteristicilor materialului îmbrăcăminții rutiere existente și alegerea compoziției și caracteristicilor betonului asfaltic renovat (tab. 6.2).

**6.4.2.1** Utilizarea metodelor de regenerare la cald și de reutilizare a materialelor structurii rutiere vechi nu se permite în următoarele cazuri:

- dacă stratul conține amestecuri de bitum și gudron. Astfel de straturi pot fi frezate numai la rece, iar materialul obținut poate fi utilizat pentru preanrobare cu emulsia bituminoasă sau cu ciment;
- dacă stratul este executat din asfalt turnat. Stratul din beton asfaltic turnat se înlătură numai la temperaturi foarte înalte cu utilizarea utilajului special adaptat pentru astfel de beton asfaltic. La încălzirea stratului din beton asfaltic turnat are loc arderea bitumului. Mixtura obținută nu este potrivită pentru a fi reutilizată;
- dacă stratul nu este omogen, cu un număr major de plombări, care nu au fost frezate anterior;
- dacă stratul are capacitatea portantă redusă;
- straturi ale tratamentului bituminos și îmbrăcăminții rutiere cu straturi subțiri pe bitumuri modificate;
- straturi ale îmbrăcăminții rutiere din anrobate bituminoase cu grosimea sub 10 mm pe fundație rigidă, din cauza posibilității de apariție a fisurilor reflectate;
- straturi care conțin o cantitate excesivă de liant sau particule prăfoase, deoarece necesită o cantitate mare de adaosuri pentru corectarea compoziției mixturii. Astfel de straturi trebuie înlăturate și prelucrate pentru alte scopuri.

**Таблица 6.2**  
**Tabelul 6.2**

**Основные этапы проектирования состава регенерируемой смеси**  
***Etapele principale de proiectare a compozиiei mixturiи regenerate***

1. Определение зернового состава минеральных материалов, содержания и свойств вяжущего в асфальтобетоне старого покрытия.

*Determinarea granulozităii agregatelor minerale, cantităii și proprietăților liantului în betonul asfaltic al îmbrăcăminții rutiere vechi*



2. Определение зернового состава новых материалов и свойств нового вяжущего.

*Determinarea granulozităii materialelor noi și a proprietăților liantului nou.*



3. Расчет состава минеральной части регенерированной меси и определение количества добавок каменного материала в зависимости от способа переработки старого асфальтобетона.

*Calcularea compoziției părții minerale a mixturii regenerate și determinarea cantității de adaosuri de agregate în funcție de metoda de prelucrare a betonului asfaltic vechi.*



4. Определение количества нового битума в составе регенерированной смеси.

*Determinarea cantității de bitum de aport în compoziția mixturiи regenerate.*



5. Определение требуемой вязкости нового битума и количества пластификатора.

*Determinarea vâscozității necesare a bitumului și a cantității de plastifiant.*



6. Определение состава регенерируемой смеси, приготовление и испытание контрольных образцов регенерированного асфальтобетона.

*Determinarea compoziției mixturiи regenerate, confectionarea și încercarea epruvevetelor din betonul regenerat.*



7. Уточнение состава регенерированной смеси по результатам испытания контрольных образцов.

*Precizarea compoziției mixturiи regenerate în baza rezultatelor încercărilor epruvevetelor.*

**6.4.2.2** Для ликвидации колеи, причиной образования которой являются нестабильные свойства верхнего слоя асфальтобетона, рекомендуется метод ремиксинга (термосмешение) на глубину 4 - 6 см. Этот ме-

**6.4.2.2** Pentru lichidarea făgașului format din cauza proprietăților instabile ale stratului superior din beton asfaltic, se recomandă metoda de reciclare (termomalaxare) la o adâncime de 4 - 6 cm. Această metodă este eficientă în cazul

тод эффективен при условии достаточной прочности нижележащих слоев. Технологические операции включают:

- очистку покрытия от пыли и грязи;
- нагрев асфальтобетона;
- разрыхление и фрезерование старого покрытия;
- подачу снятого материала в смеситель;
- добавление пластификатора и минеральных компонентов (при необходимости) и перемешивание;
- распределение смеси, предварительное и окончательное уплотнение.

Существуют несколько вариантов такой технологии, что позволяет выбрать наиболее эффективную в каждом конкретном случае (рис. 24, 25 и 26).

**6.4.2.2.1** Корректировка гранулометрического состава старой смеси производится добавкой щебня, которая может подаваться в смеситель или рассыпаться непосредственно на старое покрытие перед его нагревом. Предпочтительным является дозирование старой асфальтобетонной смеси, подаваемой в смеситель. Объем добавляемого материала не превышает 25 % общего объема.

**6.4.2.2.2** Если глубина колеи более 30 мм, необходимо предварительно выполнить частичное фрезерование, срезание гребней выпора и отдельных неровностей, чтобы обеспечить равномерный разогрев поверхности покрытия. Частичное или поверхностное фрезерование необходимо, когда в колее выступила мастика, а также в тех случаях, когда требуется скорректировать по-перечный уклон образовавшейся полосы.

rezistenței suficiente a straturilor inferioare. Operațiile tehnologice includ:

- curățarea îmbrăcăminții rutiere de praf și noroi;
- încălzirea betonului asfaltic;
- scarificarea și frezarea îmbrăcăminții vechi;
- încărcarea materialului scos în malaxor;
- adaos de plastifiant și componente minerale (după necesitate) și amestecarea acestora;
- distribuirea mixturii, compactarea preliminară și definitivă.

Există mai multe variante ale unei astfel de tehnologii, ce permite alegerea celei mai eficiente în fiecare caz concret (fig. 24, 25 și 26).

**6.4.2.2.1** Corecția granulozității mixturii vechi se efectuează prin adaos de cribură, care poate fi încărcată în malaxor sau distribuită pe îmbrăcămîntea rutieră veche înainte de încălzire. Este preferabilă dozarea mixturii asfaltice vechi care se încarcă în malaxor. Volumul materialului suplinit nu depășește 25 % din volumul total.

**6.4.2.2.2** În cazul în care adâncimea făgașului depășește 30 mm, este necesar în prealabil să se efectueze frezarea parțială, tăierea crestelor de ridicare și a unor denivelări pentru asigurarea încălzirii uniforme a îmbrăcăminții rutiere. Frezarea parțială sau de suprafață este necesară în cazul în care în făgaș a ieșit la suprafață masticul, precum și în cazul în care trebuie corectată declivitatea transversală a benzii formate.

	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>	Нагрев слоя асфальтобетона. Фрезерование слоя с измельчением и поперечным перемещением смеси. Дозирование и распределение жидких компонентов. Дозирование и распределение минеральных компонентов. Перемешивание компонентов с распределением смеси. Предварительное уплотнение смеси.  <i>Încălzirea stratului din beton asfaltic. Frezarea stratului cu mărunțirea și deplasarea transversală a mixturii. Dozarea și distribuția compozițiilor lichizi. Dozarea și distribuirea compozițiilor minerali. Amestecarea compozițiilor cu repartizarea mixturii. Precompactarea mixturii.</i>	Окончательное уплотнение <i>Compactarea definitivă</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Deinstalarea barierelor și indicatoarelor rutiere.</i>
1					
2	Схема потока <i>Organizare în flux</i>				
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Терморемиксер с рабочими органами: нагреватель инфракрасного излучения, фреза, дозатор и распределитель жидких вязущих. Дозатор и распределитель каменных или порошкообразных материалов. Смеситель, шнек-распределитель, трамбующий бруск, виброплита. Автогудронатор, поливомоечная машина.  <i>Termomalaxor cu organe de lucru: încălzitor panouri radiante, freză, dozator și distribuitor de lianți lichizi. Dozator și distribuitor de agregate sau materiale pulverulente. Malaxor, distribuitor cu melc, grindă compactoare, placă vibrantă. Autogudronator, Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat.</i>	Каток пневмоиненный, гладковальцевый, комбинированный <i>Compactor cilindric, combinat</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

Рис. 24 Примерная схема производства работ по регенерации старого покрытия на глубину 4-6 см с повторной укладкой регенирированного асфальтобетона

*Fig. 24 Schema model de executare a lucrărilor de regenerare a îmbrăcăminții rutiere la adâncimea de 4-6 cm cu reașternerea asfaltului regenerat*

	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>	Очистка слоя <i>Curățarea stratului</i>	Распределение битума, распределение щебня, прикатка щебня <i>Distribuirea bitumului, distribuirea ciblurii, compactarea ușoară a ciblurii</i>	Очистка слоя от неприклеившихся частиц <i>Curățarea stratului de particule nelipite</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Dezinstalarea barierelor și indicatoarelor rutiere.</i>
1						
1	Схема потока <i>Organizare în flux</i>					
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Подметально-уборочная машина, поливомоечная машина <i>Autocisterna cu dispozitiv de stropit și spălat dotat cu perie</i>	Комбинированная машина для устройства поверхностей обработки, автогудронатор, щебнераспределитель навесной на самосвал или самоходный, каток на пневматических шинах, краток гладковальцевый легкий, массой 2-4 т. <i>Mașina combinată pentru aplicarea tratamentului bituminos, autocisternă de stropit lanții organici, distribuitor de ciblură suspendat pe camion sau autopropulsat, compactor pe pneuri, compactor cilindric ușor, cu masa de 2-4 t.</i>	Поливомоечная машина с щеткой <i>Autocisterna cu dispozitiv de stropit și spălat dotat cu perie</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

Рис. 25 Примерная схема производства работ по регенерации старого покрытия на глубину 4-6 см с повторной укладкой регенированного асфальтобетона (табл. 1) и с устройством одно- или двухслойной поверхностной обработки или слоя из эмульсионно-минеральных смесей (табл. 2)

*Fig. 25 Schema model de executare a lucrărilor de regenerare a îmbrăcămintii rutiere existente la o adâncime de 4-6 cm cu reașternerea betonului asfaltic (tab. 1) și aplicarea tratamentului bituminos unic sau dublu sau a stratului din agregate minerale preanrobate cu emulsie bituminoasă (tab. 2)*

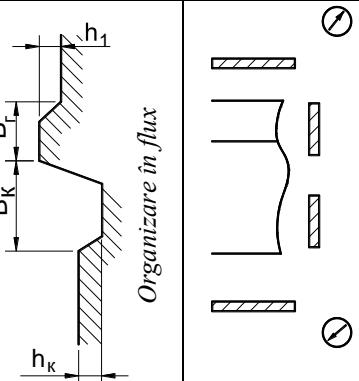
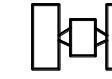
	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>	Нагрев слоя асфальтобетона. Фрезерование слоя с измельчением и поперечным перемещением смеси. Дозирование и распределение жидких компонентов. Дозирование и распределение минеральных компонентов. Перемешивание компонентов с распределением смеси. Предварительное уплотнение смеси <i>Încălzirea stratului din beton asfaltic. Frezarea stratului cu măcinarea și strămutarea transversală a mixturi. Dozarea și distribuția compozițiilor lichizi. Dozarea și distribuirea compozițiilor minerali. Amestecarea compozițiilor cu distribuirea mixturi. Compactarea preliminară a mixturi.</i>	Завоз и укладка асфальтобетонной смеси <i>Aducerea și aşternerea mixturi asfaltice</i>	Окончательное уплотнение <i>Compactarea definitivă</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Dezinstanarea barierelor și indicatoarelor rutiere</i>
1						
2	Схема потока <i>Organizare în flux</i>					
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Терморемиксер с рабочими органами: нагреватель инфракрасного излучения, фреза, дозатор и распределитель жидких вяжущих, дозатор и распределитель каменных или порошкообразных материалов, смеситель, шнек-распределитель, трамбующий бруск, виброплита, автогудронатор, поливомоечная машина <i>Termomalaxor cu organe de lucru: încălzitor cu radiație infraroșie, freză, dozator și distribuitor de lianți lichizi. Dozator și distribuitor de materiale din piatră sau pulvuralente. Malaxor, distribuitor de tip transportor-melc, grindă compactoare, placă vibrantă. Autocisternă de stropit lianți organici, Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat.</i>	Автосамосвал; асфальтоукладчик, <i>Autobasculanta, distribuitor de mixtura asfaltică</i>	Каток пневмошинный, гладковальцевый, комбинированный <i>Compactor pe pneuri, cilindric, combinat</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

Рис. 26 Примерная схема производства работ по регенерации старого покрытия на глубину 4-6 см с повторной укладкой регенированного асфальтобетона и устройством нового слоя «Ремикс+»

Fig. 26 Schema model de executare a lucrărilor de regenerare a îmbrăcăminții rutiere cu adâncimea de 4-6 cm cu aşternerea betonului asfaltic regenerat și a unui strat nou "Remix +"

**6.4.2.2.3** Вместе с устранением колеи, возникшей в верхнем слое покрытия, по технологии, описанной в п. 6.4.2.2.1 и 6.4.2.2.2, можно произвести усиление дорожной одежды. Для этого на слой покрытия из скорректированной смеси укладывают дополнительный слой из новой сдвигостойчивой асфальтобетонной смеси по технологии Ремикс-плюс (рис. 26). Все операции по укладке слоя покрытия из корректированной (обновленной смеси) и дополнительного слоя из новой смеси производятся одной машиной за один проход. Таким образом, новая горячая смесь укладывается на горячий слой, что способствует хорошему сцеплению слоев и их омоноличиванию.

При отсутствии оборудования, позволяющего реализовать технологию Ремикс-плюс, дополнительный слой укладывают обычным способом.

**6.4.2.3** На дорогах III и IV категорий допускается ликвидация колеи с заменой нестабильного слоя только на ширину колей. В этом случае проводят вырезание корыта холодным фрезерованием по каждой колее на всю ее ширину, включая боковые гребни выпора на всю глубину слоев асфальтобетона с нестабильными свойствами (частичное фрезерование). Отфрезерованную поверхность высушивают и очищают, после чего укладывают и уплотняют в один или два слоя асфальтобетонную смесь (рис. 27).

После этого рекомендуется уложить на всю ширину полосы движения или на всю ширину проезжей части защитный слой из эмульсионно-минеральной смеси или слой поверхностной обработки для обеспечения однородных свойств и внешнего вида покрытия, предупреждения образования продольных трещин. Метод применяют при отсутствии ресурсов на замену нестабильных слоев на всю ширину полосы движения как временную меру, поскольку вероятность возникновения продольных трещин сохраняется.

#### 6.4.3 Удаление нестабильных слоев

Ликвидация колей методом удаления (стабилизации) нестабильных слоев и устройство покрытия из сдвигостойчивого асфальтобетона рекомендуется на дорогах I-III категорий в тех случаях, когда один

**6.4.2.2.3** Împreună cu lichidarea făgașului, apărut în stratul superior al îmbrăcăminții rutiere, conform tehnologiei descrise în pct. 6.4.2.2.1 și 6.4.2.2.2, poate fi efectuată ranforsarea structurii rutiere. Pentru această, pe stratul îmbrăcăminții rutiere din mixtura corectată se aşterne un strat adăugător din mixtura nouă rezistentă la forfecare după tehnologia Remix-plus (fig. 26). Toate operațiile de aşternere a stratului din mixtura corectată (renovată) și a stratului adăugător din mixtura nouă se efectuează de o singură mașină printr-o singură trecere. Astfel, mixtura nouă preparată la cald se aşterne pe stratul cald, ceea ce contribuie la o aderență bună între straturi și monolitizarea acestora.

În lipsa echipamentului care permite realizarea tehnologiei Remix-plus, stratul adăugător se aşterne prin metoda obișnuită.

**6.4.2.3** Pe drumurile de categoriile III și IV se admite lichidarea făgașului cu înlocuirea stratului instabil numai pe lățimea făgașului. În acest caz se taie o casetă prin frezare la rece pe fiecare făgaș, pe toată lățimea acestuia, inclusiv crestele laterale de ridicare pe toată adâncimea straturilor din beton asfaltic cu caracteristicile instabile (frezarea parțială). Suprafața frezată se usucă și se curăță, apoi se aşterne și se compactează unul sau două straturi din beton asfaltic (fig. 27).

Ulterior se recomandă să se aşternere pe toată lățimea benzii de circulație sau a părții carosabile unui strat de protecție din mixtură din agregate minerale preanrobate cu emulsie sau să se aplice tratamentul bituminos pentru a asigura omogenitatea proprietăților și a aspectului îmbrăcăminții rutiere, prevenirea formării fisurilor longitudinale. Metoda se utilizează în lipsa surselor pentru înlocuirea straturilor instabile pe toată lățimea părții carosabile ca măsură provizorie, deoarece probabilitatea formării fisurilor transversale se menține.

#### 6.4.3 Înlăturarea straturilor instabile

Lichidarea făgașelor prin metoda de înălțare (stabilizare) a straturilor instabile și execuțarea îmbrăcăminții rutiere din beton asfaltic rezistent la forfecare se recomandă pentru drumurile de categoriile I-III în cazul în care

или несколько верхних слоев асфальтобетона являются нестабильными.

**6.4.3.1** Удаление нестабильных слоев производят холодным фрезерованием на полную толщину. В случае, когда нестабильным является только верхний слой покрытия, фрезерование производят на глубину 4-5 см за один проход фрезы. Если нестабильным являются два или более слоя, то их удаляют полностью за два или более прохода фрезы по одному следу, чтобы обеспечить однородность гранулята, полученного из каждого слоя. Общая глубина фрезерования может составлять 10-12 см (рис. 28). Полученный гранулят может быть использован как материал для переработки и устройства слоев дорожной одежды на других дорогах или участках дорог горячим или холодным способом.

**6.4.3.2** В случае, когда нестабильный слой залегает под стабильным, сначала необходимо снять стабильный слой, а затем нестабильный. Другой вариант состоит в том, что нестабильный слой может быть переработан и стабилизирован на месте методом ремиксинга и оставлен как нижний слой покрытия.

**6.4.3.3** После снятия нестабильных слоев укладывают один или несколько слоев из горячей смеси. Толщина слоев усиления рассчитывается исходя из прочности оставшейся дорожной одежды и интенсивности движения с учетом прогнозируемого накопления остаточной деформации дорожной конструкции.

**6.4.3.4** В верхний слой покрытия рекомендуется укладывать асфальтобетонные смеси типа «А» и «Б», а также щебнемастичные смеси (ЩМА). Гранулометрический состав и физико-механические характеристики верхнего слоя асфальтобетонного покрытия должны быть обоснованы расчетом на устойчивость асфальтобетонного покрытия к образованию колеи по методике, приведенной в п. 8. Для повышения сдвигостойчивости в состав асфальтобетона на модифицированном битуме рекомендуется вводить фибр (армирующие волокнистые наполнители), в количестве 1,5-3,5 % по массе.

#### 6.4.4 Усиление дорожной одежды

В случае, когда главной причиной обра-

unul sau mai multe straturi superioare din beton asfaltic sunt instabile.

**6.4.3.1** Înlăturarea straturilor instabile se efectuează prin frezare la rece pe toată adâncimea. În cazul în care instabil este doar stratul superior al îmbrăcăminții rutiere, frezarea se efectuează la o adâncime de 4-5 cm printr-o singură trecere a frezei. În cazul în care instabile sunt două sau mai multe straturi, ele se înlătură definitiv prin două sau mai multe treceri ale frezei, pentru asigurarea omogenității materialului granulat obținut din fiecare strat. Adâncimea totală de frezare poate constitui 10-12 cm (fig. 28). Materialul granulat obținut poate fi utilizat ca material pentru prelucrare și folosire la realizarea straturilor structurii rutiere pe alte drumuri sau sectoare de drumuri, la cald sau la rece.

**6.4.3.2** În cazul în care stratul instabil este așezat sub cel stabil, dintâi este necesar să se scoate stratul stabil, după care acel instabil. Varianta alternativă constă în prelucrarea stratului instabil și stabilizarea acestuia pe loc, prin metoda remixării și lăsat ca strat inferior (de bază) al îmbrăcăminții rutiere.

**6.4.3.3** După scoaterea straturilor instabile se așterne unul sau mai multe straturi din mixturi preparate la cald. Grosimea straturilor de ranforsare se calculează pornind de la capacitatea portantă a structurii rutiere rămase și intensitatea traficului ținând cont de acumularea deformării remanente a structurii rutiere.

**6.4.3.4** În stratul de uzură al îmbrăcăminții rutiere se recomandă așternerea mixturilor asfaltice tip "A" și "B", precum și mixturilor asfaltice stabilizate cu fibre (MASF). Granulozitatea și caracteristicile fizico-mecanice ale stratului superior al îmbrăcăminții rutiere din beton asfaltic trebuie să fie bazate pe calculul la rezistență a îmbrăcăminții rutiere asfaltice la formarea făgașului după metodologia prezentată în pct. 8. Pentru sporirea rezistenței la forfecare în compozitia betonului asfaltic preparat în baza bitumului modificat se recomandă să se includă fibră (adaosuri din fibre pentru armare), în cantitate 1,5-3,5 % din masă.

#### 6.4.4 Ranforsarea structurii rutiere

În cazul, în care cauza principală a formă-

зования колеи является недостаточная прочность дорожной одежды, необходимо ее усиление с укладкой одного или двух слоев усиления из асфальтобетона или замена слоев основания.

Для повышения общей прочности дорожной одежды рекомендуется применять армирование сетками, геопластиками, георешетками пространственного типа (рис. 29, 30).

**6.4.4.1** Геосетки укладываются между слоями бетона и асфальтобетона (рис. 29, а) или между верхним и нижним слоем покрытия (рис. 29, б), или в верхнем слое покрытия. Место укладки сеток зависит от состояния нижележащего слоя, глубины фрезерования и условий эксплуатации.

Геосетки могут быть также размещены между слоями регенерации и новым асфальтобетоном, между слоями жесткого основания и нежесткими слоями, укладывающими из смесей, приготовленных в установке или путем ремиксирования на дороге.

**6.4.4.2** Усиление дорожной одежды может быть произведено с использованием материалов слоев существующей дорожной одежды, переработанных на месте способом смешения. В этом случае холодной фрезой фрезеруют покрытие или покрытие вместе с основанием. При этом получают асфальто-гранулобетонную смесь. В эту смесь, при необходимости, добавляют новый скелетный материал и вяжущее, перемешивают, распределяют по нижележащему слою основания и уплотняют. В результате получают асфальто-гранулобетон (АГБ). В качестве вяжущего обычно используют кационную битумную эмульсию ЭБК-3, цемент, вспененный битум или комплексное вяжущее.

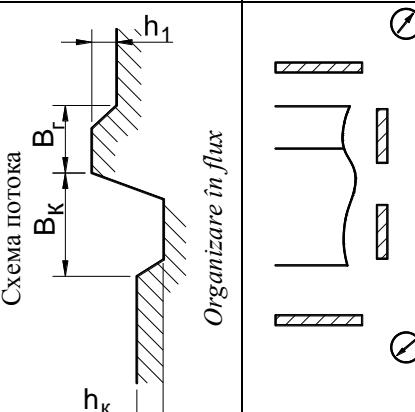
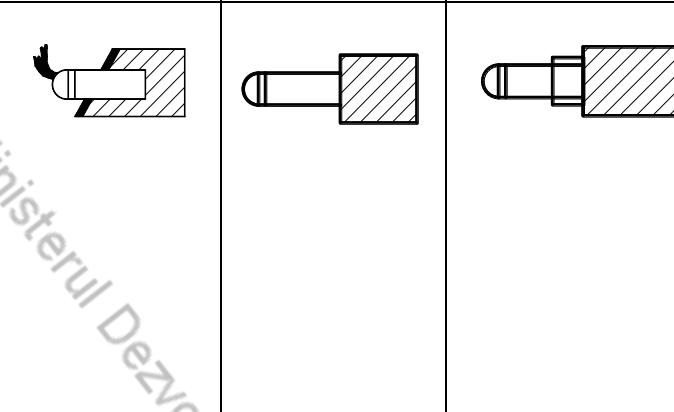
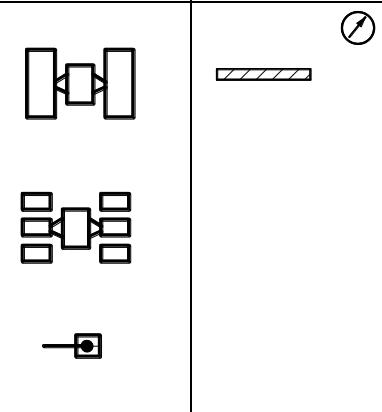
рии făgașului este capacitatea portantă insuficientă a structurii rutiere, trebuie de a o ranforsa prin aşternerea unuia sau două straturi din beton asfaltic sau înlocuirea straturilor de fundație.

Pentru sporirea capacitatei portante a structurii rutiere se recomandă armarea cu plase, geosintetice, geogrise spațiale (fig. 29, 30).

**6.4.4.1** Geoplașele se aşternă între straturile din beton de ciment și beton asfaltic (fig. 29, a) sau între stratul superior (de uzură) și cel inferior (de legătură) al îmbrăcăminții rutiere (fig. 29, b), sau în stratul de uzură. Locul de aşternere a plaselor depinde de starea stratului inferior, adâncimea de frezare și condițiile de exploatare.

Geoplașele pot fi plasate de asemenea între straturile de regenerare și betonul asfaltic nou, între straturile de fundație rigidă și straturile nerigide, realizate din mixturile preparate în instalații sau prin reciclarea in situ.

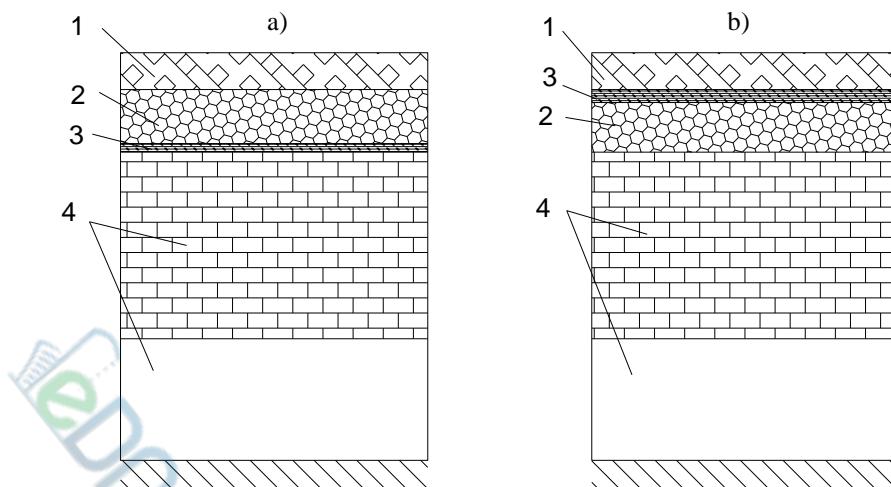
**6.4.4.2** Ranforsarea structurii rutiere poate fi executată utilizând materialele din straturile îmbrăcăminții rutiere existente, prelucrate in situ prin malaxare. În acest caz, prin frezare la rece se freezează îmbrăcămintea rutieră sau îmbrăcămintea împreună cu fundația. În astă mod se obține un amestec numit asfaltogranulobeton. În acest amestec, în caz de necesitate, se adaugă material de schelet nou și liant, se amestecă și se distribuie pe stratul inferior al fundației și se compactează. Ca rezultat se obține asfaltogranulobeton. De obicei, în calitate de liant se folosește emulsia cationică bituminoasă ЭБК-3, ciment, bitum spumat sau liant complex.

	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>	Фрезерование слоя асфальтобетона <i>Frezarea stratului din beton asfaltic</i>	Очистка и сушка фрезерованной поверхности <i>Curățarea și uscarea suprafeței frezate</i>	Распределение битумной эмульсии <i>Distribuirea emulsiei bituminoase</i>	Завоз и укладка асфальтобетонной смеси <i>Transportarea și aşternerea mixturii asfaltice</i>	Уплотнение асфальтобетонной смеси <i>Compactarea mixturii asfaltice</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Dezinstanarea barierelor și indicatoarelor rutiere</i>
1								
2	Схема потока <i>Organizare în flux</i>							
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Фреза; автосамосвал <i>Freză; autobasculanta</i>	Поливомоечная машина <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat</i>	Автогудронатор <i>Autocisternă de stropit lianți organici</i>	Автосамосвал; асфальтоукладчик <i>Autobasculantă; distribuitor de asfalt,</i>	Виброплита; каток пневмошинный, гладковальцевый, комбинированный <i>Placă vibratoare; compactor pe pneuri, cilindric, combinat</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

**Рис. 27** Примерная схема производства работ по частичному фрезерованию покрытия и устройству слоя из асфальтобетона  
**Fig. 27** Schema model de executare a lucrărilor de frezare parțială a îmbrăcăminții rutiere și aşternerea stratului din beton asfaltic

1	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>	Фрезерование слоя асфальтобетона <i>Frezarea stratului din beton asfaltic</i>	Очистка и сушка фрезерованной поверхности <i>Curățarea și uscarea suprafeței frezate</i>	Распределение битумной эмульсии <i>Distribuirea emulsiei bituminoase</i>	Завоз и укладка асфальтобетонной смеси <i>Transportarea și așternerea mixturii asfaltice</i>	Уплотнение асфальтобетонной смеси <i>Compactarea mixturii asfaltice</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Dezinstanarea barierelor și indicatoarelor rutiere</i>
2	Схема потока <i>Organizare în flux</i>							
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto; camion</i>	Фреза; автосамосвал <i>Freză; autobasculanta</i>	Поливомоечная машина <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat</i>	Автогудронатор <i>Autocisternă de stropit lianți organici</i>	Автосамосвал; асфальтоукладчик <i>Autobasculantă; distribuitor de asfalt</i>	Виброплита; каток пневмошинный, гладковальцевый, комбинированный <i>Placă vibratoare; compactor pe pneuri, cilindric, combinat</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

**Рис. 28** Примерная схема производства работ по фрезерованию покрытия и устройству слоя из щебнемастичного асфальтобетона  
**Fig. 28** Schema model de executare a lucrărilor de frezare a părții carosabile și așternerea stratului din beton asfaltic din criblură și mastic



**Рис. 29** Варианты конструкций дорожной одежды с использованием материала слоев старой дорожной одежды:

1 - слой истирания из горячего асфальтобетона, армированного волокнистым материалом; 2 -слой дорожной одежды, полученный горячим методом смешения на дороге (машиной ремиксер); 3 - геосетка из базальтового волокна или стекловолокна; 4 - стабильные слои старой дорожной одежды, не подвергнутые фрезерованию

**Fig. 29** Variante de structuri rutiere cu utilizarea materialului din straturile îmbrăcăminții rutiere vechi:

1 – strat de abraziune din mixtura asfaltică stabilizată cu fibre; 2 – strat al îmbrăcăminții rutiere obținut la cald prin malaxare în situ (cu mașina remixer); 3 – geoplasă din fibre de bazalt sau din fibre de sticlă; 4 – straturi stabile ale îmbrăcăminții rutiere existente, nefrezate

**6.4.4.3** На дорогах I-II категорий слой из асфальтогранулированного бетона толщиной от 8 до 30 см может служить как верхний слой основания на дорогах III-IV категорий или может быть уложен как нижний слой покрытия. В зависимости от интенсивности движения на слой асфальтобетона укладывают одно- или двухслойное покрытие или устраивают поверхностную обработку (рис. 31 и 32), или может быть уложен как нижний слой покрытия на дорогах III-IV категорий

Наряду со смесями, приготовленными из новых материалов, в качестве основания может быть рекомендован слой, построенный по методу холодного ресайклинга. В слое основания необходимо нарезать швы не реже чем через 10 м. Для предотвращения образования трещин и сдвиговых деформаций в конструкции дорожной одежды рекомендуется:

- нарезать швы в асфальтобетонном покрытии;
- укладывать геосетку, георешетку или тонкослойное покрытие из специальных смесей, армированных волокнистыми добавками.

**6.4.4.3** Pe drumurile de categoriile I-II stratul din beton asfaltogranulat cu grosimea de la 8 până la 30 cm poate servi ca strat superior al fundației sau poate fi așternut ca strat de bază al îmbrăcăminții rutiere pe drumurile de categoriile III-IV. În dependența de intensitatea traficului, pe stratul din beton asfaltic se așterne unul sau două straturi ale îmbrăcăminții rutiere sau se aplică tratamentul bituminos (fig. 31 și 32).

Alături de mixturile preparate din materiale noi, ca strat de bază poate fi recomandat un strat construit prin metoda reciclării la rece. În startul de bază trebuie să fie rosturi la minim fiecare 10 m. Pentru prevenirea apariției fisurilor și deformațiilor de forfecare în structură rutieră, se recomandă:

- tăierea rosturilor în îmbrăcămințea rutieră din beton asfaltic;
- așternerea geoplaselor, geogrilelor sau o îmbrăcămințe rutieră cu straturi subțiri din mixturi stabilizate cu fibre.

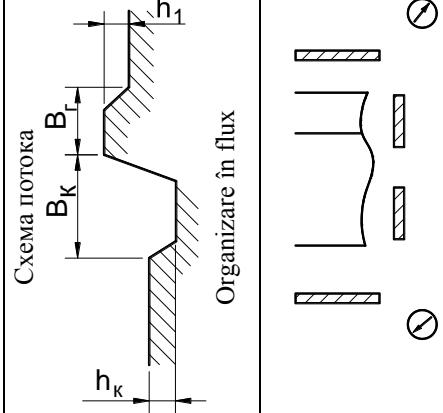
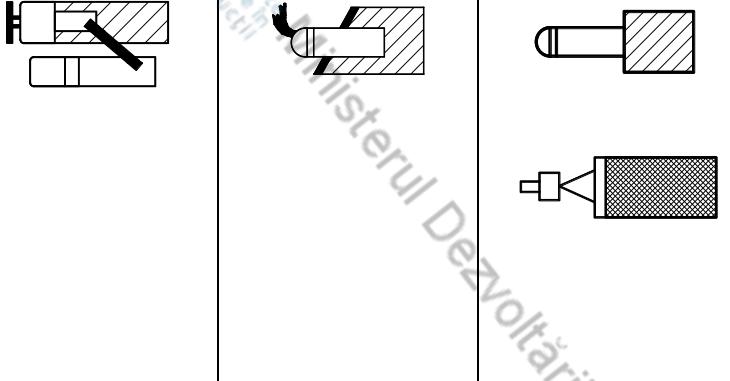
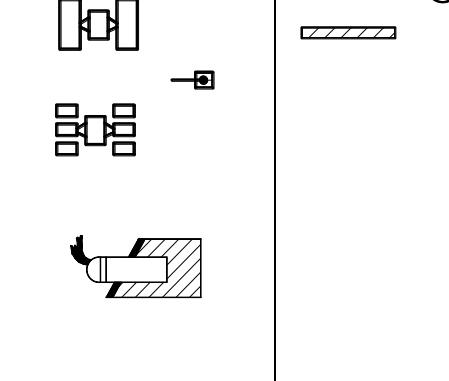
	Вид работ	Установка ограждений и знаков	Фрезерование слоя асфальтобетона	Очистка и сушка фрезерованной поверхности	Распределение битумной эмульсии и укладка геосинтетического материала	Завоз и укладка асфальтобетонной смеси или устройство поверхностной обработки	Уплотнение асфальтобетонной смеси или очистка слоя от неприлипших частиц	Снятие ограждений и знаков
1	<i>Tipul de lucrări</i>	<i>Instalarea barierelor de protecție și indicatoarelor rutiere</i>	<i>Frezarea stratului din beton asfaltic</i>	<i>Curățarea și uscarea suprafeței frezate</i>	<i>Distribuirea emulsiei bituminoase și așternerea materialului geosintetic</i>	<i>Transportarea și așternerea mixturii asfaltice sau executarea tratamentului bituminos</i>	<i>Compactarea mixturii asfaltice sau curățarea stratului de particule nelipite</i>	<i>Dezinstanarea barierelor și indicatoarelor rutiere</i>
2	Схема потока Organizate în flux							
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Фреза; автосамосвал <i>Freză; autobasculantă</i>	Поливомоечная машина <i>Autocisternă cu dispozitiv de stropit și spălat</i>	Автогудронатор; трактор с навесным раскладчиком геополотен <i>Autocisternă de stropit lianți organici; tractor cu utilaj de așternere a pânzelor geosintetice suspendat</i>	Автосамосвал; асфальтоукладчик; комбинированная машина для устройства ПО <i>Autobasculantă; distribuitor de asfalt; mașină combinată pentru aplicarea tratamentului</i>	Виброплита; каток пневмошинный, гладковальцевый, комбинированный. Машина с щеткой <i>Placă vibratoare; compactor pe pneuri, cilindric, combinat. mașină dotată cu peria</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

Рис. 30 Примерная схема производства работ по частичному или полному фрезерованию покрытия, укладке геосетки и устройству слоя асфальтобетона или поверхностной обработки

*Fig. 30 Schema model de executare a lucrărilor de frezare parțială sau completă a îmbrăcămintei, instalarea geogrilei și așternerea stratului din beton asfaltic sau aplicarea tratamentului bituminos*

Толщина нижнего слоя должна быть не менее 6 см, а толщина слоя износа составлять от 1,5 до 3 см, в зависимости от свойств смесей.

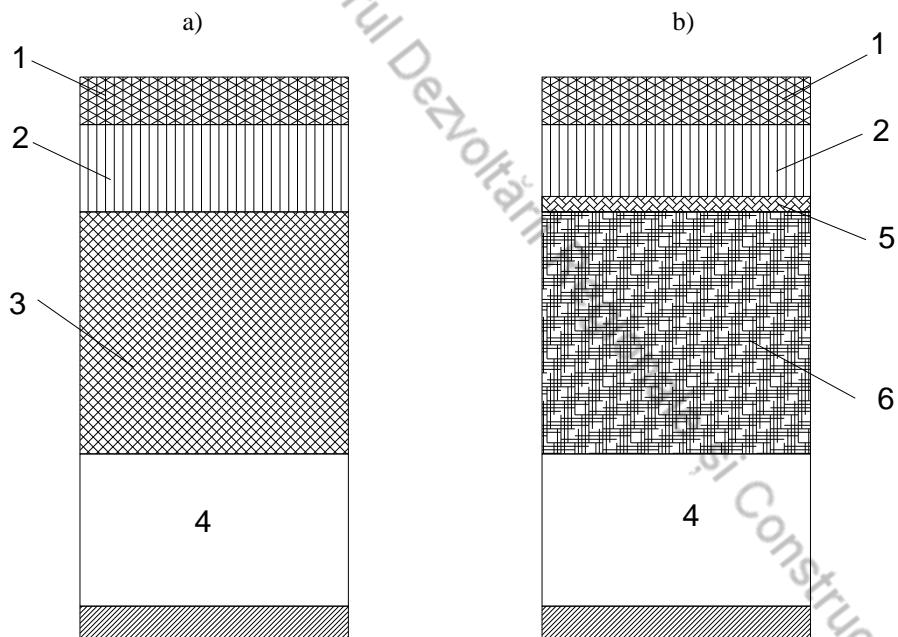
**6.4.4.4** Укладку верхнего или промежуточного слоя по слою асфальтогранулобетона, содержащего цемент, можно производить через 2-3 сут, а по слою, содержащему эмульсию, - после испарения влаги (обычно через 3-4 недели). Движение по слою асфальтогранулобетона открывают при использовании в качестве вяжущего вспененного битума сразу же после уплотнения, а при использовании цемента и комплексного вяжущего - через двое-трое суток.

**6.4.4.5** Для получения дорожной одежды повышенной устойчивости к образованию колеи слой основания может быть построен из пластиичного бетона марки 200 или указываемого бетона В-7,5 (рис. 33).

Grosimea straiului inferior trebuie să fie de minim 6 cm, iar grosimea stratului de uzură trebuie să constituie de la 1,5 până la 3 cm, în dependență de proprietățile mixturilor.

**6.4.4.4** Așternerea stratului de uzură sau a celui intermediar pe stratul din asfaltogranulobeton, cu conținut de ciment, poate fi efectuată peste 2-3 zile, iar pe stratul care conține emulsie bituminoasă – după evaporarea apei (de obicei peste 3-4 săptămâni). Circulația pe stratul din beton asfaltogranulat se deschide în cazul utilizării în calitate de liant a bitumului spumat imediat după compactare, iar în cazul utilizării cimentului și liantului complex – peste 2-3 zile.

**6.4.4.5** Pentru obținerea structurii rutiere cu rezistență sporită la formarea făgașului, stratul de fundație poate fi construit din beton plastic marca 200 sau din beton compactabil B-7,5 (fig. 33).



**Рис. 31** Варианты конструкций дорожной одежды с использованием старых слоев:  
1 - слой поверхностной обработки; 2 - слой термопрофилирования с добавкой регенерированной на заводе асфальтобетонной смеси; 3 - стабильные слои дорожной одежды; 4 - слой из регенерированной асфальтобетонной смеси 5- слой тонкослойного покрытия из новых материалов;  
6 - термопрофилированный слой без добавки новой смеси

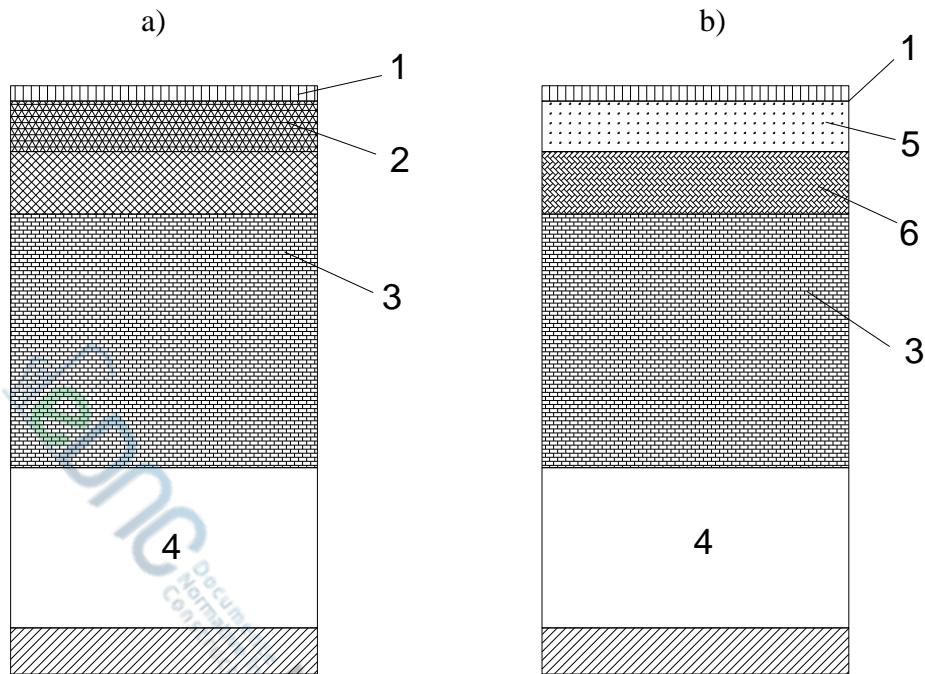
**Fig. 31 Variantele structurilor rutiere cu utilizarea straturilor vechi:**

1 – tratament bituminos; 2 – strat de termoprofilare cu adaos de mixtură asfaltică regenerată la centrala de mixuri asfaltice; 3 – straturi stabile; 4 – strat din mixtură asfaltică regenerată;  
5 – strat al îmbrăcăminții rutiere subțiri din materiale noi; 6 – strat termoprofilat fără adaos de mixtura nouă

	Вид работ <i>Tipul de lucrări</i>	Установка ограждений и знаков <i>Instalarea parapetelor de protecție și indicatoarelor</i>	Нарезка щелей по краям колеи <i>Tăierea crăpăturilor pe marginile făgașului</i>	Разработка старой дорожной одежды <i>Excavarea structurii rutiere veche</i>	Устройство слоев оснований новой дорожной одежды <i>Construcția straturilor de fundație ale structurii rutiere noi</i>	Распределение битумной эмульсии <i>Distribuirea emulsiei bituminoase</i>	Завоз и укладка асфальтобетонной смеси <i>Transportarea și aşternerea mixturii asfaltice</i>	Уплотнение асфальтобетонной смеси <i>Compactarea mixturii asfaltice</i>	Снятие ограждений и знаков <i>Deinstalarea barierelor de protecție și indicatoarelor</i>
1									
2	Схема потока <i>Organizare în flux</i>								
3	Машины и оборудование <i>Mașini și utilaje</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>	Буровая машина; экскаватор траншейный цепной <i>Mașina de foraj; excavator de săpat șanțuri</i>	Экскаватор одноковшовый с гидромолотом и бетоноломом; автосамосвал <i>Excavator cu o singură cupă; autobasculantă.</i>	Автосамосвал; автогрейдер; поливомоечная машина; каток комбинированный, гладковальцевый, пневмошинный <i>Autobasculantă; autogreder; autocisternă cu dispozitive de stropit și spălat; compactor combinat, cilindric, cu pneuri.</i>	Автогудронатор <i>Autocisternă de stropit lianți organici</i>	Автосамосвал; асфальтоукладчик <i>Autobasculantă; distribuitor de asfalt</i>	Виброплита; каток пневмошинный, гладковальцевый, комбинированный <i>Placă vibratoare; compactor pe pneuri, cilindric, combinat.</i>	Автокран, грузовой автомобиль <i>Macara auto, camion</i>

Рис 32 Примерная схема производства работ по разрушению дорожной одежды, замене и устройству новой дорожной одежды на местах колеообразования

*Fig. 32 Schema model de executare a lucrărilor de demolare a structurii rutiere, înlocuirea și construcția structurii rutiere noi în locurile de formare a făgașului*



**Рис. 33 Конструкции дорожных одежд повышенной устойчивости к образованию колеи с применением базальтовых материалов:**

а - двухслойное асфальтобетонное покрытие на основании из бетона марки 200;

б - двухслойное асфальтобетонное покрытие на основании из укатываемого бетона марки В-7,5:

1 - асфальтобетон, армированный фиброй из базальтового волокна (толщина слоя до 3 см);

2 - регенерированный асфальтобетон; 3 - пластичный цементобетон марки 200, модифицированный резиновыми добавками; 4 - песчаный подстилающий слой; 5 - геосетка из базальтового волокна или стекловолокна; 6 - укатываемый бетон марки В-7,5

**Fig. 33 Structurile rutiere cu rezistență sporită la formarea făgașelor cu utilizarea materialelor din bazalt:**

a – îmbrăcăminte rutieră bistrat construită pe fundație din beton de ciment , marca 200;

b - îmbrăcăminte rutieră bistrat construită pe fundație din beton compactabil , marca B-7,5:

1 – beton asfaltic, armat cu fibre de bazalt (grosimea stratului sub 3 cm); 2 – beton asfaltic regenerat;

3 – beton de ciment plastic, marca 200, modificat cu adaosuri din cauciuc; 4 – substrat din nisip;

5 – geoplasă din fibre de bazalt sau de sticlă; 6 – beton compactabil, marca B-7,5

#### 6.4.5 Осушение и стабилизация грунтов земляного полотна

В тех случаях, когда результаты обследования показывают, что причиной образования колеи является накопление остаточных деформаций в активной зоне земляного полотна, необходимо рассмотреть меры по осушению и стабилизации грунтов земляного полотна, в состав которых входят:

- совершенствование системы отвода поверхностных и грунтовых вод;
- стабилизация грунтов активной зоны и их замена;
- полная перестройка участка с изменением рабочей отметки земляного полотна.

Следует иметь в виду, что меры по уси-

#### 6.4.5 Asanarea și stabilizarea pământurilor terasamentului căii

În cazul în care rezultatele cercetărilor demonstrează, că formarea făgașului este cauzată de acumularea în zona activă a terasamentului căii deformațiilor remanente, este necesar să se prevadă măsuri de asanare și stabilizare a pământurilor terasamentului, componența cărora include:

- perfecționarea sistemului de evacuarea a apelor pluviale și freatici;
- stabilizarea pământurilor din zona activă și înlocuirea lor;
- reconstrucția sectorului cu modificarea cotei terasamentului.

De menționat, că măsurile de ranforsare a

лению дорожной одежды без стабилизации грунтов активной зоны земляного полотна не предотвращают образование колеи. Без осушения и стабилизации грунтов активной зоны земляного полотна практически невозможно избежать накопления остаточных деформаций и образования колеи на участках с повышенным увлажнением глинистых, пылеватых и других пучинистых грунтов.

Конкретное решение принимается на основании технико-экономического сравнения вариантов усиления грунтов активной зоны земляного полотна.

**6.4.5.1** Для предупреждения переувлажнения грунтов земляного полотна поверхностными водами необходимо, в первую очередь, прочистить и восстановить работоспособность или устроить вновь сооружения поверхностного водоотвода; укрепить обочины материалами, предотвращающими попадание поверхностных вод в тело насыпи; устроить дополнительные выпуски из боковых канав в сторону границы полосы отвода на участках с малыми или затяжными уклонами; в необходимых случаях устроить испарительные бассейны; укрепить откосы.

**5.5.2** Боковые канавы-куветы и резервы-куветы должны иметь правильную форму с поперечным уклоном от подошвы насыпи не менее 20 %.

**6.4.5.3** В равнинной местности на участках дорог, проходящих по третьему типу местности по условиям увлажнения, если отвод воды от насыпи затруднен, а резервы, выполняющие роль испарительных бассейнов заболачиваются, следует:

- заменить грунты активной зоны земляного полотна на дренирующие;
- увеличить высоту насыпи.

**6.4.5.4** При высоком уровне грунтовых вод для защиты от переувлажнения грунтов земляного полотна необходимо обеспечить очистку и ремонт существующей системы дренажа и отвод грунтовых вод, устроив прикромочный дренаж, дренажные прорези, скважины или фильтры, в том числе с применением прослоек из синтетических рулонных материалов.

structurii rutiere fără stabilizarea pământurilor din zona activă a terasamentului nu exclud formarea făgașelor. Fără asanarea și stabilizarea pământurilor din zona activă a terasamentului nu este posibilă evitarea acumulării deformățiilor remanente și formării făgașului pe sectoare cu umiditatea sporită a pământurilor argiloase, pulverulente și altor pământuri cu pericol de umflare.

Decizia concretă se ia în baza comparației tehnico-economice a variantelor de consolidare a pământurilor din zona activă a terasamentului.

**6.4.5.1** Pentru prevenirea supraumezirii pământurilor terasamentului de către apele pluviale este necesar, în primul rând, curățarea și restabilirea sau amenajarea din nou a construcțiilor de evacuare a apelor pluviale; consolidarea acostamentelor cu materiale care previn pătrunderea apelor pluviale în terasament; amenajarea gurilor de scurgere suplimentare din șanțurile laterale către limitele amprizei drumului pe sectoarele cu declivități mici sau cu lungimi mari; după necesitate - amenajarea bazinelor de evaporare; consolidarea taluzurilor.

**6.4.5.2** Șanțurile și rigolele laterale trebuie să aibă forma regulată cu declivitatea transversală de la talpa rambleului de minim 20 %.

**6.4.5.3** Pe teren de șes, pe sectoarele de drumi amplasate în zona III conform condițiilor de umiditate, dacă evacuarea apelor de pe rambleu este dificilă, iar rezervele care exercită funcțiile bazinelor de evaporare se înmlăștinesc, trebuie:

- înlocuite pământurile din zona activă a terasamentului cu cele drenante;
- mărită înălțimea rambleului.

**6.4.5.4** În cazul nivelului înalt al apelor freatiche, pentru protecția contra supraumezirii pământurilor terasamentului trebuie asigurată curățarea și repararea sistemului existent de drenare și de evacuare a apelor freatici, prin amenajarea drenajului de margine a părții carosabile, drenelor transversale, sondelor și filtrelor, inclusiv cu utilizarea intercalărilor din materiale geosintetice în rulouri.

## 6.5 Мероприятия по предупреждению образования колей

**6.5.1** Мероприятия по предупреждению образования колей должны быть предусмотрены в проектах строительства новых дорог, реконструкции и ремонта существующих дорог и осуществлены в процессе реализации указанных проектов.

Конечная цель этих мероприятий состоит в том, чтобы предупредить накопление неравномерных остаточных деформаций в активной зоне земляного полотна, возникновение структурных изменений и остаточных деформаций в слоях основания, накопление в верхних слоях асфальтобетонного покрытия остаточных пластических деформаций, ограничить износ (истирание) покрытия в полосе наката.

Земляное полотно и дорожная одежда должны быть запроектированы так, чтобы суммарная величина всех остаточных деформаций, образующих колею, за расчетный срок службы дорожной одежды не превышала допустимых значений.

**6.5.2** Конструкция земляного полотна и дорожной одежды на каждом характерном участке дороги должна быть проверена расчетом на образование остаточных деформаций и их накопление за срок службы дорожной одежды. За характерные принимаем участки:

- с различными грунтовыми и гидрологическими условиями (прежде всего, участки с недостаточным водоотводом);

- с различными: высотой насыпи и глубиной выемки, толщиной слоев дорожной одежды или различными характеристиками материалов слоев;

- с различной интенсивностью и составом движения; сложные участки с изменением скорости движения более чем на 20 % и т.д.

**6.5.3** Для предупреждения образования сдвиговых остаточных деформаций активную зону земляного полотна возводят из дренирующих или мало пучинистых грунтов и уплотняют в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

Для повышения несущей способности и устойчивости земляного полотна рекомен-

## 6.5 Măsurile de prevenire a formării făgașelor

**6.5.1** Măsurile de prevenire a formării făgașelor trebuie să fie prevăzute în proiectele de execuție la construcția drumurilor noi, reconstrucția și reparația drumurilor existente, și realizate în procesul de realizare a proiectelor menționate.

Scopul final al acestor măsuri constă în prevenirea acumulării deformațiilor remanente neuniforme în zona activă a terasamentului, apariției modificărilor structurale și deformațiilor remanente în straturile de fundație, acumulării în straturile superioare ale îmbrăcăminții rutiere din beton asfaltic a deformațiilor plastice remanente, în limitarea uzării (abraziunii) îmbrăcăminții rutiere pe banda de rulare.

Terasamentul căii și structura rutieră trebuie să fie proiectate în aşa mod, ca mărimea sumară a tuturor deformațiilor remanente, care formează făgașul, să nu depășească valorile admisibile pe durata calculată de funcționare a îmbrăcăminții rutiere.

**6.5.2** Construcția terasamentului și cea a structurii rutiere pe fiecare sector caracteristic de drum trebuie să fie verificată prin calcul la formarea deformațiilor remanente și la acumularea acestora pe toată durata de serviciu a structurii rutiere. Sectoare de drumuri caractristice sunt:

- sectoare cu condiții geologice și hidrologice diverse (în primul rând sectoare cu capacitatea de evacuare a apelor insuficientă);

- sectoare cu diferite: înălțimi ale rambleului și adâncimi ale debleului, grosimi ale straturilor structurii rutiere sau diferențe caracteristice ale materialelor din straturi;

- sectoare cu intensitatea și compoziția traficului diferențiate, sectoare complicate cu variația vitezei de circulație de peste 20 % etc.

**6.5.3** Pentru prevenirea formării deformațiilor remanente de forfecare, zona activă a terasamentului se construiește din materiale drenante sau din pământuri ușor umflabile și se compactează în conformitate cu normativele în construcții în vigoare.

Pentru sporirea capacitatea portante și a stabilității terasamentului pot fi recomandate

дуются различные методы армирования путем устройства прослоек из синтетических материалов, геотекстиля, геосеток и георешеток, а также методы укрепления грунтов земляного полотна.

**6.5.4** Основание дорожных одежд должно быть устроено из материалов повышенной жесткости и устойчивости к сдвиговым деформациям и структурным изменениям. Предпочтение следует отдавать основаниям из материалов, укрепленных минеральным или комплексным вяжущим. Для повышения прочности и сдвигостойчивости слоев основания рекомендуются различные методы их армирования и усиления с применением геосеток и георешеток.

На дорогах I-III категорий с большой долей тяжелых грузовых автомобилей рекомендуется устраивать основания из пластичного или укатываемого бетона.

**6.5.5** Слои покрытия должны быть устроены из материалов, обладающих высокой прочностью, сдвигостойчивостью и повышенной устойчивостью к истиранию.

Это, как правило, специально подобранные плотные смеси по типу многощебенистых или щебнемастичных асфальтобетонов, эмульсионно-минеральных смесей, смесей, армированных добавками в виде фибр с использованием модифицированного вяжущего и т.д.

**6.5.6** В исключительных случаях для предупреждения образования колеи допускается ограничение движения тяжелых автомобилей весной, когда остаточные деформации накапливаются в грунте земляного полотна, и в жаркие периоды лета или в отдельные часы дня с высокой температурой воздуха (при температуре верхнего слоя покрытия выше +40 °C), когда остаточная деформация накапливается в слоях асфальтобетона.

## 6.6 Назначение технологии производства работ по ликвидации колеи

### 6.6.1 Назначение технологии производства работ

Технологию производства работ назначают с учетом:

- типа и глубины колеи;

diferite metode de armare prin aplicarea unor straturi din materiale sintetice, geotextil, geoplase și geogrile, precum și metode de consolidare a pământurilor terasamentului.

**6.5.4** Fundația structurilor rutiere trebuie să fie realizată din materiale cu rigiditatea și rezistența sporită la deformațiile de forfecare și la modificările structurale. Prioritate trebuie dată fundațiilor din materiale consolidate cu lanțuri minerali sau complecși. Pentru sporirea rezistenței și stabilității la forfecare a straturilor de fundație se recomandă diferite metode de armare și ranforsare a acestora utilizând geoplase și geogrile.

Pe drumurile de categoriile I-III cu o pondere mare a vehiculelor grele se recomandă să se construiască fundații din beton plastic sau compactabil.

**6.5.5** Straturile îmbrăcăminții rutiere trebuie realizate din materiale care au capacitatea deportantă, stabilitatea la forfecare și rezistența la uzură sporite.

De regulă, acestea sunt mixturile asfaltice dense cu conținut sporit de cribleară sau din cribleară și mastic, agregate minerale preanrobate cu emulsie, mixturi, armate cu adaosuri din fibre cu folosirea liantului modificat etc.

**6.5.6** În cazuri excepționale, pentru prevenirea formării făgașului, se admite limitarea traficului vehiculelor grele primăvara, când deformațiile remanente se acumulează în pământul terasamentului, și în perioadele calde de vară sau în anumite ore ale zilei cu temperatură înaltă a aerului (când temperatura stratului de uzură al îmbrăcăminții rutiere este mai mare de +40 °C), când deformația remanentă se acumulează în straturile din beton asfaltic.

## 6.6 Recomandări privind tehnologia de execuțare a lucrărilor de lichidare a făgașului

### 6.6.1 Stabilirea tehnologiei de execuțare a lucrărilor

Tehnologia de execuțare a lucrărilor se stabileste înănd cont de:

- tipul și adâncimea făgașului;

- причин образования колеи;
- общего состояния покрытия;
- объемов работ и протяженности участков с колеей;
- имеющихся машин и оборудования;
- условий погоды в период производства работ.

В зависимости от глубины и формы колеи могут быть назначены следующие способы ремонта:

- заполнение колей ремонтным материалом без устройства или с устройством защитных слоев;
- укладка выравнивающего слоя и дополнительного слоя покрытия;
- термопрофилирование на глубину 3-5 см с укладкой защитного слоя;
- частичное или поверхностное фрезерование с укладкой защитного слоя из асфальтобетона или поверхностной обработки;
- переработка материалов нестабильного верхнего слоя покрытия методом регенерации с укладкой дополнительного слоя износа;
- удаление слоев дорожной одежды методом холодного фрезерования с переработкой материалов на месте или на заводе;
- осушение грунта земляного полотна, совершенствование системы отвода поверхностных и грунтовых вод, стабилизация грунтов земляного полотна;
- полная перестройка земляного полотна и дорожной одежды.

## **6.6.2 Ограничения по условиям погоды**

**6.6.2.1** Технологический процесс производства работ включает распределение, дозирование, укладку и уплотнение битумоминеральных материалов. Работы по строительству таких слоев следует вести в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов. Ремонтные слои из горячих и холодных асфальтобетонных смесей следует укладывать весной при температуре не ниже + 10 °C и осенью - не ниже +5 °C.

**6.6.2.2** Допускается производить работы с использованием горячих асфальтобетонных смесей при температуре воздуха не ниже 0 °C, если толщина укладываемого слоя не

- cauzele de formare a făgașului;
- starea generală a șimbrăcăminții rutiere;
- volumul de lucrări și lungimea sectoarelor cu făgaș;
- mașinile și utilajele disponibile;
- condițiile climatice în perioada execuției lucrarilor.

În funcție de adâncimea și forma făgașului pot fi stabilite următoarele metode de reparație:

- umplerea făgașelor cu material pentru reparație fără sau cu construcția straturilor de protecție;
- așternerea stratului de egalizare și a stratului adăugător al șimbrăcăminții rutiere;
- termoprofilarea la o adâncime de 3-5 cm cu așternerea stratului de protecție;
- frezarea parțială sau de suprafață cu așternerea stratului de protecție din beton asfaltic sau aplicarea tratamentului bituminos;
- reciclarea materialelor stratului instabil de uzură al șimbrăcăminții rutiere prin metoda de regenerare cu așternerea stratului adăugător de uzură;
- înlăturarea straturilor structurii rutiere prin metoda de frezare executată la rece cu reciclarea materialelor in situ sau la fabrică;
- asanarea pământului terasamentului căii, perfecționarea sistemului de evacuare a apelor pluviale și freatice, stabilizarea pământurilor terasamentului;
- reconstrucția capitală a terasamentului căii și a structurii rutiere.

## **6.6.2 Restricții condiționate de starea timpului**

**6.6.2.1** Procesul tehnologic de execuțare a lucrărilor include distribuția, dozarea, așternerea și compactarea anrobatelor bituminoase. Lucrările de realizare a unor astfel de straturi trebuie efectuate în conformitate cu cerințele documentelor normative respective. Straturile de reparație din mixturi asfaltice preparate la cald și la rece trebuie executate primăvara la temperaturi nu mai joase de + 10 °C și toamna la temperaturi de minimum +5 °C.

**6.6.2.2** Se admite execuțarea lucrărilor utilizând mixturi asfaltice preparate la cald, când temperatura a aerului nu este mai joasă de 0 °C, dacă grosimea stratului este de minim

менее 4 см, а в асфальтобетонной смеси применяют активированные порошки и ПАВ. Верхний слой допускается устраивать только на свежеуложенном (не остывшем ниже +20 °C) нижнем слое. Укладку холодных асфальтобетонов следует закончить ориентировочно за 15 дней до периода осенних дождей.

**6.6.2.3** Асфальтобетонные и другие смеси, приготовленные на вязких или жидких битумах, следует укладывать только в сухую погоду, на сухое покрытие. Смеси, приготовленные с использованием битумных эмульсий, допускается укладывать на влажную поверхность (при обеспечении возможности испарения влаги из слоя покрытия).

**6.6.2.4** Технологии регенерации (горячим способом) с разогревом старого покрытия инфракрасным излучением применяют только в сухую погоду и при скорости ветра не более 2 м/с, при температуре воздуха не ниже +15 °C.

### 6.6.3 Особенности применения регенерации методами ремиксинга (термосмешения) при ликвидации колей

**6.6.3.1** Регенерация свойств асфальтобетонных и битумоминеральных слоев методом ремиксинга (термосмешения) и термопрофилирования имеет следующие достоинства:

- горячее фрезерование не вызывает изменения зернового состава старой смеси, так как не происходит дробления зерен щебня и песка;

- в случае применения метода, называемого «ремиксинг плюс», возможно устройство нового слоя износа толщиной до 2,5 см в едином технологическом процессе;

- правильно организованный постепенный разогрев покрытия с применением двух разогревателей позволяет избежать интенсивного старения вяжущего. Изменение свойств может быть компенсировано введением пластифицирующих добавок;

- хорошее сцепление перерабатываемого слоя с нижележащим слоем и соседними слоями без подгрунтовки основания или смазывания краев дорожной одежды битумом;

- обеспечивает высокую сменную про-

4 cm, iar în mixturile asfaltice se utilizează filere active și aditivi. Realizarea stratului superior se admite numai peste stratul inferior proaspăt așternut (cu temperatură mai înaltă de +20 °C). Așternerea betoanelor asfaltice la rece trebuie finalizată aproximativ cu 15 zile înainte de începutul perioadei ploilor de toamnă.

**6.6.2.3** Mixturile asfaltice și alte mixturi, preparate cu bitumuri vâscoase sau tăiate, trebuie așternute numai pe timp uscat pe îmbrăcămîntea rutieră uscată. Așternerea mixturilor preparate cu emulsii bituminoase se admite pe suprafața jilavă (în cazul asigurării posibilității de evaporare a apei din stratul îmbrăcămîntii rutiere).

**6.6.2.4** Tehnologiile de regenerare (la cald) cu încălzirea îmbrăcămîntii rutiere vechi cu raze infraroșii se utilizează numai pe timp uscat și la viteze ale vântului de maxim 2 m/s, la temperatură aerului nu mai joasă de +15 °C.

### 6.6.3 Specificul regenerării prin metodele remixing (termomalaxare) la lichidarea făgașelor.

**6.6.3.1** Regenerarea proprietăților straturilor din betoane asfaltice și din anrobate bituminoase prin metoda de reciclare pe loc (termoregenerare) și termoprofilare are următoarele avantaje:

- frezarea la cald nu provoacă modificarea compozitiei granulometrice a mixturii vechi, deoarece nu are loc concasarea granulelor de cîrlitură și nisip;

- în cazul de utilizare a metodei, numite "remix-plus", este posibilă amenajarea unui strat de uzură nou cu grosimea de 2,5 cm într-un singur proces tehnologic;

- procesul de încălzire treptată a îmbrăcămîntii rutiere, organizat corect cu utilizarea a două încălzitoare, permite de a evita îmbătrânirea intensivă a liantului. Modificarea proprietăților poate fi compensată prin introducerea adaosurilor plastifiante;

- aderența bună a stratului în lucru la stratul inferior și straturile vecine fără amorsarea fundației sau ungerea marginilor structurii rutiere cu bitum;

- asigură o productivitate înaltă de schimb

изводительность (до 2000 м<sup>2</sup>/час при толщине слоя до 4 см).

**6.6.3.2** К недостаткам методов термосмешения относятся:

- ограниченная толщина перерабатываемого старого слоя, которая составляет не более 6 см (чаще всего 4 см);

- ограниченная возможность регулирования состава перерабатываемого слоя;

- в начале каждой рабочей смены необходим разогрев рабочих органов ремиксера горячей смесью. Для этого должно быть уложено несколько метров слоя из новой смеси такого же состава, что и перерабатываемая смесь, но приготовленной в стационарной установке;

- невозможно устраниить из минеральной смеси недоброкачественные составляющие, которые отрицательно влияют на свойства переработанной смеси;

- технологический процесс чувствителен к атмосферным воздействиям, особенно к ветру и температуре воздуха.

**6.6.3.3** При подборе состава переработанной (скорректированной) смеси необходимо стремиться к соответствию требованиям SM STB 1033. В исключительных случаях допускается отклонение зернового состава переработанной, уложенной в покрытие и уплотненной смеси от составов, рекомендуемых СНиП 3.06.03 и SM STB 1033. Однако отступление содержания любого компонента в составе уложенной смеси не должно приводить к снижению качества покрытия по основным нормативным показателям.

**6.6.3.4** Требуемая величина коэффициента уплотнения асфальтобетона должна быть обеспечена в каждом месте поперечного сечения и во всех перерабатываемых или новых слоях асфальтобетонного покрытия. Коэффициент уплотнения для слоев основания  $K_y = 0,98$ , а для верхних слоев покрытия - 0,99.

**6.6.3.5** При укладке переработанных или новых слоев на слой, имеющий трещины, необходимо предусмотреть мероприятия по предупреждению образования отраженных трещин, в качестве которых рекомендуется:

- применение слоя, воспринимающего растягивающие напряжения в виде мембраны, под слоем асфальтобетона;

(пână la 2000 m<sup>2</sup>/h la grosimea stratului până la 4 cm).

**6.6.3.2** Neajunsurile metodelor de termoregenerare sunt:

- grosimea limitată a stratului în prelucrare, care constituie maxim 6 cm (de obicei 4 cm);

- posibilitatea limitată de reglare a compoziției stratului în prelucrare;

- la începutul fiecărui schimb de lucru este necesară încălzirea organelor de lucru ale remixerului cu mixtura caldă. Pentru aceasta trebuie să fie așternute câțiva metri de strat folosind mixtura nouă de aceiași compoziție cu cea prelucrată, însă preparată în instalație fixă;

- este imposibilă înlăturarea din aggregatele minerale a componentelor necalitative, care influențează negativ proprietățile mixturii prelucrate;

- procesul tehnologic este sensibil la acțiunile atmosferice, mai ales la vânt și la temperatura aerului.

**6.6.3.3** La alegerea compoziției mixturii prelucrate (corectate) trebuie să tindem la conformitatea cerințelor SM STB 1033. În cazuri excepționale se admite abaterea compoziției granulometrice a mixturii prelucrate, așternute și compactate, de la compozițiile recomandate СНиП 3.06.03 și SM STB 1033. Însă abaterea de la conținutul oricărui component în compoziția mixturii așternute nu trebuie să ducă la reducerea calității îmbrăcăminții rutiere față de indicii normative de bază.

**6.6.3.4** Mărimea necesară a coeficientului de compactare a betonului asfaltic trebuie să fie asigurată în fiecare punct al profilului transversal și în fiecare strat în prelucrare sau nou al îmbrăcăminții rutiere. Coeficientul de compactare a straturilor de fundație  $K_y = 0,98$ , iar pentru straturile superioare ale îmbrăcăminții rutiere - 0,99.

**6.6.3.5** În cazul așternerii straturilor prelucrate sau noi pe stratul cu fisuri, trebuie prevăzute măsuri de prevenire a formării fisurilor reflectate, printre care:

- utilizarea stratului, care preia tensiunea de întindere, în formă de membrană, sub stratul de beton asfaltic;

- укладка геосетки или металлической сетки между слоями или в верхнем слое асфальтобетона.

#### **6.6.4 Особенности применения методов холодного фрезерования при ликвидации колей**

**6.6.4.1** Холодное фрезерование применяют для устранения отдельных поперечных или продольных неровностей (частичное или поверхностное фрезерование) и для удаления или переработки одного или нескольких нестабильных слоев дорожной одежды. Работу допускается проводить при влажной поверхности покрытия не только в летний, но и в весенне-осенний период.

**6.6.4.2** Для устройства корыта при ликвидации глубокой колеи применяют фрезы, ширина рабочего органа которых не должна более чем в 2 раза превышать ширину колеи в месте ее наибольшего углубления. При значительной глубине колеи (5-10 см) и малой ее ширине фрезерование следует проводить уступами: первый проход по дну колеи, а затем справа и слева от фрезерованной поверхности. Толщина снимаемого слоя определяется мощностью привода (возможностями фрезы), толщиной конструктивных слоев, подлежащих фрезерованию, и техническим заданием на фрезерование.

**6.6.4.3** В тех случаях, когда фрезерование ведут на всю полосу движения, с целью повышения ровности покрытия, ширина полосы фрезы должна быть не менее 1800 мм. Поверхность фрезерования не должна быть чрезмерно шероховатой. Стык соседних проходов фрезы должен быть осуществлен на одном и том же уровне, а допускаемая разница уровней не должна быть более  $\pm 3$  мм. Допустимая разница толщины фрезерования не более  $\pm 5$  мм.

**6.6.4.4** После окончания фрезерования поверхность должна быть очищена от гранулята в тот же день. При фрезеровании в населенных пунктах необходимо применять фрезерование в сочетании с обессыпыванием или с мокрым очищением поверхности.

**6.6.4.5** Качество фрезерования оценивают по следующим признакам:

вертикальным отметкам (линия продольного профиля);

- așternerea geoplasei sau plasei metalice între straturi sau în stratul de uzură din beton asfaltic.

#### **6.6.4 Specificul aplicării metodelor de frezare la rece la lichidarea făgașelor**

**6.6.4.1** Frezarea la rece se utilizează la lichidarea denivelărilor transversale sau longitudinale (frezare parțială sau de suprafață) și pentru lichidarea sau reciclarea unuia sau a mai multor straturi instabile ale structurii rutiere. Se admite executarea lucrării pe suprafață îmbrăcăminții rutiere umede nu numai în perioada de vară, dar și de primăvară – toamnă.

**6.6.4.2** La lichidarea făgașului adânc pentru tăierea casetei se utilizează freze, a căror lățime a organului de lucru nu trebuie să depășească două lățimi ale făgașului în cel mai adânc loc. În cazul în care făgașul are adâncimea de 5-10 cm și lățimea mică, frezarea trebuie efectuată în trepte: prima trecere pe fundul făgașului, iar următoarele în stânga și în dreapta de la suprafață frezată. Grosimea stratului frezat se determină în funcție de capacitatea dispozitivului de acționare (posibilitățile frezei), de grosimea straturilor constructive, care urmează să fie frezate, și de condițiile tehnice pentru frezare.

**6.6.4.3** În cazuri, în care frezarea se efectuează pe toată lățimea benzii de circulație, în scopul sporirii planeității îmbrăcăminții rutiere, lățimea benzii de frezare trebuie să fie de minim 1800 mm. Suprafața frezată nu trebuie să fie extrem de rugoasă. Joncțiunea între trecerile vecine ale frezei trebuie să fie executată la aceeași nivel, iar diferența admisă a nivelelor nu trebuie să depășească  $\pm 3$  mm. Diferența admisă a grosimii de frezare nu depășește  $\pm 5$  mm.

**6.6.4.4** După finalizarea frezării suprafața trebuie să fie curătată de granulat în aceeași zi. La efectuarea frezării în limitele localităților frezarea se va executa în combinare cu curățarea de praf sau cu curățarea umedă a suprafeței.

**6.6.4.5** Calitatea frezării se apreciază după următoarele criterii:

cotele verticale (profilul longitudinal);

- толщине фрезеруемого слоя;
- продольной ровности;
- поперечной ровности;
- поперечному уклону.

В процессе фрезерования должен быть обеспечен контроль этих параметров геодезическими методами или рейкой, в соответствии с положениями СНиП 3.06.03.

**6.6.4.6** Холодный рециклинг - метод ремонта дорожной одежды на дорогах различных технических категорий. Этот метод предусматривает глубокое (до 30 см) фрезерование дорожной одежды холодным способом. Гранулят повторно используют при строительстве новой дорожной одежды с добавкой готовой асфальтобетонной смеси или щебня, песка, цемента и воды, которые перемешивают с гранулятом непосредственно на дороге. В качестве вяжущего может быть использована катионная битумная эмульсия. Для получения слоя с заданными свойствами все компоненты точно дозируют и равномерно распределяют, затем проводят смешение компонентов на дороге. Полученную смесь распределяют равномерным слоем и уплотняют. В свежеуложенном слое основания нарезают швы через 10 м. Толщина слоя основания, построенного методом рециклинига, составляет 15-20 см.

Верхний слой покрытия толщиной до 6 см устраивают из асфальтобетонной смеси.

**6.6.4.7** Основание, на которое укладывают новый слой, должно быть подгрунтовано 50 %-ной битумной эмульсией (без излишнего расхода) в количестве 0,15-0,3 кг/м<sup>2</sup>. Максимальный расход эмульсии применяют на шероховатых поверхностях, например, отфрезерованных холодным способом. Подгрунтовку можно не применять в случае, если нижний слой основания подвергают разогреву.

**6.6.4.8** Не следует оставлять фрезерованные участки на длительный срок без перекрытия новыми слоями и открывать по ним движение транспорта. Слой основания из переработанной смеси, на который не предусмотрена укладка слоя покрытия из асфальтобетона, должен быть немедленно перекрыт слоем поверхностной обработки или другим защитным слоем.

- grosimea stratului de frezat;
- planeitatea longitudinală;
- planeitatea transversală;
- panta transversală.

În procesul de frezare trebuie să fie asigurat controlul acestor parametri prin metode geodezice sau cu dreptarul, conform dispozițiilor СНиП 3.06.03.

**6.6.4.6** Reciclarea la rece – metodă de reparație a structurii rutiere a drumurilor de diferite categorii. Această metodă prevede frezarea adâncă (până la 30 cm) a structurii rutiere la rece. Materialul granulat se reutilizează la construcția structurii rutiere noi cu adaoș de mixtura asfaltică nouă sau de criblură, nisip, ciment și apă, care se amestecă cu granulatul în situ În calitate de liant poate fi utilizată emulsia bituminoasă cationică. Pentru obținerea stratului cu caracteristicile prescrise toate componentele se dozează și se distribuie uniform, apoi se efectuează malaxarea componentelor pe drum. Mixtura obținută se distribuie într-un strat uniform și se compactează. În stratul proaspăt aşternut se taie rosturi la fiecare 10 m. Grosimea stratului de fundație, construit prin metoda de reciclare, constituie 15-20 cm.

Stratul de uzură al îmbrăcăminții rutiere cu grosimea sub 6 cm se execută din mixtură asfaltică.

**6.6.4.7** Fundația pe care se aşterne stratul nou trebuie să fie amorsată cu emulsie bituminoasă de 50 % (fără consum excesiv) în cantitate de 0,15-0,3 kg/m<sup>2</sup>. Consumul maxim de emulsie se aplică pe suprafețele rugoase, de exemplu pe cele frezate la rece. Se admite să nu se aplique amorsarea în cazul în care stratul inferior al fundației este supus încălzirii.

**6.6.4.8** Sectoarele frezate nu trebuie lăsate pe o perioadă îndelungată fără acoperire cu straturi noi și nu trebuie deschisă circulația pe ele. Stratul de bază din mixtură reciclată, pe care nu se prevede așternerea stratului de îmbrăcăminte rutieră din beton asfaltic, trebuie imediat acoperit cu un strat de tratament bituminos sau cu alt strat de protecție.

## **6.6.5 Комбинированные методы регенерации и повторного использования материалов при ликвидации колей**

**6.6.5.1** Комбинированные способы регенерации сочетают в себе термопрофилирование и фрезерование с заводской переработкой смесей (рис. 34). После фрезерования на глубину 2,5 см материал в виде крошки отправляют на завод для переработки.

Поверхность покрытия после фрезерования подвергается термопрофилированию на глубину 2-3 см без добавления новой смеси. Затем, по горячему слою асфальтоукладчиком распределяют регенерированную асфальтобетонную смесь (толщина слоя 5-7 см), уплотняют ее и строят слой износа. Метод позволяет провести восстановление устойчивости слоев дорожной одежды на большую глубину.

## **6.6 Примеры технологических операций при ликвидации колей в процессе ремонта дорожных одежд**

**Пример 1.** Все или несколько слоев являются нестабильными (неустойчивыми):

a) последовательное удаление (методом фрезерования или механической разборки) всех нестабильных слоев и укладка новых слоев из смесей, приготовленных в стационарных установках;

b) фрезерование и переработка нестабильных слоев дорожной одежды на месте горячим способом, снятие остальных слоев и переработка их в передвижной установке; укладка старого материала с последующей укладкой на него слоя из новой смеси, приготовленной в стационарной установке.

## **6.6.5 Metode combine de regenerare și reutilizare a materialelor la lichidarea făgașelor**

**6.6.5.1** Metodele combinate de regenerare îmbină termoprofilarea și frezarea cu prelucrarea mixturii la fabrică (fig. 34). După frezare la o adâncime de 2,5 cm materialul în forma de savură se transportă la fabrică pentru prelucrare.

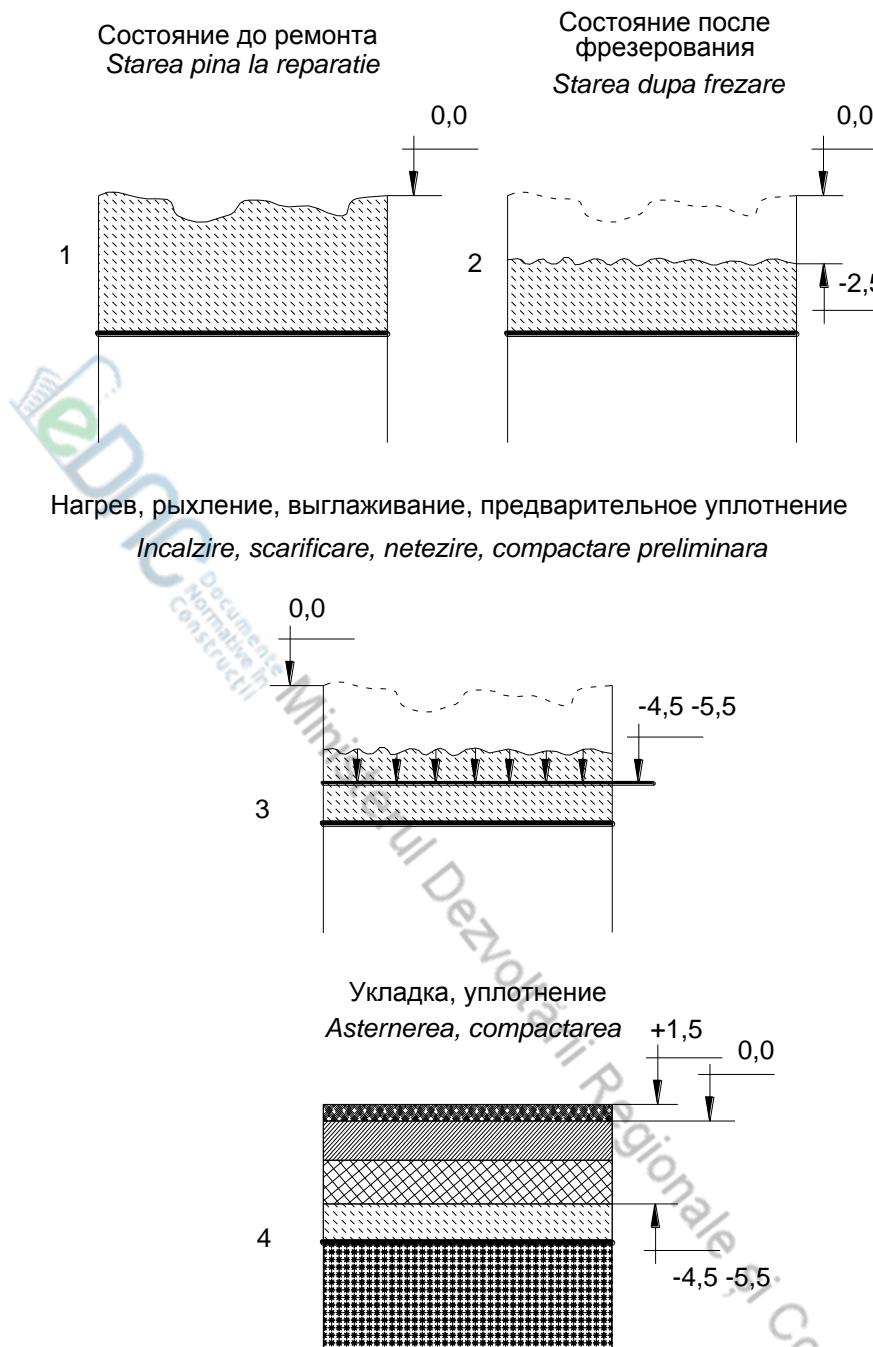
Suprafața îmbrăcăminții după frezare se supune termoprofilării la o adâncime de 2-3 cm fără adaos de mixtura nouă. După aceea, peste stratul cald distributiorul așterne mixtura asfaltică regenerată (grosimea stratului 5-7 cm), care se compactează și peste care se așterne un strat de uzură. Această metodă permite de a efectua restabilirea rezistenței straturilor structurii rutiere la o adâncime mai mare.

## **6.6.6 Exemple de operații tehnologice la lichidarea făgașelor în procesul de reparație a structurilor rutiere**

**Exemplu 1.** Toate sau câteva straturi sunt instabile:

a) înlăturarea succesivă (prin metoda de frezare sau demolare mecanizată) a tuturor straturilor instabile și așternerea straturilor noi din mixturi preparate la instalații staționare;

b) frezarea și reciclarea straturilor instabile ale structurii rutiere in situ la cald, scoaterea altor straturi și reciclarea lor în instalația mobilă, așternerea materialului vechi cu așternerea ulterioară peste el a unui strat din mixtura nouă, preparată într-o instalație staționară.



**Рис. 34** Последовательность технологических операций при работе по комбинированному способу

**Fig. 34** Succesiunea operațiilor tehnologice la executarea lucrărilor prin metoda combinată

**Пример 2.** Нестабильным является один слой покрытия.

Поступают так, как описано в примере 1, но фрезерование ограничивают нестабильным слоем.

**Пример 3.** Нестабильным является слой износа:

а) фрезерование старого покрытия и укладка нового слоя из смеси, подготовленной в стационарной смесительной установке или в передвижной установке на месте;

**Exemplu 2.** Unul din straturile îmbrăcăminții rutiere este instabil.

Se procedează ca și în exemplul 1, doar frezarea se limitează la stratul instabil.

**Exemplu 3.** Stratul de uzură este instabil:

a) frezarea îmbrăcăminții rutiere vechi și așternerea stratului nou din mixtura preparată în instalația staționară sau mobilă in situ;

b) переработка слоя износа методом термопрофилирования или ремиксирования;

c) переработка слоя истирания в нижний слой на месте по технологии ремиксинга или регенерации в передвижной установке, укладка вторым проходом укладывающей машины нового слоя истирания, приготовленного в стационарной установке.

**Пример 4.** Нестабильными являются слои, лежащие ниже слоя истирания и нижних слоев покрытия:

a) если толщина нестабильного слоя меньше 1,5 см:

- фрезерование и удаление слоя истирания;

- переработка нестабильного слоя горячим или холодным способами на месте с доведением свойств до соответствующих требований (по технологии ремиксирования или регенерации в передвижной установке);

- укладка на переработанный слой новых слоев из смесей битумоминеральных материалов, приготовленных в стационарной установке с использованием материалов слоя истирания;

b) если толщина нестабильного слоя больше 1,5 см, глубина колеи не превышает 25 мм и образовалась в течение нескольких лет и не имеет резко выраженных краев, то следует поступать в соответствии с указаниями, приведенными в п. 6.3.

Если глубина колеи более 30 мм или в колее имеется выступающий битум, необходимо перед применением ремиксинга выполнить частичное фрезерование старого слоя износа на небольшую глубину (несколько миллиметров). Такое фрезерование выполняют также и при необходимостистыковки по толщине слоя рециклированной полосы с соседней полосой.

## 6.7 Методика расчета асфальтобетонного покрытия на устойчивость к образованию колей

### 6.7.1 Общие положения

Настоящая методика относится к расчету устойчивости покрытия к колеообразованию. При этом сдвигостойчивость рассматривается как многофакторное эксплуатационное свойство асфальтобетона, кото-

b) prelucrarea stratului de uzură prin metoda de termoprofilare sau remixare;

c) reciclarea stratului de uzură în strat inferior in situ după tehnologia de remix sau regenerare în instalația mobilă, așternerea prin a doua trecere a distribuitorului a noului strat de uzură preparat în instalația staționară.

**Exemplu 4.** Instabile sunt straturile amplasate sub stratul de abraziune și a straturilor de bază ale îmbrăcăminții rutiere:

a) dacă grosimea stratului instabil este mai mică de 1,5 cm:

- frezarea și înlăturarea stratului de uzură;

- reciclarea stratului instabil la cald sau la rece in situ cu obținerea proprietăților care corespund cerințelor corespunzătoare (după tehnologia remix sau regenerare în instalația mobilă);

- așternerea peste stratul reciclat a altor straturi din anrobate bituminoase, pregătite în stație fixă cu utilizarea materialelor stratului de uzură;

b) dacă grosimea stratului instabil este mai mare de 1,5 cm, adâncimea făgașului nu depășește 25 mm și s-a format în câțiva ani și nu are margini pronunțate, urmează să se procedeze în conformitate cu prevederile pct. 6.3.

În cazul în care adâncimea făgașului depășește 30 mm sau în făgaș este bitum ieșit la suprafață, trebuie, că înainte de executarea reciclării să se efectueze frezarea parțială a stratului vechi de uzură la o adâncime mică (câțiva milimetri). Astfel de frezare se efectuează și în caz de necesitate de îmbinare la grosimea stratului benzii reciclate cu banda vecină.

## 6.7 Metodologia de calcul a îmbrăcăminții rutiere la stabilitatea de formare a făgașelor

### 6.7.1 Generalități

Prezenta metodologie se referă la calculul stabilitatea îmbrăcăminții rutiere la formarea făgașelor. În acest caz, rezistența la forfecare se examinează ca proprietatea multifactorială de exploatare a betonului asfaltic, care se ca-

рое характеризуется, с одной стороны, некоторыми показателями структуры, а с другой стороны, расчетными условиями его работы в дорожном покрытии.

Расчет основан на теории напряженно-деформированного состояния, предполагающей схематизацию свойств материала. Асфальтобетон в дорожном покрытии принят в качестве однородной сплошной среды. Возникающие в нем усилия рассматриваются не как усилия в битумных связях, а как некоторые средние усилия, действующие на единичной площади сечения.

В качестве предельного состояния асфальтобетона приняты максимальные касательные напряжения. Это означает, что пластические деформации образуются в том случае, когда максимальные касательные напряжения в материале достигнут предельного значения.

Касательные напряжения в асфальтобетонном слое от воздействия транспортной нагрузки вычисляют по формулам теории упругости для слоистой среды, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой через гибкий круглый штамп с учетом условий контакта слоев.

Интенсивность воздействия автомобилей на дорожное покрытие характеризуется приведенной интенсивностью воздействия подвижной нагрузки или суммарным расчетным числом приведенной расчетной нагрузки, ожидаемой на полосе наката, за срок службы покрытия.

Температурно-временные условия деформирования асфальтобетона определяются климатом региона и характером автомобильного движения на дороге.

## **6.7.2 Критерии сдвигостойчивости асфальтобетона в покрытии**

**6.7.2.1** Расчет устойчивости асфальтобетона к колеообразованию ведется по двум критериям:

- по сопротивлению сдвигу при максимальной расчетной температуре дорожного покрытия, характерной для заданного региона;

- по суммарной остаточной деформации, накопленной за расчетный срок службы покрытия.

racterizează pe de o parte prin câțiva indicatori de structură, și pe de altă parte prin condițiile de calcul ale lucrului acestuia în îmbrăcămintea rutieră.

Calculul se bazează pe teoria stării de deformare sub tensiune, care prevede schematizarea proprietăților materialului. Betonul asfaltic în îmbrăcămintea rutieră este considerat ca mediu omogen continuu. Forțele apărute în el se examinează ca unele forțe medii care acționează pe o suprafață unitară a secțiunii, și nu ca forțe în legăturile din bitum.

În calitate de stare limită a betonului asfaltic se admit tensiunile tangențiale maxime. Aceasta înseamnă, că deformațiile plastice se formează în cazul, în care tensiunile tangențiale maxime în material ating valoarea limită.

Tensiunile tangențiale în stratul din beton asfaltic, din acțiunea sarcinii de transport, se calculează cu formule din teoria elasticității pentru mediu stratificat, încărcat cu sarcina uniform distribuită prin mătriță flexibilă rotundă, luând în considerație condițiile de contact ale straturilor.

Intensitatea acțiunii vehiculelor asupra îmbrăcăinții rutiere se caracterizează prin intensitatea echivalată a acțiunii sarcinii mobile sau prin numărul sumar de calcul al sarcinii de calcul echivalente pe banda de rulare, pe durata de serviciu a îmbrăcăinții rutiere.

Condițiile de temperatură-timp la deformarea betonului asfaltic sunt determinate de clima regiunii și de caracterul traficului rutier.

## **6.7.2 Criteriile de rezistență la forfecare a betonului asfaltic din îmbrăcămintea rutieră**

**6.7.2.1** Calculul stabilității betonului asfaltic la formarea făgașelor se efectuează după două criterii:

- după rezistență la forfecare la temperatură maximă de calcul a îmbrăcăinții rutiere, caracteristică regiunii;

- după deformația remanentă sumară, acumulată pe durata de serviciu a îmbrăcăinții rutiere.

**6.7.2.2** В качестве первого критерия сдвигостойчивости принимается гипотеза, что пластические деформации от действия транспортных нагрузок не возникнут, если максимальные сдвигающие напряжения в покрытии не превысят расчетное сопротивление асфальтобетона сдвига:

где:

- $\tau_p$  - расчетное сопротивление сдвига, характеризующее прочность асфальтобетона в расчетных условиях нагружения, МПа;
- $\tau_{max}$  - максимальное касательное напряжение в покрытии от колес расчетного автомобиля, МПа.

**6.7.2.3** Предел прочности является приближенным показателем сдвигостойчивости, т. к. при одной и той же прочности у двух материалов может быть разная деформация. Поэтому методика предусматривает второй критерий сдвигостойчивости, основанный на расчете и прогнозировании необратимой деформации сдвига, который предполагает, что накопленная за срок службы остаточная деформация в асфальтобетонном покрытии не должна превышать допускаемой величины:

где:

- $\gamma_p$  - остаточная деформация, накопленная за расчетный срок эксплуатации в асфальтобетонном покрытии;
- $\gamma_{don}$  - допустимая относительная деформация пластичного сдвига.

**6.7.2.4** Предельно-допустимую деформацию сдвига вычисляют, исходя из нормируемой глубины колеи, по следующей зависимости:

где:

- $\gamma_{don}$  - предельно-допустимая остаточная деформация асфальтобетона;
- $\delta_{don}$  - допускаемая глубина колеи по условиям безопасности автомобильного движения, см;
- $l$  - ширина колеи, см;
- $h$  - проектная толщина асфальтобетонного слоя, см.

**6.7.2.2** În calitate de primul criteriu de rezistență la forfecare se admite ipoteza, că deformațiile plastice apărute din acțiunea sarcinilor de transport nu vor apărea, dacă sarcinile maxime de forfecare din îmbrăcămîntea rutieră nu vor depăși rezistența de calcul a betonului asfaltic la forfecare:

$$\tau_p \geq \tau_{max}, \quad (6.1)$$

în care:

$\tau_p$  - rezistență de calcul la forfecare, care caracterizează rezistența betonului asfaltic în condițiile de încărcare de calcul, MPa;

$\tau_{max}$  - sarcina tangențială maximă în îmbrăcămîntea rutieră de la roțile automobilului etalon, MPa.

**6.7.2.3** Limita de rezistență este indicele aproximativ al rezistenței la forfecare, deoarece având aceeași rezistență, două materiale pot avea deformația diferită. De aceea, metodologia prevede al doilea criteriu de rezistență la forfecare, bazat pe calcularea și prognozarea deformației ireversibile la forfecare, care presupune, că deformația remanentă acumulată în îmbrăcămîntea rutieră pe durata de serviciu nu trebuie să depășească valoarea admisibilă:

$$\gamma_p \leq \gamma_{don}, \quad (6.2)$$

în care:

$\gamma_p$  - deformația remanentă, acumulată în îmbrăcămîntea rutieră din beton asfaltic pe durata de calcul de exploatare;

$\gamma_{don}$  - deformația relativă admisibilă de forfecare plastică.

**6.7.2.4** Deformația limită admisibilă de forfecare se calculează pornind de la adâncimea normată a făgașului, cu relația:

$$\gamma_{don} = \frac{\delta_{don} l}{2h^2}, \quad (6.3)$$

în care:

$\gamma_{don}$  - deformația limită admisibilă a betonului asfaltic;

$\delta_{don}$  - adâncimea admisibilă a făgașului conform condițiilor de siguranță a traficului rutier, cm;

$l$  - lățimea făgașului, cm;

$h$  - grosimea de proiect a stratului din beton asfaltic, cm.

В первом приближении принято, что накопленная за расчетный период остаточная деформация асфальтобетона не должна превышать 10 %.

### 6.7.3 Расчетные условия работы асфальтобетонных покрытий

**6.7.3.1** Влияние транспортных нагрузок на сдвигостойчивость асфальтобетона учитывается посредством назначения ожидаемого объема автомобильного движения на дороге, уровня и времени действия расчетной нагрузки на покрытие. Суммарное время действия на покрытие транспортных нагрузок рассчитывают исходя из продолжительности действия единичной расчетной нагрузки, интенсивности и условий автомобильного движения на дороге.

**6.7.3.2** Удельное давление от колеса расчетного автомобиля предлагается принять равным 0,7 МПа. При этом максимальное касательное напряжение в покрытии принимается равным 0,75 МПа.

**6.7.3.3** Продолжительность действия единичной расчетной нагрузки при свободных условиях движения на дороге назначается равной 0,1 с. В условиях стесненного автомобильного движения продолжительность действия единичной нагрузки назначается равной 15 с или же обосновывается специальными замерами в процессе изысканий.

**6.7.3.4** Интенсивность движения расчетного автомобиля по одной полосе назначают исходя из перспективной интенсивности движения по NCM D.02.01 в зависимости от технической категории автомобильной дороги. При реконструкции существующих покрытий интенсивность автомобильного движения устанавливают непосредственно замерами в процессе изысканий. В первом приближении предлагаются следующие значения интенсивности движения в зависимости от категории автомобильной дороги (табл. 6.3):

**Таблица 6.3**

**Tabelul 6.3**

Категория дороги <i>Categoria drumului</i>	I	II	III	IV
Интенсивность движения расчетного автомобиля по одному следу, авт./час <i>Intensitatea traficului rutier a automobilului etalon pe o singură urmă</i>	250	200	150	70

În prima aproximare se admite, că deformarea remanentă a betonului asfaltic acumulată pe durata de calcul nu trebuie să depășească 10 %.

### 6.7.3 Condițiile de calcul a funcționării îmbrăcăminților rutiere din beton asfaltic

**6.7.3.1** Influența sarcinilor de transport asupra rezistenței la forfecare a betonului asfaltic se ia în considerare prin stabilirea volumului prognosticat al traficului, nivelului și timpului de acțiune a sarcinii de calcul pe îmbrăcămintea rutieră. Timpul sumar de acțiune pe îmbrăcămintea rutieră a sarcinilor de transport se calculează reieșind din durata de acțiune a sarcinii unitare de calcul, intensitatea și condițiile de circulație rutieră.

**6.7.3.2** Presiunea specifică dată de roata automobilului etalon se propune de a o adopta egală cu 0,7 MPa. Astfel, sarcina tangențială maximă în îmbrăcămintea rutieră se aprobă egală cu 0,75 MPa.

**6.7.3.3** Durata de acțiune a sarcinii unitare de calcul în condițiile libere de circulație se stabilește egală cu 0,1 s. În condițiile restrânsse de circulație rutieră durata de acțiune a sarcinii unitare de calcul se stabilește egală cu 15 s sau se justifică prin măsurători speciale în procesul cercetărilor de teren.

**6.7.3.4** Intensitatea traficului a automobilului etalon pe o singură bandă se stabilește reieșind din intensitatea de perspectivă conform NCM D.02.01, în funcție de categoria tehnică a drumului. La reconstrucția îmbrăcăminților rutiere existente, intensitatea traficului rutier se stabilește prin măsurători în procesul cercetărilor de teren. În prima aproximare se propun următoarele valori ale intensității traficului rutier în funcție de categoria drumului (tab. 6.3):

**6.7.3.5** Влияние климатических факторов на сдвигостойчивость асфальтобетона учитывается назначением ожидаемых температур покрытия и продолжительности их действия в течение расчетного срока службы. Проектирование строительных объектов осуществляется с учетом положений СНиП 2.01.01.

**6.7.3.6** Для определения максимальной расчетной температуры асфальтобетонного покрытия за основу принят норматив абсолютной максимальной температуры воздуха, обеспеченность которой близка к 1. Максимальная расчетная температура асфальтобетона на глубине 2 см от поверхности покрытия определяется с 95 %-ной надежностью по следующей эмпирической зависимости:

$$T_{n+} = -0,0306 T_{max}^2 + 3,8071 T_{max} - 39, \quad (6.4)$$

где:

$T_{n+}$  - максимальная расчетная температура асфальтобетонного покрытия, °C;

$T_{max}$  - абсолютный максимум температуры воздуха, зарегистрированный в регионе, °C.

**6.7.3.7** Продолжительность действия на дорожное покрытие максимальной расчетной температуры, в сочетании со временем и характером действия транспортных нагрузок, является дополнительным фактором, определяющим сдвигостойчивость асфальтобетона. Наибольшая непрерывная продолжительность эксплуатации покрытия, определяющая вероятность потери сдвигостойчивости при максимальной расчетной температуре, принята равной 6 час.

**6.7.3.8** Минимальная расчетная температура покрытия рассчитывается с 95 %-ной надежностью по методу «Superpave», обоснованному в рамках американской государственной программы дорожных исследований (SHRP):

$$T_{n-} = 0,859 T_{min} + 1,7, \quad (6.5)$$

где:

$T_{min}$  - температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98.

**6.7.3.9** Вероятность распределения температуры в слое покрытия (между максимальной и минимальной) следует определять путем обработки многолетних наблюдений в кон-

**6.7.3.5** Influența condițiilor climatice asupra rezistenței la forfecare se ia în considerare prin stabilirea temperaturilor probabile ale îmbrăcăminții rutiere și duratei de acțiune a acestora pe durata de serviciu de calcul. Proiectarea obiectelor de construcție se efectuează în conformitate cu prevederile СНиП 2.01.01.

**6.7.3.6** Pentru stabilirea temperaturii maxime de calcul a îmbrăcăminții rutiere asfaltice ca baza se ia normativul temperaturii absolute maxime a aerului, a cărui asigurare se apropie de 1. Temperatura maximă de calcul a betonului asfaltic la o adâncime de 2 cm de la suprafața îmbrăcăminții rutiere se determină cu fiabilitate de 95 % cu următoarea relație empirică:

$$T_{n+} = -0,0306 T_{max}^2 + 3,8071 T_{max} - 39, \quad (6.4)$$

în care:

$T_{n+}$  - temperatura maximă de calcul a îmbrăcăminții asfaltice rutiere, °C;

$T_{max}$  - maximumul absolut al temperaturii aerului, înregistrat în zonă, °C.

**6.7.3.7** Durata de acțiune a temperaturii maxime de calcul asupra îmbrăcăminții rutiere, în combinație cu timpul și caracterul acțiunii sarcinilor de transport, devine un factor suplimentar, care determină rezistența betonului asfaltic. Durata de exploatare maximă continuă a îmbrăcăminții rutiere, care determină probabilitatea de pierdere a rezistenței la forfecare în condiții de temperatură maximă de calcul, se adoptă egală cu 6 ore.

**6.7.3.8** Temperatura minimă de calcul a îmbrăcăminții rutiere se calculează cu fiabilitatea de 95 % după metoda "Superpave", argumentată în cadrul programului american de stat privind cercetările în drumuri (SHRP):

$$T_{n-} = 0,859 T_{min} + 1,7, \quad (6.5)$$

în care:

$T_{min}$  - temperatura aerului din cinci cele mai reci zile cu asigurarea 0,98.

**6.7.3.9** Probabilitatea de distribuire a temperaturii în stratul îmbrăcăminții rutiere (între maximă și minimă) trebuie stabilită prin analiza datelor observațiilor multianuale în regiunea

крайней местности. Частотное распределение температуры характеризуется отношением времени эксплуатации покрытия при заданной температуре к общему расчетному сроку службы асфальтобетонного покрытия:

**6.7.3.10** При отсутствии метеорологических данных рекомендуется руководствоваться кривой распределения температур покрытия, совпадающей по форме с трапецией, площадь которой равна 1. Уравнение этой кривой следующее:

$$\left\{ \begin{array}{l} P(T) = \frac{T - T_{n-} + 2}{12(T_{n+} - T_{n-} - 8)}, \text{ если } (T_{n-} - 2) \leq T \leq (T_{n-} + 10), \\ P(T) = \frac{1}{(T_{n+} - T_{n-} - 8)}, \text{ если } (T_{n-} + 10) \leq T \leq (T_{n+} - 10), \\ P(T) = \frac{1}{(T_{n+} - T_{n-} - 8)} - \frac{(T - T_{n+} + 10)}{12(T_{n+} - T_{n-} - 8)}, \\ \text{если } (T_{n+} - 10) \leq T \leq (T_{n+} + 2) \end{array} \right\} \quad (6.6)$$

**6.7.3.11** Изменение температуры по толщине конструктивных слоев дорожной одежды следует определять, в случае необходимости, по инструкции BCH 197.

**6.7.3.12** При расчете дорожной одежды необходимо учитывать и структурно-реологические свойства асфальтобетона при сдвиге по [1].

#### 6.7.4 Пример проектирования состава асфальтобетона по критериям сдвигостойчивости

Требуется запроектировать состав сдвигостойчивого асфальтобетона для устройства верхнего слоя покрытия толщиной 5 см на участке реконструируемой автомобильной дороги М14 Брест - Бричень - Кишинэу - Тирасполь - Одесса 740-760 км.

Исходные данные.

На участке дороги запроектирована дорожная одежда нежесткого типа, состоящая из трехслойного асфальтобетонного покрытия на. Ширина покрытия для одностороннего движения составляет 3,75 м. Ожидаемая интенсивность движения расчетного автомобиля по одному следу принятая равной 120 авт./час. Продолжительность дейст-

твительно. Дистрибуция по частоте температуры характеризуется соотношением времени эксплуатации к общему расчетному сроку службы асфальтобетонного покрытия:

$$P(T) = \frac{t(T)}{t_p} \quad (6.6)$$

**6.7.3.10** În cazul lipsei datelor meteorologice se recomandă a se conduce după curba de distribuție a temperaturilor îmbrăcăminții rutiere, care coincide, după formă, cu un trapez, aria căruia este egală cu 1. Ecuația acestei curbe este următoarea:

**6.7.3.11** Variația temperaturii în funcție de grosimea straturilor structurii rutiere trebuie determinată, după necesitate, conform instrucțiunii BCH 197.

**6.7.3.12** La dimensionarea structurii rutiere trebuie luate în considerare și proprietățile structurale și reologice ale betonului asfaltic conform [1].

#### 6.7.4 Exemplul de proiectare a compoziției betonului asfaltic după criterii de rezistență la forfecare

Se cere de a proiecta compozitia betonului asfaltic rezistent la forfecare pentru realizarea stratului superior al îmbrăcăminții rutiere cu grosimea de 5 cm pe sectorul de drum în reconstrucție M14 Brest - Chișinău - Tiraspol - Odesa, km 740-760.

Date inițiale.

Pe sectorul de drum a fost proiectată structura rutieră suplă, compusă din trei straturi asfaltice pe două straturi de fundație din macadam. Lățimea părții carosabile într-un sens constituie 3,75 m. Intensitatea probabilă a traficului rutier pentru un automobil etalon pe o singură urmă este egală cu 120 aut/h. Durata de acțiune a sarcinii unitare de calcul pe îmbră-

вия единичной расчетной нагрузки на покрытие  $t_1 = 0,1$  с.

В соответствии со СНиП 2.01.01 в регионе расположения участка дороги зарегистрирован абсолютный максимум температуры воздуха плюс 41 °C. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспечено 0,98 - минус 28 °C. Статистические данные о вероятности температур воздуха за длительный период наблюдения отсутствуют.

В соответствии с проектом предусмотрено устраивать верхний слой покрытия из плотного мелкозернистого асфальтобетона типа А марки 1 на полимерно-битумном вяжущем. Для подбора составов асфальтобетонной смеси имеются в наличии следующие исходные материалы:

- щебень фракций 5-10, 10-15 и 15-20 мм, полученный на дробильно-сортировочной установке из гранитного щебня фракции 20-40 мм и отвечающий требованиям ГОСТ 8267 и SM STB 1033;
- песок из отсева дробления (гранитный) фракции 0-5 мм, отвечающий требованиям ГОСТ 8736 и SM STB 1033;
- песок природный по ГОСТ 8736;
- минеральный порошок известняковый неактивированный, отвечающий требованиям ГОСТ 16557;
- вяжущее полимерно-битумное марки ПБВ 90 по SM STB 1220.

#### Подбор составов смеси.

После лабораторной проверки соответствия свойств исходных материалов требованиям нормативно-технической документации определяют рациональное соотношение содержания щебня, песка, минерально-го порошка, битума, обеспечивающее показатели свойств асфальтобетона, удовлетворяющие требованиями SM STB 1033. Минеральную часть асфальтобетонной смеси подбирают на основании предварительно установленных зерновых составов щебня, песка и минерального порошка по кривым предельных зерновых составов SM STB 1033.

С помощью компьютерной программы (можно вручную) были подобраны два состава асфальтобетонной смеси типа А марки 1 на полимерно-битумном вяжущем: вариант № 1 с прерывистой гранулометрией

cămintea rutieră  $t_1 = 0,1$  s.

În conformitate cu СНиП 2.01.01 în zona amplasării sectorului de drum a fost înregistrat un maximum absolut al temperaturii aerului + 41 °C. Temperatura aerului pe parcursul a cinci celor mai reci zile cu frecvență 0,98 este de minus 28 °C. Datele statistice privind probabilitatea temperaturilor aerului pentru o perioadă îndelungată lipsesc.

Conform proiectului se prevede construcția stratului superior al îmbrăcăminții rutiere din beton asfaltic dens cu agregate fine tip A, marca 1 realizat cu bitum modificat cu polimeri. Pentru elaborarea rețetei mixturii asfaltice sunt disponibile următoarele materiale primare:

- criblură sorturi 5-10, 10-15 și 15-20 mm; obținută în instalații de concasare și sortare din criblură din granit sort 20-40 mm și care corespund cerințelor ГОСТ 8267 și SM STB 1033;
- nisip de concasaj (din granit), sort 0-5 mm, care corespunde cerințelor ГОСТ 8736 și SM STB 1033;
- nisip natural conform ГОСТ 8736;
- filer neactivat din calcar, care corespunde cerințelor ГОСТ 16557;
- bitum modificat cu polimeri, marca BMP 90 conform SM STB 1220.

#### Alegerea compoziției mixturii.

După verificarea în laborator a conformității proprietăților materialelor primare cerințelor documentelor normative se determină raportul optim privind conținutul de criblura, nisip, filer, bitum, care asigură indicii proprietăților betonului asfaltic, conform cerințelor SM STB 1033. Partea minerală a mixturii asfaltice se alege în baza compozitiilor granulometrice ale criblurii, nisipului și filerului stabilite anterior, conform curbelor de granulozitate limită a compozitiilor conform SM STB 1033.

Prin intermediul programului de calcul (se poate manual) au fost alese două compozitii ale mixturii asfaltice tip A marca 1 cu liant din bitum modificat cu polimeri: varianta nr.1 cu granulozitatea discontinuă pe bază de nisip na-

на основе природного песка и вариант № 2 с непрерывной гранулометрией на основе песка из отсевов дробления (табл. 6.4).

Показатели физико-механических свойств асфальтобетонов № 1 и № 2 отвечают заданным проектным требованиям. В то же время необходимо отметить, что состав № 1, по сравнению с № 2, является более экономичным, однако, вследствие меньшего содержания дробленых зерен каменных материалов, может оказаться недостаточно сдвигостойчивым, что и следует проверить расчетом.

Проверка сдвигостойчивости асфальтобетонов.

Для оценки сдвигостойчивости асфальтобетонов в покрытии определяем необходимые расчетные параметры.

**Таблица 6.4**  
**Tabelul 6.4**

**Автодорога М14 Брест - Бричень - Кишинэу - Тирасполь – Одесса**  
**Drumul M14 Brest – Briceni – Chișinău – Tiraspol - Odesa**

<b>№ 2 %</b>	<b>Материалы Aggregate</b>	<b>Материалы для подбора смеси Materiale pentru proiectarea mixturii</b>										
		<b>Содержание зерен мельче данного размера, мм, в % Treceri prin ciur sau sită, mm, %</b>										
		<b>Y, г/см<sup>3</sup></b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,25</b>	<b>0,63</b>	<b>0,315</b>	<b>0,14</b>	<b>0,071</b>
25,0	Щебень фр. 15-20 мм <i>Criblura 15-20 mm</i>	2,67	100	36,8	3,4	1,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
13,0	Щебень фр. 10-15 мм <i>Criblura 10-15mm</i>	2,67	100	98,1	15,5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
25,0	Щебень фр. 5-10 мм <i>Criblura 5-10 mm</i>	2,67	100	100	97,9	21,1	8,7	5,6	4,8	4,2	1,7	1,1
30,0	Песок из отсева <i>Nisip din concasaj</i>	2,67	100	100	96,5	79,6	53,6	30,4	20,8	11,1	7,3	
0,0	Песок природный <i>Nisip natural</i>	2,64	100	100	98,1	90,6	83,5	62,4	26,1	5	2,3	
7,0	Минеральный порошок <i>Filer</i>	2,76	100	100	100	100	100	99,9	99,3	93,6	76,4	
		2,676	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
100	Смесь проектная № 2 <i>Amestec proiectat nr.2</i>	100	100,0	84,0	64,3	41,8	33,2	24,6	17,4	14,3	10,4	7,9
ПБВ-90 BMP-90 5,4		Тип А не- MIN прерывн. <i>Tip A continuă</i>	90	75	62	40	28	20	14	10	6	4
		2,464 MAX	100	100	100	50	38	28	20	16	12	10
	Смесь проектная № 1 <i>Amestec proiectat nr. 1</i>	100	99,3	83,3	66,3	48,3	42,6	39,2	31,1	17,1	8,2	5,8

tural și varianta nr. 2 cu granulozitatea continuă pe bază de nisip din savură (tab. 6.4).

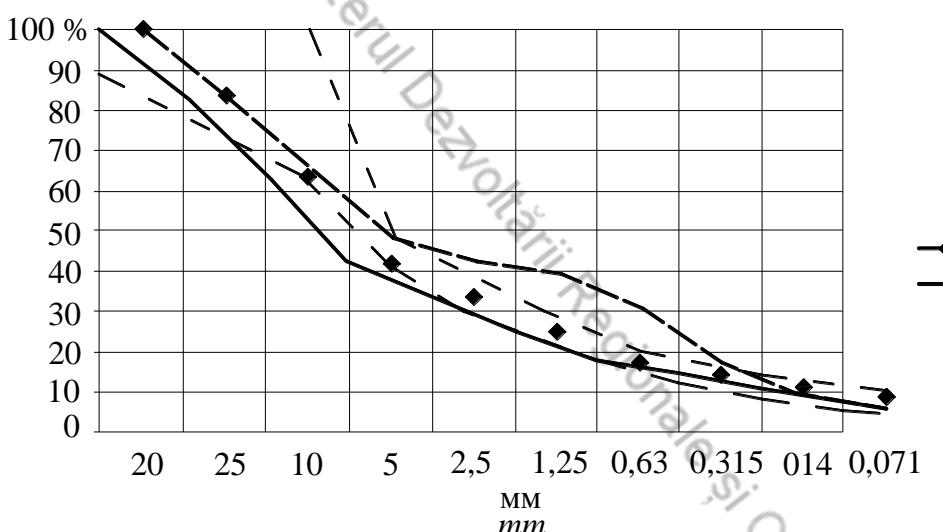
Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice nr.1 și nr.2 corespund cerințelor de proiect. Totodată, trebuie remarcat faptul, că compoziția nr.1 în comparație cu nr.2, este mai eficientă, însă ca urmare a conținutului mai mic de granule concasate de agregate, rezistentă la forfecare, poate fi insuficientă, ceea ce trebuie să se verifice prin calcul.

Verificarea rezistenței la forfecare a betoanelor asfaltice.

Pentru evaluarea rezistenței la forfecare a betoanelor asfaltice se determină parametrii de calcul necesari.

Состав, % Compoziție, %	№ 1	№ 2
Щебень > 20 мм <i>Criblura &gt; 20 mm</i>	0,7	0,0
Щебень, фр. 10-20 мм <i>Criblura 10-20 mm</i>	31,4	33,8
Щебень, фр. 5-10 мм <i>Criblura 5-10 mm</i>	17,1	21,4
Песок фр. 0-5 мм <i>Nisip 0-5 mm</i>	39,3	33,0
Минер. пор. <i>Filer</i>	6,7	6,6
ПБВ <i>Bitum modificat cu polimeri</i>	4,9	5,1
Итого <i>Total</i>	100	100,0

Образцы <i>Epruvete</i>	Подбор пористости <i>Stabilirea porozității</i>		№ 1
	P, г/см <sup>3</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	V мч, %	
2,4		14,3	2,7
2,39		15,3	3,0



По результатам испытаний вычисляем коэффициент пластичности асфальтобетонов № 1 и № 2 по формуле (6.13):

$$m_1 = \frac{(\ln 1,5 - \ln 1,1)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{0,4055 - 0,0953}{3,9120 - 1,0986} = 0,11 ;$$

$$m_2 = \frac{(\ln 1,3 - \ln 1,0)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{0,2624 - 0}{3,9120 - 1,0986} = 0,09$$

Энергию активации определяем по формуле (6.14.):

$$U_1 = \frac{26,254(\ln 4,14 - \ln 1,1)}{0,11} = 315 \text{ кДж/моль (kJ/mol),}$$

În baza rezultatelor încercărilor se calculează coeficientul de plasticitate al mixturilor asfaltice nr. 1 și nr. 2 cu relația (6.13):

Energia de activare se determină cu relația (6.14.):

$$U_2 = \frac{26,254(\ln 3,0 - \ln 1,0)}{0,09} = 320$$

кДж/моль (kJ/mol).

Для определения характеристик сдвигостойчивости асфальтобетонов по ГОСТ 12801 дополнительно изготовили и испытали цилиндрические образцы в количестве 6 штук для каждой смеси. Результаты этих испытаний занесены в табл. 6.5.

Градиент скорости необратимого сдвига при испытании цилиндрических асфальтобетонных образцов высотой 71,4 мм на сжатие при скорости 50 мм/мин принимаем равным:

$$\dot{\gamma}_r = \frac{1}{3} \cdot \frac{50}{71,4} \cdot \frac{1}{60} = 0,0039 \text{ c}^{-1} (\text{s}^{-1}).$$

Расчетный срок службы покрытия принят равным 5 лет или 5\*8760 час.

Коэффициент, учитывающий вероятность прохождения колес автомобилей по одному следу, принят равным 0,2.

Находим максимальную расчетную температуру асфальтобетонного покрытия по формуле (6.4):

$$T_{n+} = -0,0306 \cdot 41^2 + 3,8071 \cdot 41 - 39 = 65,7^\circ\text{C}.$$

Находим минимальную расчетную температуру асфальтобетонного покрытия по формуле (6.5):

$$T_{n-} = 0,859 \cdot (-28) + 1,7 = -22^\circ\text{C}.$$

Вычисляем вероятности работы покрытия при конкретных температурах по формуле (6.7), например:

$$P(-15) = \frac{-15 - (-22) + 2}{12(65,7 - (-22) - 8)} = 0,00941;$$

$$P(25) = \frac{1}{(65,7 - (-22) - 8)} = 0,01254;$$

$$P(60) = \frac{1}{(65,7 - (-22) - 8)} - \frac{(60 - 65,7 + 10)}{12(65,7 - (-22) - 8)} = 0,00805.$$

С целью проверки рассматриваемых вариантов асфальтобетона по первому критерию сдвигостойчивости определяем сопротивление их сдвигу в условиях работы в покрытии при максимальной расчетной температуре по формуле (6.11).

Pentru determinarea caracteristicilor rezistenței la forfecare a betoanelor asfaltice conform ГОСТ 12801 suplimentar au fost confecționate și încercate câte 6 epruvete cilindrice pentru fiecare mixtură. Rezultatele acestor încercări sunt introduse în tab. 6.5.

Gradientul de viteza al forfecării ireversibile la încercarea epruvetelor cilindrice din mixtura asfaltică cu înălțimea de 71,4 mm la compresiune cu viteza de 50 mm/min se adoptă egală cu:

Durata de serviciu de calcul a îmbrăcăminții rutiere a fost adoptată egală cu 5 ani sau 5\*8760 ore.

Coefficientul, care ia în considerare probabilitatea de trecere a roțiilor vehiculelor pe aceeași urmă, a fost adoptat egal cu 0,2.

Se determină temperatura maximă de calcul a îmbrăcăminții rutiere bituminoase cu relația (6.4):

Se determină temperatura minimă de calcul a îmbrăcăminții rutiere bituminoase cu relația (6.5):

$$T_{n-} = 0,859 \cdot (-28) + 1,7 = -22^\circ\text{C}.$$

Se calculează probabilitățile funcționării îmbrăcăminții rutiere la temperaturi concrete în conformitate cu relația (6.7), de exemplu:

Pentru a verifica variantele rețetelor de mixturi asfaltice examineate, după primul criteriu de rezistență la forfecare, se determină rezistența lor la forfecare în condițiile de funcționare în îmbrăcămintea rutieră la temperatura maximă de calcul în conformitate cu relația (6.11).

$$\tau_{p1} = 0,7 \cdot 0,877 + 0,312 \left( \frac{4,0}{0,1 \cdot 6 \cdot 220} \right)^{0,11} \exp \left[ \frac{0,11 \cdot 315}{0,008314} \left( \frac{1}{273,15 + 65,7} - \frac{1}{323,15} \right) \right] = 0,730 \text{ МПа (MPa).}$$

$$\tau_{p2} = 0,7 \cdot 0,962 + 0,23 \left( \frac{3,0}{0,1 \cdot 6 \cdot 220} \right)^{0,09} \exp \left[ \frac{0,09 \cdot 320}{0,008314} \left( \frac{1}{273,15 + 65,7} - \frac{1}{323,15} \right) \right] = 0,773 \text{ МПа (MPa).}$$

Среднее сопротивление асфальтобетона при сдвиге, в соответствии с критерием (1), должно быть выше максимального напряжения сдвига в покрытии ( $> 0,75$  МПа). Асфальтобетон состава № 1 не отвечает критерию сопротивления сдвига при максимальной расчетной температуре дорожного покрытия, характерной для заданного региона.

Для проверки рассматриваемых вариантов асфальтобетона по второму критерию сдвигостойчивости определяем суммарную остаточную деформацию асфальтобетона, накапливаемую за расчетный срок эксплуатации покрытия, по формуле (6.12). Численное интегрирование производим в интервале между максимальной и минимальной расчетными температурами покрытия. В качестве примера приведен расчет пластической деформации только для дискретной температуры покрытия 60 °C:

**Таблица 6.5**  
**Tabelul 6.5**

**Физико-механические свойства асфальтобетонов**  
**Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice**

Наименование показателей <i>Denumirea caracteristicilor</i>	№ 1 <i>Nr.1</i>	№ 2 <i>Nr.2</i>	Требования <i>Cerințe</i>
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup> <i>Densitate medie, g/cm<sup>3</sup></i>	2,40	2,39	-
Пористость минерального остова, % <i>Porozitatea scheletului mineral, %</i>	14,3	15,3	≤ 19
Остаточная пористость, % <i>Porozitatea remanentă, %</i>	2,7	3,0	2,5-5,0
Водонасыщение, % по объему <i>Absorbție de apă, % în volum</i>	2,2	2,5	2,0-5,0
Предел прочности при сжатии, МПа, <i>Limita de rezistență la compresiune, MPa</i>			
при температуре: 20 °C <i>la temperatură:</i>	4,14	3,0	≥ 2,5
50 °C	1,1	1,0	≥ 1,0
0 °C	7,1	6,9	≤ 11,0

Rezistența medie a betonului asfaltic la forfecare în conformitate cu criteriul (1), trebuie să fie mai mare decât tensiunea de forfecare maximă în îmbrăcămintea rutieră ( $> 0,75$  МПа). Mixtura asfaltică de compoziția nr.1 nu corespunde criteriului de rezistență la forfecare la temperatura maximă de calcul a îmbrăcăminții rutiere, caracteristică pentru această zonă.

Pentru a verifica variantele rețetelor de mixturi asfaltice după criteriu doi de rezistență la forfecare, se determină deformația remanentă sumară a betonului asfaltic, acumulată pe durata de calcul de exploatare a îmbrăcăminții rutiere, cu relația (6.12). Integrarea numerică se efectuează în intervalul dintre temperaturile de calcul maximă și minimă ale îmbrăcăminții rutiere. Ca exemplu este prezentat calculul deformației plastice numai pentru temperatura discretă a îmbrăcăminții rutiere de 60 °C:

**Таблица 6.5 (продолжение)**  
**Tabelul 6.5 (continuare)**

Наименование показателей <i>Denumirea caracteristicilor</i>	№ 1 <i>Nr.1</i>	№ 2 <i>Nr.2</i>	Требования <i>Cerințe</i>
Водостойкость <i>Stabilitatea la acțiunea apei</i>	1,00	0,99	$\geq 0,90$
Водостойкость при длительном водонасыщении <i>Stabilitatea la saturare de lungă durată cu apă</i>	0,90	0,88	$\geq 0,85$
Сцепление битума с минеральной частью <i>Adezivitatea bitumului și părții minerale</i>	+	+	Выдерживает <i>Rezistă</i>
Характеристики сдвигостойчивости: <i>Caracteristicile rezistenței la forfecare</i>			
Коэффициент внутреннего трения $\text{tg}\varphi$ <i>Coeficientul de frecare internă</i>	0,877	0,962	
Сцепление при сдвиге, $C_{50}$ , МПа <i>Aderența la forfecare</i>	0,312	0,23	
Прочность на сжатие при $50^{\circ}\text{C}$ и скорости деформирования 50 мм/мин, МПа <i>Rezistența la compresiune la <math>50^{\circ}\text{C}</math> și viteza de deformare 50 mm/min, MPa</i>	1,5	1,3	
Время до разрушения образца, с <i>Timpul pînă la distrugerea epruvetei</i>	4,0	3,0	

$$\Delta\gamma_{\text{p}1} = 0,2 \cdot 5 \cdot 8760 \cdot 220 \cdot 0,1$$

$$0,0039 \cdot \left( \frac{0,75 - 0,7 \cdot 0,877}{0,312} \right)^{1/0,11} \cdot 0,00805 \cdot \exp \left[ - \frac{315}{0,008314} \left( \frac{1}{273,15 + 60} - \frac{1}{323,15} \right) \right] = 0,111 = 11,1 \%$$

$$\Delta\gamma_{\text{p}2} = 0,2 \cdot 5 \cdot 8760 \cdot 220 \cdot 0,1$$

$$0,0039 \cdot \left( \frac{0,75 - 0,7 \cdot 0,962}{0,312} \right)^{1/0,09} \cdot 0,00805 \cdot \exp \left[ - \frac{315}{0,008314} \left( \frac{1}{273,15 + 60} - \frac{1}{323,15} \right) \right] = 0,00107 = 0,107 \%$$

По результатам численного интегрирования с помощью компьютера по всему диапазону эксплуатационных температур получены следующие величины суммарной остаточной деформации покрытия:

- для асфальтобетона № 1 –

$$\gamma_{\text{p}1} = 1,3134 = 131 \% > 10 \%;$$

- для асфальтобетона № 2 –

$$\gamma_{\text{p}2} = 0,0027 = 0,27 \% < 10 \%.$$

Таким образом, состав асфальтобетона № 1 оказался не сдвигостойчивым как по 1-му, так и 2-му критерию сдвигостойчивости. Поэтому для устройства верхнего слоя покрытия на участке 740-760 км автомобильной дороги М14 Брест - Бричень - Кишинэу - Тирасполь - Одесса следует принять состав асфальтобетонной смеси № 2, которая отвечает двум критериям сдвигостойчивости.

Conform rezultatelor integrării numerice efectuate la calculator, pentru tot intervalul de temperaturi de exploatare, au fost obținute următoarele valori ale deformației remanente a îmbrăcăminții rutiere:

- pentru mixtura asfaltică Nr. 1 –

$$\gamma_{\text{p}1} = 1,3134 = 131 \% > 10 \%;$$

- pentru mixtura asfaltică Nr. 2 –

$$\gamma_{\text{p}2} = 0,0027 = 0,27 \% < 10 \%.$$

Astfel, compoziția mixturii asfaltice nr. 1 s-a dovedit a fi instabilă la forfecare după primul și al doilea criteriu de rezistență la forfecare. De aceea, pentru construcția stratului superior al îmbrăcăminții rutiere pe sectorul 740-760 km al drumului M14 Brest – Briceni – Chișinău – Tiraspol – Odesa trebuie adoptată compoziția mixturii asfaltice nr. 2, care corespunde celor 2 criterii de rezistență la forfecare.

## **6.8 Требования к дорожно-строительным материалам, применяемым для работ по устраниению колеи**

### **6.8.1 Асфальтобетон**

Асфальтобетонные смеси используют как ремонтный материал для заполнения колеи и укладки верхних слоев покрытия. Выравнивающие слои в колее устраивают только из горячего, плотного многощебенистого асфальтобетона типа «А» или «Б», соответствующего требованиям SM STB 1033.

На дорогах I-II категорий применяют асфальтобетонные смеси только марки 1 как в верхних, так и нижних слоях.

На дорогах III категории допустимо применять асфальтобетонные смеси марки 2 в нижнем слое колеи.

На дорогах IV категории в нижних слоях колеи допустимо применять асфальтобетонные смеси типа - Б, марки 3 и пористые асфальтобетонные смеси марок 1-2, а также холодный асфальтобетон типа Bx марок 1-2. Верхний слой колей заполняют плотной, горячей асфальтобетонной смесью не ниже марки 2.

Качество асфальтобетона и составляющих компонентов должно соответствовать требованиям п. 6.7 настоящего Свода правил и положениям SM STB 1033. Испытания асфальтобетона проводят по методикам ГОСТ 12801 и ВСН 31, приведенным в приложении F и п. 6.7 настоящего Свода правил.

### **6.8.2 Щебень, обработанный органическим вяжущим, для заполнения колей**

**6.8.2.1** Выравнивание глубокой колеи на дорогах III-IV категорий проводят с использованием черного фракционированного щебня по способу расклинивания. При этом используют щебень из плотных горных пород, соответствующий требованиям СНиП 3.06.03 и ГОСТ 8267, обработанный одним из органических вяжущих (битум вязкий, битум жидкий или битумная эмульсия) в установке.

**6.8.2.2** Для приготовления черного щебня и

## **6.8 Cerințe privind materialele de construcții rutiere, folosite la înlăturarea făgașelor**

### **6.8.1 Beton asfaltic**

Mixturile asfaltice se folosesc în calitate de material pentru umplerea făgașului și asternerea straturilor superioare ale îmbrăcăminții rutiere. Straturile de egalizare în făgaș se execută numai din betonul asfaltic dens bogat în ciblura executat la cald tip „A” sau „B”, care corespunde cerințelor SM STB 1033.

Pe drumurile de categoriile I-II se folosesc mixturi asfaltice numai de marca 1, atât pentru straturile superioare cât și pentru cele inferioare.

Pe drumurile de categoria III se admite folosirea mixturilor asfaltice de marca 2 în stratul inferior al făgașului.

Pe drumurile de categoria IV în straturile inferioare ale făgașului se admite utilizarea mixturii asfaltice tip B, marca 3 și a mixturii asfaltice poroase marca 1-2, precum și betonului asfaltic la rece tip Bx, marca 1-2. Stratul superior al făgașului se umple cu mixtura asfaltică la cald de marcasă nu mai mică de 2.

Calitatea betonului asfaltic și componentelor acestuia trebuie să corespundă cerințelor pct. 6.7 din prezentul Cod practic și prevederilor SM STB 1033. Încercările betonului asfaltic se efectuează conform metodologiilor ГОСТ 12801 и ВСН 31, prezentate în anexa F și pct. 6.7 din prezentul Cod practic.

### **6.8.2 Criblura preanrobată cu liant organic pentru umplerea făgașelor**

**6.8.2.1** Egalizarea făgașului adânc pe drumuri de categoriile II-IV se efectuează utilizând cribluri sortate preanrobate cu bitum prin metoda de împănare. În acest caz se utilizează criblura din roci dense, care corespunde cerințelor СНиП 3.06.03 и ГОСТ 8267, preanrobată cu unul din lianți organici (bitum vâscos, bitum lichid sau emulsia bituminoasă) în instalație.

**6.8.2.2** Pentru prepararea criblurii preanrobate

устройства выравнивающего слоя соблюдают рекомендации СНиП 3.06.03. Температура нагрева органических вяжущих, при их использовании, должна соответствовать требованиям СНиП 3.06.03.

В зависимости от глубины колеи крупность щебня может быть 5-10; 10-15; 15-20 мм. Минимальная толщина выравнивающего слоя составляет не менее 3 см. Если для приготовления черного щебня используют смесь фракций, то выравнивающий слой устраивают за один прием СНиП 3.06.03 без расклинивания.

Методы строительства слоев по способу пропитки и смешения на дороге для устройства выравнивающего слоя в колее не применяют.

#### **6.8.2.3 Требования к качеству щебня.**

Для устройства выравнивающих слоев следует применять щебень соответствующих фракций из плотных горных пород ГОСТ 8267, ГОСТ 3344 и ГОСТ 8269. Качество щебня для заполнения колеи зависит от категории дороги и состава движения.

Наличие зерен пластинчатой и игольчатой форм не должно превышать 10 % по массе.

На дорогах III категории к щебню для заполнения колеи предъявляют следующие требования:

- марка щебня по дробимости должна быть:
  - не менее 1200 для щебня из изверженных и метаморфических горных пород;
  - не менее 1000 - из осадочных горных пород;
- марка щебня по морозостойкости должна быть не менее F-50;
- марка щебня по истираемости должна соответствовать И-1.

На дорогах IV категории к щебню для выравнивания колеи предъявляют следующие требования:

- марка щебня по дробимости должна быть:
  - не менее 1000 для щебня из изверженных и метаморфических горных пород;
  - не менее 800 для щебня из изверженных и метаморфических горных пород;

și realizarea stratului de egalizare se vor respecta recomandările СНиП 3.06.03. Temperatura de încălzire a lianților organici la utilizarea acestora, trebuie să corespundă cerințelor СНиП 3.06.03.

În funcție de adâncimea făgașului, sortul criburii poate fi 5-10; 10-15; 15-20 mm. Grosimea minimă a stratului de egalizare constituie minim 3 cm. Dacă pentru prepararea criburii preanrobate se folosește amestec de sorturi, stratul de egalizare se execută printr-un singur procedeu conform СНиП 3.06.03, fără împăna-re.

Metodele de realizare a straturilor prin penetrare și amestecare in situ nu se utilizează pentru amenajarea stratului de egalizare în fă-gaș.

#### **6.8.2.3 Cerințele privind calitatea criburii.**

Pentru executarea straturilor de egalizare trebuie folosită criblura de sorturi respective din roci dense ГОСТ 8267, ГОСТ 3344 și ГОСТ 8269. Calitatea criburii pentru umplerea făgașului depinde de categoria drumului și componența traficului.

Volumul de granule de forma lamelară și aciculară nu trebuie să depășească 10 % din masa.

Criblura folosită la umplerea făgașelor formate pe drumurile de categoria III trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

- marca criburii după rezistență sfărâmare trebuie să fie:
  - de minim 1200 pentru criblura din roci eruptive și metamorfice;
  - de minim 1000 din roci sedimentare;
- marca criburii după rezistență la îngheț-dezgheț trebuie să fie de minim F-50;
- marca criburii conform rezistenței la uzură trebuie să corespundă И-1.

Criblura folosită la umplerea făgașelor formate pe drumurile de categoria IV trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

- marca criburii după rezistență la sfărâmare trebuie să fie:
  - de minim 1000 pentru criblura din roci magmatice și metamorfice;
  - de minim 800 din roci eruptive și me-tamorfice;

- марка щебня по морозостойкости F-25;
- марка щебня по истираемости должна соответствовать И-2.

### **6.8.3 Требования к материалам слоев поверхностной обработки**

Свойства исходных материалов должны соответствовать требованиям соответствующих нормативных документов СНиП 3.06.03, ГОСТ 8267, ГОСТ 22245, ГОСТ 18659, SM STB 1220.

При устройстве поверхностной обработки следует применять щебень марки 1200 из трудношлифуемых пород кубовидной формы зерен. Поверхность щебня должна быть чистой, не содержать пыли и грязи. Битум должен выдерживать испытание на сцепление с поверхностью щебня, который применяют для поверхностной обработки. Наряду с битумом ГОСТ 11508, могут быть использованы в качестве вяжущего ПБВ SM STB 1220 и эмульсии ГОСТ 18659 (преимущественно катионные) ЭБК-1 и ЭБК-2. Для улучшения сцепления вяжущего с поверхностью щебня применяют ПАВ.

### **6.8.4 Смеси битумоминеральные, открытые (БМО)**

**6.8.4.1** Открытыми называют битумоминеральные смеси, содержащие более 55 % (по массе) щебня или других каркасных составляющих с пористостью исходных материалов в 1,5 раза больше пористости минеральной части смеси.

#### **6.8.4.2 Смеси подразделяют:**

a) в зависимости от количественного содержания щебня (55-85 %) смеси битумоминеральные, открытые подразделяются на три класса: БМО 75/85, БМО 65/75, БМО 55/65;

b) в зависимости от крупности щебня смеси битумоминеральные, открытые подразделяют на:

«К» - крупнозернистые, с размером зерен до 25 мм;

«С» - среднезернистые до 20 мм;

«М» - мелкозернистые до 15(10) мм.

c) в зависимости от консистенции и технологического состояния:

пластичные;

- marca criburii după rezistență la îngheț-dezgheț F-25;

- marca criburii după rezistență la uzură trebuie să corespundă И-2.

### **6.8.3 Cerințe privind materiale folosite la tratamentul bituminos**

Proprietățile materialelor primare trebuie să corespundă cerințelor documentelor normative în vigoare СНиП 3.06.03, ГОСТ 8267, ГОСТ 22245, ГОСТ 18659, SM STB 1220.

La aplicarea tratamentului bituminos trebuie folosită criblura de marca 1200 din roci stabile la uzură cu granulele octaedrice. Suprafața criburii trebuie să fie curată, fără praf și noroi. Bitumul trebuie să reziste încercării la adezivitate cu suprafața criburii care se folosește la tratamentul bituminos. La rând cu bitumul ГОСТ 11508, în calitate de liant pot fi folosite BMP SM STB 1220 și emulsii ГОСТ 18659 (preponderent cele cationice) ЭБК-1 și ЭБК-2. Pentru sporirea adezivității liantului la suprafața criburii se utilizează aditivi.

### **6.8.4 Mixturile bituminoase deschise (MBD)**

**6.8.4.1** Deschise se numesc mixturile din agregate naturale cu bitum, care conțin mai mult de 55 % (în masă) de cribură sau alți compoziții de schelet cu porozitatea materialelor primare de 1,5 ori mai mare decât porozitatea părții minerale a mixturii.

#### **6.8.4.2 Mixturile se grupează:**

a) în funcție de cantitatea de cribură (55-85 %), mixturile din agregate naturale cu bitum, deschise se divizează în trei clase: БМО 75/85, БМО 65/75, БМО 55/65;

b) în funcție de granulozitatea criburii, mixturile din agregate naturale cu bitum, deschise se împart în:

«К» - cu agregat mare, cu mărimea granulelor sub 25 mm;

«С» - cu agregat mediu – sub 20 mm;

«М» - cu agregat fin – sub 15(10) mm.

c) în funcție de consistență și starea tehnologică:

plastice;

сыпучие;

d) в зависимости от остаточной пористости после уплотнения:

высокоплотные	1,5-3,0 %;
среднеплотные	3,0-5,0 %;
малой плотности	5,0-7,0 %.

**6.8.4.3** Смеси состоят из вяжущего (битум и ПАВ) и минеральных материалов (щебень, песок, минеральный порошок).

Зерновой состав смеси подбирают в соответствии с составом асфальтобетонных смесей плотных или литых.

**6.8.4.4** Физико-механические свойства смесей должны соответствовать требованиям предъявляемым к асфальтобетонам, а исходных материалов - требованиям, предъявляемым к материалам в асфальтобетоне.

**6.8.4.5** Приготовление смеси ведут на асфальтобетонном заводе горячим способом в соответствии с технологией приготовления горячих асфальтобетонных смесей в соответствии с СНиП 3.06.03 и SM STB 1033.

**6.8.4.6** Смеси битумоминеральные, открытые укладывают только в один слой износа (толщиной от 2,5 до 3,5 см) на свежую поверхность после фрезерования или выравнивания колеи на всю ширину полосы движения для защиты поверхности от разрушения и повышения коэффициента сцепления колеса автомобиля с поверхностью покрытия.

**6.8.4.7** Слои из смесей битумоминеральных, открытых укладывают в сухую погоду при температуре воздуха не ниже +5 °C на сухое, подгрунтованное (битумом или эмульсией) покрытие или на свежеуложенный выравнивающий слой.

## 6.8.5 Смеси для тонкослойных покрытий

**6.8.5.1** Тонкослойные покрытия устраивают для повышения безопасности движения на дорогах. Толщина слоя тонкослойного покрытия может быть от 1,5 до 3,5 см, в зависимости от крупности щебня и вида вяжущего. Тонкослойные покрытия строят из щебнемастичных асфальтобетонов (ЩМА), смесей эмульсионно-минеральных для устройства слоев износа. При строительстве тонких слоев применяют горячий или холодный способы строительства.

necoezive;

d) în funcție de porozitatea remanentă după compactarea:

cu densitatea sporită	1,5-3,0 %;
cu densitatea medie	3,0-5,0 %;
cu densitatea redusă	5,0-7,0 %.

**6.8.4.3** Mixturile sunt compuse din liant (bitum și aditivi) și agregate naturale (criblură, nisip, filer).

Compoziția granulometrică a mixturii se stabilește conform compoziției mixturilor asfaltice dense sau turnate.

**6.8.4.4** Proprietățile fizico-mecanice ale mixturilor trebuie să corespundă cerințelor pentru betoane asfaltice, iar cele ale materialelor primare - cerințelor pentru materialele folosite în betonul asfaltic.

**6.8.4.5** Mixtura se prepară la cald, la fabrica de beton asfaltic, conform tehnologiei de preparare a mixturilor asfaltice la cald conform СНиП 3.06.03 и SM STB 1033.

**6.8.4.6** Anrobatele bituminoase, deschise, se aştern numai într-un singur strat de uzură (cu grosimea de la 2,5 până la 3,5 cm) pe suprafață proaspăt frezată sau pe fâgașul egalizat pe toată lățimea benzii de circulație, pentru protejarea îmbrăcăminții rutiere contra deteriorării și majorarea coeficientului de aderență între roata automobilului și îmbrăcămîntea rutieră.

**6.8.4.7** Straturile din agregate naturale cu bitum, deschise, se aştern pe timp uscat la temperaturi ale aerului mai înalte de +5 °C, pe suprafață uscată, amorsată (cu bitum sau emulsie) sau pe un strat de egalizare proaspăt aşternut.

## 6.8.5 Mixturi pentru îmbrăcăminți rutiere cu straturi subțiri

**6.8.5.1** Îmbrăcămințile rutiere cu straturi subțiri se construiesc pentru ridicarea nivelului de siguranță a traficului rutier. Grosimea acoperirii cu straturi subțiri poate fi de la 1,5 până la 3,5 cm, în funcție de mărimea criblurii și de tipul liantului. Îmbrăcămințile rutiere cu straturi subțiri se construiesc din mixturi asfaltice stabilizate cu fibre (MASF), mixturi din agregate minerale preanrobate cu emulsie pentru amenajarea straturilor de uzură. La realizarea straturilor subțiri se utilizează metodele de executare la cald sau la rece.

**6.8.5.2** Горячие щебнемастичные асфальтобетоны (ЩМА) применяют для устройства верхних слоев покрытия любых технических категорий.

**6.8.5.3** Смеси ЩМА, в зависимости от крупности щебня, подразделяют:

ЩМА-10 при размере фракций щебня до 10 мм;

ЩМА-15 до 15 мм;

ЩМА-20 до 20 мм.

**6.8.5.4** В состав смесей ЩМА входят: щебень фракционированный с максимальной крупностью зерен 10 - 20 мм; песок дробленный; известняковый минеральный порошок; битум нефтяной дорожный; армирующие добавки (акриловые, целлюлозные или стеклянные волокна) в рациональном соотношении.

**6.8.5.5** Зерновые составы минеральной части щебнемастичных асфальтобетонных смесей и показатели физико-механических свойств должны соответствовать действующим требованиям.

**6.8.5.6** ЩМА готовят на асфальтобетонном заводе по технологии, принятой для приготовления горячего асфальтобетона. Температура смесей при укладке смеси должна составлять 150-170 °C.

**6.8.5.7** Для приготовления смесей, устойчивых к образованию колеи, применяют щебень из плотных горных пород. Наличие зерен пластинчатой и игольчатой форм не должно превышать 5 % по массе.

Марка щебня по дробимости должна быть не ниже 1200 для изверженных и метаморфических горных пород и не ниже 1000 для осадочных горных пород.

Марка щебня по морозостойкости - не ниже F-50.

**6.8.5.8** Песок дробленый должен иметь марку по прочности не ниже 1000, содержание глинистых частиц не более 0,5 %, содержание зерен мельче 0,16 мм в песке не нормируется.

**6.8.5.9** Битумы нефтяные дорожные вязкие должны соответствовать требованиям ГОСТ 22245, а полимерно-битумное вяжущее (ПБВ) - SM STB 1220

**6.8.6 Смеси эмульсионно-минеральные для устройства слоев износа холодным способом**

Эмульсионно-минеральные смеси могут

**6.8.5.2** Mixurile asfaltice stabilizate cu fibre(MASF), la cald se utilizează pentru realizarea straturilor superioare ale îmbrăcămintii rutiere pentru toate categoriile de drumuri.

**6.8.5.3** Mixurile MASF în funcție de granulometria ciblurii, se grupează în:

MASF -10 din ciblura cu mărimea sub 10 mm;

MASF -15 sub 15 mm;

MASF -20 sub 20 mm.

**6.8.5.4** Mixurile MASF sunt compuse din: ciblura sort maxim 10-20 mm, nisip concasat, filer din calcar, bitum de petrol, rutier, adaosuri pentru armare (fire din acril, celuloză sau sticlă) în raport rațional.

**6.8.5.5** Compozițiile granulometrice ale părții minerale ale mixturilor asfaltice din ciblură și mastic și caracteristicile proprietăților fizico-mecanice trebuie să corespundă cerințelor în vigoare.

**6.8.5.6** MASF se prepară la fabrica de beton asfaltic, după tehnologia, adoptată pentru prepararea mixturilor asfaltice la cald. Temperatura mixturilor la aşternere trebuie să fie de 150-170 °C.

**6.8.5.7** Pentru prepararea mixturilor rezistente la formarea făgașului se utilizează ciblura din roci dense. Prezența granulelor de forma lameiară și aciculară nu trebuie să depășească 5 % din masă.

Marca ciblurii după rezistența la sfărâmare trebuie să fie de minim 1200 pentru ciblura din roci eruptive și metamorfice și nu de minim 1000 pentru ciblura din roci sedimentare.

Marca ciblurii după rezistența la îngheț-dezgheț trebuie să fie mai mare de F-50.

**6.8.5.8** Nisipul concasat trebuie să aibă marca după rezistență mai mare de 1000, conținutul de particule argiloase să nu depășească 0,5 %, conținutul de granule mai mici de 0,16 mm în nisip nu se normează.

**6.8.5.9** Bitumurile rutiere vâscoase trebuie să corespundă cerințelor ГОСТ 22245, iar liantul din bitum modificat cu polimeri (BMP) – SM STB 1220.

**6.8.6 Mixturi din agregate preanrobate cu emulsie bituminoasă pentru realizarea la rece a straturilor de uzură**

Mixurile din agregate minerale

быть использованы для ликвидации колеи, так как их можно укладывать в один, два или три слоя. Эмульсионно-минеральная смесь - это рационально подобранная смесь из минеральных заполнителей, битумной эмульсии, добавок. Перемешивание смеси проводят на дороге в бункере специализированной укладочной машины. Приготовление и укладку смеси ведут при температуре окружающей среды без нагрева компонентов. При приготовлении смесей используют дробленые пески или отсевы дробления щебня трудношлифуемых пород. Для регулирования времени распада катионной битумной эмульсии и регулирования консистенции смеси применяют портландцемент или молотую гашенную известь. Укладку смеси ведут специальной раскладочной машиной. Эмульсионно-минеральные смеси могут быть уложены в один или несколько слоев.

## **6.9 Контроль качества работ**

**6.9.1** Технический надзор и производственный контроль в процессе ремонтных работ осуществляют в целях:

- выполнения всех видов работ в соответствии с проектно-сметной и нормативно-технической документацией;
- обеспечения соответствия применяемых материалов требованиям проекта;
- проверки соответствия объемов выполняемых работ по отдельным видам и за конченным ремонтным объектам требованиям соответствующих нормативных документов.

**6.9.2** Контроль качества ремонта дорог с колеей проводят в три этапа: входной контроль, операционный и приемочный.

**6.9.3** На стадии входного контроля контролируют качество дорожно-строительных материалов и смесей, предназначенных для заполнения колей, в соответствии с действующими нормативными документами на эти материалы и требованиями настоящего Свода правил (п. 6.8).

**6.9.4** На стадии операционного контроля следят за качеством выполнения каждой технологической операции в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03, рекомендациями по устройству каждого из укладываемых слоев по действующим норматив-

preanrobate cu emulsie pot fi folosite pentru lichidarea făgașului, deoarece acestea pot fi aşternute într-unu, în două sau trei straturi. Mixtura din agregate minerale preanrobate cu emulsie este o mixtura proiectată rațional din agregate minerale, emulsie bituminoasă, adasuri. Amestecarea mixturii in situ se execută în buncărul mașinii specializate pentru aşternerea mixturii. Prepararea și aşternerea mixturii se efectuează la temperatura mediului ambient fără încălzirea componentelor. La prepararea mixturilor se utilizează nisipuri de concasaj sau savură din roci stabile la uzură. Pentru reglarea timpului de rupere a emulsiei bituminoase și reglarea consistenței mixturii se utilizează ciment portland sau var stins măcinat. Aşternerea mixturii se efectuează cu mașina specializată. Mixturile din agregate minerale preanrobate cu emulsie pot fi aşternute în unul sau mai multe straturi.

## **6.9 Controlul calității lucrărilor**

**6.9.1** Controlul tehnic și de producție în procesul de executare a lucrărilor de reparație se efectuează pentru:

- a îndeplini toate tipurile de lucrări în conformitate cu documentația de proiect și deviz și cu documentația normativă în vigoare;
- a asigura corespunderea materialelor folosite cerințelor de proiect;
- a verifica corespunderea volumelor de lucrări executate pe tipuri de lucrări și pe obiecte finalizate cerințelor documentelor normative respective.

**6.9.2** Controlul calității reparației drumurilor cu făgaș se efectuează în trei etape: controlul de intrare, controlul operațional și control de recepție.

**6.9.3** La etapa controlului de intrare se verifică calitatea materialelor de construcții și a mixturilor, destinate umplerii făgașelor, în conformitate cu documentele normative în vigoare pentru aceste materiale și cerințele prezentului Cod practic ( pct. 6.8).

**6.9.4** La etapa controlului operațional se verifică calitatea de executare a fiecărei operații în conformitate cu cerințele СНиП 3.06.03, recomandările de realizare a fiecărui strat conform documentelor normative în vigoare și cu cerințele de proiect.

ным документам и проектным требованиям.

#### **6.9.4.1** При устройстве поверхностной обработки контролируют:

- температуру битума в каждом битумовозе;
- однородность, чистоту и равномерность распределения щебня - постоянно;
- равномерность распределения вяжущего - постоянно;
- расход материалов путем взвешивания распределенного материала на площади  $0,25 \text{ m}^2$  - постоянно.

#### **6.9.4.2** При заполнении колеи ремонтным материалом из асфальтобетонной смеси, устройстве выравнивающих слоев и слоев покрытия из асфальтобетонных смесей контролируют:

- температуру асфальтобетонной смеси в каждом автомобиле;
- качество продольных сопряжений ремонтного слоя и старого покрытия - постоянно;
- качество асфальтобетона по свойствам вырубок (кернов) в трех местах на  $7000 \text{ m}^2$ , а также прочность сцепления слоев и коэффициент уплотнения по СНиП 3.06.03.

#### **6.9.4.3** При заполнении колей щебнем, обработанным органическим вяжущим, контролируют:

- температуру щебня в каждом автомобиле;
- однородность смеси - визуально;
- коэффициент уплотнения и качество смеси (3 пробы на 1 км).

#### **6.9.4.4** Поперечные уклоны и ровность покрытия контролируют в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03.

#### **6.9.5** В случае несоответствия выполненных работ утвержденным проектным решениям и требованиям нормативных документов, указанные работы должны быть переделаны выполняющей организацией.

#### **6.9.4.1** La aplicarea tratamentului bituminos se verifică:

- temperatura bitumului în fiecare autogudronator;
- omogenitatea, puritatea și uniformitatea de distribuire a ciblurii - permanent;
- uniformitatea de distribuire a liantului - permanent;
- consumul de materiale prin cântărirea materialului distribuit pe o arie de  $0,25 \text{ m}^2$  – permanent.

#### **6.9.4.2** La umplerea făgașelor cu material pentru reparație din mixtura asfaltică, la așternerea straturilor de egalizare și straturilor îmbrăcăminții rutiere din beton asfaltic, se verifică:

- temperatura mixturii asfaltice în fiecare camion;
- calitatea îmbinărilor longitudinale ale stratului reparat cu îmbrăcămîntea rutieră existentă - permanent;
- calitatea betonului asfaltic privind proprietățile probelor (carotelor) în trei locuri pe  $7000 \text{ m}^2$ , precum și rezistența de aderență a straturilor și coeficientul de compactare conform СНиП 3.06.03.

#### **6.9.4.3** În cazul umplerii făgașului cu ciblură preanrobată cu liant organic se verifică:

- temperatura ciblurii în fiecare camion;
- omogenitatea mixturii – vizual;
- coeficientul de compactare și calitatea mixturii (3 probe pe 1 km).

#### **6.9.4.4** Declivitățile transversale și planeitatea îmbrăcăminții rutiere se verifică în conformitate cu cerințele СНиП 3.06.03.

#### **6.9.5** În cazul necoresponderii lucrărilor execuțate soluțiilor de proiect și cerințelor documentelor normative, lucrările specificate trebuie să fie refăcute de către organizația care le-a executat.

**Примеры расчета и прогнозирования глубины колеи**  
*Exemple de calculare și prognozare a adâncimii făgașului*

**ПРИМЕР 1**

Требуется определить ожидаемую глубину колеи на 5-й, 10-й и 15-й годы (при отсутствии ремонтных мероприятий) на дороге II категории, расположенной в III дорожно-климатической зоне.

Исходные данные для расчета (см. п. 4.1.1):

- грунт земляного полотна - супесь легкая  $E_r = 50$  МПа;

- конструкция дорожной одежды включает: песок мелкий  $E_{\text{п}} = 100$  МПа,  $h = 20$  см; щебень, укрепленный цементом,  $E_{\text{щ}} = 700$  МПа,  $h = 15$  см; асфальтобетон крупнозернистый пористый  $E = 2000$  МПа,  $h = 10$  см; плотный асфальтобетон (на БНД 60/90) мелкозернистый типа Б (щебня 42 %)  $E = 3200$  МПа на гранитном щебне,  $h = 5$  см;

- расчетная влажность грунта земляного полотна 0,69 в долях от границы текучести (угол внутреннего трения 35 град);

- характер местности - равнинный;
- среднемесячные температуры воздуха месяцев с устойчивой положительной температурой: 14,2; 18,3; 20,5; 22,1; 15,1 °C;
- продольный уклон дороги не превышает 30 %.

**Данные учета интенсивности движения на дороге в первый год эксплуатации дорожной одежды**

*Rezultatele recensământului intensității traficului pe drum, în primul an de exploatare a structurii rutiere*

Типы автомобилей <i>Tipurile de automobile</i>	Количество автомобилей в сутки <i>Numărul automobilelor pe zi, veh/zi</i>
Легковые автомобили <i>Autoturisme</i>	2500
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de încărcare de la 1 până la 2 t</i>	120
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de încărcare de la 2 până la 5 t</i>	445
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de încărcare de la 5 până la 8 t</i>	180
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane foarte grele cu capacitatea de încărcare de peste 8 t</i>	180
Автобусы <i>Autobuze</i>	100
Тягачи с прицепами <i>Remorcheră cu remorci</i>	110
	<b><math>\Sigma = 3635</math></b>

**EXEMPLUL 1**

Se cere de a determina adâncimea prognozată a făgașului pentru anii 5, 10 și 15 (în cazul lipsei măsurilor de reparație) pentru drumul de categoria a II, amplasat în zona III climatică rutieră.

Datele inițiale pentru calcul (conform pct. 4.1.1):

- пământ terasamentului căii –nisip argilos ușor  $E_r = 50$  MPa;

- structura rutieră include: nisip mărunt  $E_{\text{п}} = 100$  MPa,  $h = 20$  cm; pietriș consolidat cu ciment,  $E_{\text{щ}} = 700$  MPa,  $h = 15$  cm; beton asfaltic cu agregat mare, poros  $E = 2000$  MPa,  $h = 10$  cm; beton asfaltic (cu bitum БНД 60/90) cu agregat fin, tip B (42 % de criblură)  $E = 3200$  MPa cu cribură de granit,  $h = 5$  cm;

- umiditatea de calcul a pământului terasamentului căii 0,69 în fracțiuni din limita de curgere (unghiul de frecare interioară 35 grade);

- natura terenului - șes;
- temperatura medie lunată a aerului pentru luniile cu temperatură stabilă pozitivă: 14,2; 18,3; 20,5; 22,1; 15,1 °C;
- declivitatea longitudinală a drumului nu depășește 30 %.

**Данные учета интенсивности движения на дороге  
во второй год службы дорожной одежды**  
**Rezultatele recensământului intensității traficului pe drum,  
în al doilea an de serviciu a structurii rutiere**

Типы автомобилей <i>Tipurile de automobile</i>	Количество автомобилей в сутки <i>Numărul automobilelor pe zi, veh/zi</i>
Легковые автомобили <i>Autoturisme</i>	2650
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de încărcare de la 1 până la 2 t</i>	125
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de încărcare de la 2 până la 5 t</i>	440
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de încărcare de la 5 până la 8 t</i>	180
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane foarte grele cu capacitatea de încărcare de peste 8 t</i>	185
Автобусы <i>Autobuze</i>	100
Тягачи с прицепами <i>Remorcare cu remorci</i>	115
	<b>Σ = 3795</b>

Показатель изменения общей интенсивности движения вычисляют по формуле (5.2):

$$q_o = \frac{3795}{3635} = 1,04$$

Интенсивность движения, приведенную к расчетной нагрузке (авт./сут), рассчитывают в первый и второй годы службы по формуле (5.1), при этом значения коэффициентов приведения назначают согласно табл. 5.2:

$$\begin{aligned} Np1 &= 120 \times 0,005 + 445 \times 0,2 + 180 \times 0,7 + 180 \times 1,25 + 100 \times 0,7 + 110 \times 1,5 = 676; \\ Np2 &= 125 \times 0,005 + 440 \times 0,2 + 180 \times 0,7 + 185 \times 1,25 + 100 \times 0,7 + 115 \times 1,5 = 688. \end{aligned}$$

Показатель изменения приведенной интенсивности движения вычисляем по формуле (5.2):

$$q = \frac{688}{676} = 1,02$$

Ожидаемое суммарное число приложений расчетной нагрузки при определении остаточных деформаций в грунте земляного полотна рассчитываем по формуле (5.3). Значения коэффициента суммирования  $K_c$  на 5-й, 10-й и 15-й годы находят по графику рис. 10, которые равны: 5,2; 11 и 17 соответственно. Количество расчетных дней в году назначают по табл. 5.4 и для III дорож-

Indicatorul de evoluție a intensității totale a traficului se calculează cu relația (5.2):

Intensitatea traficului, raportată la sarcina de calcul (veh./zi), se calculează pentru primul și al doilea an de serviciu cu relația (5.1), totodată valorile coeficienților de transformare se determină conform tab. 5.2:

Indicatorul de evoluție a intensității traficului exprimate în vehicule etalon se calculează cu relația (5.2):

Numărul sumar prognosat de aplicare a sarcinii de calcul la determinarea deformațiilor remanente în pământul terasamentului se calculează cu formula (5.3). Valorile coeficientului de însumare  $K_c$  pentru anii 5, 10 și 15 se determină conform graficului fig. 10, și sunt egale cu: 5,2; 11 și, respectiv, 17. Numărul zilelor de calcul pe an se determină conform tab. 5.4 și pentru zona a III climatică el constituie 145,

но-климатической зоны оно составляет 145, коэффициент полосности находим в табл. 5.3, для двухполосных дорог он равен 0,55.

$$N_{c5} = 0,6 \times 0,55 \times 676 \times 5,2 \times 145 = 1,68 \times 10^5;$$

$$N_{c10} = 0,6 \times 0,55 \times 676 \times 11 \times 145 = 3,56 \times 10^5;$$

$$N_{c15} = 0,6 \times 0,55 \times 676 \times 17 \times 145 = 5,50 \times 10^5.$$

Остаточную деформацию в грунте земляного полотна вычисляют по выражению (5.5), при этом исходные значения остаточной осадки определяем по графику (рис. 11) для соответствующих значений  $N_c$  и при угле внутреннего трения 35 град:  $h_{rp5} = 0,005$ ;  $h_{rp10} = 0,007$ ;  $h_{rp15} = 0,009$ . По формуле (5.6) вычисляем средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды:

$$E_d = \frac{3200 \times 5 + 2000 \times 10 + 700 \times 15 + 100 \times 20}{50} = 970, \text{ МПа.}$$

Для отношения  $E_d/E_r = 970/50 = 19,4$  по табл. 5.6 назначаем  $KE = 1,05$ , а для отношения  $h/D = 49/37 = 1,32$  по табл. 5.7 определяем  $K_{ha} = 1.2$ .

Определив все величины, входящие в выражение (5.5), вычисляем остаточные деформации в грунте земляного полотна на 5-й, 10-й и 15-й годы:

$$h_{sp5} = 0,005 \times 1,05 \times 1,2 = 0,006 \text{ м;}$$

$$h_{sp10} = 0,007 \times 1,05 \times 1,2 = 0,009 \text{ м;}$$

$$h_{sp15} = 0,009 \times 1,05 \times 1,2 = 0,011 \text{ м.}$$

Относительные значения остаточных деформаций в слоях основания определяем по графикам (рис. 12, 13, 14). Для песчаного слоя при  $E_p/E_r = 100/50 = 2$  и  $h_p = 20 \text{ см}$ , а для слоя укрепленного щебня при  $E_{sp}/E_r = 700/50 = 14$  и  $h_{sp} = 15 \text{ см}$ .

По графикам (рис. 12 и 14) получаем:

$$\varepsilon_p/\varepsilon_r = 0,6, \quad \varepsilon_{sp}/\varepsilon_r = 0,045.$$

Абсолютные значения остаточных деформаций в слоях основания составят:

$$\varepsilon_{p5} = 0,6 \times \varepsilon_{r5} = 0,6 \times 0,006 = 0,004 \text{ м;}$$

$$\varepsilon_{sp5} = 0,04 \times \varepsilon_{r5} = 0,04 \times 0,006 \approx 0;$$

$$\varepsilon_{p10} = 0,6 \times \varepsilon_{r10} = 0,6 \times 0,009 = 0,005 \text{ м;}$$

$$\varepsilon_{sp10} = 0,04 \times \varepsilon_{r10} = 0,04 \times 0,009 \approx 0;$$

коэффициенту care ea în considerație numărul benzilor se determină conform tab. 5.3, pentru drumuri cu două benzi acesta este egal cu 0,55.

Deformațiile remanente în pământul terasamentului căii se calculează cu relația (5.5), cu toate acestea valorile inițiale ale tasării remanente se determină conform graficului (fig. 11) pentru valorile respective ale  $N_c$  și pentru unghiul de frecare interioară de 35 grade:  $h_{rp5} = 0,005$ ;  $h_{rp10} = 0,007$ ;  $h_{rp15} = 0,009$ . Cu relația (5.6) se calculează modulul de elasticitate mediu ponderat al structurii rutiere:

Pentru raportul  $E_d/E_r = 970/50 = 19,4$  conform tab. 5.6 se adoptă  $KE = 1,05$ , iar pentru raportul  $h/D = 49/37 = 1,32$  conform tab. 5.7 se determină  $K_{ha} = 1.2$ .

Determinând toate valorile din relația (5.5) se calculează deformațiile remanente ale pământului terasamentului în al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an:

Valorile relative ale deformațiilor remanente în straturile de fundație se determină din graficele (fig. 12, 13, 14). Pentru stratul de nisip cu  $E_p/E_r = 100/50 = 2$  и  $h_p = 20 \text{ cm}$ , iar pentru stratul din piatră consolidat cu  $E_{sp}/E_r = 700/50 = 14$  și  $h_{sp} = 15 \text{ cm}$ .

Din graficele (fig. 12 și 14) se obține:

Valorile absolute ale deformațiilor remanente în straturile de fundație constituie:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{п15}} &= 0,6 \times \varepsilon_{\text{г15}} = 0,6 \times 0,011 = 0,007 \text{ м;} \\ \varepsilon_{\text{щ15}} &= 0,04 \times \varepsilon_{\text{г15}} = 0,04 \times 0,011 \approx 0.\end{aligned}$$

Общие абсолютные остаточные деформации в слоях основания на 5-й, 10-й и 15-й годы:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{och5}}^{\text{ост}} &= 0,004 + 0 = 0,004 \text{ м;} \\ \varepsilon_{\text{och10}}^{\text{ост}} &= 0,005 + 0 = 0,005 \text{ м;} \\ \varepsilon_{\text{och15}}^{\text{ост}} &= 0,007 + 0 = 0,007 \text{ м.}\end{aligned}$$

Для вычисления остаточных деформаций в слоях асфальтобетона по табл. 5.8 определяем расчетное количество сдвигопасных дней в году в зависимости от среднегодовой положительной температуры воздуха, вычисляемой по формуле (5.10):

$$t_{\text{ср}}^+ = \frac{14,2 + 18,3 + 20,5 + 22,1 + 15,1}{5} = 18,04 \text{ °C.}$$

По табл. 5.8 определяем  $T_{\text{ср}} = 15$  дней.

Тогда суммарное число приложений расчетной нагрузки по формуле (5.3) составляет:

$$\begin{aligned}N_{\text{C5}} &= 0,6 \times 0,55 \times 676 \times 5,2 \times 15 = 17400; \\ N_{\text{C10}} &= 0,6 \times 0,55 \times 676 \times 11 \times 15 = 36808; \\ N_{\text{C15}} &= 0,6 \times 0,55 \times 676 \times 17 \times 15 = 56885.\end{aligned}$$

Для вычисления по формуле (5.11) фактического суммарного числа приложений расчетной нагрузки приведенного к  $t_u = 0,01$  при равнинном характере местности и продольном уклоне менее 30 %, по табл. 5.10, находим фактическое  $t_u = 0,016$  с.

$$\begin{aligned}N_{\text{cp5}} &= \frac{17400 \times 0,016}{0,01} = 27840; \\ N_{\text{cp10}} &= \frac{36808 \times 0,016}{0,01} = 58893; \\ N_{\text{cp15}} &= \frac{56885 \times 0,016}{0,01} = 91016.\end{aligned}$$

По графику (рис. 16) для соответствующих значений фактического числа приложений расчетной нагрузки и толщины сдвигопасной зоны, равной (при суммарной толщине слоев асфальтобетона 15 см) согласно рис. 16 (кривая 0,06 м), находим исходные значения остаточной деформации:

Deformațiile remanente absolute totale în straturile fundației pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an:

Pentru calcularea deformațiilor remanente în straturile din beton asfaltic, conform tab. 5.8 se determină numărul de calcul de zile cu pericol sporit de forfecare în dependență de temperatura medie anual pozitivă a aerului, se calculează cu relația (5.10):

Din tab. 5.8 de determină  $T_{\text{ср}} = 15$  zile.

Atunci numărul sumar de aplicare a sarcinii de calcul, conform relației (5.3) constituie:

Pentru calcularea cu relația (5.11) a numărului sumar efectiv de aplicare a sarcinii de calcul raportat la  $t_u = 0,01$  pentru terenul de șes și declivitatea longitudinală mai mică de 30 %, din tab. 5.10, se determină valoarea efectivă  $t_u = 0,016$  s.

Din graficul (fig. 16) pentru valorile respective ale numărului efectiv de aplicare a sarcinii de calcul și ale grosimii zonei cu pericol sporit de forfecare, egală (pentru grosimea sumară a straturilor din beton asfaltic 15 cm), conform fig. 16 (curba 0,06 m), se determină valorile inițiale ale deformației remanente:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\delta(5)}^{ucx} &= 0,001 \text{ м;} \\ \varepsilon_{\delta(10)}^{ucx} &= 0,0013 \text{ м;} \\ \varepsilon_{\delta(15)}^{ucx} &= 0,0018 \text{ м.}\end{aligned}$$

Расчетные значения остаточных деформаций в слоях асфальтобетона вычисляют по формуле (5.12), с учетом поправки на фактический коэффициент вязкого сопротивления (по табл. 5.11 и 5.12), применения в покрытии асфальтобетона типа Б (щебня 42 %) на БНД 60/90 и выпора по краям колеи окончательно получим:

$$\begin{aligned}h_{kp5} &= 0,001 \times 1,1 \times 1,3 = 0,001 \text{ м;} \\ h_{kp10} &= 0,0013 \times 1,1 \times 1,3 = 0,002 \text{ м;} \\ h_{kp15} &= 0,0018 \times 1,1 \times 1,3 = 0,003 \text{ м.}\end{aligned}$$

Для определения величины износа покрытия необходимо вычислить по формуле (5.13) общую фактическую интенсивность движения на полосу среднюю за 15 лет при

$$q_0 = 1,04; N_{oboi}^{\phi} = 3635 \text{ авт./сут:}$$

$$N_{oboi}^{cp.\phi} = 0,55 \times 3635 \times 1,04^{0,5 \times 15-1} = 2580 \text{ авт./сут (veh/zi).}$$

По табл. 5.13 определяем средний годовой износ покрытия при  $N_{oboi}^{cp.\phi} = 2580$ , равный 0,73 мм. С учетом применения в покрытии гранитного щебня уменьшаем полученное значение на 50 %, тогда средний годовой износ 0,37 мм. Составляющая глубины колеи за счет износа покрытия на 5-й, 10-й и 15-й годы составит:

$$\begin{aligned}\Delta_{i5} &= 0,37 \times 5 = 1,9 \text{ мм (0,002 м);} \\ \Delta_{i10} &= 0,37 \times 10 = 3,7 \text{ мм (0,004 м);} \\ \Delta_{i15} &= 0,37 \times 15 = 5,6 \text{ мм (0,006 м).}\end{aligned}$$

Общая средняя глубина колеи на 5-й, 10-й и 15-й годы службы дорожной одежды определяется по формуле (5.14):

$$\begin{aligned}h_{obi5}^{cp} &= (0,15 (0,006 + 0,004) + 0,001) 2,56 + 0,002 = 0,008 \text{ м (m);} \\ h_{obi10}^{cp} &= (0,15 (0,009 + 0,005) + 0,002) 2,56 + 0,004 = 0,014 \text{ м (m);}\end{aligned}$$

Valorile de calcul ale deformațiilor remanente în straturile din beton asfaltic se calculează cu relația (5.12), ținând cont de corecție pentru coeficientul efectiv de rezistență vâscoasă (conform tab. 5.11 și 5.12), de utilizare în îmbrăcămintea rutieră a betonului asfaltic tip B (42 % de cribură) pe BNĐ 60/90 și de ridicările din marginile făgașului, în final se obține:

Pentru determinarea mărimii uzurii îmbrăcăminții rutiere este necesar de a calcula cu relația (5.13) intensitatea efectivă totală a traficului pentru o bandă, medie pentru 15 ani pentru

$$q_0 = 1,04; N_{obi}^{\phi} = 3635 \text{ veh/zi:}$$

Din tab. 5.13 se determină uzura media anuală a îmbrăcăminții pentru  $N_{obi}^{cp.\phi} = 2580$ , egală cu 0,73 mm. Ținând cont de utilizarea în îmbrăcămintea rutieră a criburii din granit valoarea obținută se micșorează cu 50 %, iar uzura media anuală este egală cu 0,37 mm. Componenta adâncimii făgașului din cauza uzurii îmbrăcăminții rutiere pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an va constitui:

Adâncimea medie totală a făgașului pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an de serviciu a structurii rutiere se determină cu relația (5.14):

$$h_{\text{общ}15}^{\text{cp}} = (0,15 (0,011 + 0,007) + 0,003) 2,56 + 0,006 = 0,021 \text{ м (m)}.$$

Максимальная глубина колеи с 85 %-ной обеспеченностью составит (см. формулу (5.15)):

$$h_{\text{общ}5}^{\max} = 0,008 (1 + 1,04 \times 0,27) = 0,01 \text{ м;}$$

$$h_{\text{общ}10}^{\max} = 0,014 (1 + 1,04 \times 0,27) = 0,018 \text{ м;}$$

$$h_{\text{общ}15}^{\max} = 0,021 (1 + 1,04 \times 0,27) = 0,027 \text{ м.}$$

## ПРИМЕР 2

Требуется определить ожидаемую глубину колеи на 5-й, 10-й и 15-й годы (при отсутствии ремонтных мероприятий) на дороге Iб категории, расположенной в IV дорожно-климатической зоне.

Исходные данные для расчета (см. п. 4.11):

- грунт земляного полотна - супесь пылеватая  $E_r = 54 \text{ MPa}$ ;
- конструкция дорожной одежды включает: песок крупный  $E_p = 130 \text{ MPa}$ ,  $h = 30 \text{ см}$ ; щебень, укрепленный цементом,  $E_{\text{щ}} = 1000 \text{ MPa}$ ,  $h = 17 \text{ см}$ ; асфальтобетон крупнозернистый высокопористый  $E = 2000 \text{ MPa}$ ,  $h = 7 \text{ см}$ ; асфальтобетон крупнозернистый пористый  $E = 2000 \text{ MPa}$ ,  $h = 6 \text{ см}$ ; плотный асфальтобетон (на БНД 60/90) мелкозернистый типа Б (щебня 49 %)  $E = 3200 \text{ MPa}$  на гранитном щебне,  $h = 5 \text{ см}$ ;
- расчетная влажность грунта земляного полотна 0,65 в долях от границы текучести (угол внутреннего трения 27 град);
- среднемесячные температуры воздуха месяцев с устойчивой положительной температурой: 15,9; 20,8; 22,1; 22,3; 15,6 °C;
- характер местности - пересеченный;
- продольный уклон дороги не превышает 30 %.

Adâncimea maximă a făgașului cu o asigurare de 85 % va constitui (a se vedea relația (5.15)):

## EXEMPLUL 2

Se cere de a determina adâncimea prognozată a făgașului pentru anii 5, 10 și 15 (în cazul lipsei măsurilor de reparație) pentru drumul de categoria a Ib, amplasat în zonă a IV climatică.

Datele inițiale pentru calcul (conform pct. 4.11):

- пământul terasamentului căii –nisip-argilos prăfos  $E_r = 54 \text{ MPa}$ ;
- structura rutieră include: nisip mășcat  $E_p = 130 \text{ MPa}$ ,  $h = 30 \text{ cm}$ ; pietriș consolidat cu ciment,  $E_{\text{щ}} = 1000 \text{ MPa}$ ,  $h = 17 \text{ cm}$ ; beton asfaltic cu agregat mare cu porozitate sporită  $E = 2000 \text{ MPa}$ ,  $h = 7 \text{ cm}$ ; beton asfaltic cu agregat mare poros  $E = 2000 \text{ MPa}$ ,  $h = 6 \text{ cm}$ ; beton asfaltic (pe bitum БНД 60/90) cu agregat fin tip B (49 % criblură)  $E = 3200 \text{ MPa}$  cu criblură de granit,  $h = 5 \text{ cm}$ ;

- umiditatea de calcul a pământului terasamentului căii 0,65 în fracțiuni din limita de fluiditate (unghiul de frecare interioară 27 grade);

- temperatura medie lunară a aerului în luniile cu temperatură pozitivă stabilă: 15,9; 20,8; 22,1; 22,3; 15,6 °C;

- natura terenului - accidentat;
- declivitatea longitudinală a drumului nu depășește 30 %.

**Данные учета интенсивности движения на дороге  
в первый год эксплуатации дорожной одежды**  
**Rezultatele recensământului intensității traficului pe drum,  
în primul an de exploatare a structurii rutiere**

Типы автомобилей <i>Tipurile de automobile</i>	Количество автомобилей в сутки <i>Numărul automobilelor pe zi, veh/zi</i>
Легковые автомобили <i>Autoturisme</i>	8000
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de încărcare de la 1 până la 2 t</i>	500
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de încărcare de la 2 până la 5 t</i>	1150
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de încărcare de la 5 până la 8 t</i>	220
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane foarte grele cu capacitatea de încărcare de peste 8 t</i>	740
Автобусы <i>Autobuze</i>	350
Тягачи с прицепами <i>Remorcheră cu remorci</i>	450
	<b><math>\Sigma = 11410</math></b>

**Данные учета интенсивности движения на дороге  
во второй год службы дорожной одежды**  
**Rezultatele recensământului intensității traficului pe drum,  
în al doilea an de serviciu a structurii rutiere**

Типы автомобилей <i>Tipurile de automobile</i>	Количество автомобилей в сутки <i>Numărul automobilelor pe zi, veh/zi</i>
Легковые автомобили <i>Autoturisme</i>	8200
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de încărcare de la 1 până la 2 t</i>	580
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de încărcare de la 2 până la 5 t</i>	1000
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de încărcare de la 5 până la 8 t</i>	300
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane foarte grele cu capacitatea de încărcare de peste 8 t</i>	760
Автобусы <i>Autobuze</i>	350
Тягачи с прицепами <i>Remorcheră cu remorci</i>	450
	<b><math>\Sigma = 11665</math></b>

Показатель изменения общей интенсивности движения вычисляют по формуле (5.2):

$$q_o = \frac{11665}{11410} = 1,02$$

Интенсивность движения, приведенную к расчетной нагрузке (авт./сут), рассчитывают в первый и второй годы службы по формуле (5.1), при этом значения коэффициентов приведения назначают согласно табл. 5.2:

Indicele de evoluție a intensității totale a traficului se calculează cu relația (5.2):

Intensitatea traficului, raportată la sarcina de calcul (veh./zi), se calculează pentru primul și al doilea an de serviciu cu relația (5.1), valoările coeficienților de transformare se stabilesc conform tab. 5.2:

$$N_{p1} = 500 \times 0,005 + 1150 \times 0,2 + 220 \times 0,7 + 740 \times 1,25 + 350 \times 0,7 + 450 \times 1,5 = 2232;$$

$$N_{p2} = 580 \times 0,005 + 1000 \times 0,2 + 300 \times 0,7 + 760 \times 1,25 + 350 \times 0,7 + 450 \times 1,5 = 2283.$$

Показатель изменения приведенной интенсивности движения вычисляем по формуле (5.2):

$$q = \frac{2283}{2232} = 1,02$$

Ожидаемое суммарное число приложений расчетной нагрузки при определении остаточных деформаций в грунте земляного полотна рассчитываем по формуле (5.3). Значения коэффициента суммирования  $K_c$  на 5-й, 10-й и 15-й годы находят по графику рис. 10, которые равны: 5,2; 11 и 17 соответственно. Количество расчетных дней в году назначают по табл. 5.4 и для IV дорожно-климатической зоны оно составляет 205, коэффициент полосности находим в табл. 5.3, для четырехполосных дорог он равен 0,35.

$$N_{C5} = 0,6 \times 0,35 \times 2232 \times 5,2 \times 205 = 5,00 \times 10^5;$$

$$N_{C10} = 0,6 \times 0,35 \times 2232 \times 11 \times 205 = 10,57 \times 10^5;$$

$$N_{C15} = 0,6 \times 0,35 \times 2232 \times 17 \times 205 = 16,33 \times 10^5.$$

Остаточные деформации в грунте земляного полотна вычисляют по выражению (5.5), при этом исходные значения остаточной осадки определяем по графику (рис. 11) для соответствующих значений  $N_c$  и при угле внутреннего трения 27 град:  $h_{rp5} = 0,014$ ;  $h_{rp10} = 0,016$ ;  $h_{rp15} = 0,020$ . По формуле (5.6) вычисляем средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды:

$$E_d = \frac{3200 \times 5 + 2000 \times 6 + 2000 \times 7 + 1000 \times 17 + 130 \times 30}{65} = 968 \text{ МПа.}$$

Для отношения  $E_d/E_r = 968/54 = 17,9$  по табл. 5.6 назначаем  $K_E = 1,06$ , а для отношения  $h/D = 65/37 = 1,8$  по табл. 3.5 определяем  $K_{ha} = 1,02$ .

Определив все величины, входящие в выражение (5.5), вычисляем остаточные деформации в грунте земляного полотна на 5-й, 10-й и 15-й годы:

$$h_{3p5} = 0,014 \times 1,06 \times 1,02 = 0,015 \text{ м (m);}$$

$$h_{3p10} = 0,016 \times 1,06 \times 1,02 = 0,017 \text{ м (m);}$$

$$h_{3p15} = 0,020 \times 1,06 \times 1,02 = 0,022 \text{ м (m).}$$

Indicele de evoluție a intensității traficului exprimate în vehicule etalon se calculează cu formula (5.2):

Numărul sumar progonat de aplicare a sarcinii de calcul la determinarea deformărilor remanente în pământul terasamentului căii se calculează cu relația (5.3). Valorile coeficientului de însumare  $K_c$  pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an se determină din graficul fig. 10, și sunt egale cu: 5,2; 11 și, respectiv, 17. Numărul zilelor de calcul în an se determină conform tab. 5.4 și pentru a IV zonă climatică rutieră el constituie 205, coeficientul care ea în considerație numărul benzilor se determină conform tab. 5.3, pentru drumuri cu patru benzi el este egal cu 0,35.

Deformațiile remanente în pământul terasamentului căii se calculează cu relația (5.5), valorile inițiale ale tasării remanente se determină din graficul (fig. 11) pentru valorile respective ale  $N_c$  și pentru unghiul de frecare interioră de 27 grade:  $h_{rp5} = 0,014$ ;  $h_{rp10} = 0,016$ ;  $h_{rp15} = 0,020$ . Cu relația (5.6) se calculează modulul de elasticitate mediu ponderat al structurii rutiere:

Pentru raportul  $E_d/E_r = 968/54 = 17,9$  conform tab. 5.6 se adoptă  $K_E = 1,06$ , iar pentru raportul  $h/D = 65/37 = 1,8$  din tab. 3.5 se determină  $K_{ha} = 1,02$ .

Stabilind toate valorile necesare, cu relația (5.5) se calculează deformăriile remanente ale pământului terasamentului în al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an.

Относительные значения остаточных деформаций в слоях основания определяем по графикам (рис. 12, 13, 14). Для песчаного слоя при  $E_p/E_r = 130/54 = 2,4$  и  $h_p = 30$  см, а для слоя, укрепленного цементом, щебня при  $E_{\text{щ}}/E_r = 1000/54 = 18,5$  и  $h_{\text{щ}} = 17$  см.

По графикам (рис. 12 и 14) получаем:

$$\varepsilon_p/\varepsilon_r = 0,5; \quad \varepsilon_{\text{щ}}/\varepsilon_r = 0,06.$$

Абсолютные значения остаточных деформаций в слоях основания составят:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{p5} &= 0,5 \times \varepsilon_{r5} = 0,5 \times 0,014 = 0,007 \text{ м;} \\ \varepsilon_{\text{щ}5} &= 0,06 \times \varepsilon_{r5} = 0,06 \times 0,014 \approx 0; \\ \varepsilon_{p10} &= 0,5 \times \varepsilon_{r10} = 0,5 \times 0,016 = 0,008 \text{ м;} \\ \varepsilon_{\text{щ}10} &= 0,06 \times \varepsilon_{r10} = 0,06 \times 0,016 \approx 0,001 \text{ м;} \\ \varepsilon_{p15} &= 0,5 \times \varepsilon_{r15} = 0,5 \times 0,020 = 0,010 \text{ м;} \\ \varepsilon_{\text{щ}15} &= 0,06 \times \varepsilon_{r15} = 0,06 \times 0,020 \approx 0,001 \text{ м.}\end{aligned}$$

Общие абсолютные остаточные деформации в слоях основания на 5-й, 10-й и 15-й годы:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{och5}^{abc} &= 0,007 + 0 = 0,007 \text{ м (м);} \\ \varepsilon_{och10}^{abc} &= 0,008 + 0,001 = 0,009 \text{ м (м);} \\ \varepsilon_{och15}^{abc} &= 0,010 + 0,001 = 0,011 \text{ м (м).}\end{aligned}$$

Для вычисления остаточных деформаций в слоях асфальтобетона по табл. 5.8 определяем расчетное количество сдвигопасных дней в году в зависимости от среднегодовой положительной температуры воздуха, вычисляемой по формуле (5.10):

$$t_{cpz}^+ = \frac{15,9 + 20,8 + 22,1 + 22,3 + 15,6}{5} = 19,34 \text{ °C.}$$

По табл. 5.8 определяем  $T_{per} = 21$  дней.

Тогда суммарное число приложений расчетной нагрузки по формуле (5.3) составляет:

$$\begin{aligned}N_{C5} &= 0,6 \times 0,35 \times 2232 \times 5,2 \times 21 = 51184; \\ N_{C10} &= 0,6 \times 0,35 \times 2232 \times 11 \times 21 = 108274; \\ N_{C15} &= 0,6 \times 0,35 \times 2232 \times 17 \times 21 = 167333.\end{aligned}$$

Для вычисления по формуле (5.11) фактического суммарного числа приложений расчетной нагрузки, приведенного к

Valorile relative ale deformațiilor remanente în straturile de fundație se determină din graficele (fig. 12, 13, 14). Pentru stratul de nisip cu  $E_p/E_r = 130/54 = 2,4$  și  $h_p = 30$  cm, iar pentru stratul din pietriș consolidat cu ciment  $E_{\text{щ}}/E_r = 1000/54 = 18,5$  și  $h_{\text{щ}} = 17$  cm.

Din graficele (fig. 12 și 14) se obține:

Valorile absolute ale deformațiilor remanente în straturile de fundație constituie:

Deformațiile remanente absolute totale în straturile de fundație pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an:

Pentru a calcula deformațiile remanente în straturile din beton asfaltic conform tab. 5.8 se determină numărul de calcul al zilelor cu pericol sporit de forfecare în dependență de temperatură medie anual pozitivă a aerului, se calculează cu relația (5.10):

Conform tab. 5.8 se determină  $T_{per} = 21$  zile.

Atunci, numărul sumar de aplicare a sarcinii de calcul conform formulei (5.3) constituie:

Pentru a calcula cu relația (5.11) numărul sumar efectiv de aplicare a sarcinii de calcul raportat la  $t_u = 0,01$  s pentru terenul accidentat

$t_{\text{u}} = 0,01$  с при пересеченном характере местности и продольном уклоне менее 30 % по табл. 5.10, находим фактическое  $t_{\text{u}} = 0,016$  с:

$$N_{CP5} = \frac{51184 \times 0,016}{0,01} = 81895;$$

$$N_{CP10} = \frac{108274 \times 0,016}{0,01} = 173239;$$

$$N_{CP15} = \frac{167333 \times 0,016}{0,01} = 267733$$

По графикам рис. 15 и 16 для соответствующих значений фактического числа приложений расчетной нагрузки и толщины сдвигопасной зоны, равной (при суммарной толщине слоев асфальтобетона 18 см) согласно рис. 16 (кривая 0,07 м), находим исходные значения остаточной деформации:

$$\varepsilon_{\delta(5)}^{ucx} = 0,0025 \text{ м}; \varepsilon_{\delta(10)}^{ucx} = 0,0038 \text{ м}; \varepsilon_{\delta(15)}^{ucx} = 0,0053 \text{ м (м)}.$$

Расчетные значения остаточных деформаций в слоях асфальтобетона вычисляют по формуле (5.12), с учетом поправки на фактический коэффициент вязкого сопротивления (по табл. 5.11 и 5.12), применения в покрытии асфальтобетона типа Б (щебня 49 %) на БНД 60/90 и выпора по краям колеи окончательно получим:

$$h_{kp5} = 0,0025 \times 0,9 \times 1,3 = 0,003 \text{ м (м);}$$

$$h_{kp10} = 0,0038 \times 0,9 \times 1,3 = 0,004 \text{ м (м);}$$

$$h_{kp15} = 0,0053 \times 0,9 \times 1,3 = 0,006 \text{ м (м).}$$

Для определения величины износа покрытия необходимо вычислить по формуле (5.13) общую фактическую интенсивность движения на полосу среднюю за 15 лет при  $q_0 = 1,02$ ;  $N_{общ}^{\phi} = 11410$  авт./сут:

$$N_{общ}^{cp,\phi} = 0,35 \times 11410 \times 1,02^{0,5 \times 15-1} = 4542 \text{ авт./сут.}$$

По табл. 5.13 определяем средний годовой износ покрытия при  $N_{общ}^{cp,\phi} = 4542$ , равный 1,04 мм. С учетом применения в покрытии гранитного щебня уменьшаем полученное значение на 50 %, тогда средний годовой износ 0,52 мм. Составляющая глубины колеи за счет износа покрытия на 5-й,

și declivitatea longitudinală mai mică de 30 %, din tab. 5.10, se determină valoarea efectivă  $t_{\text{u}} = 0,016$  s:

Din graficele fig. 15 și 16 pentru valorile respective ale numărului efectiv de aplicare a sarcinii de calcul și ale grosimii zonei cu pericol sporit de forfecare, egale (pentru grosimea sumară a straturilor din beton asfaltic 18 cm) din fig. 16 (curba 0,07 m), se determină valorile inițiale ale deformației remanente:

$$\varepsilon_{\delta(5)}^{ucx} = 0,0025 \text{ м}; \varepsilon_{\delta(10)}^{ucx} = 0,0038 \text{ м}; \varepsilon_{\delta(15)}^{ucx} = 0,0053 \text{ м (м)}.$$

Valorile de calcul ale deformațiilor remanente în straturile din beton asfaltic se calculează cu relația (5.12), ținând cont de corecția pentru coeficientul efectiv de rezistență vâscosă (conform tab. 5.11 și 5.12), de utilizarea în îmbrăcămintea rutieră a betonului asfaltic tip B (49 % criblură) pe БНД 60/90 și ridicării din marginile făgașului, în final se obține:

Pentru determinarea mărimii uzurii îmbrăcămintii rutiere este necesar să se calculeze, cu relația (5.13), intensitatea totală efectivă a traficului pentru o bandă, medie pe 15 ani cu  $q_0 = 1,02$ ;  $N_{общ}^{\phi} = 11410$  veh/zi:

$$N_{общ}^{cp,\phi} = 0,35 \times 11410 \times 1,02^{0,5 \times 15-1} = 4542 \text{ авт./сут.}$$

Conform tab. 5.13 se determină uzura medie anuală a îmbrăcămintii pentru  $N_{общ}^{cp,\phi} = 4542$ , egală cu 1,04 mm. Ținând cont de utilizarea în îmbrăcămintea rutieră a criblurii din granit valoarea obținută se micșorează cu 50 %, atunci uzura media anuală este egală cu 0,52 mm. Componenta adâncimii făgașului

10-й и 15-й годы составит:

$$\begin{aligned}\Delta_{и5} &= 0,52 \times 5 = 2,6 \text{ мм (0,003 м);} \\ \Delta_{и10} &= 0,52 \times 10 = 5,2 \text{ мм (0,005 м);} \\ \Delta_{и15} &= 0,52 \times 15 = 7,8 \text{ мм (0,008 м).}\end{aligned}$$

Общая средняя глубина колеи на 5-й, 10-й и 15-й годы службы дорожной одежды определяется по формуле (5.14):

$$\begin{aligned}h_{ообщ5}^{cp} &= (0,15(0,015 + 0,007) + 0,003) 2,56 + 0,003 = 0,019 \text{ м (m);} \\ h_{ообщ10}^{cp} &= (0,15 \cdot (0,017 + 0,009) + 0,004) \cdot 2,56 + 0,005 = 0,025 \text{ м (m);} \\ h_{ообщ15}^{cp} &= (0,15(0,022 + 0,011) + 0,006) 2,56 + 0,008 = 0,036 \text{ м (m);}\end{aligned}$$

Максимальная глубина колеи с 85 % -ной обеспеченностью составит (см. формулу (5.15)):

$$\begin{aligned}h_{ообщ5}^{\max} &= 0,019 \cdot (1 + 1,04 \cdot 0,25) = 0,024 \text{ м (m);} \\ h_{ообщ5}^{\max} &= 0,025 \cdot (1 + 1,04 \cdot 0,25) = 0,032 \text{ м (m);} \\ h_{ообщ5}^{\max} &= 0,036 \cdot (1 + 1,04 \cdot 0,25) = 0,045 \text{ м (m).}\end{aligned}$$

### ПРИМЕР 3

Требуется определить ожидаемую глубину колеи на 5-й, 10-й и 15-й годы (при отсутствии ремонтных мероприятий) на дороге III категории, расположенной в III дорожно-климатической зоне.

Исходные данные для расчета (см. пункт 4.11):

- грунт земляного полотна - суглинок легкий  $E_r = 72 \text{ MPa}$ ;

- конструкция дорожной одежды включает: песок мелкий  $E_p = 100 \text{ MPa}$ ,  $h = 20 \text{ см}$ ; щебень  $E_{ш} = 350 \text{ MPa}$ ,  $h = 19 \text{ см}$ ; асфальтобетон крупнозернистый пористый,  $E = 2800 \text{ MPa}$ ,  $h = 6 \text{ см}$ ; асфальтобетон плотный (на БНД40/60) мелкозернистый типа А (щебня 52 %)  $E = 4400 \text{ MPa}$  на известняковом щебне,  $h = 4 \text{ см}$ ;

- расчетная влажность грунта земляного полотна 0,6 в долях от границы текучести (угол внутреннего трения 24 град);

- среднемесячные температуры воздуха месяцев с устойчивой положительной температурой: 16,7; 21,7; 23,4; 22,6; 15,9 °C;

- характер местности - пересеченный;

- продольный уклон дороги 30 ... 40 %.

din cauza uzurii îmbrăcăminții pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an va constitui:

$$\begin{aligned}\Delta_{и5} &= 0,52 \times 5 = 2,6 \text{ мм (0,003 м);} \\ \Delta_{и10} &= 0,52 \times 10 = 5,2 \text{ мм (0,005 м);} \\ \Delta_{и15} &= 0,52 \times 15 = 7,8 \text{ мм (0,008 м).}\end{aligned}$$

Adâncimea medie totală a făgașului pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea ani de serviciu a structurii rutiere se determină cu relația (5.14):

Adâncimea maximă a făgașului cu o asigurare de 85% va constitui (a se vedea relația (5.15)):

### EXEMPLU 3

Se cere să se determine adâncimea așteptată a făgașului pentru anii al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea (în cazul lipsei măsurilor de reparație) pentru drumul de categoria a III, amplasat în a III zonă climatică rutieră.

Datele inițiale pentru calcul (a se vedea pct. 4.11):

- pământul terasamentului – argilă nisipoasă  $E_r = 72 \text{ MPa}$ ;

- structura rutieră include: nisip mărunt  $E_p = 100 \text{ MPa}$ ,  $h = 20 \text{ cm}$ ; macadam  $E_{ш} = 350 \text{ MPa}$ ,  $h = 19 \text{ cm}$ ; beton asfaltic cu agregat mare, poros  $E = 2800 \text{ MPa}$ ,  $h = 6 \text{ cm}$ ; beton asfaltic (pe bitum БНД 40/60) cu agregat fin de tip A (52 % cribură)  $E = 4400 \text{ MPa}$  cu piatră de calcar,  $h = 4 \text{ cm.}$ ;

- umiditatea de calcul a pământului terasamentului 0,6 în fracțiuni din limita de curgere (unghiul de frecare interioară 24 grade);

- temperatura medie lunări a aerului în luniile cu temperatură pozitivă stabilă: 16,7; 21,7; 23,4; 22,6; 15,9 °C;

- natura terenului - accidentat;

- declivitatea longitudinală a drumului 30 ... 40 %.

**Данные учета интенсивности движения на дороге  
в первый год эксплуатации дорожной одежды**  
**Rezultatele recensământului intensității traficului pe drum,  
în primul an de exploatare a structurii rutiere**

Типы автомобилей <i>Tipurile de automobile</i>	Количество автомобилей в сутки <i>Numărul automobilelor pe zi, veh/zi</i>
Легковые автомобили <i>Autoturisme</i>	1000
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de încărcare de la 1 până la 2 t</i>	100
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de încărcare de la 2 până la 5 t</i>	150
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de încărcare de la 5 până la 8 t</i>	70
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane foarte grele cu capacitatea de încărcare de peste 8 t</i>	90
Автобусы <i>Autobuze</i>	70
Тягачи с прицепами <i>Remorcare cu remorci</i>	85
	<b><math>\Sigma = 1565</math></b>

**Данные учета интенсивности движения на дороге  
во второй год службы дорожной одежды**  
**Rezultatele recensământului intensității traficului pe drum,  
în al doilea an de serviciu a structurii rutiere**

Типы автомобилей <i>Tipurile automobilelor</i>	Количество автомобилей в сутки <i>Numărul automobilelor pe zi, veh/zi</i>
Легковые автомобили <i>Autoturisme</i>	1050
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de încărcare de la 1 până la 2 t</i>	100
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de încărcare de la 2 până la 5 t</i>	140
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de încărcare de la 5 până la 8 t</i>	75
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane foarte grele cu capacitatea de încărcare de peste 8 t</i>	90
Автобусы <i>Autobuze</i>	70
Тягачи с прицепами <i>Remorcare cu remorci</i>	90
	<b><math>\Sigma = 1615</math></b>

Показатель изменения общей интенсивности движения вычисляют по формуле (5.2):

$$q_o = \frac{1615}{1565} = 1,03$$

Интенсивность движения, приведенную к расчетной нагрузке (авт./сут), рассчитывают в первый и второй годы службы по формуле (5.1), при этом значения коэффициентов приведения назначают согласно табл. 5.2:

Indicele de evoluție a intensității totale a traficului se calculează cu formula (5.2):

Intensitatea traficului, raportată la sarcina de calcul (veh./zi), se calculează pentru primul și al doilea an de serviciu cu relația (5.1), valoările coeficienților de echivalare se determină conform tab. 5.2:

$$N_{p1} = 100 \times 0,005 + 150 \times 0,2 + 70 \times 0,7 + 90 \times 1,25 + 70 \times 0,7 + 85 \times 1,5 = 369;$$

$$N_{p2} = 100 \times 0,005 + 140 \times 0,2 + 75 \times 0,7 + 90 \times 1,25 + 70 \times 0,7 + 90 \times 1,5 = 378.$$

Показатель изменения приведенной интенсивности движения вычисляем по формуле (5.2):

$$q = \frac{378}{369} = 1,02$$

Ожидаемое суммарное число приложений расчетной нагрузки при определении остаточных деформаций в грунте земляного полотна рассчитываем по формуле (5.3). Значения коэффициента суммирования  $K_c$  на 5-й, 10-й и 15-й годы находят по графику рис. 10, которые равны: 5,2; 11; 17 соответственно. Количество расчетных дней в году назначают по табл. 5.4 и для III дорожно-климатической зоны составляет 145, коэффициент полосности находим в табл. 5.3, для двухполосных дорог он равен 0,55.

$$N_{C5} = 0,6 \times 0,55 \times 369 \times 5,2 \times 145 = 9,17 \times 10^4;$$

$$N_{C10} = 0,6 \times 0,55 \times 369 \times 11 \times 145 = 1,9 \times 10^5;$$

$$N_{C15} = 0,6 \times 0,55 \times 369 \times 17 \times 145 = 3,0 \times 10^5.$$

Остаточные деформации в грунте земляного полотна вычисляют по выражению (5.5), при этом исходные значения остаточной осадки определяем по графику (рис. 11) для соответствующих значений  $N_c$  и при угле внутреннего трения 24 град:  $h_{rp5} = 0,008$ ;  $h_{rp10} = 0,009$ ,  $h_{rp15} = 0,01$ . По формуле (5.6) вычисляем средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды:

$$E_d = \frac{4400 \times 4 + 2800 \times 6 + 350 \times 19 + 100 \times 20}{49} = 879 \text{ МПа.}$$

Для отношения  $E_d/E_r = 879/72 = 12,2$  по табл. 5.6 назначаем  $K_E = 1,13$ , а для отношения  $h/D = 49/37 = 1,32$  по табл. 5.7 определяем  $K_{ha} = 12$ .

Определив все величины, входящие в выражение (5.5), вычисляем остаточные деформации в грунте земляного полотна на 5-й, 10-и и 15-й годы:

$$h_{zp5} = 0,008 \times 1,13 \times 1,2 = 0,011 \text{ м (m);}$$

$$h_{zp10} = 0,009 \times 1,13 \times 1,2 = 0,012 \text{ м (m);}$$

$$h_{zp15} = 0,01 \times 1,13 \times 1,2 = 0,014 \text{ м (m).}$$

Indicele de evoluție a intensității traficului exprimat în vehicule etalon se calculează cu formula (5.2):

Numărul sumar prognozat de aplicare a sarcinii de calcul la determinarea deformațiilor remanente în pământul terasamentului se calculează cu relația (5.3). Valorile coeficientului de însumare  $K_c$  pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an se determină din graficul fig. 10, și sunt egale cu: 5,2; 11 și, respectiv, 17. Numărul zilelor de calcul în an se determină conform tab. 5.4 și pentru a III zonă climatică rutieră constituie 145, coeficientul care ia în considerare numărul benzilor se determină din tab. 5.3, pentru drumuri cu două benzi el va fi egal cu 0,55.

Deformațiile remanente în pământul terasamentului se calculează cu relația (5.5), pentru care valorile inițiale ale tasării remanente se determină din graficul (fig. 11) pentru valorile respective ale lui  $N_c$  și pentru unghiul de frecare interioară de 24 grade:  $h_{rp5} = 0,008$ ;  $h_{rp10} = 0,009$ ;  $h_{rp15} = 0,01$ . Cu relația (5.6) se calculează modulul de elasticitate mediu ponderat a structurii rutiere:

Pentru raportul  $E_d/E_r = 879/72 = 12,2$  conform tab. 5.6 se adoptă  $K_E = 1,13$ , iar pentru raportul  $h/D = 49/37 = 1,32$  conform tab. 5.7 se determină  $K_{ha} = 12$ .

Stabilind toate valorile necesare, cu relația (5.5) se calculează deformațiile remanente ale pământului terasamentului în al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an:

Относительные значения остаточных деформаций в слоях основания определяем по графикам (рис. 12, 13, 14). Для песчаного слоя при  $E_p/E_r = 100/72 = 1,4$  и  $h_p = 20$  см, а для слоя щебня при  $E_{ш}/E_r = 350/72 = 4,9$  и  $h_{ш} = 19$  см.

По графикам (рис. 12 и 13) получаем:

$$\varepsilon_p/\varepsilon_r = 1,0, \quad \varepsilon_{ш}/\varepsilon_r = 0,58.$$

Абсолютные значения остаточных деформаций в слоях основания составят:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{p5} &= 1,0 \times \varepsilon_{r5} = 1,0 \times 0,011 = 0,011 \text{ м (m)}; \\ \varepsilon_{ш5} &= 0,58 \times \varepsilon_{r5} = 0,58 \times 0,011 = 0,006 \text{ м (m)}; \\ \varepsilon_{p10} &= 1,0 \times \varepsilon_{r10} = 1,0 \times 0,012 = 0,012 \text{ м (m)}; \\ \varepsilon_{ш10} &= 0,58 \times \varepsilon_{r10} = 0,58 \times 0,012 = 0,007 \text{ м (m)}; \\ \varepsilon_{p15} &= 1,0 \times \varepsilon_{r15} = 1,0 \times 0,014 = 0,014 \text{ м (m)}; \\ \varepsilon_{ш15} &= 0,58 \times \varepsilon_{r15} = 0,58 \times 0,014 = 0,008 \text{ м (m)}.\end{aligned}$$

Общие абсолютные остаточные деформации в слоях основания:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{och5}^{abc} &= 0,011 + 0,006 = 0,017 \text{ м (m)}; \\ \varepsilon_{och10}^{abc} &= 0,012 + 0,007 = 0,019 \text{ м (m)}; \\ \varepsilon_{och15}^{abc} &= 0,014 + 0,008 = 0,022 \text{ м (m)}.\end{aligned}$$

Для вычисления остаточных деформаций в слоях асфальтобетона по табл. 5.8 определяем расчетное количество сдвигопасных дней в году в зависимости от среднегодовой положительной температуры воздуха, вычисляемой по формуле (5.3):

$$t_{cpe}^+ = \frac{16,7 + 21,7 + 23,4 + 22,6 + 15,9}{5} = 20,1 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

По табл. 5.8 определяем  $T_{pcr} = 28$  дней.

Тогда суммарное число приложений расчетной нагрузки по формуле (5.3) составляет:

$$\begin{aligned}N_{C5} &= 0,6 \times 0,55 \times 369 \times 5,2 \times 28 = 17730; \\ N_{C10} &= 0,6 \times 0,55 \times 369 \times 11 \times 28 = 37505; \\ N_{C15} &= 0,6 \times 0,55 \times 369 \times 17 \times 28 = 57962.\end{aligned}$$

Для вычисления по формуле (5.11) фактического суммарного числа приложений расчетной нагрузки, приведенного к  $t_{ц} = 0,01$  с при пересеченном характере местности и продольном уклоне 30 ... 40 % по

Valorile relative ale deformațiilor remanente în straturile de fundație se determină din graficele (fig. 12, 13, 14). Pentru stratul de nisip cu  $E_p/E_r = 100/72 = 1,4$  și  $h_p = 20$  cm, iar pentru stratul din pietriș  $E_{ш}/E_r = 350/72 = 4,9$  și  $h_{ш} = 19$  cm.

Din graficele (fig. 12 și 13) se obține:

$$\varepsilon_p/\varepsilon_r = 1,0, \quad \varepsilon_{ш}/\varepsilon_r = 0,58.$$

Valorile absolute ale deformațiilor remanente în straturile de fundație constituie:

Deformațiile remanente absolute totale în straturile de fundație pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an:

Pentru a calcula deformațiile remanente în straturile din beton asfaltic conform tab. 5.8 se determină numărul de calcul al zilelor cu pericol sporit de forfecare în dependență de temperatură medie anuală pozitivă a aerului, calculată cu relația (5.3):

Conform tab. 5.8 se determină  $T_{pcr} = 28$  zile.

Atunci numărul sumar de aplicare a sarcinii de calcul din relația (5.3) constituie:

Pentru a calcula cu relația (5.11) numărul sumar efectiv de aplicare a sarcinii de calcul raportat la  $t_{ц} = 0,01$  s pentru terenul accidentat și declivitatea longitudinală de 30 ... 40 %, conform tab. 5.10, se determină valoarea efec-

табл. 5.10, находим фактическое  $t_{\text{д}} = 0,027$  с. тивă  $t_{\text{д}} = 0,027$  s.

$$N_{CP5} = \frac{17730 \times 0,027}{0,01} = 47871 ;$$

$$N_{CP10} = \frac{37505 \times 0,027}{0,01} = 101263 ;$$

$$N_{CP15} = \frac{57962 \times 0,027}{0,01} = 156497 .$$

По графику рис. 16 для соответствующих значений фактического числа приложений расчетной нагрузки и толщины сдвигопасной зоны, равной (при суммарной толщине слоев асфальтобетона 10 см) согласно табл. 5.2 0,05 м, находим исходные значения остаточной деформации:

$$\varepsilon_{\delta(5)}^{ucx} = 0,0017 \text{ м (м)}; \quad \varepsilon_{\delta(10)}^{ucx} = 0,0024 \text{ м (м)}; \quad \varepsilon_{\delta(15)}^{ucx} = 0,003 \text{ м (м)};$$

Расчетные значения остаточных деформаций в слоях асфальтобетона вычисляют по формуле (5.12), с учетом поправки на фактический коэффициент вязкого сопротивления (по табл. 5.11 и 5.12), применения в покрытии асфальтобетона типа А (щебня 52 %) на БНД 40/60 и выпора по краям колеи окончательно получим:

$$h_{kp5}^{\delta} = 0,0017 \times 0,7 \times 1,3 = 0,0015 \approx 0,002 \text{ м (м)};$$

$$h_{kp10}^{\delta} = 0,0024 \times 0,7 \times 1,3 = 0,002 \text{ м (м)};$$

$$h_{kp15}^{\delta} = 0,003 \times 0,7 \times 1,3 = 0,003 \text{ м (м)}.$$

Для определения величины износа покрытия необходимо вычислить по формуле (5.13) общую фактическую интенсивность движения на полосу среднюю за 15 лет при  $q_0 = 1,03$ ;  $N_{общ}^{\phi} = 1565$  авт./сут:

$$N_{общ}^{cp,\phi} = 0,55 \times 1565 \times 1,03^{0,5 \times 15-1} = 1043 \text{ авт./сут (autub/24 ore).}$$

По табл. 5.13 определяем средний годовой износ покрытия при  $N_{общ}^{cp,\phi} = 1043$  равный 0,46 мм. Составляющая глубины колеи за счет износа покрытия на 5-й, 10-й и 15-й годы составит:

$$\Delta_{и5} = 0,46 \times 5 = 2,3 \text{ мм (0,002 м);}$$

$$\Delta_{и10} = 0,46 \times 10 = 4,6 \text{ мм (0,005 м);}$$

$$\Delta_{и15} = 0,46 \times 15 = 6,9 \text{ мм (0,007 м).}$$

Общая средняя глубина колеи на 5-й, 10-й и 15-й годы службы дорожной одежды

Din graficul fig. 16 pentru valorile respective ale numărului efectiv de aplicare a sarcinii de calcul și grosimea zonei cu pericol sporit de forfecare, egale (pentru grosimea sumară a straturilor din beton asfaltic 10 cm) conform tab. 5.2 cu 0,05 m, se determină valorile inițiale ale deformațiilor remanente:

Valorile de calcul ale deformațiilor remanente în straturile din beton asfaltic se calculează cu relația (5.12), ținând cont de corecția pentru coeficientul efectiv de rezistență vâscoasă (conform tab. 5.11 și 5.12), de utilizarea în îmbrăcăminte a betonului asfaltic tip A (52 % de criblură) pe BND 40/60 și de ridicăriile din marginile făgașului, în final se obține:

Pentru determinare uzurii îmbrăcăminții rutiere trebuie calculată cu relația (5.13) intensitatea totală efectivă a traficului pentru o bandă, medie pentru 15 ani cu  $q_0 = 1,03$ ;  $N_{общ}^{\phi} = 1565$  veh/zi:

Conform tab. 5.13 se determină uzura medie anuală a îmbrăcăminții pentru  $N_{общ}^{cp,\phi} = 1043$ , egală cu 0,46 mm. Componenta adâncimii făgașului din cauza uzurii îmbrăcăminții rutiere pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an va constitui:

Adâncimea medie totală a făgașului pentru al 5-lea, al 10-lea și al 15-lea an de serviciu a

определяется по формуле (5.14) и в случае применения БНД 40/60 составляет:

$$h_{o\bar{o}u5}^{cp} = (0,15 (0,011 + 0,016) + 0,002) 2,56 + 0,002 = 0,017 \text{ м (m)};$$

$$h_{o\bar{o}u10}^{cp} = (0,015 (0,012 + 0,018) + 0,002) 2,56 + 0,005 = 0,022 \text{ м (m)};$$

$$h_{o\bar{o}u15}^{cp} = (0,15 (0,014 + 0,021) + 0,003) 2,56 + 0,007 = 0,028 \text{ м (m)}.$$

Максимальная глубина колеи с 85 %-ной обеспеченностью составит (см. формулу (5.15)):

structurii rutiere se determină cu relația (5.14) și în cazul utilizării bitumului БНД 40/60 constituie:

$$h_{o\bar{o}u5}^{\max} = 0,017 \cdot (1 + 1,04 \cdot 0,3) = 0,022 \text{ м (m)};$$

$$h_{o\bar{o}u10}^{\max} = 0,022 \cdot (1 + 1,04 \cdot 0,3) = 0,029 \text{ м (m)};$$

$$h_{o\bar{o}u15}^{\max} = 0,028 \cdot (1 + 1,04 \cdot 0,3) = 0,037 \text{ м (m)}.$$

Adâncimea maximă a făgașului cu o asigurare de 85 % va constitui (a se vedea relația (5.15)):

**Расчетные характеристики дорожно-строительных материалов**  
**Caracteristicile de calcul ale materialelor de construcție**

**Таблица В.1. Средние значения влажности грунта****Tabelul B.1. Valorile medii ale umidității pământului**

ДКЗ ZCR	Подзоны Subzone	Схема увлажнения <i>Schema de umi-</i> <i>ditate</i>	Среднее значение влажности грунта волях от границы текучести <i>Valoarea medie a umidității pământului în fracțiuni din limita de fluiditate</i>			
			Супесь легкая <i>Nisip-argilos</i> <i>ușor</i>	Песок пылеватый <i>Nisip prăfos</i>	Суглинок легкий <i>Argilă nisipoasă</i>	Супесь пылеватая и суглинок пылеватый <i>Nisip-prăfos și argilă nisipoa-</i> <i>să prăfoasă</i>
I	I <sub>1</sub>	1	0,53	0,57	0,62	0,65
		2	0,55	0,59	0,65	0,67
		3	0,57	0,62	0,67	0,7
	I <sub>2</sub>	1	0,57	0,57	0,62	0,65
		2	0,59	0,62	0,67	0,7
		3	0,62	0,65	0,7	0,75
	I <sub>3</sub>	1	0,6	0,62	0,65	0,7
		2	0,62	0,65	0,7	0,75
		3	0,65	0,7	0,75	0,8
II	II <sub>1</sub>	1	0,6	0,62	0,65	0,7
		2	0,63	0,65	0,68	0,73
		3	0,65	0,67	0,7	0,75
	II <sub>2</sub>	1	0,57	0,59	0,62	0,67
		2	0,6	0,62	0,65	0,7
		3	0,62	0,64	0,67	0,72
	II <sub>3</sub>	1	0,63	0,65	0,68	0,73
		2	0,66	0,68	0,71	0,76
		3	0,68	0,7	0,73	0,78
	II <sub>4</sub>	1	0,6	0,62	0,65	0,7
		2	0,63	0,65	0,68	0,73
		3	0,65	0,67	0,7	0,75
	II <sub>5</sub>	1	0,65	0,67	0,7	0,75
		2	0,68	0,7	0,73	0,78
		3	0,7	0,72	0,75	0,8
	II <sub>6</sub>	1	0,62	0,64	0,67	0,72
		2	0,65	0,67	0,7	0,75
		3	0,67	0,69	0,72	0,77
III	III <sub>1</sub>	1	0,55	0,57	0,6	0,63
		2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
	III <sub>2</sub>	1	0,58	0,6	0,63	0,66
		2-3	0,62	0,64	0,66	0,7
	III <sub>3</sub>	1	0,55	0,57	0,63	0,63
		2-3	0,59	0,61	0,67	0,67
IV	1	0,53	0,55	0,57	0,6	
	2-3	0,57	0,58	0,6	0,64	
V	1	0,52	0,53	0,54	0,57	
	2-3	0,53	0,56	0,57	0,6	

**ПРИМЕЧАНИЕ -** На участках, где возвышение земляного полотна в соответствии с NCM D.02.01 не обеспечено (нулевые места и выемки с близким залеганием грунтовых вод), табличную влажность увеличить не менее чем на 0,03. Подзоны принимают в соответствии с CP D.02.08.

**NOTĂ -** Pe sectoarele unde înălțimea terasamentului conform NCM D.02.01 nu este asigurată (locurile cu cote zero și debleuri cu nivelul ridicat al apelor freatică), umiditatea din tabel trebuie mărită cu cel puțin 0,03. Subzonele se stabilesc conform CP D.02.08.

**Таблица В.2. Модули упругости и углы внутреннего трения грунтов***Tabelul B.2. Modulele de elasticitate și unghiurile de frecare interioară a pământurilor*

Грунт <i>Pământ</i>	Обозначение <i>Simbol</i>	Значения модуля упругости и угла внутреннего трения в зависимости от относительной влажности <i>Valorile modulului de elasticitate și ale unghiului de frecare interioară în funcție de umiditatea relativă</i>									
		0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
Супесь легкая <i>Nisip-argilos ușor</i>	E <sub>tp</sub> , МПа	70	60	56	53	49	45	43	42	41	40
	φ <sub>tp</sub> °	37		36			35		34		33
Суглинок легкий и тяжелый, глина, супесь пылеватая, суглинок легкий пылеватый <i>Argilă nisipoasă ușoară și grea, argilă, nisip-argilos, argilă nisipoasă prăfoasă</i>	E <sub>tp</sub> , МПа	108	90	72	54	42	35	29	25	24	23
	φ <sub>tp</sub> °	32	27	24	21	18	15	13	11	10	8

**Таблица В.3. Нормативные значения кратковременного модуля упругости асфальтобетонов***Tabelul B.3. Valorile normative ale modului de elasticitate dinamic al betonului asfaltic*

Материал <i>Material</i>	Марка битума <i>Marca bitumului</i>	Кратковременный модуль упругости при температуре +10 °C <i>Modului de elasticitate de scurtă durată la temperatura +10 °C</i>
Плотный и высокоплотный асфальтобетон <i>Beton asfaltic dens și cu densitate sporită</i>	Вязкого БНД и БН 40/60; 60/90; 90/130; 130/200; 200/300 <i>Vîscos BND și BN</i> 40/60; 60/90; 90/130; 130/200; 200/300	4400; 3200; 2400; 1500; 1200
	Жидкого БГ-70/130; СГ-130/200; СГ-70/130; МГ-70/130 <i>Tăiat</i> БГ-70/130; СГ-130/200; СГ-70/130; МГ-70/130	1000; 1000 800; 800
Холодный асфальтобетон <i>Beton asfaltic la rece</i>	-	1300 1100 900 750
Плотный дегтебетон <i>Beton de gudron dens</i>	-	3800
Пористый дегтебетон <i>Beton de gudron poros</i>	-	2000

**Таблица В.4. Материалы, обработанные битумом**  
**Tabelul B.4. Materialele tratate cu bitum**

№ п/п <i>Nr. crt.</i>	Материал <i>Materialul</i>	Модуль упругости, МПа <i>Modulul de elasticitate, MPa</i>
1	Щебеночно-гравийно-песчаные грунты (оптимального/неоптимального состава) обработанные: <i>Pământuri de piatră spartă – prundiș – nisip (de compoziție optimă/neoptimă) tratate cu:</i> - жидким или вязким битумом, или битумной эмульсией - <i>bitum tăiat sau vîscos, sau cu emulsie bituminoasă</i> - жидким битумом или битумной эмульсией совместно с неорганическими вяжущими - <i>bitum tăiat sau cu emulsie bituminoasă combinate cu lianți neorganici</i>	450/350  950/700
2	Пески крупные, средние/пески мелкие, супесь легкая и пылеватая, суглинки легкие, обработанные: <i>Nisipuri cu granulozitatea mare, medie/măruntă, nisip argilos ușor și prăfos, argile nisipoase ușoare tratate cu:</i> - жидким или вязким битумом, или битумной эмульсией - <i>bitum tăiat sau vîscos, sau cu emulsie bituminoasă</i> - жидким битумом или битумной эмульсией совместно с неорганическими вяжущими - <i>bitum tăiat sau cu emulsie bituminoasă combinate cu lianți neorganici</i>	430/280  700/600
3	Черный щебень, уложенный по способу заклинки <i>Criblură preanrobată, așternută prin metoda de împănare</i>	600-900
4	Щебень, устроенный по способу пропитки вязким битумом и битумной эмульсией <i>Pietriș, pus în operă prin metoda de penetrare cu bitum vîscos și emulsie bituminoasă</i>	400-600

**ПРИМЕЧАНИЕ** - В nn. 3 и 4 большие значения - для покрытий, меньшие - для оснований.

**NOTĂ** - În punctele 3 și 4 valorile mari – pentru îmbrăcăminți, valorile mici – pentru fundații.

**Таблица В.5. Материалы, обработанные цементом**  
**Tabelul B.5. Materiale tratate cu ciment**

№ п/п <i>Nr. crt.</i>	Материал <i>Materialul</i>	Модуль упругости, МПа <i>Modulul de elasticitate, MPa</i>
1	Щебеночно-гравийно-песчаные грунты (оптимального/неоптимального состава), обработанные цементом: <i>Pământuri de piatră spartă – prundiș – nisip (de compoziție optimă/neoptimă) tratate cu ciment:</i> - соответствующие марке 20 - care corespund mărcii 20 40 60 75 100	500/400  600/350  800/700  870/830  1000/950
2	То же, обработанные зольным или шлаковым вяжущим: <i>Aceleași, tratate cu liant din cenușă sau din zgură:</i> - соответствующие марке 20 - care corespund mărcii 20 40 60 75 100	450/350  550/500  750/650  870/780  950/910

Таблица В.5. (продолжение)

Tabelul B.5. (continuare)

№ п/п Nr. crt.	Материал Materialul	Модуль упругости, МПа Modulul de elasticitate, MPa
3	Пески крупные, средние/мелкие и пылеватые, супесь легкая и тяжелая, суглинки легкие, обработанные цементом: <i>Nisipuri cu granulozitatea mare, medie/măruntă, nisip argilos ușor și greu, argile nisipoase ușoare tratate cu ciment:</i> - соответствующие марке 20 - care corespund mărcii 20 40 60 75 100	400/250 550/400 700/550 870/75 950/870
4	То же, обработанные зольными или шлаковыми вяжущими: <i>Idem, tratate cu liant din cenușă sau din zgură:</i> - соответствующим марке 20 - care corespund mărcii 20 40 60 75 100	300/200 450/300 600/450 730/600 870/750

Таблица В.6. Щебеночно-гравийно-песчаные смеси

Tabelul B.6. Amestecuri de pietriș – prundiș – nisip

Материал слоя Materialul stratului	Модуль упругости, МПа Modulul de elasticitate, MPa
Щебеночные/гравийные смеси (C) непрерывной гранулометрии для оснований при максимальном размере зерен <i>Amestecuri de pietriș – prundiș – nisip cu granulozitate continuă pentru fundații cu mărimea maximă a granulelor</i> C <sub>3</sub> - 80 мм C <sub>4</sub> - 80 мм C <sub>5</sub> - 40 мм C <sub>6</sub> - 20 мм C <sub>7</sub> - 20 мм	280/240 275/230 260/220 240/200 260/180
Шлаковая щебеночно-песчаная смесь из неактивных и слабоактивных шлаков <i>Amestecul din pietriș și nisip cu zguri neactive și slab active</i> C <sub>1</sub> - 80 мм C <sub>2</sub> - 40 мм C <sub>4</sub> - 20 мм C <sub>6</sub> - 20 мм	275 260 250 210

Таблица В.7. Щебеночные основания, устроенные по способу заклинки

Tabelul B.7. Fundații din piatra spartă executate prin metoda de împănare

Материал слоя Materialul stratului	Модуль упругости, МПа Modulul de elasticitate, MPa
Щебень фракционированный 40-80 (80-120) мм с заклинкой: <i>Pietriș fracționat 40-80 (80-120) mm împănat cu:</i> - фракционированным мелким щебнем - <i>pietriș de granulozitatea mică</i> - известняковой мелкой смесью или активным мелким шлаком - <i>amestec de savură de calcar măruntă sau zgură activă măruntă</i> - мелким высокоактивным шлаком - <i>zgură cu activitatea ridicată, măruntă</i> - асфальтобетонной смесью - <i>mixtura asfaltică</i>	450/250 400/300 450/400 500/450

Таблица В.7. (продолжение)

Tabelul B.7. (continuare)

Материал слоя <i>Materialul stratului</i>	Модуль упругости, МПа <i>Modulul de elasticitate, MPa</i>
- цементопесчаной смесью M75 при глубине пропитки 0,25 ... 0,75 h слоя - amestec din ciment și nisip M75 cu adâncimea de penetrare a stratului de 0,25 ... 0,75 h	450-700/350-600

**ПРИМЕЧАНИЕ** - Для слоя: в числителе - из легкоуплотняемого щебня; в знаменателе - из трудноуплотняемого щебня.

**NOTĂ** - Pentru strat: la numărător – din pietriș ușor compactabil; la numitor – din criblură greu compactabilă.



**Методика определения вязкости асфальтобетона**  
**Metodologia de determinare a vâscozității betonului asfaltic**

**C.1 Средства для проведения испытания:**

Пресс рычажный, обеспечивающий величину постоянной нагрузки, передаваемой на штамп диаметром 50 мм, не менее 1кН (100 кгс).

Индикатор перемещений, обеспечивающий измерение величины вдавливания с точностью не менее 0,01 мм.

Секундомер.

Термометр химический ртутный стеклянный с ценой деления шкалы 1 °C.

Сосуд для терmostатирования образцов вместимостью 7-8 л.

Терmostатирующее устройство, поддерживающее температуру воды  $50 \pm 2$  °C.

Гиры для нагружения рычажного пресса.

**C.2 Порядок подготовки к проведению испытания:**

Непосредственно после строительства покрытия необходимо отобрать керны или вырубки общей массой не менее 2 кг. В лабораторных условиях производится перформовка вырубок или кернов. Для испытания асфальтобетона на вдавливание штампа готовят образцы диаметром 50 мм (по стандартной технологии) в количестве не менее 3-х штук.

Перед испытанием образцы выдерживают в течение 1 ч при температуре 50 °C в воде.

**C.3 Порядок проведения испытания:**

Для испытания асфальтобетона методом вдавливания штампа образец, извлеченный из терmostатирующего устройства, устанавливают на рычажном прессе и строго по оси образца устанавливают жесткий металлический штамп, начальное положение которого фиксируется индикатором. Затем через рычажное устройство передается нагрузка 1 кН. Одновременно с приложением нагрузки включается секундомер. Через 10 мин. нагрузка снимается и через 1 мин. индикатором фиксируется вдавливание штампа.

В зависимости от сопротивления образца и величины перемещения штампа за

**C.1 Mijloacele pentru executarea încercării:**

Presă cu pârghie care asigură mărimea sarcinii constante transmise poansonului cu diametru de 50 mm, de minim 1kN (100 kgf).

Indicatorul de măsurat deplasările care asigură măsurarea valorii de penetrare cu precizia de minim 0,01 mm.

Cronometru.

Termometru chimic din sticlă cu mercur și valoarea diviziunii scării de 1 °C.

Rezervor pentru termostatare a epruvetelor cu capacitate de 7-8 l.

Dispozitiv termostatic care menține temperatură apei de  $50 \pm 2$  °C.

Greutăți pentru încărcarea presei cu pârghie.

**C.2 Modul de pregătire pentru executarea încercării:**

Imediat după construcția îmbrăcăminții rutiere trebuie prelevate carote sau probe cu masa totală de minim 2 kg. În condiții de laborator se efectuează remodelarea plăcuțelor și carotelor. Pentru încercarea betonului asfaltic la penetrația poansonului se pregătesc epruvete cu diametru de 50 mm (prin tehnologia standard) în cantitate de minim 3 buc.

Înainte de încercare epruvetele se mențin timp de o oră în apă la temperatura de 50 °C.

**C.3 Modul de executare a încercărilor:**

Pentru încercarea betonului asfaltic prin metoda de penetrare a poansonului epruveta scoasă din dispozitivul de termostare, se pune în presă cu pârghie și pe axa epruvetei se pune poansonul rigid din metal, a cărui poziție inițială se fixează cu indicatorul. Ulterior, prin dispozitivul cu pârghie, se transmite sarcina de 1 kN. Concomitent cu aplicarea sarcinii se pornește cronometrul. Peste 10 min. sarcina se scoate și peste 1 min. cu indicatorul se măsoară penetrarea poansonului.

În dependență de rezistența epruvetei și de mărimea deplasării poansonului pe durata încercării se calculează rezistența la penetrare.

время испытания допускается использовать нагрузку на образец больше или меньше 1 кН с тем, чтобы величина перемещения за время испытания была бы не менее 1 мм и не более 5 мм.

#### **C.4 Обработка результатов испытания:**

Для каждого образца, испытанного на вдавливание, вычисляют значение вязкости по формуле:

$$\eta_{50} = \frac{32 \cdot F \cdot t}{3 \cdot \pi \cdot d^4 \cdot (h^{-2} - h_o^{-2})}, \text{ МПа}\cdot\text{с (MPa}\cdot\text{s),}$$

где:

- F - величина постоянной нагрузки, действующей на образец, кН;
- t - время действия нагрузки, с;
- d - диаметр штампа, мм;
- $h_0$  - начальная высота образца, мм;
- h - высота образца в конце испытания, мм;
- $h_o$  - h - величина перемещения штампа, мм.

За показатель вязкости асфальтобетона принимают среднее значение, полученное по результатам трех параллельных испытаний.

cercării, se admite aplicarea unei sarcini mai mare sau mai mici de 1 kN, pentru ca mărimea deplasării în timpul încercării să fie de minim 1 mm și de maxim 5 mm.

#### **C.4 Prelucrarea rezultatelor încercărilor:**

Pentru fiecare epruvetă, supusă încercării la penetrare, se calculează valoarea vâscozității cu formulă:

în care:

- F – valoarea sarcinii constante, aplicate la epruvetă, kN;
- t – durata acțiunii sarcinii, s;
- d – diametrul poansonului, mm;
- $h_0$  – înălțimea inițială a epruvetei, mm;
- h – înălțimea epruvetei la sfârșitul încercării, mm;
- $h_o$  - h – valoarea deplasării poansonului, mm.

În calitate de indice de vâscozitate a betonului asfaltic se poate calcula media rezultatelor celor trei încercări efectuate paralel.

Приложение D (обязательное)  
Anexa D (normativă)

**Формы ведомостей  
Formularele borderourilor**

**Таблица D.1****Tabelul D.1**

**Результаты визуального обследования  
Rezultatele examinărilor vizuale**

Местоположение участка \_\_\_\_\_, полоса движения \_\_\_\_\_  
Amplasarea sectorului \_\_\_\_\_ banda de circulație \_\_\_\_\_

Пикет <i>Pichet</i>	Состояние проезжей части, обочин, водоотводных сооружений, характеристика колеи <i>Starea părții carosabile, acostamentelor, sistemelor de evacuare a apelor pluviale, caracteristica făgașului</i>	Примечания <i>Notă</i>

**ПРИМЕЧАНИЕ** - В таблице отмечают участки, требующие инструментальных обследований.

**NOTA** - În tabel se notează sectoarele care necesită examinări instrumentale.

Обследование выполнено

Examinarea a fost efectuată

дата (data)

подпись (semnatura)

**Таблица D.2. Ведомость маркировки кернов****Tabelul D.2. Borderoul marcării carotelor**

Местоположение участка на дороге \_\_\_\_\_,

Amplasarea sectorului pe drum

№ полосы движения \_\_\_\_\_

Nr. benzii de circulație \_\_\_\_\_

Пикет <i>Pichet</i>	Створ <i>Aliniament</i>	Номер керна в точках <i>Numărul carotelor în punctele</i>			Примечания <i>Notă</i>
		1	2	3	

**ПРИМЕЧАНИЕ** - Места отбора проб в поперечном профиле дороги: точка 1 расположена на дне внешней колеи (ближе к обочине), примерно в середине внешней колеи; точка 2 - удалена от оси дороги либо от линии разделяющей полосы движения на 0,2-0,3 м; точка 3 расположена на вершине гребня выпора. Точка 3 является дополнительной.

**NOTĂ** - Locurile de prelevare a carotelor în profilul transversal: punctul 1 este amplasat pe fundul făgașului exterior (mai aproape de acostament), aproximativ la mijlocul făgașului exterior; punctul 2 – este îndepărtat de axa drumului sau de la linia care separă benzile de circulație cu 0,2-0,3 m; punctul 3 este amplasat pe creasta de ridicare. Punctul 3 este suplimentar.

Отбор кернов проведен

### *Prelevarea carotelor a fost efectuată*

дата (*data*)

подпись (*semnătura*)

**Таблица D.3. Состояния слоев дорожной одежды в керне**  
**Tabelul D.3. Starea straturilor structurii rutiere în carotă**

Расположение участка \_\_\_\_\_, № полосы движения \_\_\_\_\_  
Amplasarea sectorului \_\_\_\_\_, nr. benzii de circulație \_\_\_\_\_

**ПРИМЕЧАНИЕ** - В таблице отмечают состояние каждого слоя в кернах.

**NOTĂ** - În tabel se notează starea fiecărui strat din carote.

Обследование выполнено

*Examinarea a fost efectuată* \_\_\_\_\_ *data (data)*

подпись (*semnătura*)

**Таблица D.4. Свойства слоев дорожной одежды (непереформованные образцы)**

**Tabelul D.4. Proprietățile straturilor structurii rutiere (probe prelevate)**

## Местоположение участка на дороге

## *Amplasarea sectorului de drum*

№ полосы движения № створа

№ полосы движения \_\_\_\_\_, № створа \_\_\_\_\_  
Nr. benzii de circulatie \_\_\_\_\_ nr. aliniamentului \_\_\_\_\_

№ № слоя, керна <i>Nr. stratu- lui carotei</i>	Наименование испытаний <i>Denumirea încercărilor</i>	Характеристика слоев в пробах: <i>Caracteristica straturilor în epruvete:</i>		
		№ 1	№ 2	№ 3
	Прочность сцепления между слоями <i>Rezistența de aderență între straturi</i>			
	Влажность в естественном состоянии <i>Umiditatea în stare naturală</i>			
	Водонасыщение <i>Saturația cu apă</i>			
	Прочность сцепления между слоями <i>Rezistența de aderență între straturi</i>			
	Влажность в естественном состоянии <i>Umiditatea în stare naturală</i>			
	Водонасыщение <i>Saturația cu apă</i>			
	Прочность сцепления между слоями <i>Rezistența de aderență între straturi</i>			
	Влажность в естественном состоянии <i>Umiditatea în stare naturală</i>			
	Водонасыщение <i>Saturația cu apă</i>			

Таблица D.4. (продолжение)

Tabelul D.4. (continuare)

№ слоя, керна Nr. stratului carotei	Наименование испытаний <i>Denumirea încercărilor</i>	Характеристика слоев в пробах: <i>Caracteristica straturilor în epruvete:</i>		
		№ 1	№ 2	№ 3
	Прочность сцепления между слоями <i>Rezistența de aderență între straturi</i>			
	Влажность в естественном состоянии <i>Umiditatea în stare naturală</i>			
	Водонасыщение <i>Saturația cu apă</i>			

Обследование выполнено

*Examinarea a fost efectuată*

дата (data)

подпись (semnatura)

Таблица D.5. Физико-механические свойства асфальтобетона в переформованных образцах слоев дорожной одежды

Tabelul D.5. Proprietățile fizico-mecanice ale betonului asfaltic în epruvele remodelate din straturile structurii rutiere

Местоположение участка на дороге \_\_\_\_\_,

*Amplasarea sectorului de drum*№ полосы движения \_\_\_\_\_, № створа \_\_\_\_\_, № слоя \_\_\_\_\_  
*Nr. benzii de circulație*, nr. aliniamentului \_\_\_\_\_, nr. stratului \_\_\_\_\_

Вид испытания <i>Tipul de încercare</i>	Свойства в пробах <i>Proprietățile în eprive</i>			SM STB 1033
	1	2	3	
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> <i>Densitatea medie, kg/m<sup>3</sup></i>				
Коэффициент уплотнения <i>Coefficient de compactare</i>				
Водонасыщение, % по объему <i>Saturația cu apă, % din volum</i>				
Набухание, % по объему <i>Umflare, % din volum</i>				
Предел прочности при сжатии, МПа, при температурах, <i>Limita de rezistență la compresiune, MPa, la temperaturile,</i> +50°C				
+20°C				
0°C				
Предел прочности на растяжение при изгибе <i>Limita de rezistență la întindere prin încovoiere</i>				
Сдвигостойчивость <i>Rezistența la forfecare</i>				
Водостойкость <i>Stabilitatea la acțiunea apei</i>				

**ПРИМЕЧАНИЕ** - В таблице необходимо выделить слои, не соответствующие требованию нормативных документов.

**NOTĂ** - În tabel trebuie evidențiate straturile care nu corespund cerințelor documentelor normative.

Обследование выполнено

*Examinarea a fost efectuată*

дата (data)

подпись (semnătura)

**Таблица D.6. Зерновой состав материалов в слоях дорожной одежды**  
**Tabelul D.6. Compoziția granulometrică a agregatelor în straturile structurii rutiere**

Расположение участка _____ № полосы _____ № створа _____											
Amplasarea sectorului nr. benzii nr. aliniamentului											
№ слоя Nr. stratului	№ пробы Nr. probei	Содержание битума Conținut de bitum	Содержание минеральных зерен, % мельче данного размера, мм: Conținutul de granule minerale, % mai mici de cît mărimea dată, mm								
			40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
n	ГОСТ										
	№ 1										
	№ 2										
	№ 3										
n + 1	ГОСТ										
...	ГОСТ										
Заключение <i>Încheiere</i>	Соответствие состава смеси в слоях проектным требованиям <i>Coresponderea compoziție mixturii în straturi cu cerințe de proiect</i>										

**Таблица D.7. Свойства вяжущего после экстрагирования**  
**Tabelul D.7. Proprietățile liantului după extragere**

Местоположение участка на дороге \_\_\_\_\_,  
*Amplasarea sectorului de drum*

№ полосы движения \_\_\_\_\_, № створа \_\_\_\_\_ № слоя \_\_\_\_\_,  
*Nr. benzii de circulație* *nr. aliniamentului* *nr. stratului*

Вид испытаний <i>Tipul încercărilor</i>	ГОСТ 22245	Свойства вяжущего в створе <i>Proprietățile liantului în aliniament</i>				
		1	2	3	4	5
Глубина проникания иглы, 0,1 мм <i>Penetrarea, 0,1 mm</i>						
Растяжимость, мм <i>Ductibilitate, mm</i>						
Температура размягчения по кольцу и шару, °C <i>Temperatura de înmuiere la inel și bilă, °C</i>						
Температура хрупкости по Фраасу, °C <i>Punctul de rupere Fraas, °C</i>						
Сцепление битума с мрамором или песком, по контрольному образцу <i>Adezivitatea bitumului cu marmură sau nisipul, conform epruvei de control</i>						
Примечания <i>Note</i>						

**ПРИМЕЧАНИЕ - В таблицах необходимо выделить слои, не соответствующие требованию нормативных документов.**

**NOTA - În tabele trebuie evidențiate straturile care nu corespund cerințelor normativelor în vigoare.**

Обследование выполнено \_\_\_\_\_  
*Examinarea a fost efectuată* \_\_\_\_\_ дата (data) \_\_\_\_\_  
 подпись (semnatura)

**Таблица D.8. Качество щебня в слоях дорожной одежды**  
**Tabelul D.8. Calitatea criblurii în straturile structurii rutiere**

Местоположение участка на дороге \_\_\_\_\_,  
*Amplasarea sectorului de drum*

№ полосы движения \_\_\_\_\_, № створа \_\_\_\_\_, № слоя \_\_\_\_\_  
*Nr benzii de circulație* \_\_\_\_\_ *nr. aliniamentului* \_\_\_\_\_ *nr. stratului* \_\_\_\_\_

Слой дорожной одежды <i>Stratul structurii rutiere</i>	Вид испытаний щебня по ГОСТ 8269 <i>Tipul de încercare a criblurii conform ГОСТ 8269</i>	ГОСТ 8267	Свойства щебня в пробах <i>Proprietățile criblurii în epruvete</i>		
			1	2	3
	Дробимость <i>Rezistența la sfărâmare</i>				
	Истираемость <i>Rezistența la uzură</i>				
	Морозостойкость <i>Rezistența la îngheț-dezgheț</i>				
	Дробимость <i>Rezistența la sfărâmare</i>				
	Истираемость <i>Rezistența la uzură</i>				
	Морозостойкость <i>Rezistența la îngheț-dezgheț</i>				
	Дробимость <i>Rezistența la sfărâmare</i>				
	Истираемость <i>Rezistența la uzură</i>				
	Морозостойкость <i>Rezistența la îngheț-dezgheț</i>				
	Дробимость <i>Rezistența la sfărâmare</i>				
	Истираемость <i>Rezistența la uzură</i>				
	Морозостойкость <i>Rezistența la îngheț-dezgheț</i>				

Обследование выполнено \_\_\_\_\_  
*Examinarea a fost efectuată* \_\_\_\_\_ дата (data) \_\_\_\_\_  
 подпись (semnatura)

**Таблица D.9. Качество песка в слоях дорожной одежды**  
**Tabelul D.9. Calitatea nisipului în straturile structurii rutiere**

Местоположение участка на дороге \_\_\_\_\_,  
*Amplasarea sectorului de drum*

№ полосы движения \_\_\_\_\_, № створа \_\_\_\_\_, № слоя \_\_\_\_\_  
Nr. benzii de circulație nr. aliniamentului nr. stratului

Обследование выполнено \_\_\_\_\_  
*Examinarea a fost efectuată* \_\_\_\_\_ дата (data) \_\_\_\_\_  
подпись (semnătura)

### Таблица D.10. Ведомость нестабильных слоев *Tabelul P.1.10. Borderoul straturilor instabile*

Участок дороги \_\_\_\_\_  
*Sectorul de drum* \_\_\_\_\_

Ведомость составил \_\_\_\_\_  
*Borderoul a fost întocmit* \_\_\_\_\_ дата (data) \_\_\_\_\_ подпись (semnătura)

**БИБЛИОГРАФИЯ**

**BIBLIOGRAFIA**

[1] Л.Б. Гезенцвей Дорожный асфальтобетон – Москва «Транспорт», 1985. с. 187-211



Documente  
Normative  
Construcții

Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor



Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor

Utilizatorii documentului normativ sunt răspunzători de aplicarea corectă a acestuia.

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

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

Amendamente după publicare:

Indicativul amendamentului	Publicat	Punctele modificate



Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor

*Ediție oficială*

**COD PRACTIC ÎN CONSTRUCȚII**  
**CP D.02.09-2014**

**”Recomandări privind depistarea și înlăturarea  
făgașelor de pe îmbrăcămînțile rutiere suple”**

Responsabil de ediție ing. A. Burduh

---

Tiraj \_\_\_\_ ex. Comanda nr. \_\_\_\_

---

**Tipărit ICSC ”INCERCOM” I.S.  
Str. Independenței 6/1  
[www.incercom.md](http://www.incercom.md)**