

REPUBLICA MOLDOVA

COD PRACTIC ÎN CONSTRUCȚII

DRUMURI ȘI PODURI

**DIMENSIONAREA STRUCTURILOR RUTIERE
SUPLE**

CP D.02.08 – 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. Iu. Pașa, ing. A. Cuculescu, ing. A. Efros, 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:

Dr.șt.tehn. 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”

Dr.șt.tehn. 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

ÎS „Administrația de Stat a Drumurilor”

Ing. Iu. Pașa

Î.S. „Administrația de Stat a Drumurilor”

Ing. P. Codreanu

Portul Giurgiulești

Ing. V. Ghiaur

SRL „Universinj”

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. 114 din 28 iulie 2014, cu aplicare din 01 ianuarie 2015.

PREAMBUL NAȚIONAL

Prezentul cod practic în construcții reprezintă adaptarea la condițiile naționale ale Republicii Moldova, prin metoda retipăririi, a normativului Federației Ruse ОДН 218.046-01 „Проектирование нежестких дорожных одежд”.

Codul practic în construcții CP D.02.08-2014 „Dimensionarea structurilor rutiere suple” cuprinde norme și cerințe tehnice față de alcătuirea, dimensionarea și verificarea structurilor rutiere suple. În anexe la prezentul document sînt prezentate sarcinile de calcul și datele necesare pentru efectuarea dimensionării structurilor rutiere suple.

Acest cod practic în construcții se utilizează pentru proiectarea structurilor rutiere noi, a sectoarelor de drumuri reconstruite, elaborarea albumelor de structuri rutiere tip, precum și poate fi utilizat la determinarea capacitatei portante și la proiectarea ranforsării structurilor rutiere ale drumurilor existente și este pus în practică de instituțiile de proiectare la construcția și repararea structurilor rutiere suple a drumurilor publice, drumurilor locale și străzilor.

Adoptat pentru prima dată.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Документ содержит указания по конструированию и расчету нежестких дорожных одежд автомобильных дорог общей сети. Нормы применимы для проектирования вновь сооружаемых дорожных одежд, новых участков реконструируемых дорог, разработки альбомов типовых конструкций, а также могут использоваться при оценке прочности и при проектировании усиления дорожных одежд существующих дорог.

Предназначены для работников системы дорожного хозяйства.

PREFĂTĂ

Documentul cuprinde indicații privind alcătuirea și dimensionarea structurilor rutiere suple ale drumurilor rețelei publice. Normele se utilizează pentru proiectarea structurilor rutiere noi, a sectoarelor de drumuri reconstruite, elaborarea albumelor de structuri rutiere tip, precum și pot fi utilizate la determinarea capacitatei portante și la proiectarea ranforsării structurilor rutiere ale drumurilor existente.

Sînt destinate pentru specialiștii ramurii rutiere.

СОДЕРЖАНИЕ

CUPRINS

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	1
1 DOMENIU DE APLICARE ȘI DISPOZIȚII GENERALE	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	3
2 REFERINȚE NORMATIVE	3
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	3
3 TERENI ȘI DEFINIȚII	3
4 КОНСТРУИРОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ.....	5
4 ALCĂTUIREA STRUCTURII RUTIERE.....	5
4.1 Задачи и принципы конструирования	5
4.1 Scopurile și principiile de alcătuire	5
4.2 Конструирование покрытий и оснований капитальных дорожных одежд.....	11
4.2 Alcătuirea îmbrăcăminților rutiere și a fundațiilor structurilor rutiere permanente	11
4.3 Конструирование покрытий и оснований облегченных и переходных дорожных одежд	12
4.3 Alcătuirea îmbrăcăminților rutiere și a fundațiilor semipermanente și provizorii ale structu- rilor rutiere	12
4.4 Конструирование дополнительных слоев основания	13
4.4 Alcătuirea substratelor de fundație	13
4.5 Особенности конструирования дорожных одежд со слоями из малопрочных мате- риалов и побочных продуктов промышленности	17
4.5 Specificul alcăturii structurilor rutiere cu straturi din materiale cu rezistență redusă și produse secundare industriale	17
4.6 Мероприятия по повышению прочности и стабильности рабочего слоя земляного полотна	18
4.6 Măsuri de sporire a capacitatei portante și stabilității zonei active a terasamentului	18
4.7 Учет региональных особенностей	19
4.7 Particularități regionale.....	19
4.8 Принципы назначения конструкций дорожных одежд при проектировании реконструкции существующих дорог	19
4.8 Principii de adoptare a compoziției structurilor rutiere la proiectarea reconstrucției drumu- rilor existente	19
5 РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.....	20
5 DIMENSIONAREA STRUCTURILOR RUTIERE	20
5.1 Основные положения	20
5.1 Dispozitii generale.....	20
5.2 Общая процедура и критерии расчета на прочность	25
5.2 Procedura generală și criteriile de calcul conform capacitatei portante	25
5.3 Расчет напряжений и деформаций.....	26
5.3 Calcularea tensiunilor și deformațiilor	26
5.4 Расчетные параметры подвижной нагрузки	27
5.4 Parametrii de calcul a sarcinii mobile.....	27
5.5 Расчет конструкции в целом по допускаемому упругому прогибу.....	30
5.5 Dimensionarea complexului rutier conform deflexiunii admisibile	30
5.6 Расчет по условию сдвигостойчивости подстилающего грунта и мало связанных конструктивных слоев	33
5.6 Calculul conform condiției de rezistență la forfecare a pământului din patul drumului și a straturilor componente puțin coeze	33
5.7 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разруше- нию от растяжения при изгибе.....	38

5.7 Calculul structurii conform rezistenței straturilor monolit la deteriorarea de oboseală la întindere din încovoiere	38
6 ПРОВЕРКА ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ	42
6 VERIFICAREA CMPLEXULUI RUTIER CONFORM REZISTENȚEI LA ACȚIUNEA FENOMENULUI DE ÎNGHEȚ-DEZGHEȚ	42
7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ПО ОСУЩЕНИЮ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД И ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	56
7 PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR ANEXE LA DRUMURI PENTRU ASANAREA STRUCTURILOR RUTIERE ȘI A TERASAMENTULUI.....	56
7.1 Основные положения.....	56
7.1 Principiile de bază	56
7.2 Расчет дренирующего слоя	60
7.2 Calculul stratului drenant	60
Приложение А (обязательное) Расчетные нагрузки.....	67
Anexa A (obligatorie) Sarcini de calcul	67
Приложение В (справочное) Определение расчетных характеристик грунта рабочего слоя земляного полотна при расчете дорожной одежды на прочность	71
Anexa B (informativă) Determinarea caracteristicilor de calcul ale pământului din zona activă a terasamentului la dimensionarea structurii rutiere conform capacitateii portante	71
Приложение С (справочное) Таблицы нормативных и расчетных значений прочностных характеристик конструктивных слоев	79
Anexa C (informativă) Tabelele valorilor normate și de calcul ale caracteristicilor de rezistență a straturilor componente	79
Приложение D (справочное) Назначение статистических параметров	87
Anexa D (informativă) Stabilirea parametrilor statistici	87
Приложение Е (справочное) Теплофизические характеристики конструктивных слоев из различных строительных материалов	88
Anexa E (informativă) Caracteristicile termofizice ale straturilor constructive din diverse mate- riale de construcție	88
Приложение F (справочное) Параметры для определения расчетного суммарного числа приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды	91
Anexa F (informativă) Parametrii pentru determinarea numărului sumar de calcul al aplicărilor sarcinii pe toată durata de serviciu a structurii rutiere	91
Приложение G (справочное) Методика определения и использования коэффициента влагопроводности грунта при проектировании дорожной одежды.....	93
Anexa G (informativă) Metodologia de determinare și utilizare a coeficientului de permeabili- tate a pământului la dimensionarea structurii rutiere.....	93

Drumuri și poduri

Dimensionarea structurilor rutiere suple

Roads and bridges

Dimensioning of flexible road systems

Дороги и мосты

Проектирование нежестких дорожных одежд*Официальное издание**Ediție oficială***1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1 Документ предназначен для конструирования и расчета нежестких одежд автомобильных дорог общей сети при:

- а) проектировании одежд на вновь сооружаемых дорогах, на новых участках реконструируемых дорог;
- б) разработке каталогов и альбомов типовых решений по конструкциям дорожных одежд на дорогах общей сети.

1.2 К нежестким дорожным одеждам относят одежду со слоями, устроенными из разного вида асфальтобетонов (дегтебетонов), из материалов и грунтов, укрепленных битумом, цементом, известью, комплексными и другими вяжущими, а также из слабосвязанных зернистых материалов (щебня, шлака, гравия и др.).

1.3 Классификация дорожных одежд и покрытий приведена в табл. 1.1.

**1 DOMENIU DE APLICARE ȘI
DISPOZIȚII GENERALE**

1.1 Documentul este destinat la alcătuirea și dimensionarea structurilor rutiere suple ale drumurilor publice la:

- a) alcătuirea structurilor rutiere pentru drumuri noi construite, pentru sectoarele noi ale drumurilor reconstruite;
- б) elaborarea albumelor de sisteme rutiere tip pentru drumurile rețelei publice.

1.2 Structurile rutiere suple sunt complexe cu straturi realizate din betoane asfaltice de diferite tipuri (betoane de gudron), din materiale și pământuri consolidate cu bitum, ciment, var, lianți complecși, etc., precum și din materiale granulate slabcozive (criblură, zgură, pietriș, etc.).

1.3 Clasificarea structurilor rutiere și îmbrăcămințiilor rutiere este prezentată în tabl. 1.1.

Таблица 1.1**Tabelul 1.1**

Типы дорожных одежд <i>Tipul structurilor rutiere</i>	Виды покрытий, материал и способы его укладки <i>Tipul îmbrăcămințiilor rutiere, material și modul de executare a acestuia</i>
Усовершенствованные покрытия: <i>Îmbrăcăminți rutiere modernizate:</i>	
Капитальные <i>Permanente</i>	из горячих асфальтобетонных смесей <i>din mixturi asfaltice executate la cald</i>
Облегченные <i>Semipermanente</i>	а) из горячих асфальтобетонных смесей <i>a) din mixturi asfaltice executate la cald</i> б) из холодных асфальтобетонных смесей <i>b) din mixturi asfaltice executate la rece</i>

Таблица 1.1 (продолжение)
Tabelul 1.1 (continuare)

Типы дорожных одежд <i>Tipul structurilor rutiere</i>	Виды покрытий, материал и способы его укладки <i>Tipul îmbrăcăminților rutiere, material și modul de execuțare a acestuia</i>
Облегченные <i>Semipermanente</i>	<p>в) из органоминеральных смесей с жидкими органическими вяжущими, с жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными; с вязкими, в том числе эмульгированными органическими вяжущими; с эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными; из каменных материалов и грунтов, обработанных битумом по способу смешения на дороге или методами пропитки; из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими методом пропитки; черного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки; из пористой и высокопористой асфальтобетонной смеси с поверхностью обработкой; из прочного щебня с двойной поверхностью обработкой</p> <p>б) din mixturile organominerale cu lianți organici lichizi, cu lianți organici lichizi și minerale; vîscosi, inclusiv lianți organici emulgați; cu lianți organici emulgați și minerali; din materiale de piatră și pământuri preanrobate cu bitum prin amestec în situ sau prin metode de impregnare, din materiale din piatră și pământuri peanrobate cu lianți prin metode de impregnare; criblarea preanrobată, preparată în instalație și executată prin metoda de împânare; din beton asfaltic poros și macroporos cu tratament bituminos; din pietriș dur cu tratament bituminos dublu.</p>
Переходные <i>Provizorii</i>	<p>Покрытия переходные <i>Îmbrăcăminț provizoriu</i></p> <p>из щебня прочных пород, устроенные по способу заклинки без применения вяжущих материалов; из малопрочных каменных материалов, укрепленных вяжущими; булыжного и колотого камня (мостовые); из щебеноочно-гравийно-песчаных смесей; малопрочных каменных материалов и шлаков; грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами; и др.</p> <p><i>din pietriș din roci dure, execuțate prin metoda de împânare fără folosirea lianților; din materiale din piatră cu rezistență redusă, consolidate cu lianți; pavaje din piatră cioplită, piatră brută sau bolovani; din amestecuri de pietriș, prundiș și nisip; din materiale din piatră cu rezistență redusă și zguri; pământuri, consolidate sau îmbunătățite cu materiale locale; etc.</i></p>

1.4 Капитальную и облегченную дорожную одежду с усовершенствованным покрытием следует проектировать в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, с расчетом обеспечения межремонтного срока эксплуатации. При этом не должно возникнуть разрушений и недопустимых остаточных деформаций, а воздействие природных факторов не должно приводить к недопустимым изменениям в ее элементах.

Облегченную дорожную одежду с усовершенствованным покрытием, рассчитывают на менее продолжительный межремонтный срок службы, чем для капитальных одежд в соответствии с нормативной документацией.

1.5 В районах с влажным и холодным климатом на участках с неблагоприятными гидрологическими условиями должны быть предусмотрены меры по осушению и обеспечению морозоустойчивости дорожной одежды и земляного полотна.

1.6 Зaproектированная дорожная одежда

1.4 Structurile rutiere permanente și semipermanente cu îmbrăcămintea rutieră modernă se alcătuiesc reieșind din condiția ca pe durata de serviciu să nu apară deteriorări și deformații remanente inadmisibile din punct de vedere al cerințelor documentelor normative în vigoare față de planeitatea îmbrăcămintei rutiere, precum și pentru ca acțiunea agenților naturali să nu aducă la deformațiile inadmisibile în elementele acestuia.

Structurile rutiere semipermanente cu îmbrăcămintea rutieră modernă se calculează pe o durată de exploatare mai scurtă decât a structurilor rutiere permanente. Aceasta permite utilizarea materialelor mai ieftine, cu o durabilitate mai scurtă și ușurarea structurii.

1.5 În zonele cu clima umedă și rece pe sectoarele nefavorabile din punct de vedere al condițiilor hidro-geologice trebuie să se prevadă măsuri pentru asanarea și asigurarea rezistenței la îngheț-dezgheț a structurii rutiere și a terasamentului.

1.6 Structura rutieră proiectată trebuie să fie nu

должна быть прочной и надежной в эксплуатации, экономичной и возможно менее материоемкой, особенно по расходу дефицитных материалов и энергии и должна соответствовать экологическим требованиям. Экономичность конструкции определяют по результатам сопоставления вариантов с оценкой сравнительной экономической эффективности капитальных вложений по действующим нормативным документам. Выбор конструкции дорожной одежды и тип покрытия обосновывают технико-экономическим анализом вариантов.

1.7 При проектировании дорожных одежд для конкретных объектов и разработке типовых (унифицированных) решений по конструкциям дорожной одежды наряду с положениями настоящего нормативного документа следует учитывать данные регионального научно-практического опыта (в том числе в части применения местных материалов, уточнения расчетных значений характеристик и т.д.).

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Своде правил приведены ссылки на следующие документы:

1. NCM D.02.01-2012 Norme tehnice privind proiectarea drumurilor publice;
2. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация;
3. ГОСТ 3344-83 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства;
4. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия;
5. ГОСТ 30491-97 Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия;
6. ГОСТ 23558-94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства;
7. ГОСТ 25607-2010 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия;
8. ГОСТ 4641-80 Дегти каменноугольные для дорожного строительства. Технические условия.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

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

Покрытие - верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая усилия от колес транспортных средств и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов.

По поверхности покрытия могут быть устроены слои поверхностных обработок различного назначения (слои для повышения шероховатости, защитные слои и т.п.).

Основание - часть конструкции дорожной

numai rezistent și fiabil în exploatare, dar și economicoasă și cu utilizarea cît mai rațională a materialelor, în special a materialelor deficitare și a energiei, și trebuie să corespundă cerințelor ecologice. Economicitatea structurii se determină în baza rezultatelor confrontării variantelor cu evaluarea eficienței economice comparative a investițiilor capitale conform documentelor normative în vigoare. Alegerea componenței structurii rutiere și a tipului de îmbrăcăminte rutieră se efectuează pe baza unei analize tehnico-economice a variantelor.

1.7 La proiectarea structurilor rutiere pentru obiecte concrete și elaborarea soluțiilor tip (unificate) de structuri rutiere, concomitent cu prevederile prezentului normativ urmează de a fi luate în considerare datele experienței științifico-practice regionale (inclusiv, în ce privește utilizarea materialelor locale, precizarea valorilor de calcul ale caracteristicilor etc.).

2 REFERINȚE NORMATIVE

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

proiectarea drumurilor publice;

ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация;

ГОСТ 3344-83 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства;

ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия;

ГОСТ 30491-97 Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия;

ГОСТ 23558-94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства;

ГОСТ 25607-2010 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия;

ГОСТ 4641-80 Дегти каменноугольные для дорожного строительства. Технические условия.

3 TERMENI ȘI DEFINIȚII

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

Îmbrăcăminte rutieră – partea superioară a structurii rutiere, care suportă direct acțiunea roților mijloacelor de transport și a agenților atmosferici.

Pe suprafața îmbrăcămintei rutiere pot fi aplicate straturi de tratament bituminos de diferită destinație (straturi pentru sporirea rugozității, straturi de protecție, etc.).

Fundație – parte din structura rutieră amplasată

одежды, расположенная под покрытием и обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение напряжений в конструкции и снижение их величины в грунте рабочего слоя земляного полотна (подстилающим грунте), а также морозоустойчивость и осушение конструкции.

Следует различать несущую часть основания (несущее основание) и дополнительные слои основания. Несущая часть основания должна обеспечивать прочность дорожной одежды и быть морозоустойчивой.

Дополнительные слои основания - слои между несущим основанием и подстилающим грунтом, предусматриваемые при наличии неблагоприятных погодно-климатических и грунтово-гидрологических условий. Эти слои совместно с покрытием и основанием должны обеспечивать необходимые морозоустойчивость и дренирование конструкции и создавать условия для снижения толщины вышележащих слоев из дорогостоящих материалов. В соответствии с основной функцией, которую выполняет дополнительный слой, его называют морозозащитным, теплоизолирующими, дренирующим. К дополнительным слоям и прослойкам относят также гидро- и паро-изолирующие, капилляропрерывающие, противозаиливающие и др. Дополнительные слои устраивают из песка и других местных материалов в естественном состоянии или укрепленных органическими, минеральными или комплексными вяжущими, из местных грунтов, обработанных вяжущими, из укрепленных смесей с добавками пористых заполнителей и т.д., а также из различного рода специальных индустриально выпускаемых материалов (геотекстиль, пенопласт, полимерная пленка и т.п.).

При применении дополнительных слоев в проекте необходимо учитывать технологические проблемы, связанные с движением по ним построечного транспорта.

Рабочий слой земляного полотна (подстилающий грунт) - верхняя часть полотна в пределах от низа дорожной одежды до 2/3 глубины промерзания, но не менее 1,5 м от поверхности покрытия.

sub îmbrăcămîntea rutieră care, în comun cu îmbrăcămîntea rutieră asigură repartizarea eforturilor în structură și reducerea acestora în pămîntul din zona activă a terasamentului (pat din pămînt), precum și rezistența la îngheț-dezgheț și asanarea structurii.

Trebuie delimitată partea portantă a fundației (fundația portantă) de straturile suplimentare ale fundației. Partea portantă a fundației trebuie să asigure capacitatea portantă a structurii rutiere și să fie rezistentă la îngheț-dezgheț.

Straturi suplimentare de fundație (substraturi) – straturile între fundația portantă și pămîntul din patul drumului, care se aplică în cazul prezenței condițiilor climaterice, de pămînt și hidraulice nefavorabile. Astfel de straturi în comun cu straturile îmbrăcămîntei rutiere și de fundație trebuie să asigure antigelivitatea și drenarea structurii rutiere și să asigure condițiile de micșorare a grosimii straturilor superioare din materiale costisitoare. În funcție cu atribuția principală pe care o exercită substratul, acesta este numit strat antigeliv, termoizolant, drenant. La straturi suplimentare și intermediare pot fi raportate și straturile de hidroizolare și antivaporii, anticapilare, antiinundații, etc. Starturile suplimentare se construiesc din nisip și alte materiale locale în stare naturală sau consolidate cu lianți organici, minerale sau complecși, din pămînturi prelucrate cu lianți, din amestecuri consolidate cu adaosuri de aggregate, etc., precum și din diferite materiale fabricate industrial (geotextil, polistiren, peliculă de polimer, etc.).

La utilizarea în proiect a straturilor suplimentare, este necesar să se ia în considerare problemele tehnologice legate de trecerea peste acestea a transportului de construcție.

Zona activă a terasamentului (patul drumului) – partea superioară a terasamentului cuprinsă între partea inferioară a structurii rutiere și 2/3 din adîncimea de îngheț, dar nu mai mică de 1,5 m de la suprafața îmbrăcămîntei rutiere.

4 КОНСТРУИРОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

4.1 Принципы конструирования

4.1.1 Проектирование дорожной одежды представляет собой единый процесс конструирования и расчета дорожной конструкции (системы дорожная одежда и рабочий слой земляного полотна) на прочность, морозоустойчивость и осушение с технико-экономическим обоснованием вариантов с целью выбора наиболее экономичного в данных условиях.

4.1.2 Процедура конструирования дорожной одежды включает:

- выбор вида покрытия;
- назначение числа конструктивных слоев с выбором материалов для устройства слоев, размещение слоев в конструкции и назначение их ориентировочных толщин;
- предварительную оценку необходимости назначения дополнительных морозо-защитных мер с учетом дорожно-климатической зоны, типа грунта рабочего слоя земляного полотна и схемы увлажнения рабочего слоя на различных участках;
- предварительную оценку необходимости назначения мер по осушению конструкции, а также по повышению трещиностойкости конструкции;
- оценку целесообразности укрепления или улучшения верхней части рабочего слоя земляного полотна;
- предварительный отбор конкурентоспособных вариантов с учетом местных природных и проектных условий работы.

4.1.3 При конструировании дорожной одежды необходимо руководствоваться следующими принципами:

а) тип дорожной одежды и вид покрытия, конструкция одежды в целом, должны удовлетворять эксплуатационным требованиям, предъявляемым к дороге соответствующей категории и ожидаемым в перспективе составу и интенсивности движения с учетом изменения интенсивности движения в течение заданных межремонтных сроков и предполагаемых условий ремонта и содержания;

б) конструкция одежды может быть принята типовой или разработана индивидуально для каждого участка или ряда участ-

4 ALCĂTUIREA STRUCTURII RUTIERE

4.1 Principiile de alcătuire

4.1.1 Proiectarea structurii rutiere prezintă un proces unic de alcătuirea și dimensionarea complexului rutier (complex din structura rutieră și zona activă a terasamentului (patul drumului)) pentru capacitatea portantă, rezistența la îngheț-dezgheț și drenare pe baza unei argumentări tehnico-economice a variantelor în vederea selectării celei mai eficiente, în condițiile propuse.

4.1.2 Procedura de alcătuire a structurii rutiere include:

- alegera tipului de îmbrăcăminte rutieră;
- aprobarea numărului de straturi componente cu alegera materialelor pentru execuția acestora, amplasarea straturilor în structură și aprobarea grosimilor orientative ale acestora;
- evaluarea prealabilă a necesității aprobării măsurilor suplimentare de protecție la îngheț-dezgheț ținând cont de zona climatică rutieră, tipul pământului din zona activă a terasamentului și schema de umezire a stratului de lucru pe diferite sectoare;
- evaluarea prealabilă a necesității aplicării măsurilor de asanare a structurii, precum și de sporirea rezistenței la formarea fisurilor în structură;
- evaluarea necesității consolidare sau îmbunătățire a părții superioare a zonei active a terasamentului;
- alegera preliminară a variantelor competitive ținând cont de condițiile de lucru naturale locale și de proiect.

4.1.3 La alcătuirea structurii rutiere trebuie să se țină cont de următoarele principii:

а) tipul structurii rutiere și al îmbrăcăminții rutiere, structura sistemului în întregime trebuie să corespundă cerințelor de exploatare, față de drumul de categoria respectivă și componenta și intensitatea traficului probabil așteptat, ținând cont de modificarea intensității traficului pe durata de serviciu stabilită și condițiile de reparație și întreținere preconizate;

б) componența structurii rutiere poate fi adoptată tip sau poate fi elaborată individual pentru fiecare sector în parte sau pentru un șir

стков дороги, характеризующихся сходными природными условиями (грунт рабочего слоя земляного полотна, условия его увлажнения, климат, обеспеченность местными дорожно-строительными материалами и др.) с одинаковыми расчетными нагрузками. При выборе конструкции одежды для данных условий предпочтение следует отдавать проверенной на практике в данных условиях типовой конструкции;

в) в районах, недостаточно обеспеченных стандартными каменными материалами, допускается применять местные каменные материалы, побочные продукты промышленности и грунты, свойства которых могут быть улучшены обработкой их вяжущими (цемент, битум, известь, активные золы уноса и др.);

г) конструкция должна быть технологичной и обеспечивать возможность максимальной механизации и индустриализации дорожно-строительных процессов. Для достижения этой цели число слоев и видов материалов в конструкции должны быть минимальными;

д) при конструировании необходимо учитывать условия проведения строительных работ (летняя или зимняя технология и др.).

4.1.4 При назначении типов покрытия для разных вариантов конструкций дорожных одежд следует руководствоваться положениями действующих стандартов и норм на дорожно-строительные материалы и изделия и нормами проектирования автомобильных дорог.

4.1.5 При выборе материалов для устройства слоев дорожной одежды необходимо учитывать следующие положения.

Покрытие и верхние слои основания должны соответствовать проектным воздействующим нагрузкам и быть водо-, морозо- и термоустойчивыми.

Для верхнего слоя асфальтобетонного покрытия выбирают материал в соответствии с действующими нормативными документами.

В районах с количеством осадков 500 мм/год следует применять высокоплотный асфальтобетон либо плотный асфальтобетон, имеющий показатель пористости (водонасыщения), соответствующий нижнему допустимому пределу. В районах

de sectoare de drum; care se caracterizează prin condiții naturale similare (pământul din zona activă a terasamentului, condițiile de umiditate, clima, asigurarea cu materiale locale, etc.) și cu sarcinile de calcul egale. În procesul de selectare a structurii rutiere pentru condițiile propuse, preferabilă este structura rutieră tip verificată în condițiile reale;

в) în raioanele, insuficient asigurate cu materiale locale standard din piatră, se admite utilizarea materialelor din piatră locală, produse secundare industriale și pământuri, calitățile cărora pot fi îmbunătățite prin tratarea cu lianți (ciment, bitum, var, cenuși active etc.);

г) structura rutieră trebuie să fie tehnologică și să asigure posibilitatea mecanizării și industrializării maxime a proceselor de construcție rutieră. Pentru atingerea acestui scop numărul straturilor și tipurilor de materiale utilizate în construcție trebuie să fie minime;

д) la alcătuirea sistemului trebuie să se ia în considerare condițiile de executare a lucrărilor de construcție (tehnologiile de vară sau iarnă, etc.).

4.1.4 La stabilirea tipurilor de îmbrăcăminte rutiere pentru diferite variante de alcătuire a strukturilor rutiere urmează a se conduce de prevederile standardelor în vigoare și normelor pentru materialele și produsele de construcție și de normele de proiectare a drumurilor.

4.1.5 La selectarea materialelor de construcție a straturilor structurii rutiere trebuie să se țină cont de următoarele prevederi.

Îmbrăcăminta rutieră și straturile superioare ale fundației trebuie să corespundă sarcinilor de proiect și să fie rezistente la apă, îngheț și căldură.

Pentru stratul de uzură a îmbrăcămintei rutiere se selectează materialul conform actelor normative în vigoare.

În zonele cu volumul precipitațiilor de 500 mm/an urmează de a utiliza betonul asfaltic de densitate sporită sau dens, cu indicele de porozitate (absorbție de apă), corespunzător limitei admise de jos. În raioanele cu clima uscată (volumul mediu de precipitații anuale sub

с сухим климатом (среднегодовое количество осадков менее 400 мм/год) назначают плотный асфальтобетон с показателем пористости (водонасыщения) по верхнему допускаемому пределу.

При перспективной интенсивности движения в физических единицах до 3000 авт/сут и при стадийном строительстве допускается устройство покрытия из пористого асфальтобетона с устройством поверхностной обработки или из высокопористого асфальтобетона с устройством двойной поверхностной обработки.

Конструкция дорожной одежды в местах остановок общественного транспорта, на регулируемых пересечениях и в других местах изменения скорости или движения на пониженных скоростях должна обеспечить повышенную сдвигустойчивость при высоких летних температурах. Для обеспечения этого требования в покрытии предусматривают применение асфальтобетонных смесей типа А и Б, высокоплотных смесей, а в основании - крупнозернистых асфальтобетонных смесей либо каменных материалов, укрепленных цементом.

Основные задачи при конструировании пакета асфальтобетонных слоев, это оптимизировать толщину верхнего слоя из плотного или высокоплотного асфальтобетона и сократить число слоев.

Асфальтобетонное покрытие должно быть, как правило, однослойным. Минимальную конструктивную толщину покрытия назначают по нормам действующего NCM D.02.01, а толщину слоя асфальтобетонного основания определяют расчетами на прочность.

При проектировании дорожных одежд переходного типа предусматривают один из вариантов без устройства асфальтобетонного основания; в этом случае требуемую толщину покрытия назначают по расчету на прочность.

При стадийном строительстве или возможном перспективном повышении капитальности дорожной одежды при специальном технико-экономическом обосновании допускается применение холодного асфальтобетона.

При выборе материала для верхнего слоя основания надо учитывать тип дорожной одежды, вид покрытия, а также дефор-

400 mm/an) se utilizează betonul asfaltic dens cu indicele de porozitate (absorbție de apă), corespunzător limitei admisibile de sus.

Pentru traficul prognozat în unități fizice de pînă la 3000 veh/zi și construcția pe stadii se admite execuția îmbrăcămintei rutiere din beton asfaltic poros cu aplicarea tratamentului bituminos sau din beton asfaltic macroporos cu aplicarea tratamentului bituminos dublu.

Componența structurii rutiere în locurile de staționare a transportului public, în intersecții dirijate și în alte locuri cu schimbarea vitezei sau deplasarea cu viteză reduse trebuie să asigure rezistență sporită la forfecare în condiții de temperaturi ridicate în perioada de vară. Pentru asigurarea acestei cerințe în îmbrăcămîntea rutieră se prevede utilizarea mixturilor asfaltice de tip A și B, mixturilor de densitate sporită, iar în stratul de bază – a mixturilor asfaltice cu agregate mari sau materiale din piatră consolidate cu ciment.

Scopurile principale ale alcătuirii pachetului de straturi bituminoase constă în optimizarea grosimii stratului de uzură din betonul asfaltic de densitate sporită și reducerea numărului de straturi.

Îmbrăcămîntea bituminoasă trebuie să fie, de regulă, dintr-un singur strat. Grosimea constructivă minimă se stabilește conform normelor NCM D.02.01 în vigoare, iar grosimea stratului de bază din beton asfaltic se stabilește pe baza calculului la capacitatea portantă.

La proiectarea structurilor rutiere provizori se prevede unul dintre variante fără construcția bazei din beton asfaltic. În acest caz grosimea necesară a îmbrăcămîntei rutiere se stabilește pe baza calculului la capacitatea portantă.

În cazul construcției pe stadii sau posibilității trecerii în perspectivă la un tip de structură rutieră mai superior pe baza argumentării tehnico-economice speciale se admite utilizarea betonului asfaltic la rece.

La selectarea materialului pentru stratul superior al fundației trebuie să se ia în considerare tipul structurii rutiere, tipul îmbrăcămîntei

мационные и теплофизические свойства материалов и грунтов, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими.

Асфальтобетонную часть несущего основания следует предусматривать, как правило, однослойной. Двухслойное асфальтобетонное основание допустимо применять лишь при необходимости использования в нижнем слое основания асфальтобетона с пониженной сдвигостойчивостью (высокопористый, песчаный). В этом случае общая толщина асфальтобетонных слоев повышенной сдвигостойчивости (покрытие с основанием из крупнозернистого асфальтобетона) не должна быть менее 12 см.

При выборе вида материала для устройства основания из минеральных материалов следует ориентироваться на имеющийся в регионе опыт строительства и эксплуатации дорог. Материалы должны удовлетворять требованиям действующих NCM D.02.01.

В районах, недостаточно обеспеченных стандартными каменными материалами, целесообразно широко применять местные каменные материалы (в том числе мало прочные и некондиционные) и грунты, укрепленные неорганическим вяжущим (цемент, известь, активные золы уноса и др.).

Основание из зернистых материалов должно быть, как правило, двухслойным: несущий слой из жестких и сдвигостойчивых материалов (щебень, гравий, щебеночно- или гравийно-песчаные смеси, материалы и грунты, укрепленные неорганическим вяжущим) и дополнительный слой, выполняющий морозозащитные и дренирующие функции.

4.1.6 Если в дополнительном слое основания применяют однородный песок со степенью неоднородности (по ГОСТ 25100) менее 3, поверх него предусматривают укладку защитного (технологического) слоя из щебеночно-гравийно-песчаных смесей, отсевов дробления изверженных пород, гравелистых или крупных песков оптимального состава, а также из цементопеска. При степени неоднородности песка от 2 до 3 толщина защитного слоя принимается равной 10 см, при степени неоднородности менее 2 устанавливают защитный слой толщиной 15 - 20 см. В расчетах прочности дорожной одежды толщину защитного слоя включают в толщину дополнительного слоя основания. При устройстве защитного слоя

rutiere, precum și proprietățile de deformare și termofizice ale materialelor și pământurilor, consolidate cu lianți organici și neorganici.

Partea asfaltică a stratului portant de bază se prevede, de regulă, dintr-un singur strat. Stratul de bază din beton asfaltic bistrat se admite numai în cazul necesității utilizării în stratul inferior al acesteia a betonului asfaltic cu rezistență la forfecare redusă (macroporos, nisipos). În acest caz grosimea totală a straturilor din beton asfaltic cu rezistență la forfecare sporită (îmbrăcămintea rutieră cu strat de baza din beton asfaltic cu agregate mari) nu trebuie să fie mai mică de 12 cm.

La selectarea materialului pentru construcția fundației din materiale minearle urmează să se țină cont de experiența în construcție și în exploatarea drumurilor din regiune. Materialele trebuie să coreaspundă cerințelor NCM D.02.01 în vigoare.

În raioanele insuficient asigurate cu materiale din piatră standard, este convenabil de a utiliza materiale din piatră (inclusiv cu rezistență redusă și necondiționate) și pământuri locale, consolidate cu lianți neorganici (ciment, var, cenușe active etc.).

Fundațiile din materiale granulate, de regulă, trebuie să fie compuse din două straturi: stratul de rezistență din materiale rigide rezistente la forțe tangențiale (pietriș, prundiș, amestecuri din pietriș sau nisip și prundiș, materiale și pământuri consolidate cu lianți neorganici) și substratul, care îndeplinește funcții antigel și de drenare.

4.1.6 Dacă în substrat se utilizează nisipul omogen cu gradul de neomogenitate (conform ГОСТ 25100) sub 3, asupra acestuia se execută un strat de protecție (tehnologic) din amestecuri de pietriș-(prundiș-) nisip, savură din roci magmatice, nisipuri din prundiș sau mare cu componență optimă, precum și din nisip consolidat cu ciment. În cazul în care gradul de neomogenitate atinge valori cuprinse între 2 și 3 grosimea stratului de protecție se aprobă de 10 cm, în cazul în care gradul de neomogenitate este mai mic de 2 se realizează un strat de protecție cu o grosime de 15 - 20 cm. În calculele la capacitatea portantă a structurii rutiere grosimea stratului de protecție se include în grosimea substratului. La construcția stratului de protecție poate fi utilizat geotextilul.

можно применять геотекстиль.

4.1.7 В случае использования в основании местных малопрочных каменных материалов (щебень с маркой по прочности не ниже 200; гравий и щебень из гравия по дробимости не ниже Dr 24; песчано-гравийные смеси; гравелистые пески и другие сдвигостойчивые материалы с модулем упругости менее 250 МПа) предусматривают несущий слой основания из прочного щебня либо из укрепленных неорганическими вяжущими материалов с минимальной конструктивной толщиной, предусматриваемой NCM D.02.01. При этом толщину нижнего слоя основания из малопрочного материала обосновывают расчетом.

4.1.8 Расположение неукрепленных зернистых материалов между слоями из материалов или грунтов, обработанных вяжущими, как правило, не допускается.

Дополнительные слои основания должны совместно с верхними слоями и покрытием обеспечивать необходимую прочность конструкции, морозостойчивость, а также дренирующую способность. Нижние слои основания, особенно из зернистых материалов, должны сопротивляться сдвиговым напряжениям.

На магистральных дорогах с тяжелым и скоростным движением основания следует устраивать преимущественно из укрепленных материалов.

4.1.9 Толщину слоев из материалов, содержащих органическое вяжущее и укладываемых на верхний слой основания из материалов, укрепленных цементом, для ограничения появления «отраженных» трещин на покрытии нужно принимать, как правило, не менее толщины слоев, укрепленных цементом. При этом минимальная толщина слоев с органическими вяжущими должна соответствовать данным табл. 4.1.

Таблица 4.1
Tabelul 4.1

Тип дорожной одежды <i>Tipul structurii rutiere</i>	Капитальные <i>Permanente</i>	Облегченные <i>Semipermanente</i>
Наименьшая толщина слоев из материалов, содержащих органическое вяжущее, см ... <i>Grosimea minimă a straturilor din materiale, care conțin liant organic, cm...</i>	18	12

В случае применения материалов, укрепленных комплексными вяжущими, а также

4.1.7 În cazul utilizării în fundații a materialelor locale din piatră cu rezistență redusă (piatră spartă cu marca de rezistență mai mare de 200, prundiș și criblura din prundiș cu rezistență la sfărîmare mai mare de Dr 24; amestecuri din nisip și prundiș; nisipuri din prundiș și alte materiale rezistente la forțe tangențiale cu modulul de elasticitate mai mic de 250 MPa) se execută un strat de suport al fundației din ciblură rezistentă sau din materiale consolidate cu lianți neorganici cu grosimea constructivă minimă conform NCM D.02.01. În acest caz grosimea stratului inferior al bazei din materiale cu rezistență redusă se argumentează prin calcul.

4.1.8 Nu se admite, de regulă, amplasarea materialelor granulate neconsolidate între straturi din materiale sau pământuri consolidate cu lianți.

Substraturile, în comun cu straturile superioare ale fundației și îmbrăcămintea rutieră, trebuie să asigure capacitatea portantă necesară a structurii rutiere, rezistență la îngheț-dezgehet, precum și capacitatea de drenare. Straturile inferioare ale fundației, mai ales cele din materiale granulare, trebuie să reziste tensiunilor de forfecare.

Pe autostrăzi cu traficul greu și rapid fundațiile trebuie realizate, preferabil, din materiale consolidate.

4.1.9 Grosimea straturilor din materiale, care conțin lianți organici și se aștern pe stratul superior al fundației din materiale consolidate cu ciment, pentru limitarea apariției fisurilor reflectate pe îmbrăcămintea rutieră trebuie stabilită, de regulă, nu mai mică de grosimea straturilor consolidate cu ciment. În acest caz grosimea minimă a straturilor cu lianți organici trebuie să corespundă datelor din tab. 4.1.

În cazul în care se folosesc materiale, consolidate cu lianți complecsi, precum și cu lianți

медленно твердеющими гидравлическими вяжущими, толщина слоя может быть снижена на 20 %, а в условиях жарких и сухих районов IV дорожно-климатической зоны - на 30 %.

Для повышения трещиностойкости покрытия могут быть предусмотрены специальные трещинопрерывающие прослойки, в том числе на основе геосеток и геотекстиля, использование модифицированных вяжущих в материале покрытия и другие специальные решения

4.1.10 Толщину отдельного слоя предварительно назначают в диапазоне от минимальной конструктивной толщины, регламентируемой действующими NCM D.02.01, до практически принятых значений (например, в типовых проектах) для данного региона.

Общую толщину дорожной одежды и толщины отдельных конструктивных слоев окончательно назначают по расчету на прочность, морозоустойчивость и осушение в соответствии с разделами 5, 6 и 7 настоящего норматива.

Необходимо предусматривать в конструкции одежды возможно меньшее число слоев из разных материалов (2 - 4 без учета дополнительных слоев).

4.1.11 Для существенного уменьшения притока поверхностных вод в основание дорожной одежды и снижения расчетной влажности грунта земляного полотна необходимо предусматривать такие мероприятия, как укрепление обочин, обеспечение надлежащего их поперечного уклона и водонепроницаемости, устройство бордюров и лотков, а также обеспечение безопасного расстояния от бровки земляного полотна до уреза длительно застаивающейся поверхностью воды, повышенное уплотнение (до $K_y = 1,03 \div 1,05$) верхней части рабочего слоя в III - IV дорожно-климатических зонах и др. (см. приложение B).

4.1.12 В районах и на участках с неблагоприятными погодно-климатическими и грунтово-гидрологическими условиями для ограничения миграции влаги из нижних слоев земляного полотна в верхние следует предусматривать мероприятия по искусственноному регулированию водно-теплового режима, проектируемые в соответствии с действующими NCM D.02.01 и другими специальными документами.

hidraulici cu timp de priză majorat, grosimea stratului poate fi redusă cu 20 %, iar în regiunile uscate din zona climaterică rutieră IV în condiții cu temperaturi înalte – cu 30 %.

Pentru sporirea rezistenței la fisurarea îmbrăcămintei rutiere pot fi prevăzute substraturi speciale de intrerupere a fisurilor, inclusiv din geoplase și geotextile, prin utilizarea lianților modificați în materialele îmbrăcăminții rutiere și alte soluții speciale.

4.1.10 Grosimea unui strat aparte se stabilește, preliminar, cuprinsă între grosimea minimă reglementată de NCM D.02.01 în vigoare și valoare reală stabilite (de exemplu, în proiecte tip) pentru regiunea respectivă.

Grosimea totală a structurii rutiere și grosimile straturilor componente, definitiv se stabilesc prin calculul la capacitatea portantă, rezistența la îngheț-dezgheț și drenarea în conformitate cu punctele 5, 6 și 7 ale prezentului normativ.

Este necesar de a se prevedea în structura rutieră un număr minim posibil de straturi din diferite materiale (2 - 4 fără straturi suplimentare).

4.1.11 Pentru reducerea esențială a pătrunderii apelor pluviale în fundația structurii rutiere și reducerea umidității de calcul a pământului terasamentului, este necesar de a se prevedea măsuri precum consolidarea acostamentelor, asigurarea pantelor transversale necesare și a impermeabilității a acestora, construcția bordurilor și rigolelor, precum și asigurarea distanței de siguranță între muchia platformei drumului și linia malului apei pluviale stătătoare, compactarea sporită (până la $K_y = 1,03 \div 1,05$) a părții superioare a zonei active în zonele climatice rutiere III și IV, etc. (a se vedea anexa B).

4.1.12 În raioanele și pe sectoarele cu condiții climaterice, de teren și hidrologice nefavorabile pentru limitarea migrației umidității din straturile inferioare ale terasamentului în straturile superioare este necesar de a se prevedea măsuri de reglare artificială a regimului hidrotermic, proiectate în conformitate cu NCM D.02.01 în vigoare și alte documente speciale.

4.1.13 Для обеспечения возможности назначения однотипной конструкции дорожной одежды на участках большой длины следует предусматривать укрепление верхней части земляного полотна на различную глубину.

4.1.14 В целях обеспечения благоприятных условий работы прикромочных частей дорожной одежды основание должно быть на 0,6 м шире проезжей части и укрепительной полосы, а дополнительный нижний слой из песка или другого зернистого материала на 1 м шире основания, или его устраивают на всю ширину земляного полотна. Кроме того, при дорожных одеждах капитального типа может быть предусмотрена установка бортовых камней, плит или устройство монолитного бортика.

Укрепление обочин дорог проектируют в соответствии с указаниями NCM D.02.01 и рекомендациями специальных документов.

4.2 Конструирование покрытий и оснований капитальных дорожных одежд

4.2.1 Вид, марку и тип асфальтобетона для покрытия назначают в соответствии с положениями действующих нормативных документов.

4.2.2 Несущий слой основания капитальных дорожных одежд следует устраивать из прочных материалов (из пористого асфальтобетона, дегтебетона, щебеночных смесей, обработанных битумной эмульсией, фракционированного щебня, обработанного вязким битумом по способу пропитки, а также из фракционированного щебня, уложенного по принципу расклиники мелким щебнем или гранулированным активным шлаком, укрепленного по методу пропитки цементно-песчаной смесью, и т.п.). На дорогах, предназначенных для движения автомобилей грузоподъемностью 8 и более тонн, при устройстве покрытий толщиной 3 - 5 см верхняя часть несущего основания должна быть предусмотрена из асфальтобетона.

Для устройства нижней части несущего основания в зависимости от расчетных условий движения могут применяться монолитные (укрепленные грунты и каменные материалы), а также зернистые материалы, отвечающие требованиям действующих нормативных документов.

В конструкциях дорожных одежд для дорог с тяжелым и интенсивным движением

4.1.13 Pentru a asigura posibilitatea adoptării unui singur tip de structura rutieră pe sectoare cu o lungime mai mare, urmează să se prevadă consolidarea părții superioare a terasamentului la adâncimi diferite.

4.1.14 În scopul asigurării condițiilor de lucru favorabile pentru zonele de margine ale structurii rutiere, fundația trebuie să fie cu 0,6 m mai lată decât îmbrăcămîntea rutieră și banda consolidată, dar substratul inferior din nisip sau alt material granular, cu 1 m mai lat decât fundația, sau realizat pe toată lățimea terasamentului. Pe lîngă aceasta, pentru structurile rutiere permanente poate fi prevăzută instalarea pietrelor de bordură, plăcilor sau construcția bordurii monolit.

Consolidarea acostamentelor se proiectează în conformitate cu prevederile NCM D.02.01 și recomandările documentelor speciale.

4.2 Alcătuirea îmbrăcăminților rutiere și a fundațiilor structurilor rutiere permanente

4.2.1 Felul, marca și tipul betonului asfaltic pentru îmbrăcămîntă se stabilește în conformitate cu prevederile documentelor normative în vigoare.

4.2.2 Stratul portant de bază al structurilor rutiere permanente urmează să fi executat din materiale rezistente (din beton asfaltic poros, beton de gudron, mixturi de ciblură, anrobate cu emulsie bituminoasă, ciblură fracționată, anrobată cu bitum viscos prin metoda de penetrare, precum și din pietris fracționat realizat prin metoda de împănare cu pietris mărunt sau zgura activă granulată, consolidată prin metoda de penetrare cu amestec din ciment și nisip, etc.). Pe drumurile destinate deplasării vehiculelor cu capacitatea de încărcare de 8 tone și mai mare, la execuția îmbrăcăminților rutiere cu o grosime de 3 - 5 cm partea superioară a stratului portant trebuie să fie executată din beton asfaltic.

Pentru amenajarea părții inferioare a stratului portant de bază în funcție de condițiile de calcul al traficului pot fi utilizate materiale monolite (pămînturi și materiale din piatră consolidate), precum și cele granulare care corespund cerințelor documentelor normative în vigoare.

În structurile de sisteme rutiere pentru drumuri cu trafic greu și intens, pe contactul

на контакте слоев из крупнозернистых или гравийных материалов с песчаными слоями основания или с грунтом земляного полотна следует предусматривать устройство разделяющих прослоек из геотекстиля в целях предотвращения взаимопроникновения материалов смежных слоев и снижения в связи с этим долговечности конструкции.

4.3 Конструирование покрытий и оснований облегченных и переходных дорожных одежд

4.3.1 Дорожные одежды облегченного типа с усовершенствованными покрытиями (асфальтобетонные, дегтебетонные, из черного щебня, из щебня, обработанного вяжущими по способу пропитки, из крупнообломочных материалов, из песчаных или супесчаных грунтов, обработанных в установке битумной эмульсии совместно с цементом) целесообразно применять на дорогах III, IV категорий, а также при стадийном строительстве дорожных одежд на дорогах II категории.

4.3.2 Предварительно толщину покрытия из асфальтобетона облегченных дорожных одежд следует назначать равной 4 - 6 см, а при использовании других материалов, указанных в п. 4.3.1 - равной 6 - 8 см. Окончательно толщину покрытия устанавливают расчетом.

4.3.3 Несущие основания для облегченных дорожных одежд с усовершенствованным покрытием предусматривают из монолитных или зернистых материалов. При этом на дорогах III и IV категорий целесообразно устраивать основание дорожной одежды из гравийного пористого асфальтобетона; гравийно-песчаных смесей, обработанных эмульсией, дегтями и другими органическими вяжущими; различных материалов и грунтов и побочных продуктов промышленности, обработанных неорганическими или комплексными вяжущими, щебеночных и щебеноочно-гравийных смесей.

4.3.4 Дорожные одежды с покрытиями переходного типа (щебеночные и гравийные из прочных пород, из малопрочных каменных материалов и грунтов, укрепленных органическими, неорганическими или комплексными вяжущими, мостовые из булыжного и колотого камня) можно предусматривать на дорогах IV и V категорий, а также при стадийном строительстве дорожной

straturilor din materiale cu agregate mari sau din prundiș cu straturile din nisip ale fundației sau cu pămîntul terasamentului urmează a fi prevăzute substraturi din geotextil în scopul prevenirii contaminării materialelor din straturile limitrofe, prin care se reduce durabilitatea construcției.

4.3 Alcătuirea îmbrăcăminților rutiere și a fundațiilor semipermanente și provizorii ale structurilor rutiere

4.3.1 Structurile rutiere semipermanente cu îmbrăcăminți rutiere moderne (din beton asfaltic, din beton de gudron, din ciblură preanrobată cu bitum, din ciblură anrobată cu lianți prin metoda de penetrare, din materiale cu agregate mari, pămînturi nisipoase sau nisipo-argiloase tratate în instalații cu emulsie bituminoasă și ciment) sănătute pe drumurile de categoria III, IV, precum și în cazul construcției pe stadii a structurilor rutiere pe drumuri de categoria II.

4.3.2 Preliminar, grosimea îmbrăcămintei rutiere, din beton asfaltic, a structurilor rutiere semipermanente urmează a fi stabilită egală cu 4 - 6 cm, dar în cazul utilizării altor materiale indicate în p. 4.3.1 – egală cu 6 - 8 cm. Definitiv grosimea îmbrăcămintei rutiere se stabilește prin calcul.

4.3.3 Fundațiile portante pentru structurile rutiere semipermanente cu îmbrăcămîntea rutieră modernă sănătute prevăzute din materiale monolit sau granulare. În acest caz pentru drumurile de categoria III și IV este rațional de a construi stratul de bază a structurii rutiere din beton asfaltic poros cu agregate de prundiș; amestecuri din nisip și prundiș anrobate cu emulsie, gudron și alți lianți organici; diferite materiale și pămînturi și produse secundare industriale tratate cu lianți neorganici sau complecși, amestecuri de ciblură sau ciblură și nisip.

4.3.4 Structurile rutiere cu îmbrăcăminți provizorii (din ciblură și prundiș din roci dure, din roci cu rezistență redusă și pămînturi, consolidate cu lianți organici, neorganici sau complecși, drumuri pavate cu piatra brută și bolovani) pot fi executate pe drumurile de categoria IV și V, precum și în cazul construcției pe stadii a structurii rutiere pe drumuri de categoria III.

одежды на дорогах III категории.

При проектировании дорожных одежд с покрытием переходного типа надо стремиться, чтобы одежда состояла из одного-двух слоев.

Для покрытий, устраиваемых по способу заклинки, применяют фракционированный щебень естественных горных пород, щебень из горнорудных отходов и щебень из малоактивных металлургических шлаков, отвечающие действующим стандартам.

4.3.5 При конструировании одежд переходного типа как первоочередной конструкции стадийного строительства для устройства слоев одежды на первой стадии необходимо применять материалы, которые отвечают требованиям, предъявляемым к материалам для устройства слоев основания под усовершенствованные покрытия. Допускается для сокращения первоначальных затрат при соответствующем технико-экономическом обосновании применять упрощенные конструкции, движение по которым в неблагоприятный период года должно быть ограничено по нагрузке на ось транспортных средств, по скорости и по интенсивности.

4.4 Конструирование дополнительных слоев основания

4.4.1 Морозозащитные слои устраивают из стабильных зернистых материалов, таких как песок, песчано-гравийная смесь, гравий, щебень, шлаки и др., а также из грунтов, укрепленных вяжущими, или гидрофобизированных грунтов, или из других непучинистых материалов. Показателем пригодности материала по морозоустойчивости является степень пучинистости материала, определяемая в лабораторных условиях. Допускается принимать значения степени пучинистости по табл. 6.1. и 6.2.

4.4.2 В случае устройства морозозащитного слоя из зернистых материалов с коэффициентом фильтрации не менее 1 - 2 м/сут он может также выполнять функцию дренирующего слоя, что требуется подтвердить соответствующим расчетом. В этом случае морозозащитный слой нужно устраивать на всю ширину земляного полотна с выходом на откосы насыпи или с укладкой трубчатых дрен или других водоотводящих устройств.

Толщина морозозащитного слоя устанавливается расчетом в соответствии с по-

La proiectarea structurilor rutiere cu îmbrăcăminți provizorii trebuie să se tindă spre un sistem format din unul sau două straturi.

Pentru îmbrăcămințile rutiere executate prin metoda de împănare se folosește criblura fracționată din roci naturale, criblura din deșeuri de roci de mineuri și criblură din zguri de furnal latent active, care corespund cerințelor standardelor în vigoare.

4.3.5 La alcătuirea structurilor rutiere provizorii, în calitate de complex de prim ordin a construcției pe stadii, pentru straturile din prima stadiu este necesar de a utiliza materiale, care corespund cerințelor față de materialele din straturile de fundație pentru îmbrăcăminți rutiere permanente. Se admite, pentru reducerea costurilor inițiale, cu o argumentare tehnico-economică corespunzătoare, aplicarea unor structuri simplificate pe care, în perioada nefavorabilă a anului traficul trebuie să fie limitat conform sarcinii pe axă, vitezei și intensității.

4.4 Alcătuirea substraturilor de fundație

4.4.1 Straturile antigel se execută din materiale granulare stabile, ca nisipul, amestecul din nisip și prundiș, prundișul, criblura, zgura, etc., precum și din pământuri consolidate cu lianți sau din pământuri hidrofobizate, sau din alte materiale stabile la umflare. Indicile de valabilitate a materialului după rezistență la îngheț-dezgheț este gradul de umflare a materialului, stabilit în laborator. Se admite stabilirea valorilor gradului de umflare conform tab. 6.1 și 6.2.

4.4.2 În cazul amenajării stratului antigel din materiale granulare cu coeficientul filtrării mai mare de 1 - 2 m/zi el poate totodată să exercite și funcția stratului de drenare, fapt care trebuie confirmat prin calcul. În acest caz stratul antigel trebuie executat pe toată lățimea terasamentului cu ieșire pe taluzuri sau cu pozarea drenurilor cu tuburi sau a altor instalații de evacuare a apelor.

Grosimea stratului antigel se stabilește prin calcul în conformitate cu prevederile capi-

ложениями разделом 6 настоящих Норм. Ширина морозозащитного слоя должна превышать ширину вышележащего слоя не менее чем на 0,5 м с каждой стороны.

4.4.3 В местах примыкания разных конструкций дорожной одежды необходимо предусматривать переходную зону, в пределах которой конструкция дорожной одежды должна изменяться таким образом, чтобы на концах этой зоны пучение грунтов было бы равно значениям зимнего поднятия на сопрягаемых участках. Длину переходной зоны устанавливают расчетом в соответствии с разделом 6.

4.4.4 На пучиноопасных участках, где технически невозможны или экономически нецелесообразны традиционные мероприятия по обеспечению морозоустойчивости конструкции, следует предусматривать теплоизоляционные слои из специальных материалов для частичного или полного предотвращения промерзания земляного полотна. Для устройства теплоизоляционных слоев в особо неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях («мокрые» выемки, земляное полотно в нулевых отметках, низкие насыпи, где глубина промерзания больше расстояния от поверхности покрытия до уровня грунтовых вод или длительно застаивающихся поверхностных вод) следует рассматривать вариант применения пенопластов. Выбор необходимой марки пенопласта следует произвести в соответствии с разделом 6.

В качестве теплоизолятора могут быть использованы также легкие бетоны, теплоизоляционные композиции из укрепленных связующими местных материалов (грунтов) или отходов промышленности и пористых заполнителей (керамзит, перлит, аглопорит, гранулы полистирола, измельченные отходы пенопласта) и др.

Расстояние от поверхности покрытия до теплоизолирующего слоя из пенопласта должно быть не менее 0,5 м (для исключения повышенной опасности гололедообразования). Теплоизолирующий слой должен быть шире проезжей части на 0,5 - 1,5 м с каждой стороны в зависимости от глубины промерзания земляного полотна, а при расчете на недопущение промерзания грунтов под дорожной одеждой - на 1,0 - 2,0 м. Первый над плитами пенопласта слой песка должен быть не менее 0,2 м в

толului 6 al prezentului normativ. Лățimea stratului antigel trebuie să depășească lățimea stratului amplasat mai sus cu minim 0,5 m din fiecare parte.

4.4.3 În locurile de contact a diferitelor construcții de structuri rutiere trebuie să se prevadă o zonă de tranziție în limitele căreia structura sistemului rutier trebuie să se modifice în aşa mod ca la marginile acestei zone umflarea pământurilor să fie egală cu valorile ridicării de iarnă pe sectoarele de contact. Lungimea zonei de tranziție se stabilește prin calcul în conformitate cu capitolul 6.

4.4.4 Pe sectoare cu pericol de umflare unde tehnici sunt imposibile, sau economic nu sunt justificate, măsurile tradiționale de asigurare a rezistenței la îngheț a construcției, urmează să se execute straturi termoizolante din materiale speciale pentru evitarea parțială sau totală a înghețării terasamentului. Pentru executarea stratelor de termoizolare în condiții hidrologice și de teren deosebit de dificile (debleuri umede, terasament în cote zero, ramblee mici, unde adâncimea de îngheț este mai mare decât distanța de la suprafața îmbrăcămintei rutiere pînă la nivelul apelor subterane sau al apelor pluviale stătătoare de lungă durată) trebuie să se examineze varianta utilizării polistirenului. Marca necesară a polistirenului trebuie aleasă în conformitate cu capitolul 6.

În calitate de termoizolator pot fi utilizate și betoanele ușoare, compozitiile termoizolante din materiale (pămînturi) locale sau deșeuri industriale și agregate poroase (cheramzită, perlit, agloporit, granule de polistiren, deșeuri fărâmîtate de masă plastică expandată), etc. consolidate cu lianți.

Distanța de la suprafața îmbrăcămintei rutiere pînă la stratul termoizolant din masă plastică expandată trebuie să depășească 0,5 m (pentru excluderea pericolului sporit de formare a ghețușului). Stratul termoizolant trebuie să fie mai lat decât îmbrăcămintea rutieră cu 0,5 - 1,5 m pe fiecare parte în funcție de adâncimea de îngheț a terasamentului, însă la calculul privind neadmiterea înghețării pămînturilor din terasament sub sistemul rutier - cu 1,0 - 2,0 m. Primul strat din nisip de asupra plăcilor de masă plastică expandată trebuie

уплотненном состоянии.

Толщину и расположение теплоизоляционного слоя в конструкции определяют теплотехническим расчетом. Деформационные и прочностные характеристики материала слоя, а также его толщину следует учитывать при расчете дорожной конструкции на прочность.

Указанную выше минимальную глубину расположения теплоизолятора от поверхности покрытия уточняют по данным регионального опыта эксплуатации конструкций с теплоизолирующими слоями.

Оптимальную конструкцию и тип теплоизоляционных материалов нужно выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов, равноценных по морозоустойчивости.

4.4.5 Дренирующие слои устраивают на участках с земляным полотном из недренирующих грунтов во всех случаях при 3-й схеме увлажнения рабочего слоя земляного полотна; при 1-ой и 2-ой схемах увлажнения в районах с большим количеством осадков (III ДКЗ), а также на участках, в основании проезжей части которых возможно скопление воды, проникающей с поверхности (участки с затяжными продольными уклонами, при сравнительно легко водопроницаемых грунтах обочин, на вогнутых кривых продольного профиля, у прилегающих к проезжей части зеленых насаждений и газонов и др.).

Дренирующие слои следует устраивать из песка, гравийных материалов, отсортированного шлака и других фильтрующих материалов. В конструкциях, где дренирующий слой оказывается выше глубины промерзания, материалы слоя должны быть морозостойкими и прочными. Требуемый коэффициент фильтрации материала дренирующего слоя определяют расчетом, с учетом геометрических параметров проезжей части и других условий. Независимо от результатов расчета он должен быть не менее 1 м/сут и 2 м/сут соответственно на участках дорог, проходящих в насыпи и в низкой насыпи или выемке.

При выборе материала для дренирующего слоя учитывают прочностные свойства, влияющие на прочность дорожной одежды.

В большинстве случаев, особенно на пучиноопасных участках, рационально устрой-

сă fie de minim 0,2 m în stare compactată.

Grosimea și amplasarea stratului termoizolant în complexul rutier se determină prin calcul termotehnic. Caracteristicile de deformare și de rezistență a materialului din strat, precum și grosimea acestuia urmează a fi luate în considerare la calculul capacitatei portante a structurii rutiere.

Adâncimea minimă de amplasare a termoizolantului de la suprafața îmbrăcămintei rutiere susmenționată se precizează după datele experienței regionale de exploatare a structurilor cu straturi termoizolante.

Construcția optimă și tipul materialelor termoizolante trebuie selectat pe baza confruntării tehnico-economice a variantelor egale privind rezistența la îngheț.

4.4.5 Straturile drenante se execută pe sectoarele cu terasamentul din materiale nedrenante în toate cazurile cu schema 3 de umezire a zonei active a terasamentului; schema 1 și 2 de umezire în raioanele cu volum mare de precipitații (ZCR III), precum și pe sectoarele, în baza părții carosabile a căror este posibilă acumularea apei de pe suprafață (sectoare cu rampe lungi, cu permeabilitatea pământurilor acostamentelor relativ ușoară, pe curbele concave ale profilului longitudinal, pe sectoare cu plantații rutiere și gazoane adiacente părții carosabile, etc.).

Straturile drenante trebuie executate din nisip, materiale de prundiș, zgură sortată și alte materiale filtrante. În complexele rutiere în care stratul drenant se placează mai sus decât adâncimea de îngheț, materialele stratului trebuie să fie rezistente la îngheț-dezgheț și durabile. Coeficientul necesar de filtrare al materialelor stratului drenant se stabilește prin calcul ținând cont de parametrii geometrici ale părții carosabile și alte condiții. Indiferent de rezultatele calcului acesta trebuie să fie mai mare de 1 m/zi și 2 m/zi respectiv pe sectoarele de drumuri, în rambleu și în rambleu mic sau în debleu.

La selectarea materialului pentru stratul drenant se iau în considerare proprietățile de rezistență care influențează capacitatea portantă a structurii rutiere.

În majoritatea cazurilor, în deosebi pe sectoarele cu pericol de umflare, este rațională

ство верхней части земляного полотна из дренирующего материала без специальных водоотводящих устройств. При количестве подлежащей отводу воды более 0,007 м/сут на 1 м проезжей части, а также в выемках и в местах с нулевыми отметками рассматривают вариант устройства продольных трубчатых дрен (из различных материалов, а также плоских геосинтетических дрен и др.) у краев проезжей части с поперечными выпусками, а также применение продольного дrena-жа из крупнопористого материала.

Дренажную конструкцию следует выби-рать на основании технико-экономического сравнения вариантов.

4.4.6 На участках с затяжными уклонами, где продольный уклон больше поперечного, для перехвата и отвода воды, перемещающейся в дренирующем слое вдоль дороги, предусматривают устройство поперечных дрен.

4.4.7 Для уменьшения влагонакопления в верхней части земляного полотна могут быть предусмотрены водонепроницаемые прослойки, на всю ширину земляного по-лотна. При ширине земляного полотна более 15 м и водонепроницаемом покрытии допускается устройство замкнутых прослоек («обойм») на ширину проезжей части. Глу-бина заложения прослойки от поверхности покрытия зависит от дорожно-климатической зоны и должна быть более 80 см во III дорожно-климатической зоне и 70 см - в IV зоне.

4.4.8 Капиллярапрерывающие прослойки толщиной 10 - 15 см из крупного песка или гравия предусматривают на всю ширину земляного полотна. Для предохранения прослойки из зернистых материалов от быстрого загрязнения, под и над ней необ-ходимо предусматривать прослойки, играю-щие роль фильтров.

4.4.9 В южных районах существенное уменьшение объема мигрирующей, преиму-щественно парообразной влаги, может быть достигнуто устройством слоев пароизоляции из полимерных рулонных материалов, грунта, обработанного органическим вяжу-щим веществом, или из слоя тщательно уп-лотненного грунта в «обойме».

4.4.10 Если крупнообломочный материал (типа щебня, гравия, шлака) укладывается непосредственно на грунт земляного полотна,

execuția părții superioare a terasamentului din material drenant fără amenajări speciale pentru evacuarea apelor. În cazul în care volumul de apă care trebuie evacuată depășește 0,007 m/zi pentru 1 m al părții carosabile, precum și în debleuri și în locuri cu cote zero, se examinează varianta de execuțare a drenurilor longitudinale din tuburi (din diferite materiale, precum și drenurilor plate din geotextil, etc.) la marginile părții carosabile cu ieșirile transversale, precum și utilizarea drenajului longitudinal din material macroporos.

Construcția sistemului de drenaj urmează a fi stabilită în baza comparației tehnico-economice a variantelor.

4.4.6 Pe sectoarele cu rampe lungi unde decli-vitatea longitudinală este mai mare decât cea transversală, pentru captarea și evacuarea ape-elor care circulă în stratul drenant dea-lungul drumului, se prevede construcția drenurilor transversale.

4.4.7 Pentru reducerea acumulării umidității în partea superioară a terasamentului pot fi prevă-zute substraturi impermeabile, pe toată lățimea terasamentului. În cazul în care lățimea terasa-mentului depășește 15 m și îmbrăcămintea ru-tieră este impermeabilă se admite executarea substraturilor închise („frete”) pe lățimea părții carosabile. Adâncimea substratului de la supra-fața îmbrăcămintei rutiere depinde de zona climatică rutieră și trebuie să fie mai mare de 80 cm în zona III și 70 cm în zona IV.

4.4.8 Substraturile anticapilare cu grosimea de 10 - 15 cm din nisip mare sau prundiș se ex-ecută pe toată lățimea terasamentului. Pentru protecția substratului din materiale granulare contra colmatării rapide/timpurii, sub și deasupra acestuia se prevăd substraturi care au func-ția de filtre.

4.4.9 În raioanele de sud, o reducere conside-rabilă a volumului de apă infiltrată, preponde-rent sub forma de vaporii, poate fi atinsă prin execuțarea straturilor izolante împotriva vapo-riilor din materiale sintetice în rulouri, pămînt, tratat cu liant organic sau din strat de pămînt compactat minuțios în „fretă”.

4.4.10 În cazul în care materialul cu aggregate mari (criblura, prundiș, zgură) se aşterne ne-mijlocit pe pămîntul terasamentului, se prevede

предусматривают прослойку, препятствующую взаимопрониканию материалов смежных слоев. В качестве материалов прослойки можно применять мелкий щебень, высевки (0 - 10 мм), гравийно-песчаные смеси, крупные и средней крупности пески, не-пылеватые шлаки, непучинистые золошлаки, синтетические текстильные материалы и др. Защитной прослойкой может служить слой из грунта, укрепленного вяжущими, толщиной 5 - 8 см. Толщину прослойки из зернистого материала нужно принимать от 5 до 20 см в зависимости от степени увлажнения грунта земляного полотна. Прослойку из геотекстильных материалов следует предусматривать также при укладке крупнопористых материалов на песчаный слой на дорогах I - III категорий.

4.5 Особенности конструирования дорожных одежд со слоями из малопрочных материалов и побочных продуктов промышленности

4.5.1 Возможность применения в дорожных одеждах слабых известняков, опоки, гравийных материалов, дресвы, ракушечника, искусственных каменных материалов и др. без обработки вяжущими определяется соответствии их свойств требованиям действующих стандартов. Если свойства не отвечают требованиям стандарта, материалы необходимо обработать. На участках с неблагоприятными грунтово-гидрологическими условиями не допускается применять в основании (даже для нижних слоев) необработанные материалы, не отвечающие по зерновому составу требованиям действующих стандартов, а также материалы, у которых число пластичности частиц менее 0,16 мм превышает 7.

4.5.2 Дорожные одежды с покрытием из обработанных вяжущим или необработанных малопрочных материалов на песчаном, гравийном и щебеночном основании, или на основании из укрепленного грунта допускается применять в IV климатической зоне при интенсивности движения не более 100 авт/сут с нагрузкой на ось не более 70 кН. При большей интенсивности движения всегда следует предусматривать обработку малопрочных материалов органическими и неорганическими вяжущими.

Для устройства оснований под усовершенствованные покрытия или покрытий на

un substrat care împiedică interpastrarea materialelor din straturile adiacente. În calitate de material pentru substrat poate fi utilizată piatra spartă cu agregate mărunte, savură (0 - 10 mm), amestecuri din prundiș și nisip, nisipuri mari și mijlocii, zguri neprafioase, zguri stabile la umflare, materiale geosintetice țesute, etc. În calitate de substrat de protecție poate fi utilizat și stratul din pămînt consolidat cu lianți, cu grosimea de 5 - 8 cm. Grosimea substratului din material granular trebuie să fie adoptată între 5 și 20 cm în funcție de gradul de umiditate a pămîntului din terasament. Substratul din materiale geotextile urmează a fi aplicate în cazul asternerii unui strat din pietriș cu agregate mari peste un strat de nisip pe drumurile de categoriile I - III.

4.5 Specificul alcăturirii structurilor rutiere cu straturi din materiale cu rezistență redusă și produse secundare industriale

4.5.1 Posibilitatea utilizării în structurile rutiere a calcarelor slabe, a tufului silicos, a prundișului, a savurii, a calcarelor cochilifere, materialelor din piatră artificiale, etc. fără anrobarea cu lianți se determină prin corespunderea proprietăților acestora cerințelor standardelor în vigoare. În cazul în care proprietățile nu corespund cerințelor standardului, materiale trebuie anrobate. Pe sectoarele cu condiții hidrologice și de teren dificile nu se admite utilizarea în fundație (chiar și în straturile inferioare) a materialelor neanrobate, care nu corespund cerințelor standardelor în vigoare privind granulozitatea, precum și a materialelor, la care indicele de plasticitate a granulelor mai mari de 0,16 mm depășește valoarea 7.

4.5.2 Structurile rutiere cu îmbrăcămîntea din materiale anrobate cu lianți sau materiale neanrobate cu rezistență redusă pe fundații din nisip, prundiș și criblură, sau pe fundația din pămînt consolidat se admit spre utilizare în zona climatică rutieră IV cu intensitatea traficului mai mică de 100 veh/zi cu sarcina pe osie mai mică de 70 kN. În cazul în care intensitatea traficului rutier este mai mare în toate cazurile trebuie să se prevadă tratarea materialelor cu rezistență redusă cu lianți organici și neorganici.

La executarea fundațiilor pentru îmbrăcămînti rutiere moderne sau îmbrăcă-

дорогах IV - V категорий можно использовать тощий цементобетон на основе слабого известнякового щебня, ракушечника, речных песчаников и др., а также гравийные материалы, укрепленные неорганическим вяжущим.

4.5.3 Шлаковый щебень из высокоактивных и активных шлаков можно использовать для устройства покрытий на дорогах IV - V категорий и для оснований (из улучшенных и неулучшенных шлаков) дорог II - IV категорий. Щебень неустойчивой структуры из активных шлаков можно использовать только для устройства оснований, а щебень из малоактивных шлаков неустойчивой структуры - после приобретения ими устойчивой структуры.

Для повышения монолитности и прочности слоев из кислых малоактивных шлаков с модулем основности менее 1 следует предусматривать добавку к шлаковому щебню мелких частиц из активных шлаков и 2 - 3 % гашеной извести или молотого гранулированного шлака в количестве 20 - 25 % от массы щебня. Для устройства слоев дорожных одежд, которые должны обладать улучшенными прочностными и деформационными качествами, следует применять шлаковый щебень, обработанный органическими и минеральными вяжущими.

Кислые металлургические шлаки целесообразно обрабатывать каменноугольными дегтями с учетом требований ГОСТ 4641. Их можно обрабатывать также битумной эмульсией с известью, активной золой уноса и т.д.

4.6 Мероприятия по повышению прочности и стабильности рабочего слоя земляного полотна

4.6.1 Для повышения прочности и стабильности рабочего слоя земляного полотна необходимо предусматривать: устройство его из непучинистых, малопучинистых и слабонабухающих грунтов; защиту грунта от увлажнения поверхностными и подземными водами и т.п.

В III - IV дорожно-климатических зонах на участках с 1-ой схемой увлажнения допускается предусматривать уплотнение верхней части рабочего слоя (толщиной 30 - 50 см) до коэффициента уплотнения

мини rutiere pe drumuri de categoria IV - V se permite utilizarea betonului de ciment slab cu agregate din calcar slab, calcarului cochlifer, gresiei de rîu, etc., precum și a materialelor din prundă, consolidate cu lanții neorganici.

4.5.3 Pietrișul din zguri active și foarte active poate fi utilizat pentru executarea îmbrăcămintilor rutiere pe drumuri de categoriile IV - V și pentru fundații (din zguri remediate și neremEDIATE) pe drumuri de categoriile II - IV. Pietrișul cu structura instabilă din zguri active poate fi utilizat numai pentru executarea fundațiilor, dar pietrișul din zguri cu activitatea redusă și structura instabilă – după obținerea de către acestea a unei structurii stabile.

În scopul sporirii capacitatei de monolit și rezistenței straturilor din zguri acide cu activitate lentă și modulul bazic mai mic de 1 trebuie să se prevadă adăugarea la pietrișul din zgură a particulelor fine din zguri active și 2 - 3 % de var stins sau a zgurii granulare măcinate în cantitate de 20 - 25 % din masa pietrișului. Pentru executarea straturilor structurilor rutiere, care trebuie să posede calități sporite de capacitate portantă și de deformare, trebuie să se utilizeze pietriș din zgură anrobată cu lanții organici și neorganici.

Este oportună anrobarea zgurilor metalurgice acide cu gudroni carboniferi ținând cont de cerințele ГОСТ 4641 . Deasemenea ele pot fi tratate cu emulsie bituminoasă și var, cenușă de filtru activă etc.

4.6 Măsuri de sporire a capacitatei portante și stabilității zonei active a terasamentului

4.6.1 În scopul sporirii capacitatei portante și a stabilității zonei active a terasamentului este necesar să se efectueze: executarea acestuia din pământuri stabile la înfoiere, cu grad redus de înfoiere și grad redus de umflare; protecția pământului de umezire cu ape meteorice și freatiche etc.

În zonele climatice rutiere III și IV pe sectoarele cu schema 1 de umezire se admite prevederea compactării părții superioare a zonei active (cu grosimea de 30 - 50 cm) pînă la coefficientul de compactare 1,0 - 1,05. Stratul de

1,0 - 1,05. Слой грунта повышенной плотности следует рассматривать как самостоятельный конструктивный слой. Расчетные деформационные и прочностные характеристики грунта в этом слое принимают в соответствии со справочным приложением В.

При устройстве слоя повышенной плотности из связанного (набухающего) грунта, предусматривают меры по защите его от увлажнения.

4.6.2 При расчетной относительной влажности грунта более 0,7 в числе возможных мероприятий по повышению стабильности рабочего слоя следует рассматривать укрепление его верхней части небольшим количеством вяжущих (например, 3 - 4 % цемента, 10 - 15 % зол уноса или гранулированными шлаками, известью и т. п.).

4.7 Учет региональных особенностей

4.7.1 При проектировании дорог в районах орошаемых земель необходимо учитывать неблагоприятное влияние на работу дорожной конструкции повышенного уровня подземных вод во время поливов сельскохозяйственных угодий, местного повышения подземных вод вблизи сооружений оросительной сети, затопления резервов и водоотводных кюветов в результате полива земель.

4.8 Принципы назначения конструкций дорожных одежд при проектировании реконструкции существующих дорог

4.8.1 На участках реконструируемых дорог, где устраивают новую дорожную одежду, проектирование дорожной одежды выполняют в соответствии с настоящими нормами. На реконструируемых участках, где сохраняют или используют старую дорожную одежду, проектирование ведут в соответствии с положениями специальных нормативных документов на основе детальных данных по конструкции существующей дорожной одежды, состоянию ее конструктивных слоев и оценке способности этих слоев выполнять свои функции. Для получения исходных данных существующая дорожная одежда и рабочий слой земляного полотна должны быть детально обследованы с выполнением буровых и других работ и испытаний, позволяющих получить необходимую информацию. Количественные оценки прочности и морозоустойчивости конструкции осуществляют по методам, изложенным в

pămînt cu densitatea sporită urmează a fi considerat drept strat constructiv independent. Caracteristicile de calcul la deformare și la capacitatea portantă a pămîntului din acest strat se stabilesc în conformitate cu anexa B.

În cazul executării stratului cu densitatea sporită din pămînt coeziv (supus umflării) se prevăd măsuri de protecție a acestuia de umezire.

4.6.2 În cazul în care umiditatea relativă a pămîntului este mai mare de 0,7 printre măsurile posibile de sporire a stabilității zonei active, urmează a fi examinată consolidarea părții superioare a stratului de lucru cu o cantitate mică de lianți (de exemplu cu 3 – 4 % de ciment, 10 - 15 % de cenușă sau zguri granulate, var etc.)

4.7 Particularități regionale

4.7.1 La proiectarea drumurilor în zonele cu terenurile irigabile este necesar de luat în considerare influența negativă a nivelului ridicat a apelor freatiche asupra funcționării complexului rutier în timpul irigării terenurilor agricole, ridicării locale a apelor freatiche în nemijlocita apropiere de edificiile rețelei de irigare, inundarea sănătărilor de împrumut și sănătărilor de evacuare a apelor în rezultatul irigării.

4.8 Principii de adoptare a componiției structurilor rutiere la proiectarea reconstrucției drumurilor existente

4.8.1 Pe sectoarele de drumuri în reconstrucție pe care se execută o structură rutieră nouă, proiectarea structurii rutiere se efectuează în conformitate cu prezentul normativ. Pe sectoarele în reconstrucție, unde se păstrează sau se utilizează o structură rutieră existentă, dimensionarea se efectuează în conformitate cu prevederile normative speciale, pe baza cercetărilor detaliate a structurii rutiere existente, a stării straturilor acesteia și a evaluării capacitatei acestora de realizare a propriilor funcții. Pentru obținerea datelor inițiale, structură rutieră existentă și zona activă a terasamentului trebuie să fie cercetată detaliat cu executarea lucrărilor de foraj, și a altor lucrări și cercetări, care permit obținerea informației necesare. Evaluările cantitative ale capacitatei portante și a rezistenței la îngheț-dezgheț a structurii se efectuează prin metodele prezentate în prezentul normativ.

настоящих нормах.

При разработке проектного решения должны быть рассмотрены вопросы:

- целесообразности использования существующей дорожной одежды или отдельных ее конструктивных слоев без предварительного разрушения;
- целесообразности использования материалов конструктивных слоев после их переработки;
- необходимости усиления существующей конструкции;
- необходимости повышения морозоустойчивости существующей конструкции;
- необходимости улучшения дренирования существующей конструкции;
- необходимости изменения конструкции укрепления обочин;
- необходимости уширения дорожной одежды и способ уширения.

5 РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

5.1 Основные положения

5.1.1 Под прочностью дорожной одежды понимают способность сопротивляться процессу развития остаточных деформаций и разрушений под воздействием касательных и нормальных напряжений, возникающих в конструктивных слоях и подстилающем грунте от расчетной нагрузки, приложенной к поверхности покрытия.

5.1.2 Методика оценки прочности конструкции включает как оценку прочности конструкции в целом (с использованием эмпирической зависимости допускаемого упругого прогиба от числа приложений нагрузки), так и оценку прочности с учетом напряжений, возникающих в отдельных конструктивных слоях и устанавливаемых с использованием теории упругости.

5.1.3 Дорожную одежду следует проектировать с требуемым уровнем надежности, под которой понимают вероятность безотказной работы в течение межремонтного периода. Отказ конструкции по прочности физически может характеризоваться образованием продольной и поперечной неровности поверхности дорожной одежды, связанной с прочностью конструкции (поперечные неровности, колея, усталостные трещины), с последующим развитием дру-

La elaborarea soluției de proiect trebuie să fie examinate următoarele probleme privind:

- oportunitatea utilizării structurii rutiere existente sau a unor straturi constructive ale acesteia fără deteriorarea preventivă;
- oportunitatea utilizării materialelor straturilor componente după prelucrarea acestora;
- necesitatea ranforsării structurii rutiere existente;
- necesitatea sporirii rezistenței la îngheț-dezgheț a structurii existente;
- necesitatea îmbunătățirii capacitaților de drenare a structurii existente;
- necesitatea modificării structurii de consolidare a acostamentelor;
- necesitatea supralărgirii structurii rutiere și metoda de supralărgire.

5 DIMENSIONAREA STRUCTURILOR RUTIERE

5.1 Dispoziții generale

5.1.1 Prin capacitatea portantă a structurii rutiere se subînțelege capacitatea de a se opune procesului de dezvoltare a deformațiilor remanente și a deteriorărilor sub acțiunile tensiunilor tangențiale și normale, care apar în straturile structurii rutiere și pământul din patul drumului de la sarcina de calcul, aplicată pe suprafața îmbrăcămintei rutiere.

5.1.2 Metodologia de evaluare a capacitații portante a structurii rutiere cuprinde evaluarea capacitații portante a complexului în întregime (cu utilizarea corelației empirice a deflexiunii admisibile și numărul de aplicări a sarcinii), precum și evaluarea capacitații portante ținând cont de tensiunile, care apar în unele straturi constructive și stabilite cu aplicarea teoriei elasticității.

5.1.3 Structura rutieră trebuie dimensionată la nivelul necesar de fiabilitate, prin care se subînțelege probabilitatea funcționării fără defecțiuni pe durata de serviciu. Refuzul structurii conform capacitații portante, fizic poate fi caracterizat prin formarea denivelărilor longitudinale și transversale ale suprafeței structurii rutiere, legate de capacitatea portantă a structurii (denivelări transversale, făgașe, fisuri de oboseală), cu formarea ulterioară a altor tipuri de deteriorări și deformații (fisuri dese, rețea de

гих видов деформаций и разрушений (частые трещины, сетка трещин, выбоины, просадки, проломы и т.д.). Номенклатура дефектов и методика количественной оценки их определяется специальными нормами, используемыми при эксплуатации дорог.

В качестве количественного показателя отказа дорожной одежды как элемента инженерного сооружения линейного характера используют предельный коэффициент разрушения K_{np}^{ip} , представляющий собой отношение суммарной протяженности (или суммарной площади) участков дороги, требующих ремонта из-за недостаточной прочности дорожной одежды, к общей протяженности (или общей площади) дороги между корреспондирующими пунктами. Значения K_{np}^{ip} , на последний год службы в зависимости от капитальности дорожной одежды и категории дороги следует принимать в соответствии с табл. 5.1.

5.1.4 Прочность конструкции количественно оценивается величиной коэффициента прочности. При оценке прочности конструкции в целом по допускаемому упругому прогибу коэффициент прочности в общем виде определяют по формуле:

$$K_{np} = l_{don} / l = E_{o\bar{o}}^{mp} / E_{o\bar{o}} \quad (5.1-a)$$

При оценке прочности конструкции по слоям по допускаемым напряжениям коэффициент прочности определяют по формуле:

$$K_{np} = \sigma_{don} / \sigma_{pacu} \quad (5.1-b)$$

где:

l_{don} - допустимый общий прогиб конструкции под расчетной нагрузкой;

l - расчетный общий прогиб конструкции под расчетной нагрузкой;

σ_{pacu} - расчетные действующие напряжения (нормальные или касательные) от расчетной нагрузки;

σ_{don} - допустимые напряжения (нормальные или касательные) от расчетной нагрузки;

$E_{o\bar{o}}^{mp}$ - требуемый общий модуль упругости конструкции, определяемый при расчетной нагрузке;

$E_{o\bar{o}}$ - расчетный общий модуль упругости конструкции, определяемый при расчетной нагрузке.

5.1.5 Коэффициент прочности вновь проектируемой конструкции должен быть таким,

fisuri, pelade, tasări, găuri, etc.). Nomenclatura defectelor și metodologia evaluării cantitative ale acestora se stabilesc prin norme speciale, utilizate la exploatarea drumurilor.

În calitate de indice cantitativ al refuzului structurii rutiere, ca element al construcției cu caracter liniar, se utilizează coeficientul limită de deteriorare K_{np}^{ip} , care prezintă raportul dintre lungimea cumulativă (sau suprafața cumulativă) a sectoarelor de drum, care necesită reparație din cauza capacitatii portante insuficiente a structurii rutiere și lungimea totală (suprafața totală) a drumului între punctele corespondente. Valorile K_{np}^{ip} , pentru ultimul an de exploatare, în funcție de tipul structurii rutiere și categoria drumului, trebuie aprobate conform tab. 5.1.

5.1.4 Capacitatea portantă a structurii se evaluatează cantitativ cu valoarea coeficientului de capacitate portantă. La evaluarea capacitatii portante a întregii structuri în funcție de deflexiunea admisibilă, coeficientul de capacitate portantă la general se determină cu relația:

$$K_{np} = l_{don} / l = E_{o\bar{o}}^{mp} / E_{o\bar{o}} \quad (5.1-a)$$

La evaluarea capacitatii portante a structurii pe straturi conform sarcinilor admisibile, coeficientul de capacitate portantă se determină cu relația:

$$K_{np} = \sigma_{don} / \sigma_{pacu} \quad (5.1-b)$$

unde:

l_{don} - deflexiunea admisibilă totală a structurii sub acțiunea sarcinii de calcul;

l - deflexiunea totală de calcul a structurii sub acțiunea sarcinii de calcul;

σ_{pacu} - tensiunile de calcul (normale sau tangențiale) produse sub acțiunea sarcinii de calcul;

σ_{don} - tensiunile admisibile (normale sau tangențiale) produse sub acțiunea sarcinii de calcul;

$E_{o\bar{o}}^{mp}$ - modulul de elasticitate necesar total al structurii, determinat la aplicarea sarcinii de calcul;

$E_{o\bar{o}}$ - modulul de elasticitate de calcul al structurii, determinat la aplicarea sarcinii de calcul.

5.1.5 Coeficientul de capacitate portantă al structurii nou proiectate trebuie să fie astfel,

чтобы в заданный межремонтный период не наступил отказ по прочности с вероятностью более заданной, т.е. чтобы была обеспечена заданная (требуемая) надежность.

Таблица 5.1 Требуемые минимальные коэффициенты прочности при заданных уровнях надежности для расчета дорожных одежд по различным критериям прочности

Tabelul 5.1 Coeficienții minim necesari ai capacitatei portante la nivelele stabilită de fiabilitate pentru calcularea structurilor rutiere după diferite criterii de capacitate portantă

Тип дорожной одежды Tipul structurii rutiere		Капитальный Permanent										
Категория дороги <i>Categoria drumului</i>		I	II	III				IV				
Предельный коэффициент разрушения K_p^{np} <i>Coeficient limită de deteriorare K_p^{np}</i>		0,05				0,10						
Заданная надежность K_n <i>Fiabilitatea stabilită K_n</i>		0,98	0,95	0,98	0,95	0,98	0,95	0,90	0,95	0,90	0,85	0,80
Требуемый коэффициент прочности K_{np}^{Tp} по критерию: <i>Coeficient necesar de capacitate portantă</i> K_{np}^{Tp} <i>în funcție de:</i>	упругого прогиба <i>deflexiune</i>	1,50	1,30	1,38	1,20	1,29	1,17	1,10	1,17	1,10	1,06	1,02
	сдвига и растяжения при изгибе <i>forfecare și dilatare din încovoiere</i>	1,10	1,00	1,10	1,00	1,10	1,00	0,94	1,00	0,94	0,90	0,87
Тип дорожной одежды Tipul structurii rutiere		Облегченный Semipermanent										
Категория дороги <i>Categoria drumului</i>		III		IV				V				
Предельный коэффициент разрушения K_p^{np} <i>Coeficient limită de deteriorare K_p^{np}</i>		0,15										
Заданная надежность K_n <i>Fiabilitatea stabilită K_n</i>		0,98	0,95	0,90	0,95	0,90	0,85	0,80	0,95	0,90	0,80	0,70
Требуемый коэффициент прочности K_{np}^{Tp} по критерию: <i>Coeficient necesar de capacitate portantă</i> K_{np}^{Tp} <i>în funcție de:</i>	упругого прогиба <i>deflexiune</i>	1,29	1,17	1,10	1,17	1,10	1,06	1,02	1,13	1,06	0,98	0,90
	сдвига и растяжения при изгибе <i>forfecare și dilatare din încovoiere</i>	1,10	1,00	0,94	1,00	0,94	0,90	0,87	1,00	0,94	0,87	0,80
Тип дорожной одежды Tipul structurii rutiere		Переходный Provizoriu										
Категория дороги <i>Categoria drumului</i>		IV				V						
Предельный коэффициент разрушения K_p^{np} <i>Coeficient limită de deteriorare K_p^{np}</i>		0,40										
Заданная надежность K_n <i>Fiabilitatea stabilită K_n</i>		0,95	0,90	0,85	0,80	0,95	0,90	0,80	0,80	0,70		
Требуемый коэффициент прочности K_{np}^{Tp} по критерию: <i>Coeficient necesar de capacitate portantă</i> K_{np}^{Tp} <i>în funcție de:</i>	упругого прогиба <i>deflexiune</i>	1,17	1,10	1,06	1,02	1,13	1,00	0,98	0,98	0,90		
	сдвига и растяжения при изгибе* <i>forfecare și dilatare din încovoiere *</i>	1,00	0,94	0,90	0,87	1,00	0,94	0,87	0,87	0,80		

* Дорожные одежды переходного типа для дорог V категории по критерию растяжения при изгибе не рассчитывают.

* Structurile rutiere de tip provizoriu pentru drumurile de categoria V conform criteriului de dilatare prin încovoiere nu se calculează.

5.1.6 Для обеспечения заданной надежности коэффициент прочности проектируемой конструкции по каждому из расчетных критериев не должен быть ниже минимального требуемого значения, определяемого по табл. 5.1.

5.1.7 В задачу расчета входит определение толщин слоев одежды в вариантах, намеченных при конструировании, или выбор материалов с соответствующими деформационными и прочностными характеристиками при заданных толщинах слоев.

5.1.8 Отказ дорожной одежды (в формах, указанных в п. 5.3), связанный с недостаточной ее прочностью может возникнуть в результате:

- накопления до истечения заданного срока службы конструкции под воздействием касательных напряжений, возникающих в конструктивных слоях и подстилающим грунте от транспортной нагрузки, недопустимых остаточных деформаций с потерей ровности поверхности покрытия и соответствующим снижением скорости движения;

- усталостных разрушений монолитных слоев конструкции под воздействием растягивающих напряжений от многократного приложения транспортной нагрузки с последующей интенсивной потерей дорожной одеждой эксплуатационных свойств до истечения заданного срока службы.

В соответствии с этим расчет на прочность в слоях выполняют по допускаемым напряжениям на сдвиг в слоях с пониженной сопротивляемостью сдвига и на растяжение при изгибе в монолитных слоях.

Расчет прочности конструкции в целом, без рассмотрения механизма нарушения прочности, ведут по допустимому упругому прогибу (или требуемому общему модулю упругости).

5.1.9 Дорожные одежды на перегонах дорог рассчитывают на действие подвижных нагрузок. Принимаемые значения параметров прочностных и деформативных характеристик материалов и грунта в этом случае должны соответствовать указанному характеру приложения нагрузки.

Одежды на остановках, перекрестках дорог, на подходах к пересечениям с железнодорожными путями и т. п. должны быть

5.1.6 Pentru asigurarea fiabilității stabilite coeeficientul de capacitate portantă al structurii rutiere, dimensionat conform fiecărui criteriu de calcul, nu trebuie să fie mai mic decât valoarea minim necesară, stabilită conform tab. 5.1.

5.1.7 Scopul calculului constă în stabilirea grosimilor straturilor structurii rutiere în variantele stabilite la alcătuirea structurii, sau alegerea materialelor cu caracteristici de deformabilitate și de capacitate portantă corespunzătoare grosimilor stabilite ale straturilor.

5.1.8 Refuzul structurii rutiere (în formele, indicate la pct. 5.3), cauzat de capacitatea ei portantă insuficientă se poate produce ca rezultat al:

- acumulării deformațiilor remanente inadmisibile pînă la expirarea duratei de serviciu stabilite a complexului rutier cauzate de tensiunile tangențiale, apărute în straturile componente și în patul drumului de la sarcina de transport, cu pierderea planeității îmbrăcăminte rutiere și reducerea respectivă a vitezei traficului;

- deteriorărilor de oboseală ale straturilor monolit a structurii sub acțiunea tensiunilor de dilatare cauzate de aplicările multiple a sarcinii de transport cu pierdere ulterioară intensivă a proprietăților de exploatare pînă la expirarea duratei de serviciu stabilite a structurii rutiere.

În conformitate cu aceasta, calculul la capacitatea portantă în straturi se efectuează la tensiuni admisibile la forfecare în straturile cu rezistență la forfecare redusă și la întindere din încovoiere în straturile monolit.

Calculul capacitatii portante în general, fără examinarea mecanismului de discompunere a capacitatii portante, se efectuează conform deflexiunii admisibile (sau modulului echivalent de elasticitate necesar).

5.1.9 Structurile rutiere pe sectoarele de drumuri în aliniament se calculează la acțiunea sarcinilor mobile. Valorile stabilite ale caracteristicilor de rezistență și de deformabilitate a materialelor și a pământului în acest caz trebuie să corespundă caracterului indicat de aplicare a sarcinii.

Structurile rutiere în stații, în intersecții, pe accesele la intersecții la nivel cu căile ferate etc., trebuie să fie verificate suplimentar la în-

дополнительно проверены на однократное нагружение при продолжительности нагружения не менее 10 мин.

Одежды на стоянках автомобилей и обочинах дорог следует рассчитывать на продолжительное нагружение (более 10 мин.). Расчет ведется на единичное нагружение. В этом случае используются статические значения расчетных параметров и коэффициенты на повторность не вводятся. Расчет ведут по критериям сдвига в грунте, слабосвязанных материалах, а также в слоях, обработанных органическим вяжущим.

5.1.10 При расчете конструкций со слоями из битумоминеральных материалов учитывают влияние на их свойства температуры. При расчете слоев асфальтобетонного покрытия на растяжение при изгибе его характеристики должны соответствовать низким весенним температурам (см. приложение С, табл. С.1). При расчете слоев из слабосвязанных материалов, а также грунта на сопротивление сдвигу модуль упругости асфальтобетонного покрытия должен соответствовать весенним повышенным температурам (см. п. 5.6.2 и приложение С, табл. С.2).

5.1.11 Требуемый уровень проектной надежности в каждом конкретном случае должен быть указан в задании на проектирование.

Для основных случаев проектирования значения требуемого коэффициента прочности для различных критериев расчета допускается принимать в зависимости от заданного уровня надежности, типа дорожной одежды и категории дороги по табл. 5.1

5.1.12 Расчетные значения прочностных характеристик (сдвиговые характеристики и прочность на растяжение при изгибе) конструктивных слоев определяют через нормативные значения этих характеристик, используя зависимость:

$$M_p = \bar{M}_p (1 - v_t t) \quad (5.2)$$

где:

M_p - расчетное значение прочностной характеристики;

\bar{M}_p - нормативное значение этой характеристики (приложение С);

t - коэффициент нормированного отклонения M_p при допустимом уровне

cărcarea singulară cu durata aplicării de cel puțin 10 minute.

Structurile rutiere în parcări și pe acostamente trebuie calculate la încărcare de lungă durată (peste 10 min.). Calculul se efectuează conform încărcării simple. În acest caz se utilizează valorile statice ale parametrilor de calcul și coeficienții la repetarea nu se aplică. Calculul se efectuează conform criteriilor de forfecare în pămînt, în materialele puțin coeze, precum și în straturile anrobate cu lianți organici.

5.1.10 La dimensionarea structurilor cu straturi din materiale tratate cu bitum se ea în considerare influența temperaturii asupra proprietăților acestora. La dimensionarea straturilor de îmbrăcămintă rutieră din beton asfaltic conform întinderii din încovoiere, caracteristicile acesteia trebuie să corespundă temperaturilor joase de primăvară (a se vedea anexa C, tab. C.1). La calculul straturilor din materiale slab coeze, precum și din pămînt conform rezistenței la forfecare, modulul de elasticitate a îmbrăcămintei rutiere din beton asfaltic, trebuie să corespundă temperaturilor ridicate de primăvara (a se vedea pct. 5.6.2 și anexa C, tab. C.2).

5.1.11 Nivelul necesar al durabilității de proiect, în fiecare caz concret, trebuie să fie indicat în caietul de sarcini.

Pentru cazurile de bază de dimensionare, valorile coeficientului de capacitate portantă necesare pentru diferite criterii de calcul se admite să fie aprobate în funcție de nivelul de durabilitate stabilit, tipul structurii rutiere și categoria drumului conform tab. 5.1.

5.1.12 Valorile de calcul ale caracteristicilor capacitatei portante (caracteristici de forfecare și rezistență la întindere din încovoiere) a straturilor constructive se determină conform valorilor normate ale acestor caracteristici, utilizând relația:

$$M_p = \bar{M}_p (1 - v_t t) \quad (5.2)$$

unde:

M_p - valoarea de calcul a caracteristicii capacitatei portante;

\bar{M}_p - valoarea normată a acestei caracteristici (anexa C);

t - coeficientul devierii normate M_p de la nivelul admisibil de durabilitate

надежности (приложение D);
 v_t - коэффициент вариации характеристики (приложение D).

В качестве расчетных значений деформационных характеристик (модулей упругости) конструктивных слоев допускается принимать их нормативные значения (приложение С).

За расчетные значения прочностных (сдвиговых) и деформационных (модули упругости) характеристик грунта рабочего слоя допускается принимать их нормативные значения (см. приложение В), отвечающие расчетному значению относительной влажности грунта, установленному по методике, изложенной в приложении В.

5.2 Общая процедура и критерии расчета на прочность

5.2.1 Последовательность расчета:

5.2.1.1 Расчет дорожной одежды по критерию упругого прогиба на основе зависимости требуемого общего модуля упругости конструкции от суммарного числа приложений нагрузки.

В результате этого расчета назначаются толщины конструктивных слоев и их модули упругости таким образом, чтобы общий модуль упругости дорожной одежды был не менее требуемого с учетом соответствующего коэффициента прочности (табл. 5.1).

5.2.1.2 Расчет дорожной одежды, отвечающей критерию упругого прогиба, с учетом механизма нарушения прочности в ее отдельных конструктивных слоях по двум независимым критериям:

- критерию соответствия сдвигостойчивости материалов конструктивных слоев и грунта возникающим в них касательным напряжениям, отражающему условие ограничения накопления сдвиговых остаточных деформаций (формоизменения) под воздействием многократных динамических нагрузок;

- по критерию соответствия сопротивления материалов монолитных конструктивных слоев возникающим в них растягивающим напряжениям от подвижной многократной нагрузки, отражающему сопротивление этих слоев усталостным процессам, обусловливающим развитие микро-

(анекса D);
 v_t - coeficientul de variație a caracteristicii (anexa D).

În calitate de valori de calcul ale caracteristicilor de deformabilitate (module de elasticitate) a straturilor componente se admite adoptarea valorilor normate ale acestora (anexa C).

În calitate de valori de calcul ale caracteristicilor de capacitate portantă (de forfecare) și de deformabilitate (module de elasticitate) a pământului zonei active se admite adoptarea valorilor normate ale acestora (anexa B), care corespund valorii de calcul a umidității relative a pământului, care se stabilește prin metodologia prezentată în anexa B.

5.2 Procedura generală și criteriile de calcul conform capacitații portante

5.2.1 Consecutivitatea calculului.

5.2.1.1 Calculul structurii rutiere pe criteriu de deflexiune pe baza relației între modulul echivalent de elasticitate necesar a structurii și numărul sumar de aplicări a sarcinii.

Ca rezultat al acestui calcul se stabilesc grosimile straturilor componente și modulele de elasticitate a acestora astfel, încât modulul echivalent de elasticitate a structurii rutiere să fie mai mare de cît cel necesar ținând cont de coeficientul respectiv de capacitate portantă (tab. 5.1).

5.2.1.2 Calculul structurii rutiere, care corespunde criteriului de deflexiune, cu considerarea mecanismului de discompunere a capacitații portante în unele straturi componente ale acestuia conform două criterii independente:

- criteriul corespunderii rezistenței la forfecare ai materialelor starturilor constructive și ale pământului tensiunilor tangențiale care apar în acestea, reflectînd condiția de limitare a acumulării deformațiilor permanente de forfecare (schimbarea formei) sub acțiunea sarcinilor dinamice multiple;

- criteriul corespunderii rezistenței materialelor din straturile monolit tensiunilor de dilatare apărute în acestea din acțiunea sarcinii mobile multiple, care reflectă rezistența acestor straturi la procesele de oboseală, care condiționează dezvoltarea microfisurilor în straturile monolit, pierderea omogenității și reducerea capa-

трещин в монолитных слоях, потерю их сплошности и снижение распределяющей способности.

Коэффициенты прочности по этим критериям должны быть не менее значений, указанных в табл. 5.1.

При недостаточной величине коэффициента прочности по любому критерию конструкцию уточняют.

5.2.2 Дорожные одежды переходного типа рассчитывают по упругому прогибу и по сдвигостойчивости.

Конструкции, предназначенные для движения особо тяжелых транспортных средств (со статической нагрузкой на ось 120 кН и более), по упругому прогибу не рассчитывают.

5.3 Расчет напряжений и деформаций

5.3.1 Напряжения в конструктивных слоях и в подстилающем грунте от воздействия транспортной нагрузки вычисляют по формулам теории упругости для слоистой среды, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой через гибкий круглый штамп, с учетом условий на контакте слоев.

При этом используют приближенные методы, основанные на упрощенных расчетных схемах и построенных на их основе номограммах.

Упрощенная расчетная схема выбирается в зависимости от рассматриваемого расчетного критерия.

При выполнении расчетов реальные многослойные дорожные конструкции приводят к одно- или двухслойным моделям с помощью методов, изложенных в п.п. 5.5.4, 5.6.3 и 5.7.2.

5.3.2 Главные напряжения от собственного веса конструкции определяют, исходя из гидростатической схемы, по формуле:

$$\sigma_{cb} = \gamma_{cp} \cdot z_{on} \quad (5.3)$$

где:

γ_{cp} - средневзвешенный удельный вес конструкции, расположенной над расчетной точкой;

z_{on} - расстояние от поверхности покрытия до расчетной точки.

5.3.3 Для использования, при оценке характеристик напряженно-деформированного состояния конструкции дорожной одежды, номограмм настоящих норм многослойные

цитări de repartizare.

Coeficienții capacitatii portante, conform acestor criterii, trebuie să depășească valorile indicate în tab. 5.1.

În cazul valorii insuficiente al coeficientului capacitatii portante în funcție de fiecare criteriu, structura se precizează.

5.2.2 Structurile rutiere provizorii se calculează conform deflexiunii și rezistenței la forfecare.

Structurile destinate circulației traficului deosebit de greu (cu sarcina statică pe osie de 120 kN și mai mare), la deflexiune nu să calculează.

5.3 Calcularea tensiunilor și deformațiilor

5.3.1 Tensiunile în straturile componente și în pămîntul din zona activă a terasamentului sub acțiunea sarcinii de transport se calculează cu formulele teoriei de elasticitate pentru mediu stratificat, încărcat cu sarcina uniform repartizată prin șanță elastică rotundă, luând în considerare condițiile la contactul straturilor.

În acest caz se utilizează metodele aproximative, bazate pe schemele de calcul simplificate și nomograme construite pe baza acestora.

Schema de calcul simplificată se alege reieșind din criteriul de calcul examinat.

La dimensionare strucrurile rutiere reale cu straturi multiple se aduc la modele cu unul sau două straturi prin metodele expuse în punctele 5.5.4, 5.6.3 și 5.7.2.

5.3.2 Tensiunile principale date de masa proprie a structurii se determină reieșind din schema hidrostatică, prin formula:

$$\sigma_{cb} = \gamma_{cp} \cdot z_{on} \quad (5.3)$$

unde:

γ_{cp} – greutatea specifică mediu ponderată a structurii, amplasate deasupra punctului de calcul;

z_{on} – distanța dintre suprafața îmbrăcămintei rutiere și punctul de calcul.

5.3.3 Pentru utilizarea, la evaluarea caracteristicilor stării tensionate de deformare a structurii structurii rutiere, a nomogramelor din prezentul normativ, structurile multistrat se aduc la

конструкции приводят к одно- и двухслойным расчетным схемам.

5.4 Расчетные параметры подвижной нагрузки

5.4.1 В качестве расчетной схемы нагружения конструкции колесом автомобиля принимается гибкий круговой штамп диаметром D , передающий равномерно распределенную нагрузку величиной p .

Величины расчетного удельного давления колеса покрытия p и расчетного диаметра D приведенного к кругу отпечатка расчетного колеса на поверхности покрытия назначают с учетом параметров расчетных типов автомобилей.

В качестве расчетного типа используют наиболее тяжелый автомобиль из систематически обращающихся по дороге, доля которых составляет не менее 10 % (с учетом перспективы изменения состава движения к концу межремонтного срока).

Приведение различных типов автомобилей к расчетному типу и приведение расчетного типа к расчетной схеме нагружения осуществляется в соответствии с указаниями приложения А.

Величину p принимают равной давлению воздуха в шинах. Диаметр расчетного отпечатка шины D определяют из зависимости:

$$D = \sqrt{\frac{40Q_{pacu}}{\pi \cdot p}}, \text{ см} \quad (5.4)$$

где:

Q_{pacu} - расчетная величина нагрузки, передаваемой колесом на поверхность покрытия, кН;

p - давление, МПа. (Значения D и p для расчетной нагрузки типа А см. приложение А).

5.4.2 Учет характера действующей нагрузки (динамическое нагружение, статическое нагружение) осуществляется через принятие соответствующих расчетных значений расчетных характеристик конструктивных слоев, а также через введение коэффициента динамичности при назначении величины нагрузки.

5.4.3 В зависимости от вида расчета конструкции используют различные характеристики, отражающие интенсивность воз-

scheme de calcul din unul și două straturi.

5.4 Parametrii de calcul a sarcinii mobile

5.4.1 În calitate de schemă de calcul a încărcării construcției cu roata automobilului se adopță mătriță elastică rotundă cu diametrul D , care transmite sarcina uniform repartizată cu mărimea p .

Valorile presiunii specifice a roții pe îmbrăcămîntea rutieră p și diametrului de calcul D echivalent cu diametrul cercului de amprentă a roții de calcul pe suprafața de contact pneudrum, se stabilește cu considerarea parametrelor de calcul ai tipurilor de automobile.

În calitate de tip de calcul se folosește cel mai greu automobil din cele ce circulă sistematic pe drum, ponderea cărora constituie minim 10 % (cu considerarea evoluției în perspectivă a componenței traficului la finele duratei de serviciu).

Echivalarea diferitor tipuri de automobile cu cel de calcul și echivalarea tipului de calcul la schema de încărcare se efectuează conform prevederilor anexei A.

Valoarea p se adoptă egală cu presiunea aerului din pneuri. Diametrul amprentei pneului D se determină cu relația:

unde:

Q_{pacu} – valoarea de calcul a sarcinii, transmise de roată pe suprafața îmbrăcămîntei rutiere, kN;

p – presiunea, MPa. (valorile D și p pentru sarcina de calcul de tip A a se vedea în anexa A).

5.4.2 Evaluarea caracteristicilor sarcinii active (încărcarea dinamică, încărcarea statică) se efectuează prin stabilirea valorilor respective ale caracteristicilor de calcul ale straturilor componente, precum și prin introducerea coeeficientului dinamic la adoptarea valorii sarcinii.

5.4.3 În funcție de modul de calcul al structurii se utilizează diferite caracteristici, care reflectă intensitatea acțiunării sarcinii mobile asupra

действия на нее подвижной нагрузки:

N – перспективную (на конец срока службы) общую среднесуточную интенсивность движения;

N_p – приведенное к расчетной нагрузке среднесуточное (на конец срока службы) число проездов всех колес, расположенных по одному борту расчетного автомобиля, в пределах одной полосы проезжей части (приведенная интенсивность воздействия нагрузки);

ΣN_p – суммарное расчетное число приложения приведенной расчетной нагрузки к расчетной точке на поверхности конструкции за срок службы.

5.4.4 Перспективную общую среднесуточную интенсивность устанавливают по данным анализа закономерностей изменения объема перевозок и интенсивности движения при проведении экономических обследований.

5.4.5 Величина N_p приведенной интенсивности на последний год срока службы определяют по формуле:

$$N_p = f_{nol} \sum_{m=1}^n N_m S_{m\text{cym}}, \text{ед/сут} \quad (5.5)$$

где:

f_{nol} – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним, определяемый по табл. 5.2;

n – общее число различных марок транспортных средств в составе транспортного потока;

N_m – число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств m -й марки;

$S_{m\text{cym}}$ – суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства m -й марки к расчетной нагрузке Q_{pacu} , определяемый в соответствии с приложением А.

5.4.6 Суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки к точке на поверхности конструкции за срок службы определяют по формуле:

$$\Sigma N_p = f_{nol} \sum_{m=1}^n (N_{1m} K_c T_{pde} 0,7) S_{m\text{cym}} k_n \quad (5.6)$$

acesteia:

N – intensitatea zilnică totală de perspectivă (la sfîrșitul duratei de serviciu);

N_p – numărul mediu zilnic de trecere a tuturor roților amplasate de-a lungul oblonului lateral a automobilului de calcul, echivalate la sarcina de calcul (la sfîrșitul duratei de serviciu), în limitele unei benzi de circulație (intensitatea conformată a acțiunii sarcinii);

ΣN_p – numărul de calcul sumar de aplicare a sarcinii echivalate de calcul în punctul de calcul pe suprafața structurii pe durata de serviciu.

5.4.4 Intensitatea totală medie zilnică de perspectivă se stabilește după datele analizei relației dintre dinamica volumului de mărfuri transportate și intensitatea traficului la efectuarea studiilor economice.

5.4.5 Valoarea N_p a intensității echivalate pentru ultimul an al duratei de serviciu se determină cu relația:

$$f_{nol} = \text{coeficientul care ea în considerare numărul benzilor de circulație și distribuirea traficului pe ele, determinat din tab. 5.2;}$$

n – numărul total al diferitor grupuri de mijloace de transport în componența fluxului de trafic;

N_m – numărul trecerilor pe zi, în ambele sensuri, ale mijloacelor de transport din grupa m ;

$S_{m\text{cym}}$ – coeficientul sumar de echivalare a acțiunii asupra structurii rutiere a unității de transport din grupa m la sarcina de calcul Q_{pacu} determinat în conformitate cu anexa A.

5.4.6 Numărul sumar de calcul al acțiunilor sarcinii de calcul în punctul de pe suprafața complexului pe durata de serviciu se determină cu relația:

или по формуле:

$$\Sigma N_p = 0,7 N_p \frac{K_c}{q^{(T_{c,i}-1)}} T_{p\partial e} k_n \quad (5.7)$$

где:

n - число марок автомобилей;

n_{Im} - суточная интенсивность движения автомобилей m -й марки в первый год службы (в обоих направлениях), авт/сут;

N_p - приведенная интенсивность на последний год срока службы, авт/сут;

$T_{p\partial e}$ - расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции (определяемое в соответствии с приложением F);

k_n - коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (табл. 5.3);

K_c - коэффициент суммирования (см. приложение G, табл. G.5) определяют по формуле:

$$K_c = \frac{q^{T_{c,i}} - 1}{q - 1} \quad (5.8)$$

где:

$T_{c,i}$ - расчетный срок службы (см. приложение G, табл. G.4);

q - показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам.

Таблица 5.2

Tabelul 5.2

Число полос движения Numărul benzilor de circulație	Значение коэффициента f_{nol} для полосы с номером от обочины Valoarea coeficientului f_{nol} pentru banda de circulație cu numărul de la acostament		
	1	2	3
1	1,00	-	-
2	0,55	-	-
3	0,50	0,50	-
4	0,35	0,20	-
6	0,30	0,20	0,05

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Порядковый номер полосы считается справа по ходу движения в одном направлении.

2. Для расчета обочин принимают $f_{nol} = 0,01$.

3. На многополосных дорогах допускается проектировать одежду переменной толщины по ширине проезжей части, рассчитав дорожную одежду в пределах различных полос в соответствии со значе-

sau cu relația:

$$\Sigma N_p = 0,7 N_p \frac{K_c}{q^{(T_{c,i}-1)}} T_{p\partial e} k_n \quad (5.7)$$

unde:

n – numărul grupurilor de automobile;

n_{Im} – intensitatea zilnică de trafic a automobilelor de grupa m în primul an de serviciu (în ambele sensuri), veh/zi;

N_p – intensitatea echivalată la ultimul an de serviciu, veh/zi;

$T_{p\partial e}$ – numărul de calcul al zilelor de calcul în an, care corespund stării anumite de deformabilitate a structurii (se determină în conformitate cu anexa F);

k_n – coeficientul, care ea în considerare probabilitatea devierii traficului sumar de la media așteptată (tab. 5.3.);

K_c – coeficientul de sumare (a se vedea anexa G, tab. G.5) determinat cu relația:

unde:

$T_{c,i}$ – durata de serviciu de calcul (a se vedea anexa G, tab. G.4);

q – indicele de variere a intensității traficului a tipului dat de automobile pe ani.

NOTE:

1. Numărul de ordine al benzii de circulație se stabilește din dreapta într-un sens de circulație.

2. Pentru calcularea acostamentelor se stabilește $f_{nol} = 0,01$.

3. Pe drumurile cu multe benzi se admite alcătuirea structurii rutiere cu grosimea variată pe lățimea părții carosabile, prin dimensionarea structurii rutiere pentru diferite benzi în conformitate cu valorile N_p , stabilite cu

ниями N_p , найденными по формуле (5.5).

4. На перекрестках и подходах к ним (в местах перестройки потока автомобилей для выполнения левых поворотов и др.) при расчете одежды в пределах всех полос движения следует принимать $f_{pol} = 0,50$, если общее число полос проектируемой дороги более трех.

Таблица 5.3

Tabelul 5.3

Тип дорожной одежды Tipul structurii rutiere	Значение коэффициента k_n при различных категориях дорог Valorile coeficientului k_n la diferite categorii de drumuri				
	I	II	III	IV	V
Капитальный <i>Permanent</i>	1,49	1,49	1,38	1,31	-
Облегченный <i>Semipermanent</i>	-	1,47	1,32	1,26	1,06
Переходный <i>Provizoriu</i>	-	-	1,19	1,16	1,04

5.5 Расчет конструкции в целом по допускаемому упругому прогибу

5.5.1 Конструкция дорожной одежды в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба при условии:

где:

E_{ob} - общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа;

E_{min} - минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа;

K_{np}^{mp} - требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности (см. п. 5.1.6 и табл. 5.1).

5.5.2 Величину минимального требуемого общего модуля упругости конструкции вычисляют по эмпирической формуле:

$$E_{min} = 98,65 [\lg(\Sigma N_p) - c], \text{ (МПа)} \quad (5.10)$$

где:

ΣN_p - суммарное расчетное число приложений нагрузки за срок службы до-

реля (5.5).

4. În intersecții și pe accese la acestea (în locurile de restructurare a fluxului de circulație pentru virarea la stânga, etc.) la dimensionarea structurii rutiere în limitele tuturor benzilor trebuie de aprobat $f_{pol} = 0,50$, dacă numărul total al benzilor drumului proiectat este mai mare de trei.

5.5 Dimensionarea complexului rutier conform deflexiunii admisibile

5.5.1 Alcătuirea structurii rutiere în general sătisface cerințele de capacitate portantă și de fiabilitate conform valorii deflexiunii în cazul în care se respectă condiția:

$$E_{ob} > E_{min} K_{np}^{mp} \quad (5.9)$$

unde:

E_{ob} – модулul echivalent de elasticitate de calcul al structurii, МПа;

E_{min} – модулul echivalent de elasticitate minim necesar al structurii, МПа;

K_{np}^{mp} – coeficientul de capacitate portantă necesar al structurii rutiere conform criteriului de deflexiune, care se adoptă în funcție de nivelul de fiabilitate necesar (a se vedea p. 5.1.6 și tab. 5.1)

5.5.2 Valoarea modulului echivalent de elasticitate minim necesar al structurii se calculează cu formula empirică:

$$E_{min} = 98,65 [\lg(\Sigma N_p) - c], \text{ (МПа)} \quad (5.10)$$

unde:

ΣN_p – numărul sumar de aplicări al sarcinii de calcul pe durata de serviciu a structurii

рожной одежды, устанавливаемое в соответствии с п. 5.4.6 (формулы 5.6 и 5.7);

- c* – эмпирический параметр, принимаемый равным для расчетной нагрузки на ось 100 кН - 3,55; 110 кН - 3,25; 130 кН - 3,05.

ПРИМЕЧАНИЕ - формулой следует пользоваться при $\Sigma N_p > 4 \cdot 10^4$.

5.5.3 Независимо от результата, полученного по формуле (5.10), требуемый модуль упругости должен быть не менее указанного в табл. 5.4.

Таблица 5.4
Tabelul 5.4.

Категория дороги <i>Categoria drumului</i>	Суммарное минимальное расчетное число приложений расчетной нагрузки на наиболее нагруженную полосу <i>Numărul sumar minim de calcul al aplicărilor sarcinii de calcul pe cea mai încărcată bandă</i>	Требуемый модуль упругости одежды, МПа <i>Modulul de elasticitate necesar a structurii rutiere, MPa</i>		
		Капитальной <i>Permanent</i>	Облегченной <i>Semipermanent</i>	Переходной <i>Provizoriu</i>
I	750000	230	-	-
II	500000	220	210	-
III	375000	200	200	-
IV	110000	-	150	100
V	40000	-	100	50

5.5.4 Общий расчетный модуль упругости конструкции определяют по номограмме рис. 5.1, построенной по теории упругости для модели многослойной среды.

Приведение многослойной конструкции к эквивалентной однослойной ведут по слойно, начиная с подстилающего грунта.

rutiere stabilite în conformitate cu p. 5.4.6 (formulele 5.6 și 5.7);

- c* – parametrul empiric, adoptat pentru sarcina de calcul pe axă: 100 kN - 3,55; 110 kN - 3,25; 130 kN - 3,05.

NOTĂ - formula urmează a fi folosită în cazul în care $\Sigma N_p > 4 \cdot 10^4$.

5.5.3 Indiferent de rezultatul, obținut cu relația (5.10), modulul de elasticitate necesar trebuie să depășească pe cel indicat în tabl. 5.4.

5.5.4 Modulul de elasticitate de calcul total se determină cu nomograma din fig. 5.1, întocmită pe baza teoriei de elasticitate pentru modelul de mediu multistrat.

Echivalarea structurii multistrat la una echivalentă monostrat se efectuează pe straturi, începînd cu patul drumului.

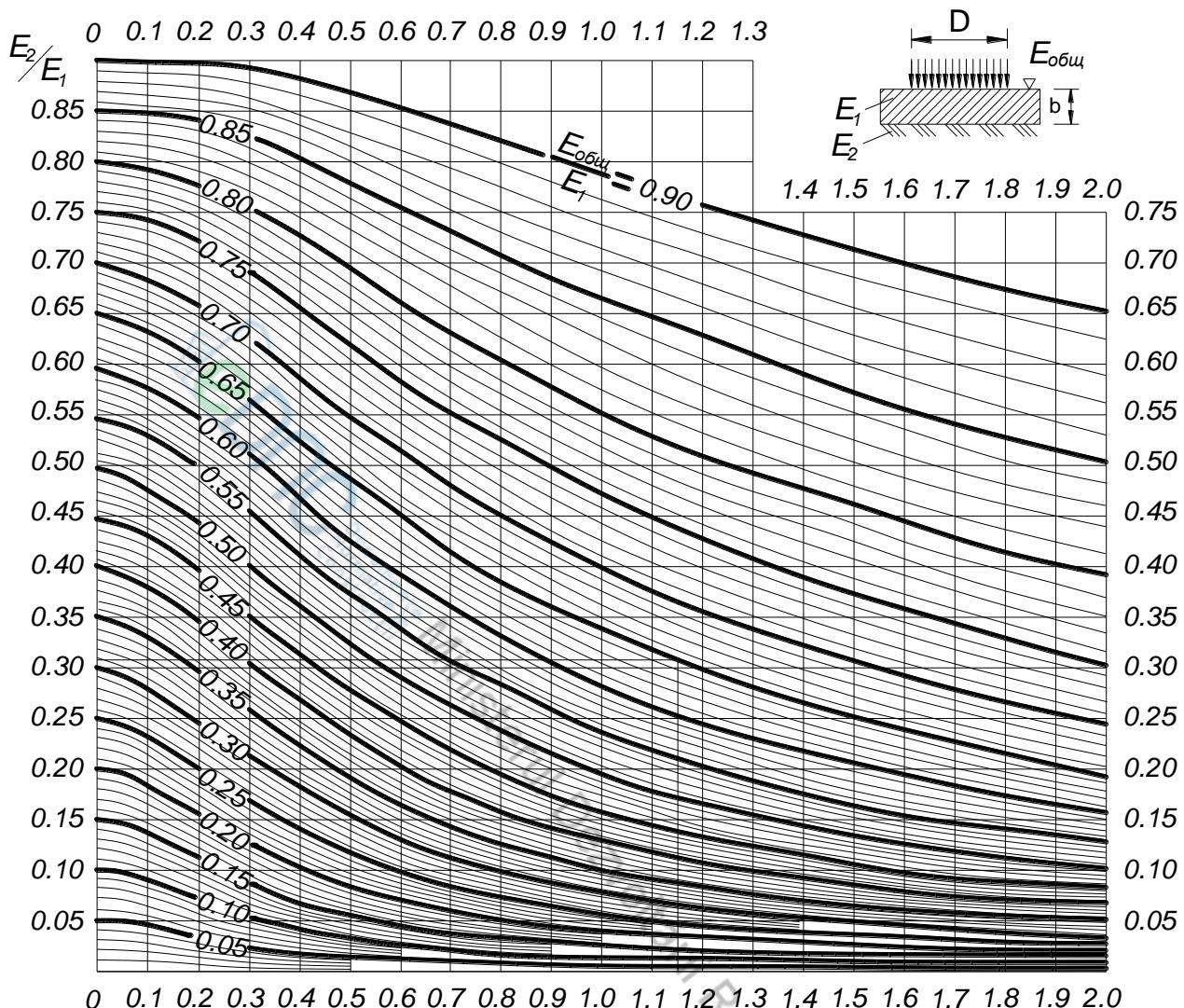


Рис. 5.1 Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы $E_{\text{общ}}$
Fig. 5.1 Nomograma pentru determinarea modulului general de elasticitate a sistemului din două straturi $E_{\text{общ}}$

5.5.5 Расчетные значения модулей упругости грунтов и материалов допускается принимать в соответствии с указаниями приложений В и С.

Значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, необходимо принимать во всех климатических зонах при температуре $+10^{\circ}\text{C}$ по приложению С, табл. С.2.

5.5.6 Расчет по допустимому упругому прогибу (по требуемому модулю деформации) ведут в следующей последовательности:

1. Определяют требуемый минимальный общий модуль конструкции по формуле (5.10).

2. Назначают модули и предварительно толщины слоев конструкции (кроме толщины основания).

5.5.5 Valorile de calcul ale modulelor de elasticitate ai pământurilor și materialelor se admite să fie adoptate în conformitate cu prevederile anexelor B și C.

Valorile modulelor de elasticitate a materialelor, care conțin lianți organici, trebuie stabilite pentru toate zonele climaterice la temperatură de $+10^{\circ}\text{C}$ conform anexei C, tab. C.2.

5.5.6 Calculul conform deflexiunii admisibile (conform modulului de deformare necesar) se efectuează după cum urmează:

1. Se stabilește modulul minim total necesar al structurii după formula (5.10).

2. Se stabilesc modulele și preliminar grosimile ale straturilor din structură (cu excepția grosimei fundației).

3. Выполняя расчет конструкции сверху вниз, определяют с помощью номограммы рис. 5.1, требуемые модули на поверхности каждого конструктивного слоя.

4. Выполняя расчет конструкции снизу вверх, определяют толщину основания (при заданном его модуле), обеспечивающую необходимый модуль на поверхности основания, полученный при расчете сверху.

5.6 Расчет по условию сдвигостойчивости подстилающего грунта и мало связанных конструктивных слоев

5.6.1 Дорожную одежду проектируют из расчета, чтобы под действием динамических или статических нагрузок в подстилающем грунте или мало связанных (песчаных) слоях за весь срок службы не накапливались недопустимые остаточные деформации. Недопустимые деформации сдвига в конструкции не будут накапливаться, если в грунте земляного полотна и в мало связанных (песчаных) слоях обеспечено условие:

$$T \leq \frac{T_{np}}{K_{np}^{mp}} \quad (5.11)$$

где:

K_{np}^{mp} - требуемое минимальное значение коэффициента прочности, определяемое с учетом заданного уровня надежности (табл. 5.1);

T - расчетное активное напряжение сдвига (часть сдвигающего напряжения, непогашенная внутренним трением) в расчетной (наиболее опасной) точке конструкции от действующей динамической нагрузки (п. 5.6.5);

T_{np} - предельная величина активного напряжения сдвига (в той же точке), превышение которой вызывает нарушение прочности на сдвиг (п. 5.6.6).

5.6.2 При практических расчетах многослойную дорожную конструкцию приводят к двухслойной расчетной модели.

При расчете дорожной конструкции *на прочность по сдвигостойчивости грунта земляного полотна* в качестве нижнего принимают грунт (с его характеристиками), а в качестве верхнего - всю дорожную одежду. Толщину верхнего слоя h_e принимают рав-

3. Efectuând calculul structurii de sus în jos, se stabilesc conform nomogramei fig. 5.1, modulele necesare pe suprafața fiecărui strat constructiv.

4. Efectuând calculul complexului de jos în sus, se determină grosimea fundației (pentru modulul stabilit), care asigură modulul necesar la suprafața fundației, obținut prin calculul de sus în jos.

5.6 Calculul conform condiției de rezistență la forfecare a pământului din patul drumului și a straturilor componente puțin coeze

5.6.1 Structura rutieră se dimensionează astfel, încît pe toată durată de serviciu sub acțiunea sarcinilor dinamice sau statice, în pământul din patul drumului sau în straturile slab coeze (din nisip), să nu se acumuleze deformații permanente inadmisibile. Deformațiile de forfecare inadmisibile nu se vor acumula în structură, dacă în pământul terasamentului și în straturile slab coeze (din nisip) este asigurată condiția:

K_{np}^{mp} - valoarea minimă necesară a coeficientului de capacitate portantă, determinată cu considerarea nivelului lui de fiabilitate stabilit (tab. 5.1);

T - tensiunea activă de forfecare de calcul (partea tensiunii de forfecare, nestinsă de frecarea internă) în punctul de calcul (cel mai periculos) al complexului cauzată de acțiunea sarcinii dinamice (п. 5.6.5);

T_{np} - valoarea limită a tensiunii active de forfecare (în același punct), depășirea căreia provoacă pierderea rezistenței la forfecare (п. 5.6.6).

5.6.2 În calculele practice structura rutieră multistrat se reduce la modelul de calculul bistrat.

În calculul structurii rutiere *conform rezistenței la forfecare a pământului terasamentului* în calitate de strat inferior se adoptă pământul (cu caracteristicile proprii), dar în calitate de strat superior - toată structura rutieră. Grosimea stratului superior h_e se adoptă egală cu suma

ной сумме толщин слоев одежды $\left(\sum_{i=1}^n h_i \right)$.

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляют как средневзвешенный по формуле:

$$E_e = \left(\sum_{i=1}^n E_i h_i \right) : \left(\sum_{i=1}^n h_i \right) \quad (5.12)$$

где:

n - число слоев дорожной одежды;

E_i - модуль упругости i -го слоя;

h_i - толщина i -го слоя.

5.6.3 При расчете по условию сдвигостойчивости в *песчаном слое* основания с помощью номограммы рис. 5.2, нижнему слою двухслойной модели условно присваивают обычные характеристики песчаного слоя (c_n, φ_n), а модуль упругости принимают равным общему модулю на поверхности песчаного слоя, определяемому по п. 5.5.4; толщину верхнего слоя модели принимают равной общей толщине слоев, лежащих над песчаным, а модуль упругости E_e вычисляют как средневзвешенное значение для этих слоев по формуле 5.12.

5.6.4 При расчете дорожных одежд по условию сдвигостойчивости значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, принимают соответствующими температурам, указанным в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Tabelul 5.5

Дорожно-климатические зоны Zonele climaterice rutiere	III	IV
Расчетная температура, °C Temperatura de calcul, °C	+30	+40

5.6.5 Действующие в грунте или в песчаном слое активные напряжения сдвига (T) вычисляют по формуле:

$$T = \left(\sum_{i=1}^n h_i \right)_p \quad (5.13)$$

где:

$\left(\sum_{i=1}^n h_i \right)_p$ - удельное активное напряжение

grosimilor straturilor structurii rutiere. $\left(\sum_{i=1}^n h_i \right)$.

Modulul de elasticitate a stratului superior al modelului se calculează ca mediu ponderat cu relația:

unde:

n – numărul straturilor structurii rutiere;

E_i – modulul de elasticitate al stratului i ;

h_i – grosimea stratului i .

5.6.3 În calculul conform condiției de rezistență la forfecare în stratul de fundație *din nisip*, stratului inferior al modelului din două straturi cu ajutorul nomogramei din fig. 5.2, condiționat și se atribuie caracteristicile ordinare ale stratului din nisip (c_n, φ_n), iar modulul de elasticitate se aprobă egal cu modulul total pe suprafața stratului din nisip, determinat conform p. 5.5.4; grosimea stratului superior al modelului se adoptă egală cu grosimea totală a straturilor care se află deasupra stratului din nisip, iar modulul de elasticitate E_e se calculează ca mediu ponderat pentru aceste straturi cu relația 5.12.

5.6.4 În calculul strukturilor rutiere conform condiției de rezistență la forfecare valorile modulelor de elasticitate a materialelor, care conțin lianți organici, se adoptă corespunzător temperaturilor, indicate în tab. 5.5.

5.6.5 Tensiunile de forfecare (T) care acționează în pămînt sau în stratul de nisip, se calculează cu relația:

unde:

$\left(\sum_{i=1}^n h_i \right)$ - tensiunea activă specifică de forfecare

- сдвига от единичной нагрузки, определяемое с помощью номограмм (рис. 5.2 и рис. 5.3);
p – расчетное давление от колеса на покрытие.

ПРИМЕЧАНИЕ - при пользовании номограммой для

$\left(\sum_{i=1}^n h_i \right)$ величину φ принимают для случая воздействия динамической нагрузки (с учетом числа приложений), (см. приложение В, табл. В.6 и табл. В.8).

cauzată de sarcina unică, se determină cu ajutorul nomogramelor (fig. 5.2 și fig. 5.3);

p – presiunea de calcul de la roată pe îmbrăcămintea rutieră.

NOTĂ - la utilizarea nomogramei pentru determinarea

$\left(\sum_{i=1}^n h_i \right)$ valoarea φ se adoptă pentru cazul acțiunii sarcinii dinamice (ținând cont de numărul de aplicări), (a se vedea anexa B, tab. B.6 și tab. B.8).

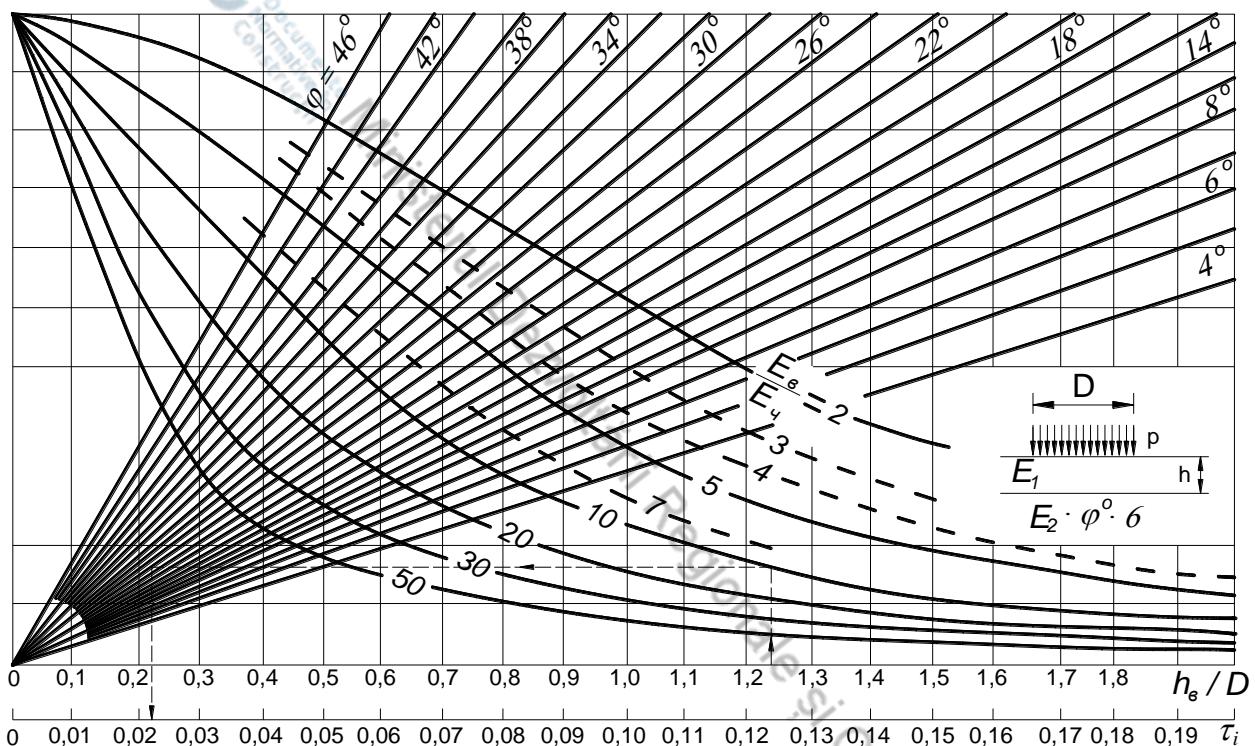


Рис. 5.2 Номограмма для определения активного напряжения сдвига от динамической нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h_e/D = 0\div2,0$)

Fig. 5.2 Nomograma pentru determinarea tensiunii active de forfecare cauzate de sarcina dinamică în stratul inferior al sistemului bistrat (pentru $h_e/D = 0\div2,0$)

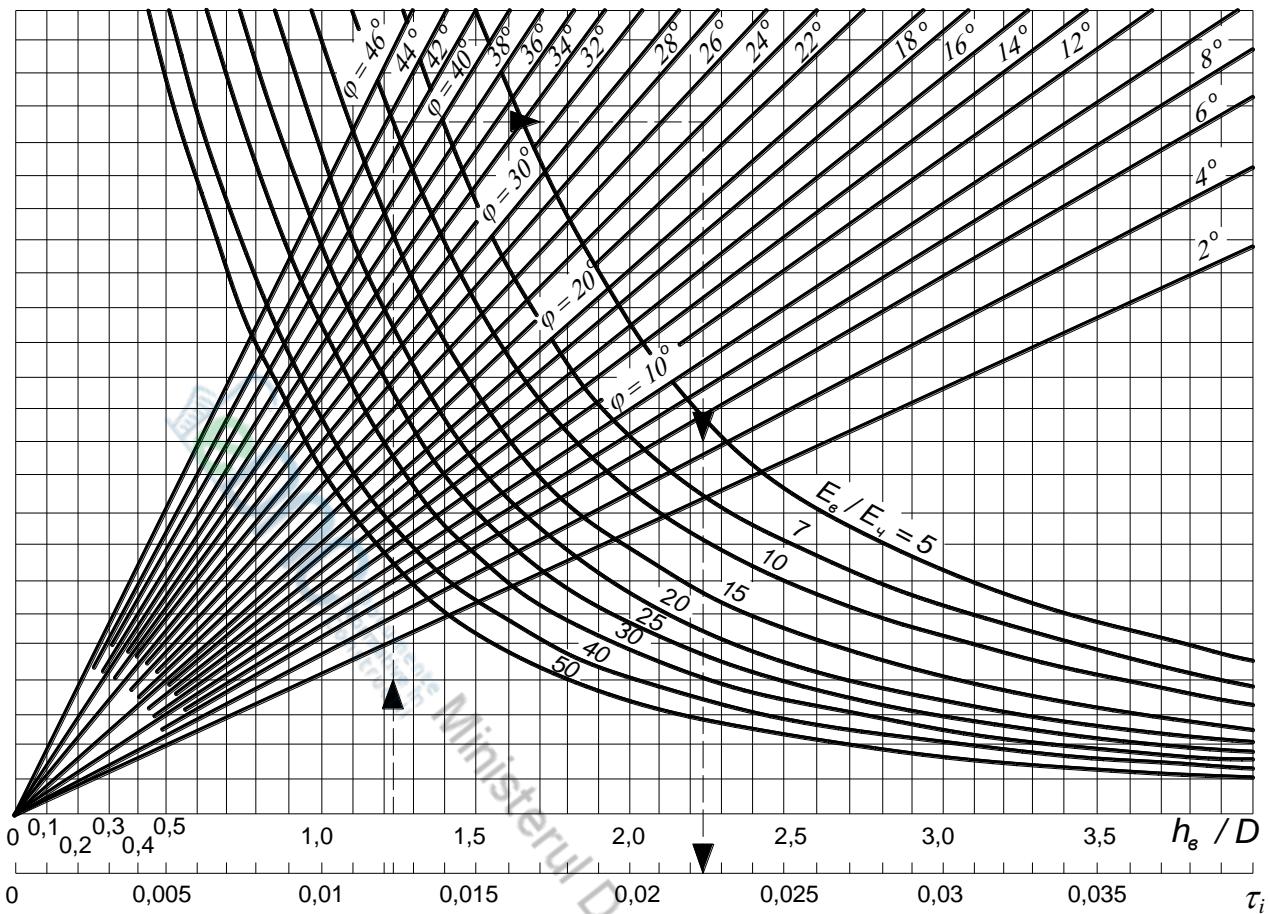


Рис. 5.3 Номограмма для определения активного напряжения сдвига от динамической нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h_e / D = 0 \div 4,0$)

Fig. 5.3 Nomograma pentru determinarea tensiunii active de forfecare cauzate de sarcina dinamică în stratul inferior al sistemului bistrat (pentru $h_e / D = 0 \div 4,0$)

5.6.6 Предельное напряжение сдвига T_{np} в грунте рабочего слоя (или в песчаном материале промежуточного слоя) определяют по формуле:

$$T_{np} = c_N k_\delta + 0,1 \gamma_{cp} z_{on} t g \varphi_{CT} \quad (5.14)$$

где:

c_N - сцепление в грунте земляного полотна (или в промежуточном песчаном слое), МПа, принимаемое с учетом повторности нагрузки (приложение В, табл. В.6 или табл. В.8);

k_δ - коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания. При устройстве нижнего слоя из укрепленных материалов, а также при укладке на границе «основание - песчаный слой» разделяющей геотекстильной прослойки, следует принимать значения k_δ равным:

5.6.6 Tensiunea limită de forfecare T_{np} în pămîntul zonei active (sau în substratul de nisip) se determină cu relația:

unde:

c_N – aderența în pămîntul terasamentului (sau în substratul de nisip), MPa, adoptată cu considerarea repetării sarcinii (anexa B, tab. B.6 sau tab. B.8);

k_δ – coeficientul, care ia în considerare specificul funcționării structurii la limita stratului de nisip cu stratul inferior al fundației portante. La executarea stratului inferior din materiale consolidate, precum și în cazul așternerii la limita/granița „baza – stratul din nisip” a stratului de separare din geotextil, valoările k_δ trebuie adoptate egale cu:

- 4,5 - при использовании в песчаном слое крупного песка;
- 4,0 - при использовании в песчаном слое песка средней крупности;
- 3,0 - при использовании в песчаном слое мелкого песка;
- 1,0 - во всех остальных случаях.

z_{on} - глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигостойчивость, от верха конструкции, см;

γ_{cp} - средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см³;

φ_{CT} - расчетная величина угла внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки.

5.6.7 Во всех случаях в качестве расчетных значений угла внутреннего трения грунта и мало связных слоев используют его значения, отвечающие расчетному суммарному числу воздействия нагрузки за межремонтный срок ΣN_p . Этую величину устанавливают по формуле (5.6).

Входящую в формулу (5.6) величину расчетных дней в году, соответствующих расчетному состоянию прочности конструкции T_{pde} определяют по данным приложения F (рис. F.1 и табл. F.1).

5.6.8 Расчет дорожной одежды по сопротивлению сдвига в грунте земляного полотна, а также в песчаных материалах промежуточных слоев дорожных одежд ведут в следующей последовательности:

а) по табл. С.2 назначают расчетные модули упругости для слоев из асфальтобетона, соответствующие максимально возможным температурам в ранний весенний (расчетный) период (в соответствии с указаниями п. 5.6.4); назначают по таблицам В.6 - В.8 приложения В (с учетом расчетной влажности и общего числа воздействия нагрузки) расчетные прочностные характеристики φ и c грунта земляного полотна и песка промежуточного слоя одежды (если таковой имеется) с учетом требований п. 5.6.7. Остальные расчетные характеристики грунта и материалов остаются теми же, что и в расчете по упругому прогибу;

б) по рис. 5.2 или рис. 5.3 определяют

напряжения сдвига $\bar{\tau}_n$ от единичной динамической нагрузки. Для этого приводят многослойную конструкцию к двухслой-

- 4,5 – la utilizarea în stratul de nisip a nisipului cu granulozitate mare;
- 4,0 – la utilizarea în stratul de nisip a nisipului cu granulozitate medie;
- 3,0 – la utilizarea în stratul de nisip a nisipului cu granulozitate fină;
- 1,0 – în toate cele alte cazuri.

z_{on} – adâncimea amplasării suprafeței stratului care se verifică la rezistența la forfecare, de la suprafața complexului, cm;

γ_{cp} – greutatea specifică mediu ponderată a straturilor componente, amplasate mai sus de stratul supus verificării, kg/cm³;

φ_{CT} – valoarea de calcul a unghiului de frecare interioară a materialului stratului supus verificării la acțiunea statică a sarcinii.

5.6.7 În toate cazurile în calitatea valorilor de calcul ale unghiului de frecare interioară a pământului și a straturilor slab coeze se folosesc valorile acestuia, care corespund numărului sumar de calcul al acțiunii sarcinii pe durata de serviciu ΣN_p . Aceasta valoare se determină cu relația (5.6).

Valoarea zilelor de calcul ale anului incluse în relația (5.6), care corespund stării de calcul al capacitații portante a structurii T_{pde} se determină conform datelor din anexa F (fig. F.1 și tab. F.1).

5.6.8 Calculul structurii rutiere conform rezistenței la forfecare în pământul terasamentului, precum și în materiale nisipoase ale straturilor intermediare ale structurilor rutiere se efectuează după cum urmează:

а) conform tab. C.2 se determină modulele de elasticitate de calcul pentru straturile din beton asfaltic, care corespund temperaturilor maxime posibile în perioada (de calcul) la începutul primăverii (în conformitate cu prevederile p. 5.6.4); se adoptă conform tabelelor B.6 - B.8 din anexa B (cu considerarea umidății de calcul și numărului total de acțiuni ale sarcinii), caracteristicile de calcul a capacitații portante φ și c ale pământului terasamentului și nisipului stratului intermediar al structurii rutiere (în cazul în care acesta există), cu considerarea cerințelor pct. 5.6.7. Alte caracteristici de calcul ale pământului și materialelor rămân aceleași ca și în calculul conform deflexiunii;

б) conform fig. 5.2 sau fig. 5.3 se determină

tensiunile de forfecare $\bar{\tau}_n$ cauzate de sarcina dinamică unitară. În acest scop complexul multistrat se reduce la modele bistrat (pct. 5.6.2 și

ным моделям (п. 5.6.2, п. 5.6.3);

в) по формуле (5.13) вычисляют расчетное напряжение, а в грунте земляного полотна или в песчаном слое одежды;

г) по формуле (5.14) вычисляют предельное напряжение сдвига;

д) по формуле (5.11) проверяют выполнение условия прочности (с учетом требуемой надежности);

е) при необходимости, изменения толщины конструктивных слоев, подбирают конструкцию, удовлетворяющую условию п. 5.6.1.

5.7 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе

5.7.1 В монолитных слоях дорожной одежды (из асфальтобетона, дегтебетона, материалов и грунтов, укрепленных комплексными и неорганическими вяжущими и др.), возникающие при прогибе одежды напряжения под действием динамических нагрузок, не должны в течение заданного срока службы приводить к образованию трещин от усталостного разрушения. Для этого должно быть обеспечено условие:

$$\sigma_r < \frac{R_N}{K_{np}^{mp}} \quad (5.15)$$

где:

K_{np}^{mp} - требуемый коэффициент прочности с учетом заданного уровня надежности (табл. 5.1);

R_N - прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учетом усталостных явлений;

σ_r - наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое, устанавливаемое расчетом.

5.7.2 Наибольшее растягивающее напряжение при изгибе σ_r в монолитном слое определяют с помощью номограммы (рис. 5.4), приводя реальную конструкцию к двухслойной модели.

К верхнему слою модели относят все асфальтобетонные слои, включая рассчитываемый. Толщину верхнего слоя модели h_e принимают равной сумме толщин, входящих в пакет асфальтобетонных слоев (Σh_i).

pct. 5.6.3);

б) cu relația (5.13) se determină tensiunea de calcul de forfecare în pămîntul terasamentului sau în stratul de nisip al structurii rutiere;

г) cu relația (5.14) se determină tensiunea limită de forfecare;

д) cu relația (5.11) se verifică respectarea condiției de capacitate portantă (ținând cont de fiabilitatea necesară);

е) în caz de necesitate, modificînd grosimile straturilor componente, se alege structura, care satisface cerința pct. 5.6.1.

5.7 Calculul structurii conform rezistenței straturilor monolit la deteriorarea de oboseală la întindere din încovoiere

5.7.1 În straturile monolit ale structurii rutiere (din beton asfaltic, beton de gudron, materiale și pămînturi consolidate cu lianți complecși și neorganici etc.), tensiunile ce apar la încovoiere a structurii rutiere sub acțiunea sarcinilor dinamice, nu trebuie să conducă la formarea fisurilor de la deteriorarea de oboseală pe durata de serviciu stabilită. Pentru aceasta trebuie să fie respectată condiția:

unde:

K_{np}^{mp} - coeficientul de capacitate portantă necesar cu considerarea nivelului de fiabilitate dat (tab. 5.1);

R_N – rezistența materialului stratului la întindere din încovoiere cu considerarea efectelor de oboseală;

σ_r – tensiunea de întindere maximală în stratul analizat, stabilită prin calcul.

5.7.2 Tensiunea maximă de întindere prin încovoiere σ_r în stratul monolit se determină conform nomogrammei (fig. 5.4), reducînd structura reală la modelul bistrat.

La stratul superior al modelului se atribuie toate straturile bituminoase, inclusiv cel de calcul. Grosimea stratului superior al modelului h_e se adoptă egală cu suma grosimilor, incluse în pachetul straturilor bituminoase (Σh_i).

Значение модуля упругости верхнего слоя модели устанавливают как среднезвешенное для всего пакета асфальтобетонных слоев по формуле (5.12).

Нижним (полубесконечным) слоем модели служит часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоев, включая грунт рабочего слоя земляного полотна.

Модуль упругости нижнего слоя модели определяют путем приведения слоистой системы к эквивалентной по жесткости с помощью номограммы рис. 5.1.

5.7.3 При использовании номограммы рис. 5.4 расчетное растягивающее напряжение определяют по формуле:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r \cdot p \cdot \kappa_e \quad (5.16)$$

где:

σ_r - растягивающее напряжение от единичной нагрузки при расчетных диаметрах площадки, передающей нагрузку, определяемое по номограмме рис. 5.4;

κ_e - коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия конструкции под сдвоенным колесом. Принимают равным 0,85 (при расчете на одинарное колесо $\kappa_e = 1,00$);

p - расчетное давление, принимаемое по табл. А.1, приложения А.

Порядок использования показан на рис. 5.4 стрелками.

Valoarea modului de elasticitate a stratului superior al modelului se stabilește ca media ponderată pentru tot pachetul straturilor din beton asfaltic cu relația (5.12).

În calitate de strat inferior (semiinfinit) al modelului servește partea structurii, amplasată mai jos de pachetul straturilor bituminoase, inclusiv zona activă a terasamentului.

Modulul de elasticitate al stratului inferior al modelului se determină prin reducerea sistemului stratificat la unul echivalent conform rigidității cu ajutorul nomogramei din fig. 5.1.

5.7.3 La utilizarea nomogramei din fig. 5.4 tensiunea de întindere de calcul se determină prin formula:

unde:

σ_r - tensiunea de întindere cauzată de sarcina unitară cu diametre de calcul ale şanţei care transmite sarcina, determinată conform nomogramei fig. 5.4;

κ_e - coeficientul, care ia în considerare particularitățile stării tensionate a suprafeței structurii solicitate de roți gemene. Se aprobă egal cu 0,85 (în cazul calculului pentru o roată simplă $\kappa_e = 1,00$);

p - presiunea de calcul aprobată conform tabl. A.1, anexa A.

Modul de utilizare este prezentat în fig. 5.4 prin săgeți.

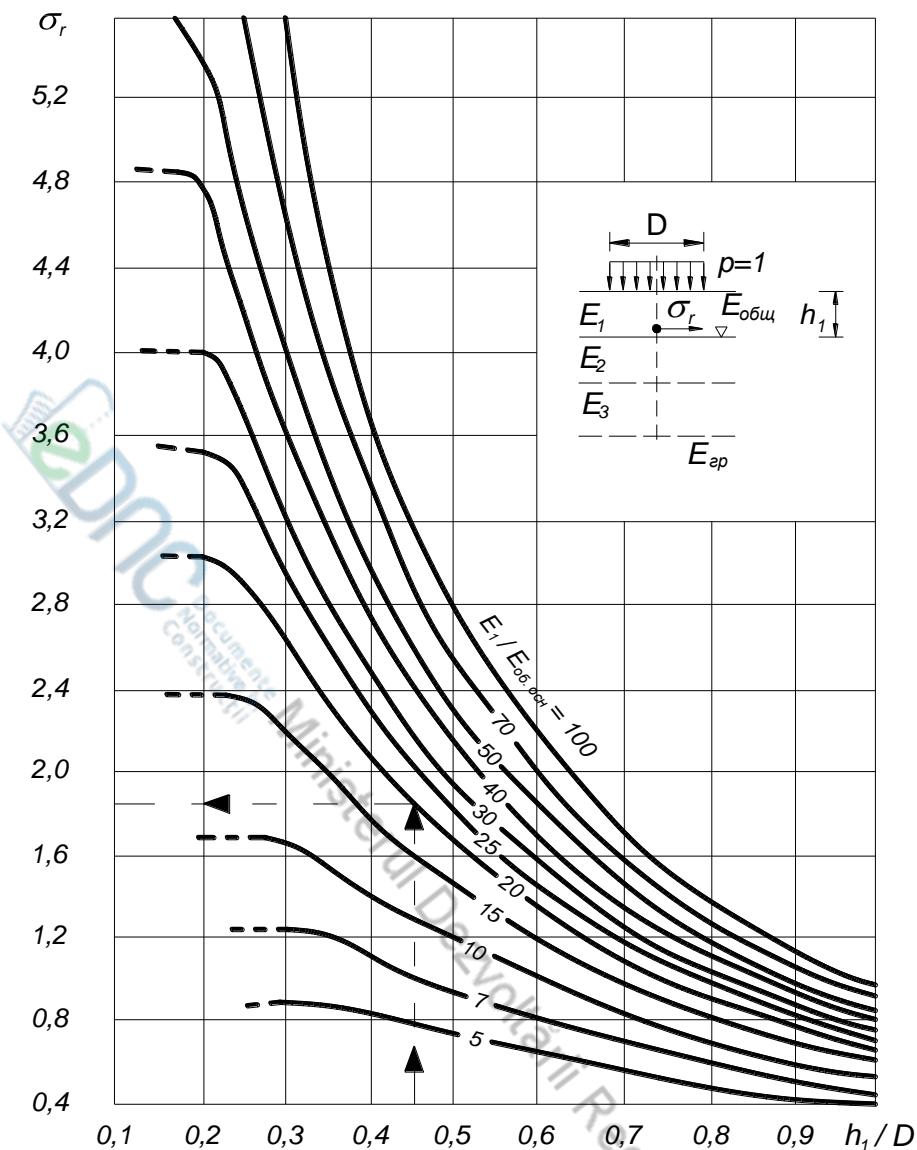


Рис. 5.4 Номограмма для определения растягивающего напряжения σ_r при изгибе в верхнем монолитном слое двухслойной системы

Fig. 5.4 Nomograma pentru determinarea tensiunii de întindere din încovoiere σ_r în stratul superior monolit al sistemului bistrat

5.7.4 Прочность материала монолитного слоя при многократном растяжении при изгибе определяют по формуле:

$$R_N = R_o k_I k_2 (1 - v_R \cdot t) \quad (5.17)$$

где:

R_o – нормативное значение предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе при расчетной низкой весеннеей температуре при однократном приложении нагрузки, принимаемое по табличным данным (приложение С, табл. С.1);

k_I – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном

5.7.4 Rezistența materialului din stratul monolit la întindere multiplă din încovoiere se determină cu relația:

unde:

R_o – valoarea normată a rezistenței limitei la întindere (capacitatea portantă) prin încovoiere cu temperatură de calcul joasă de primăvara cu solicitarea unică a sarcinii, aprobată conform tabelului (anexa C, tab. C.1);

k_I – coeficientul, care ia în considerare reducerea rezistenței ca urmare a efectelor de oboseală la solicitarea multiplă a sar-

- приложениях нагрузки;
- k_2 - коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов (табл. 5.6);
- v_R - коэффициент вариации прочности на растяжение (приложение D);
- t - коэффициент нормативного отклонения (приложение D).
- k_2 - coeficientul, care ea în considerare reducerea rezistenței în timp cauzate de acțiunea factorilor climatici (tab. 5.6);
- v_R – coeficientul de variație a rezistenței la întindere (anexa D);
- t – coeficientul devierii normative (anexa D).

Таблица 5.6**Tabelul 5.6**

	Материал расчетного слоя Materialul stratului de calcul	k_2
	Асфальтобетон <i>Betonul asfaltic</i>	
1	Высокоплотный <i>De densitate sporă</i>	1,0
2	Плотный <i>Dens</i>	
	I марки <i>Marca I</i>	0,95
	II марки <i>Marca II</i>	0,90
	III марки <i>Marca III</i>	0,80
3	Пористый и высокопористый <i>Poros și macroporos</i>	0,80
4	Органоминеральные смеси <i>Mixturi organominerale</i>	0,80

5.7.5 Коэффициент k_1 , отражающий влияние на прочность усталостных процессов, вычисляют по выражению:

$$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}} \quad (5.18)$$

где:

ΣN_p - расчетное суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы монолитного покрытия, определяемое по формуле (5.6) или (5.7) с учетом числа расчетных суток за срок службы (приложение F);

m - показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя (приложение С, табл. С.1);

α - коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчетной (низкой) темпера-

5.7.5 Coeficientul k_1 , care reflectă influența asupra capacitateii portante a proceselor de oboseală, se calculează cu relația:

ΣN_p – numărul sumar de calcul al aplicărilor sarcinii de calcul pe durata de serviciu a îmbrăcămintei rutiere monolit, determinat cu relația (5.6) sau (5.7) luând în considerare numărul zilelor de calcul pe durata de serviciu (anexa F);

m – exponenta puterii, care depinde de proprietățile materialului din stratul monolit de calcul (anexa C, tab. C.1);

α – coeficientul, care ia în considerare diferența între regimul real și de laborator de întindere cu sarcina repetată, precum și probabilitatea coincidenței în timp a temperaturii (joase) de calcul a îmbră-

туры покрытия и расчетного состояния грунта рабочего слоя по влажности, определяемый по табл. С.1.

5.7.6 Расчеты на усталостную прочность выполняют в следующем порядке:

a) приводят конструкцию к двухслойной

$$\frac{h_e}{D}, \frac{E_e}{E_{np}}$$

модели и определяют отношения

b) по полученным параметрам по номограмме рис. 5.4 находят значение $\bar{\sigma}_T$ и по формуле (5.16) вычисляют расчетное растягивающее напряжение;

c) вычисляют предельное растягивающее напряжение по формуле (5.18). В пакете асфальтобетонных слоев за предельное растягивающее напряжение R_N принимают значение, отвечающее материалу нижнего слоя асфальтобетонного пакета;

d) проверяют условие (5.15) и при необходимости корректируют конструкцию.

6 ПРОВЕРКА ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ

6.1 В районах сезонного промерзания грунтов земляного полотна при неблагоприятных грунтовых и гидрологических условиях, наряду с требуемой прочностью и устойчивостью должна быть обеспечена морозоустойчивость дорожных одежд в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

С этой целью следует соблюдать следующие требования:

- использование непучинистых или слабопучинистых грунтов (табл. 6.1, 6.2) для сооружения верхней части земляного полотна, находящейся в зоне промерзания;

- осушение рабочего слоя земляного полотна (см. раздел 7), в том числе устройство дренажа для увеличения расстояния от низа дорожной одежды до уровня подземных вод; устройство гидроизолирующих или капилляропрерывающих прослоек для перехода от 2-ой или 3-й схемы увлажнения рабочего слоя земляного полотна к 1-й схеме;

- устройство морозозащитного слоя из непучинистых минеральных материалов, в т.ч. укрепленных малыми дозами минеральных или органических вяжущих;

căminte rutiere și a stării de calcul a pământului din zona activă la umiditate, determinat prin tab. C.1.

5.7.6 Calculele conform rezistenței de oboseală se efectuează după cum urmează:

a) structura se reduce la modelul bistrat și se

$$\frac{h_e}{D}, \frac{E_e}{E_{np}}$$

determină rapoartele

b) conform parametrilor obținute din nomenclatura fig. 5.4 se determină $\bar{\sigma}_T$ și cu relația (5.16) se calculează tensiunea de întindere de calcul;

c) se calculează tensiunea de întindere limită cu relația (5.18). Ca tensiunea de întindere limită R_N din pachetul de straturi bituminoase, se adoptă valoarea, care corespunde materialului stratului inferior, al pachetului de straturi bituminoase;

d) se verifică condiția (5.15) și după necesitate alcătuirea se corectează.

6 VERIFICAREA COMPLEXULUI RUTIER CONFORM REZISTENȚEI LA ACȚIUNEA FENOMENULUI DE ÎNGHEȚ-DEZGHEȚ

6.1 În raioanele cu înghețul sezonier al pământurilor terasamentului în condițiile nefavorabile de teren și hidrologice, pe lîngă capacitatea portantă și stabilitatea necesare, trebuie să fie asigurată rezistență suficientă a structurilor rutiere la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț în conformitate cu cerințele documentelor normative în vigoare.

În acest scop se aplică diferite măsuri speciale:

- utilizarea pământurilor nesensibile sau slab sensibile la umflare (tab. 6.1, 6.2) pentru executarea părții superioare a terasamentului, amplasate în zona de îngheț;

- asanarea zonei active a terasamentului (a se vedea capitolul 7), inclusiv construcția drenajului pentru mărirea distanței de la partea inferioară a structurii rutiere pînă la nivelul apelor freatic, construcția straturilor de hidroizolare sau de intrerupere a sucțiunii capilare pentru trecerea de la schema 2 sau 3 de umezire a stratului de lucru a terasamentului la schemă 1;

- executarea stratului antigel din materiale minerale nesensibile la umflare, inclusiv consolidate cu doze mici de lianți minerali sau organici;

- устройство теплоизолирующих слоев, снижающих глубину или полностью исключающих промерзание грунта под дорожной одеждой;

- устройство основания дорожной одежды из монолитных материалов (типа тонкого бетона или других зернистых материалов, обработанных минеральным или органическим вяжущим).

6.2 Конструкцию считают морозоустойчивой, если соблюдено условие:

где:

$l_{\text{пуч}}$ - расчетное (ожидааемое) пучение грунта земляного полотна;

$l_{\text{доп}}$ - допускаемое для данной конструкции пучение грунта (табл. 6.3).

6.3 Расчет на морозоустойчивость необходимо выполнять для характерных участков или групп характерных участков дороги, сходных по грунтово-гидрологическим условиям, имеющим одну и ту же конструкцию дорожной одежды и схему увлажнения рабочего слоя земляного полотна.

6.4 При предварительной проверке на морозоустойчивость, величину возможного морозного пучения следует определять по формуле:

$$l_{\text{пуч}} = l_{\text{пуч_ср}} K_{\text{УГВ}} K_{\text{пл}} K_{\text{гр}} K_{\text{нагр}} K_{\text{вл}} \quad (6.2)$$

где:

$l_{\text{пуч_ср}}$ - величина морозного пучения при осредненных условиях, определяемая по рис. 6.3 в зависимости от толщины дорожной одежды (включая дополнительные слои основания), группы грунта по степени пучинистости (табл. 6.1) и глубины промерзания ($z_{\text{пп}}$);

$K_{\text{УГВ}}$ - коэффициент, учитывающий влияние расчетной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод (H_y) (рис. 6.1); при отсутствии влияния грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод следует принимать: для супеси тяжелой и пылеватой и суглинка $K_{\text{УГВ}} = 0,53$; для песка и супеси легкой и крупной $K_{\text{УГВ}} = 0,43$.

- amenajarea straturilor de termoizolare, care reduc adîncimea de îngheț sau exclud definitiv înghețarea pămîntului sub structura rutieră;

- executarea fundației structurii rutiere din materiale monolite (beton „sec” sau alte materiale granulare, tratate cu lanții minerali sau organici).

6.2 Complexul se consideră rezistent la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț în cazul în care să respectă condiția:

$$l_{\text{пуч}} \leq l_{\text{доп}} \quad (6.1)$$

unde:

$l_{\text{пуч}}$ – umflarea de calcul (așteptată) a pămîntului terasamentului;

$l_{\text{доп}}$ – umflarea pămîntului admisibilă pentru stuctura propusă (tab. 6.3).

6.3 Calculul conform rezistenței la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț trebuie efectuat pentru sectoarele caracteristice sau pentru grupuri de sectoare caracteristice ale drumului, cu condiții analogice de teren și hidrologice, care au aceeași alcătuire a structurii rutiere și schema de umezire a zonei active a terasamentului.

6.4 La verificarea preliminară conform rezistenței la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț valoarea umflării posibile la îngheț urmează a fi determinată prin formulă:

$$l_{\text{пуч_ср}} = l_{\text{пуч_ср}} K_{\text{УГВ}} K_{\text{пл}} K_{\text{гр}} K_{\text{нагр}} K_{\text{вл}} \quad (6.2)$$

unde:

$l_{\text{пуч_ср}}$ – valoarea umflării de îngheț în condiții mediate, determinată conform fig. 6.3 în funcție de grosimea structurii rutiere (inclusiv straturile suplimentare de fundație), grupa de pămînt conform gradului de umflare (tab. 6.1) și adîncimea de îngheț ($z_{\text{пп}}$);

$K_{\text{УГВ}}$ – coeficientul, care ia în considerare influența adîncimii de calcul a poziției nivelului apelor freatic sau stagnării apelor pluviale de lungă durată (H_y) (fig. 6.1); în cazul lipsei influenței apelor freatic și pluviale cu stagnare de lungă durată urmează a fi adoptate: pentru nisip argilos greu și pulverulent și argilă nisipoasă $K_{\text{УГВ}} = 0,53$; pentru nisip și nisip argilos ușor și măscat $K_{\text{УГВ}} = 0,43$.

$K_{пл}$ - коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя (табл. 6.4);

$K_{гр}$ - коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки (табл. 6.5);

$K_{нагр}$ - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания (рис. 6.2);

$K_{вл}$ - коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта (табл. 6.6).

$K_{пл}$ – coeficientul care depinde de gradul de compactare a pământului zonei active (tab. 6.4);

$K_{гр}$ – coeficientul care ea în considerare influența componenței granulometrice a pământului din fundația rambleului sau a debleului (tab. 6.5);

$K_{нагр}$ – coeficientul care ia în considerare influența sarcinii date de greutatea proprie a structurii superioare stratului din pămînt înghețat și depinde de adîncimea de îngheț (fig. 6.2);

$K_{вл}$ - coeficientul, care depinde de umiditatea de calcul a pământului (tab. 6.6).

Таблица 6.1 Классификация грунтов по степени пучинистости при замерзании (NCM D.02.01)
Tabelul 6.1 Clasificarea pămînturilor conform gradului de umflare la îngheț (NCM D.02.01)

Группы грунтов по пучинистости <i>Grupele de pămînt conform umflării</i>	Степень пучинистости <i>Gradul de umflare</i>	Относительное морозное пучение <i>Umflarea relativă de îngheț</i>
I	Непучинистый <i>Stabil la umflare</i>	≤ 1
II	Слабопучинистый <i>Cu gradul de umflare redus</i>	$1 \div 4$
III	Пучинистый <i>Cu gradul de umflare mediu</i>	$4 \div 7$
IV	Сильнопучинистый <i>Cu gradul de umflare mare</i>	$7 \div 10$
V	Чрезмернопучинистый <i>Cu gradul de umflare excesiv</i>	> 10

Таблица 6.2 Группы грунтов по степени пучинистости (NCM D.02.01)
Tabelul 6.2 Grupele de pămînturi conform gradului de umflare (NCM D.02.01)

Грунт <i>Pămînt</i>	Группа <i>Grupa</i>
Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 до 2 % <i>Nisip din prundiș, mare și mijlociu cu conținutul particulelor mai mici de 0,05 pînă la 2 %</i>	I
Песок гравелистый, крупный и средней крупности с содержанием частиц мельче 0,05 до 15 %, мелкий с содержанием частиц мельче 0,05 до 15 %, супесь легкая крупная <i>Nisip din prundiș, mare și mijlociu cu conținutul particulelor mai mici de 0,05 de pînă la 15 %, fine cu conținutul particulelor mai mici de 0,05 de pînă la 15 %, nisip argilos mășcat</i>	II
Супесь легкая; суглинок легкий и тяжелый, глины <i>Nisip argilos ușor, argilă nisipoasă ușoară și grea, argile</i>	III
Песок пылеватый; супесь пылеватая; суглинок тяжелый пылеватый <i>Nisip prăfos; nisip argilos prăfos; argilă nisipoasă grea prăfoasă</i>	IV
Супесь тяжелая пылеватая; суглинок легкий пылеватый <i>Nisip argilos greu prăfos; argilă nisipoasă ușoară prăfoasă</i>	V

Таблица 6.3
Tabelul 6.3

Тип дорожных одежд <i>Tipul structurii rutiere</i>	Вид покрытия <i>Tipul îmbrăcămintei rutiere</i>	Допустимая величина морозного пучения, ($l_{доп}$), см <i>Valoarea admisibilă a umflării de îngheț ($l_{доп}$), cm</i>
Капитальные <i>Permanent</i>	асфальтобетонное <i>din beton asfaltic</i>	4
Облегченные <i>Semipermanent</i>	асфальтобетонное <i>din beton asfaltic</i>	6
Переходные <i>Provizoriu</i>	переходное <i>provizoriu</i>	10

6.5 Если данные натурных наблюдений отсутствуют, глубину промерзания дорожной конструкции допускается определять по формуле:

$$z_{\text{пр}} = z_{\text{пр(cp)}} \times 1,38 \quad (6.3)$$

где:

$z_{\text{пр(cp)}}$ - средняя глубина промерзания для данного района, устанавливаемая при помощи карт изолиний (рис. 6.4).

6.6 При глубине промерзания дорожной конструкции $z_{\text{пр}} < 2,0$ м, $l_{\text{пуч cp}}$ устанавливают по графикам рис. 6.3. При $z_{\text{пр}}$ от 2,0 до 3,0 м $l_{\text{пуч cp}}$ вычисляют по формуле:

$$l_{\text{пуч cp}} = l_{\text{пуч cp} 2,0} \cdot [a + b(z_{\text{пр}} - c)] \quad (6.4)$$

где:

$l_{\text{пуч cp} 2,0}$ - величина морозного пучения при $z_{\text{пр}} = 2,0$ м;

$$a = 1,0; b = 0,16; c = 2,0 \text{ при } 2,0 < z_{\text{пр}} < 2,5;$$

$$a = 1,08; b = 0,08; c = 2,5 \text{ при } 2,5 < z_{\text{пр}} < 3,0.$$

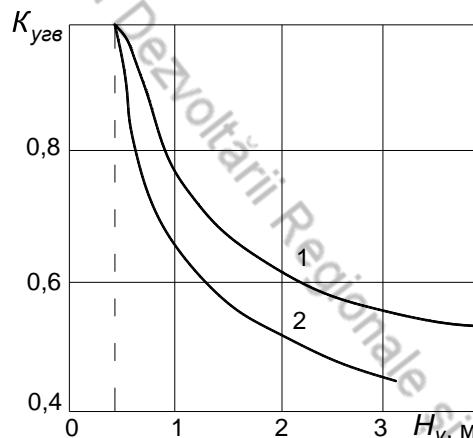


Рис. 6.1 Зависимость коэффициента $K_{УГВ}$ от расстояния от низа дорожной одежды до расчетного УГВ или УПВ:

1 - супесь тяжелая и тяжелая пылеватая, суглинок; 2 - песок, супесь легкая и легкая, крупная

Fig 6.1 Corelația dintre coeficientul $K_{УГВ}$ și distanța dintre partea inferioară a structurii rutiere și NAF sau NAV de calcul

1 – nisip argilos greu și greu pulverulent, argilă nisipoasă; 2 – nisip, nisip argilos ușor și ușor, măscat

6.5 În cazul în care datele observațiilor lipsesc, adâncimea de îngheț a complexului rutier se permite a fi determinată cu relația:

$$z_{\text{пр}} = z_{\text{пр(cp)}} \times 1,38 \quad (6.3)$$

unde:

$z_{\text{пр(cp)}}$ – adâncimea medie de îngheț pentru raionul propus, stabilită cu ajutorul hărților cu izolinii (fig. 6.4).

6.6 La adâncimea de îngheț a complexului rutier $z_{\text{пр}} < 2,0$ m, valoarea $l_{\text{пуч cp}}$ se stabilește conform graficelor din fig. 6.3. Când $z_{\text{пр}}$ se află între 2,0 m și 3,0 m, $l_{\text{пуч cp}}$ se calculează cu relația:

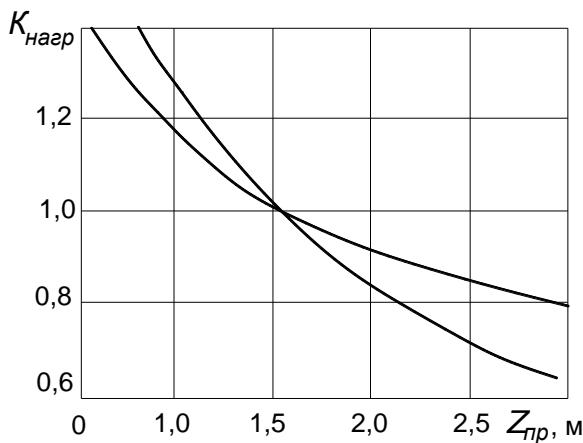
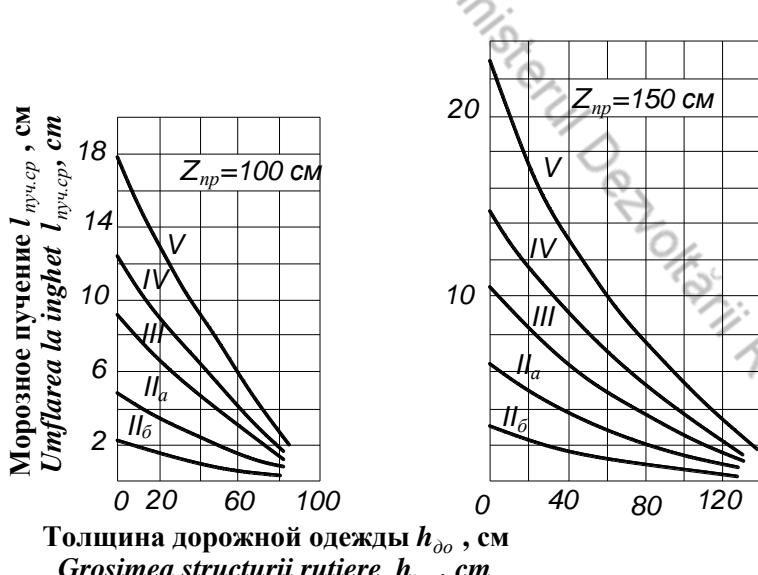


Рис. 6.2 Зависимость коэффициента K_{nagp} от глубины промерзания z_{np} от поверхности покрытия:

1 - супесь тяжелая и пылеватая; суглинок; 2 - песок; супесь легкая, крупная

Fig. 6.2 Corelația dintre coeficientul K_{nagp} și adâncimea de îngheț z_{np} de la suprafață îmbrăcămintei rutiere:

1 – nisip argilos greu și greu pulverulent, argilă nisipoasă; 2 – nisip, nisip argilos ușor și ușor, mășcat



Толщина дорожной одежды h_{oo} , см
Grosimea structurii rutiere h_{oo} , cm

Рис. 6.3 Графики для определения осредненной величины морозного пучения $l_{\text{пуч.ср.}}$

Fig. 6.3 Graficele pentru determinarea valorii mediate a umflării la îngheț $l_{\text{пуч.ср.}}$

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Кривую (II - V) выбирают в соответствии с табл. 6.2.
- Кривую IIa выбирают при 2-й и 3-й схеме увлажнения рабочего слоя, кривую IIb - при 1-й схеме увлажнения.

6.7 Если при расчетном сроке службы до 10 лет полученная величина возможного пучения будет превышать требуемую (табл. 6.3), а при сроке службы более 10 лет будет превышать 80 % от требуемой, необходимо рассмотреть вариант устройства морозозащитного слоя. В этом случае пред-

NOTE:

- Curba (II - V) se alege în conformitate cu tab. 6.2.
- Curba IIa se alege pentru a schemă de umiditate 2 și 3 a stratului de pămînt din zona activă, curba IIb – pentru schema de umiditate 1.
- În cazul cînd pe durata de serviciu de calcul pînă la 10 ani, valoarea obținută a umflării posibile va depăși pe cea necesară (tab. 6.3), iar pe durata de serviciu mai mare de 10 ani va depăși 80 % din cea necesară, trebuie examinată varianta execuției stratului antigel. În acest caz în prealabil se determină grosimea orienta-

варительно определяют ориентировочно требуемую толщину морозоустойчивой конструкции дорожной одежды, используя графики рис. 6.3. Для этого, зная допустимую величину морозного пучения $l_{\text{доп}}$, рассчитывают среднюю величину морозного пучения $l_{\text{пуч,ср}}$ по формуле:

$$l_{\text{пуч,ср}} = l_{\text{доп}} / K_{\text{УГВ}} K_{\text{пл}} K_{\text{гр}} K_{\text{нагр}} K_{\text{вл}} \quad (6.5)$$

Затем по графику рис. 6.3 в соответствии с группой грунта по степени пучинистости определяют $h_{\text{од}}$.

Таблица 6.4

Tabelul 6.4

Коэффициент уплотнения $K_{\text{упл}}$ Coeficientul de compactare	$K_{\text{пл}}$		
	песок пылеватый, супесь легкая и пылеватая, суглинки, глины <i>nisip prăfos, nisip argilos, argilă nisipoasă, argile</i>	пески кроме пылеватых, супесь легкая, крупная <i>nisip cu excepția nisipului prăfos, nisip argilos cu granulație mare</i>	
1,03 - 1,00	0,8		1,0
1,01 - 0,98	1,0		1,0
0,97 - 0,95	1,2		1,1
0,94 - 0,90	1,3		1,2
< 0,90	1,5		1,3

Таблица 6.5

Tabelul 6.5

Грунт <i>Pămînt</i>	$K_{\text{гр}}$
Пески <i>Nisipuri</i>	1,0
Супеси <i>Nisipuri argiloase</i>	1,1
Суглинки <i>Argile nisipoase</i>	1,3
Глины <i>Argile</i>	1,5

Таблица 6.6

Tabelul 6.6

Относительная влажность W/W_{Γ} <i>Umiditatea relativă</i>	0,6	0,7	0,8	0,9
$K_{\text{вл}}$	1,0	1,1	1,2	1,3

6.8 Уточненный расчет толщины морозозащитного слоя ($h_{\text{мз}}$) выполняют по термическому сопротивлению конструкций. Для этого необходимо иметь следующие исходные данные:

- географическое местоположение рассматриваемого участка дороги;

tiv necesară a structurii rutiere rezistente la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț, prin utilizarea graficului din fig. 6.3. În acest scop, fiind cunoscută valoarea admisibilă a umflării la îngheț $l_{\text{доп}}$, se calculează valoarea medie a umflării la îngheț $l_{\text{пуч,ср}}$ cu relația:

$$l_{\text{пуч,ср}} = l_{\text{доп}} / K_{\text{УГВ}} K_{\text{пл}} K_{\text{гр}} K_{\text{нагр}} K_{\text{вл}} \quad (6.5)$$

Ulterior din graficul fig. 6.3 în conformitate cu grupa de pămînt după gradul de umflare se determină $h_{\text{од}}$.

Грунт *Pămînt*

1,0

1,1

1,3

1,5

6.8 Calculul precizat al grosimii stratului anti-gel ($h_{\text{мз}}$) se execută conform rezistenței termice a construcției. Pentru aceasta sunt necesare următoarele date inițiale:

- amplasarea geografică a sectorului de drum studiat;

- конструкцию дорожной одежды (наименование и толщина слоев), необходимая по условиям прочности и дренирования;
- схему увлажнения его слоя земляного полотна (1, 2 или 3) и расчетную глубину залегания подземных вод от поверхности покрытия;
- наименование грунтов земляного полотна;
- расчетный срок службы дорожной одежды.



Рис. 6.4 Карта изолиний глубины промерзания $Z_{np(cp)}$ грунтов на территории Республики Молдова

Fig.6.4 Harta cu izolinii ale adîncimii de îngheț $Z_{np(cp)}$ a pămîntului pe teritoriul Republicii Moldova

6.9 Толщину морозозащитного слоя h_{M3} определяют по формуле:

$$h_{M3} = (R_{od(tp)} - R_{od(o)})\lambda_{M3} \quad (6.6)$$

где:

$R_{od(o)}$ - термическое сопротивление рассматриваемой конструкции дорожной одежды, [$m^2 K/Bt$];

$R_{od(tp)}$ - требуемое в данных условиях термическое сопротивление дорожной одежды, [$m^2 K/Bt$];

- alcătuirea structurii rutiere (denumirea și grosimea straturilor), necesară conform condițiilor de capacitate portantă și de drenare.

- schema de umezire a zonei active a terasamentului (1, 2 sau 3) și adâncimea de calcul a apelor subterane de la suprafața îmbrăcămintei rutiere;

- denumirea pămîntului din terasamente;

- durata de serviciu de calcul a structurii rutiere.



6.9 Grosimea stratului antigeliv h_{M3} se determină cu relația :

$$h_{M3} = (R_{od(tp)} - R_{od(o)})\lambda_{M3} \quad (6.6)$$

unde:

$R_{od(o)}$ – rezistență termică a structurii structurii rutiere investigate [$m^2 K/W$];

$R_{od(tp)}$ – rezistență termică necesară a structurii rutiere în condițiile propuse [$m^2 K/W$];

λ_{m3} - коэффициент теплопроводности морозозащитного слоя, равный среднеарифметическому значению коэффициентов теплопроводности материала слоя в талом и мерзлом состояниях, Вт/(мК).

При отсутствии фактически замеренных значений в расчет допускается включать табличные значения λ_{m3} (табл. Е.1).

$R_{od(tp)}$ определяют в зависимости от номера изолинии на карте (рис. 6.5), соответствующей географическому положению рассматриваемого участка дороги. При расположении участка между изолиниями определяют два значения $R_{od(tp)}$ и вычисляют два значения h_{m3} соответствующих этим изолиниям. Искомую толщину морозозащитного слоя определяют методом интерполяции в зависимости от расстояния от рассматриваемого участка дороги до соседних изолиний.

6.10 Теоретическое сопротивление дорожной одежды $R_{(od)o}$ вычисляют по формуле:

$$R_{od(o)} = \sum_{i=1}^{i=n_{od}} h_{od(i)} / \lambda_{od(i)}, \text{ [m}^2 \text{ K/Bt}] \quad (6.7)$$

где:

n_{od} - число конструктивных слоев дорожной одежды без морозозащитного слоя;

$h_{od(i)}$ - толщина i -го слоя, м;

$\lambda_{od(i)}$ - коэффициент теплопроводности отдельных слоев в мерзлом состоянии, Вт/(мК).

6.11 Величину требуемого термического сопротивления $R_{od(tp)}$ вычисляют по формуле:

$$R_{od(tp)} = R_{np} \cdot K_{od} \cdot K_{uvl} \cdot \delta, \text{ [m}^2 \text{ K/Bt]} \quad (6.8)$$

где:

R_{np} - приведенное термическое сопротивление, определяемое при помощи номограммы (см. п. 6.12);

K_{od} - коэффициент, учитывающий срок службы дорожной одежды, между капитальными ремонтами (табл. 6.7);

K_{uvl} - коэффициент, учитывающий схему увлажнения рабочего слоя земляного полотна, принимаемый при 2-й и 3-й схемах увлажнения равным единице, а при 1-ой схеме увлажнения - по табл. 6.8;

δ - понижающий коэффициент, принимаемый для III-ей дорожно-климати-

λ_{m3} – coeficientul de conductibilitate termică a stratului antigel care este egal cu media aritmetică a valorilor coeficienților de conductibilitate termică ai materialului stratului în stare înghețată și dezghețată, W/(mK).

În cazul în care valorile măsurărilor reale lipsesc se admite de a include în calcul valorile λ_{m3} din tabel (tabl. E.1).

$R_{od(tp)}$ se determină în funcție de numărul izoliniei de pe hartă (fig. 6.5), care corespunde amplasării geografice a sectorului de drum investigat. În cazul în care sectorul de drum este amplasat între liniile izotermice se determină două valori $R_{od(tp)}$ și se deduc două valori h_{m3} care corespund acestor linii izotermice. Grosimea necesară a stratului antigel se determină prin metoda de interpolare în funcție de distanța de la sectorul investigat pînă la izoliniile învecinate.

6.10 Rezistența teoretică a structurii rutiere $R_{(od)o}$ este calculată cu următoarea relație:

$$h_{od(i)} - grosimea stratului i , m;$$

unde:
 n_{od} - numărul straturilor constructive ale structurii rutiere fără stratul antigel;

$\lambda_{od(i)}$ - coeficientul de conductibilitate termică a diferitor straturi în stare înghețată, W/(mK).

6.11 Valoarea rezistenței termice necesare $R_{od(tp)}$ se determină cu relația:

$R_{np} - valoarea readusă a rezistenței termice, determinată cu ajutorul nomogramei (a se vedea pct. 6.12);$

$K_{od} - coeficientul care ia în considerare durata de serviciu a structurii rutiere, între reparații capitale (tab. 6.7);$

$K_{uvl} - coeficientul care ia în considerare schema de umezire a zonei active a terasamentului, adoptat pentru schemele de umiditate 2 și 3 egale cu unu, iar pentru schema de umiditate 1 – conform tabelului 6.8.;$

$\delta - coeficientul de reducere stabilit pentru zonă climatică rutieră III egal cu 0,90;$

ческой зоны равным 0,90; для IV дорожно-климатической зоны равным 0,85 (схему дорожно-климатических зон см. приложение В).

pentru zona IV egal cu 0,85; (schema zonelor climatice rutiere, a se vedea anexa B).



Рис. 6.5 Карта с изолиниями для определения требуемых значений термического сопротивления дорожной одежды

Fig. 6.5 Harta cu izolinii pentru determinarea valorilor necesare ale rezistenței termice a structurii rutiere

6.12 $R_{\text{пр}}$ определяют с помощью номограммы (рис. 6.6) методом итерации через отношение $I_{\text{доп}}/(C_{\text{пуч}} C_p)$ (горизонтальная ось номограммы). Значения $I_{\text{доп}}$, $C_{\text{пуч}}$ и C_p определяют соответственно по табл. 6.3, 6.9, и 6.10.

При назначении величины C_p по табл. 6.10 подбирают допустимую глубину промерзания $h_{\text{пр(доп)}}$ таким образом, чтобы получаемому значению отношению $I_{\text{доп}}/(C_{\text{пуч}} C_p)$ соответствовала величина $h_{\text{пр(доп)}}$ на вертикальной оси номограммы, равная принятой при определении C_p . Подбор нужно начинать со значения $h_{\text{пр(доп)}}$, соответствующего наименьшей допустимой глубине промерзания.

Расстояние H_y от низа дорожной одежды до уровня подземных вод, необходимое для использования номограммы, определя-

6.12 $R_{\text{пр}}$ se determină cu ajutorul nomogramei (fig. 6.6) prin metoda de iteratie prin raportul $I_{\text{доп}}/(C_{\text{пуч}} C_p)$ (axa orizontală a nomogramei). Valorile $I_{\text{доп}}$, $C_{\text{пуч}}$, și C_p se determină conform tabelelor 6.3, 6.9 și 6.10.

La adoptarea valorii C_p conform tab. 6.10 se alege adâncimea de îngheț $h_{\text{пр(доп)}}$ astfel, încât valorii rezultate a raportului $I_{\text{доп}}/(C_{\text{пуч}} C_p)$ să corespundă valoarea $h_{\text{пр(доп)}}$ de pe axa verticală a nomogramei, egală cu cea aprobată la determinarea valorii C_p . Selectarea trebuie începută de la valoarea indicelui $h_{\text{пр(доп)}}$, care corespunde adâncimii minim admisibile de îngheț.

Distanța H_y de la partea inferioară a structurii rutiere pînă la nivelul apelor subterane, necesară pentru aplicarea nomogramei, se de-

ют, приняв за исходную, полученную в соответствии с п. 6.6 ориентировочную толщину морозозащитного слоя h_{m3} и вычислив при заданном h_{m3} общую толщину дорожной одежды h_{od} .

При глубине залегания подземных вод на участке дороги, отличающейся от указанных на номограмме, нужно определить два значения R_{np} . Одно - при значении H_y на номограмме более, а другое - при значении H_y на номограмме менее данного. Искомое значение R_{np} устанавливают методом интерполяции между соответствующими величинами.

6.13 После завершения расчета толщины морозозащитного слоя по формуле (6.6) сравнивают полученное значение h_{m3} с предварительно назначенней величиной h_{m3} . Разница не должна быть более 5 см. В противном случае расчет необходимо повторить.

Таблица 6.7
Tabelul 6.7

№ изолинии на карте (рис. 6.5) Nr izoliniei pe hartă (fig. 6.5)	Значение коэффициента K_{od} при сроке службы дорожной одежды между капитальными ремонтами		
	менее 10 лет mai puțin de 10 ani	10 лет 10 ani	20 лет 20 ani
I-II	0,70	0,85	1,0

termină, stabilind drept valoare inițială, grosimea orientativă a stratului antigel h_{m3} obținută în conformitate cu pct. 6.6 apoi determinând grosimea totală a structurii rutiere h_{od} pentru valoarea stabilită a h_{m3} .

Cînd nivelul apelor subterane pe sectorul de drum diferă de datele indicate în nomogramă, trebuie să fie determinate două valori R_{np} . Una - pentru valoarea H_y de pe nomogramă mai mare, iar alta pentru valoarea H_y pe nomogramă mai mică decît valoarea stabilită. Valoarea R_{np} se determină prin metoda interpolării valorilor corespunzătoare.

6.13 După finalizarea calculului grosimii stratului antigel conform relației (6.6) se compară valoarea calculată a h_{m3} cu valoarea h_{m3} adoptată prealabil. Valoarea diferenței nu trebuie să depășească 5 cm. În caz contrar este necesară repetarea calculului.

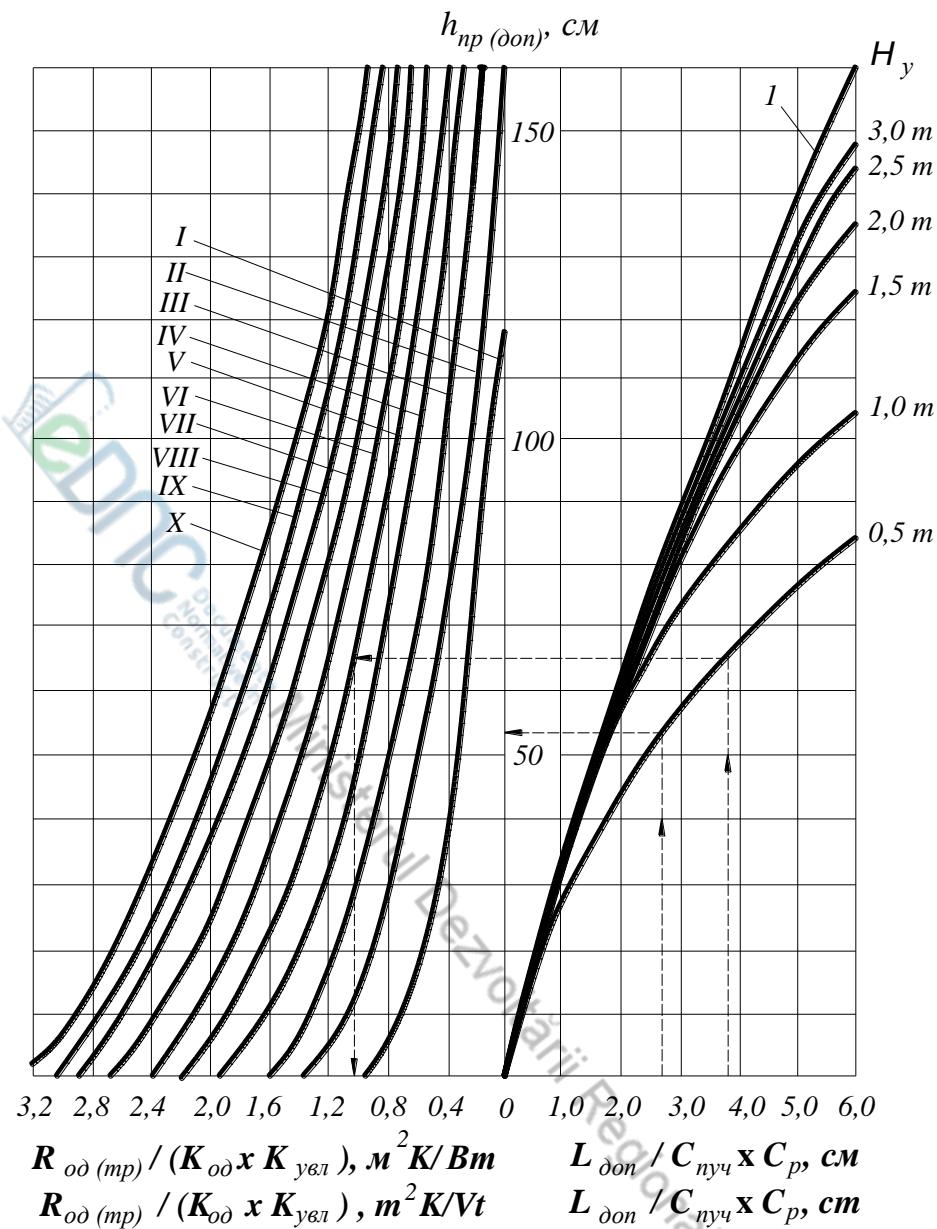


Рис. 6.6 Номограмма для определения требуемого термического сопротивления дорожной одежды $R_{od(mp)}$: I-X - номера изолиний на карте (рис. 6.5); 1 - кривая расчета для 1-го и 2-го типов увлажнения рабочего слоя земляного полотна; H_y - глубина залегания расчетного УГВ от низа дорожной одежды, включая морозозащитные слои

Fig. 6.6 Nomograma pentru determinarea rezistenței termice necesare a structurii rutiere $R_{od(mp)}$: I-X – numerotarea izolinilor pe hartă (fig. 6.5); 1 – curba de calcul pentru tipul de umezire 1 și 2 a zonei active a terasamentului; H_y – adâncimea de calcul al apelor subterane de la partea inferioară a structurii rutiere, inclusiv straturile antigelive.

Таблица 6.8
Tabel 6.8

№ изолинии на карте (рис. 6.5) Nr izoliniei pe hartă (fig. 6.5)	Значение коэффициента K_{ywl} при первой схеме увлажнения рабочего слоя земляного полотна Valoarea coeficientului K_{ywl} conform primei scheme de umezire a zonei active a terasamentului
I	0,8
II	0,65

Таблица 6.9

Tabelul 6.9

№ изолинии на карте (рис. 6.5) Nr izoliniei pe hartă (fig. 6.5)	Значение показателя $C_{пуч}$ для грунтов: Valoarea indicelui $C_{пуч}$ pentru pămînt:			
	Слабопучинистых <i>Cu grad de umflare redus</i>	Пучинистых <i>Cu grad de umflare mediu</i>	Сильнопучинистых <i>Cu grad de umflare mare</i>	Чрезмерно пучинистых <i>Cu grad de umflare excesiv</i>
I	0,70	1,40	2,10	2,80
II	0,65	1,25	1,85	2,50

ПРИМЕЧАНИЕ - Группу грунта по степени пучинистости допускается определять с помощью табл. 6.1 и 6.2.

NOTĂ - Grupa de pămînt conform gradului de umflare se determină conform tab. 6.1 și 6.2.

Таблица 6.10

Tabelul 6.10

Грунт земляного полотна Pămînt din terasament	Значение коэффициента C_p в зависимости от толщины дорожной одежды ($h_{од}$, м) и допустимой глубины промерзания ($h_{пр(доп)}$, см) Valoarea coeficientului C_p în funcție de grosimea sistemului rutier ($h_{од}$, m) și adâncimea de îngheț admisibilă ($h_{пр(доп)}$, cm)								
	$h_{од} = 0,5$			$h_{од} = 1,0$		$h_{од} = 1,5$		$h_{од} = 2,0$	
	$h_{пр(доп)}$		$h_{пр(доп)}$	$h_{пр(доп)}$		$h_{пр(доп)}$	$h_{пр(доп)}$		$h_{пр(доп)}$
	0-50	51-100	> 100	0-100	> 100	0-100	> 100	0-100	> 100
Песок пылеватый <i>Nisip prăfos</i>	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40	0,40	0,35
Супесь легкая <i>Nisip argilos ușor</i>	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45
Супесь пылеватая <i>Nisip argilos prăfos</i>	0,75	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
Суглинок легкий, суглинок легкий пылеватый <i>Argilă nisipoasă ușoară argilă nisipoasă ușoară prăfosă</i>	0,80	0,75	0,70	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55
Суглинок тяжелый, суглинок тяжелый пылеватый, глина <i>Argilă nisipoasă grea, argilă nisipoasă grea prăfosă, argilă</i>	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,65	0,65	0,60

ПРИМЕЧАНИЕ - При промежуточных значениях толщины дорожной одежды следует принимать значение C_p по интерполяции соответствующих величин.

NOTĂ - Pentru valorile intermediare a grosimii structurii rutiere valoarea C_p se stabilește prin interpolarea valorilor corespunzătoare.

6.14 Расчет толщины теплоизолирующего слоя осуществляется также как и морозо-защитного. В расчет следует включать толщину дорожной одежды, необходимую по условиям обеспечения прочности и дренирования, а также значения показателя пучинистости грунта $C_{пуч}$ (табл. 6.11); толщину теплоизолирующего слоя следует определять по графику (рис. 6.7) в зависимости от $R_{од(тр)}$ и $R_{од(о)}$.

6.14 Calculul grosimii stratului termoizolant se execută cum și calculul stratului antigel. În calcul se include grosimea necesară a structurii rutiere conform condițiilor de asigurare a capacitatii portante și drenării, precum și valorile indicelui gradului de umflare a pămîntului $C_{пуч}$ (tab. 6.11); grosimea stră-tului termoizolant se determină după graficul (fig. 6.7) în funcție de $R_{од(тр)}$ și $R_{од(о)}$.

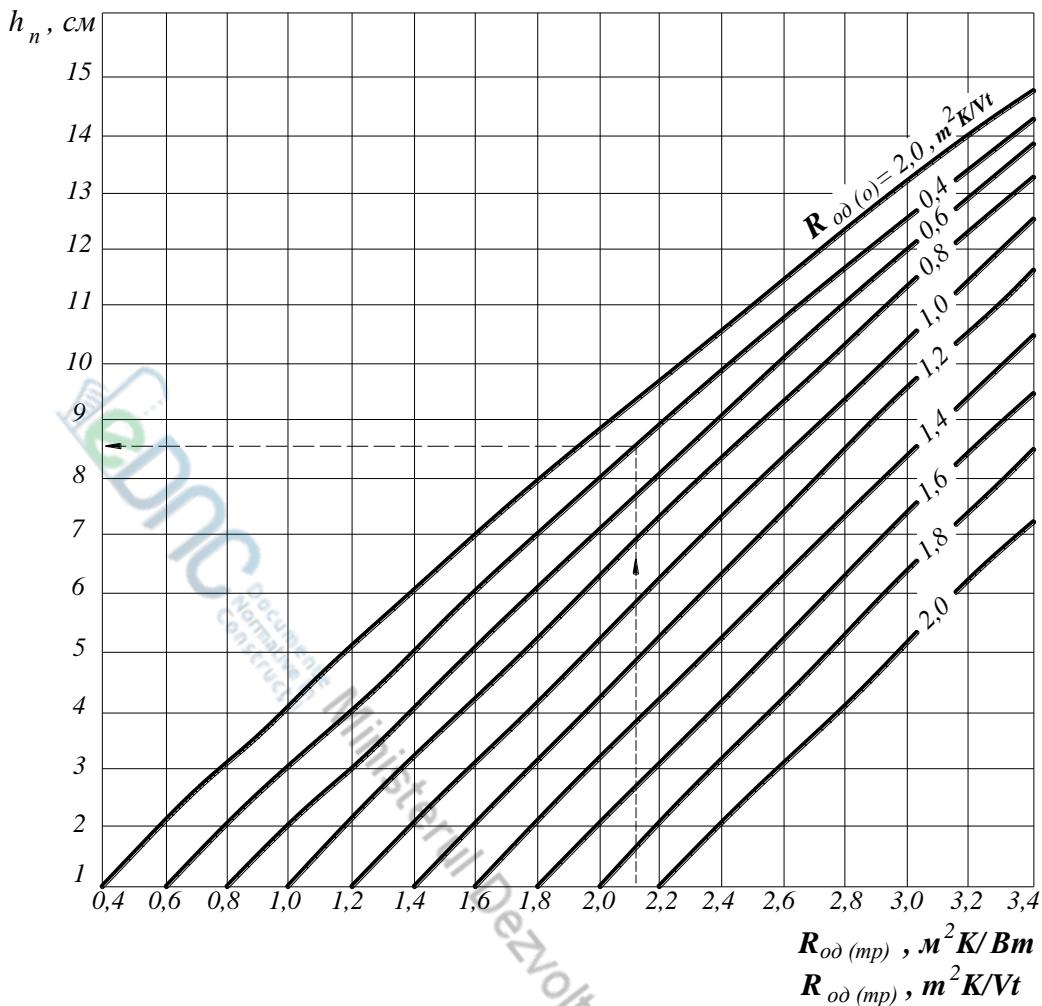


Рис. 6.7 График для определения необходимой толщины теплоизолирующего слоя из пенопласта

Fig. 6.7 Graficul pentru determinarea grosimii necesare a stratului de termoizolare din polistiren expandat

Таблица 6.11
Tabelul 6.11

Значения показателя $C_{пуч}$ для грунтов Valoarea indicelui $C_{пуч}$ pentru pământuri:			
Слабопучинистых <i>Cu grad de umflare redus</i>	Пучинистых <i>Cu grad de umflare mediu</i>	Сильнопучинистых <i>Cu grad de umflare mare</i>	Чрезмернопучинистых <i>Cu grad de umflare excesiv</i>
0,50	1,0	1,5	2,0

6.15 Пенопласт, используемый для устройства теплоизолирующего слоя должен удовлетворять следующим требованиям: прочность на сжатие при 10 % линейной деформации не менее 0,40 МПа, предел прочности при изгибе - не менее 0,70 МПа, водопоглощение по объему - не более 0,45, теплопроводность - не более 0,032 Вт/(мК). Выбор нужной марки пенопласта следует проводить с учетом результатов опытной проверки на дорогах.

6.16 Если рабочий слой земляного полотна

6.15 Polistirenu expandat, utilizat la execuția stratului termoizolant trebuie să corespundă următoarelor cerințe: rezistență la comprimare la 10 % a deformației liniare de minim 0,40 MPa, limita rezistenței la încovoiere de minim 0,70 MPa, capacitatea de absorbție după volum - de maxim 0,45, conductibilitatea termică - de maxim 0,032 W/(mK). Marca necesară a polistirenului se alege conform rezultatelor încercărilor experimentale pe drumuri.

6.16 În cazul în care zona activă a terasamentu-

включает два слоя из грунтов с различной пучинистостью (что может быть предусмотрено в целях сокращения объемов привозного менее пучинистого грунта), толщину морозозащитного слоя при верхней части рабочего слоя из менее пучинистого грунта следует рассчитывать по формуле:

$$h_{M3} = h_{M31} + (h_{M32} - h_{M31}) \frac{(h_{M31} + h_{pr(dop)} - \Delta v_{rp})}{(h_{M31} + h_{pr(dop)})} \quad (6.9)$$

где:

- h_{M31} - толщина морозозащитного слоя, которая необходима в случае полной замены местного грунта на привозной менее пучинистый, м;
- h_{M32} - толщина морозозащитного слоя, которая необходима при однослойной конструкции земляного полотна из местного грунта, м;
- $h_{pr(dop)}$ - допустимая глубина промерзания земляного полотна в случае полной замены местного грунта на привозной менее пучинистый, м;
- Δv_{rp} - толщина слоя замены грунта от низа дорожной одежды (без морозозащитного слоя), конструкция которой обеспечивает прочность и дренирование, м.

Расчет значений h_{M31} , h_{M32} и $h_{pr(dop)}$ выполняется в соответствии с п.п. 6.9 - 6.13.

Максимальное значение Δv_{rp} равно $h_{M31} + h_{pr(dop)}$.

Расчет толщины теплоизолирующего слоя при замене верхней толщи земляного полотна на менее пучинистый грунт следует проводить так же, как для морозозащитного слоя.

6.17 Для определения величины морозного пучения, требуемой толщины морозозащитного или теплоизолирующего слоя может быть использована также методика, основанная на определении коэффициента влагопроводности грунта $K_{вл}$ (см. приложение G).

lui include două straturi din pămînturi cu grad diferit de umflare (ce poate fi prevăzut în vedearea reducerii volumului de pămînt adus cu gradul de umflare mai mic), grosimea stratului antigel, cînd partea superioară a stratului de lucru este alcătuită din pămînt cu grad de umflare mai mic trebuie calculat cu relația:

$$\text{unde:}$$

h_{M31} – grosimea stratului antigel necesară în cazul înlocuirii complete a pămîntului local cu pămîntul adus cu un grad de umflare mai mic, m;

h_{M32} – grosimea stratului antigel, necesară pentru terasamentul monostrat executat din pămînt local, m;

$h_{pr(dop)}$ – adîncimea admisibilă de îngheț a terasamentului în cazul înlocuirii complete a pămîntului local cu pămînt adus cu un grad de umflare mai mic, m;

Δv_{rp} – grosimea stratului de pămînt înlocuit, măsurată de la partea inferioară a structurii rutiere (fără stratul antigel), structura căruia asigură capacitatea portantă și drenarea, m.

Calculul valorilor h_{M31} , h_{M32} și $h_{pr(dop)}$ se efectuează în conformitate cu pct. 6.9 - 6.13.

Valoarea maximă a indicelui Δv_{rp} este egală cu $h_{M31} + h_{pr(dop)}$.

Calculul grosimii stratului termoizolant, în cazul înlocuirii pămîntului din partea superioară a terasamentului cu pămînt cu grad de umflare mai mic, se efectuează ca și pentru stratul antigel.

6.17 Pentru a determina valoarea de umflare la îngheț, grosimea necesară a stratului antigel sau termoizolant poate fi folosită deasemenea metoda, bazată pe determinarea coeficientului de filtrație a pămîntului $K_{вл}$ (anexa G).

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ПО ОСУШЕНИЮ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД И ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

7.1 Основные положения

7.1.1 Дренажная конструкция (дренирующий слой и водоотводящие устройства) необходима при традиционных конструкциях дорожных одежд со слоями из зернистых материалов на участках с земляным полотном и слабофильтрующих грунтов (пылеватых песков, непылеватых песков с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сут, глинистых грунтов) в III зоне - при 2-й и 3-й схемах, в IV зоне - только при 3-й схеме (табл. 7.1).

7.1.2 Схему увлажнения на участках дороги, где в придорожной полосе застаивается вода, определяют с учетом расстояния l_y от бровки земляного полотна до уреза воды, застаивающейся осенью в придорожной полосе. Величину безопасного расстояния l_y можно определить по специальной методике. При отсутствии фактических данных, необходимых для расчета, следует принимать l_y для супесей равной 10 м, для суглинков легких и пылеватых - 3 м, для суглинков тяжелых и глин - 2 м.

7.1.3 Дренажная система дорожной одежды включает: подстилающий дренажный слой, дополняемый, если требуется, прикрепочным дренажом, а также поперечным дренажом.

При устройстве всех слоев дорожной одежды из монолитных материалов в качестве подстилающего дренажного слоя при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применять вместо дренирующего слоя прослойку из геотекстиля толщиной не менее 4 мм с коэффициентом фильтрации не менее 50 м/сут с выпуском полотнищ на откосы насыпи на высоту не менее 0,5 м.

7 PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR ANEXE LA DRUMURI PENTRU ASANAREA STRUCTURILOR RUTIERE ȘI A TERASAMENTULUI

7.1 Principiile de bază

7.1.1 Sistemul de drenare (stratul drenant și amenajările de colectare și evacuare a apelor) este necesar la tradiționalele structuri rutiere cu straturi din materiale granulare pe sectoarele cu terasamentul din pămînt cu capacitate mică filtrantă (nisipuri prăfoase și neprăfoase cu coeficientul de filtrare sub 0,5 m/z, pămînturi argiloase) în zonă III conform schemelor de umezire 2 și 3, în zona IV – numai conform schemei 3 (tab. 7.1).

7.1.2 Schema de umezire pe sectoarele de drum cu stagnări de apă în zonele de protecție a drumului, se determină cu considerarea distanței l_y de la muchia platformei drumului pînă la linia oglinziei apei care stagnează toamna în zonele de protecție a drumului. Valoarea distanței de siguranță l_y se determină după o metodologie specială. În cazul lipsei datelor reale, necesare pentru calcul, se admite adoptarea valorii l_y pentru nisipurile argiloase 10 m, pentru argilele nisipoase ușoare și prăfoase - 3 m, pentru argilă nisipoasă și argilă – 2 m.

7.1.3 Sistemul de drenare al structurii rutiere include: substratul drenant, suplimentat, în caz de necesitate, cu drenuri longitudinale la marginea părții carosabile precum și cu drenuri transversale.

La alcătuirea tuturor straturilor ale structurii rutiere din materiale monolit în calitate de substrat drenant, la o argumentare tehnico-economică corespunzătoare, în locul substratului drenant, se admite utilizarea unei intercalări de geotextil cu grosimea de minim 4 mm și coeficientul de filtrare de minim 50 m/z cu scoaterea pânzelor pe taluzurile terasamentului pe înălțimea de minim 0,5 m.

Таблица 7.1 (NCM D.02.01)
Tabelul 7.1 (NCM D.02.01)

Схема увлажнения рабочего слоя Schema de umezire a zonei active a terasamentului	Источники увлажнения Sursa de umezire	Условия отнесения к данному типу увлажнения Condiții de raportare la tipul dat de umezire
1	Атмосферные осадки <i>Precipitații atmosferice</i>	<p>Для насыпей на участках 1-го типа местности по условиям увлажнения. Для насыпей на участках местности 2-го и 3-го типов по условиям увлажнения при возвышении поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых и поверхностных вод или над поверхностью земли, более чем в 1,5 раза превышающем требования табл. 7.2.</p> <p><i>Pentru rambleele de pe sectoarele de tip 1 conform condițiilor de umezire. Pentru ramblee de pe sectoarele de tip 2 și 3 conform condițiilor de umezire, unde suprafața de rulare se înalță de asupra nivelului apelor subterane de calcul și al nivelului apelor pluviale sau al nivelului terenului și de peste 1,5 ori depășește cerințele din tab. 7.2.</i></p> <p>Для насыпей на участках 2-го типа при расстоянии от уреза поверхностной воды (отсутствующей не менее 2/3 летнего периода) более 5 - 10 м при супесях; 2 - 5 м при легких пылеватых суглинках и 2 м при тяжелых пылеватых суглинках и глинах (меньшие значения следует принимать для грунтов с большим числом пластичности; при залегании различных грунтов - принимать большие значения).</p> <p><i>Pentru rambleele de pe sectoare de tip 2 unde distanța de la marginea oglinzii apelor (care lipsește de minim 2/3 din perioada de vară) depășește 5-10 m în nisipuri argiloase; 2-5 m în argile nisipoase ușoare și 2 m în argile nisipoase grele și argile (valorile mai mici se adoptă pentru pământuri cu numărul de plasticitate mai mare; în cazul zалеганий pământurilor diferite – se aprobă valori mai mari).</i></p> <p>В выемках в песчаных и глинистых грунтах при уклонах кюветов более 20 % (в III дорожно-климатической зоне) и при возвышении поверхности покрытия над расчетным горизонтом грунтовых вод более чем в 1,5 раза превышающем требования табл. 7.2. При применении специальных методов регулирования водно-теплового режима (капилляропрерывающие, гидроизолирующие, теплоизолирующие и армирующие прослойки, дренаж и т.п.), назначаемых по специальному расчетам.</p> <p><i>În debleele în pământuri nisipoase și argiloase unde declivitatea șanțurilor depășește 20 % (în zona climatică rutieră III) și unde supraînălțarea suprafeței de rulare se înalță de asupra nivelului de calcul al apelor subterane depășește de 1,5 ori cerințele tabelului 7.2. La aplicarea metodelor speciale de reglare a regimului hidro-termic (straturi anticapilare, hidroizolante, termoizolante și intercalții cu funcții de armare, drenaj, etc.), stabilite conform calculelor speciale.</i></p>
2	Кратковременно стоящие (до 30 сут) поверхностные воды, атмосферные осадки <i>Stagnări de apă de scurtă durată (pînă la 30 zile), precipitații</i>	<p>Для насыпей на участках 2-го типа по условиям увлажнения при возвышении поверхности покрытия не менее требуемого по табл. 7.2 и не более чем в 2 раза превышающем эти требования и при крутизне откосов не менее 1:1,5 и простом (без берм) поперечном профиле насыпи.</p> <p>Для насыпей на участках 3-го типа при применении специальных мероприятий по защите от грунтовых вод (капилляропрерывающие слои, дренаж), назначаемых по специальному расчетам, отсутствии длительно (более 30 сут) стоящих поверхностных вод и выполнении условий предыдущего абзаца.</p> <p><i>Pentru rambleele din sectoarele de tip 2 conform condițiilor de umezire cînd supraînălțarea suprafeței de rulare este cuprinsă între valoarea stabilită în tabelul 7.2 și valoarea care o depășește de maxim 2 ori, cînd panta taluzurilor este de minim 1:1,5 și profilul transversal al rambleului este simplu (fără berme). Pentru rambleele din sectoarele de tip 3 la aplicarea măsurilor speciale de protecție contra apelor subterane (straturi anticapilare, drenuri) stabilite conforme calculelor speciale în lipsa stagnării de apă de lungă durată (de peste 30 de zile) și respectarea condițiilor aliniatului precedent.</i></p>

Таблица 7.1 (продолжение)
Tabelul 7.1 (continuare)

Схема увлажнения рабочего слоя Schema de umezire a zonei active a terasamentului	Источники увлажнения Sursa de umezire	Условия отнесения к данному типу увлажнения Condiții de raportare la tipul dat de umezăire
3	Грунтовые или длительно (более 30 сут) стоящие поверхностные воды; атмосферные осадки. <i>Apele subterane sau stagnări de apă de lungă durată (de peste 30 zile); precipitații.</i>	Для насыпей на участках 3-го типа по условиям увлажнения при возвышении поверхности покрытия, отвечающем требованиям табл. 7.2, но не превышающем их более чем в 1,5 раза. То же, для выемок, в основании которых имеется уровень грунтовых вод, расположение которого по глубине не превышает требований табл. 7.2 более чем в 1,5 раза. <i>Pentru rambleele din sectoarele de tip 3 conform condițiilor de umezire cînd supraînălțarea suprafeței de rulare, care corespunde cerințelor tabelului 7.2, dar nu depășește acestea mai mult de cît de 1,5 ori. Idem, pentru debleele în fundația cărora sînt prezente apele subterane, amplasarea nivelului cărora după adîncime nu depășește cerințele tabelului 7.2 de maxim 1,5 ori.</i>

Таблица 7.2 (NCM D.02.01)
Tabelul 7.2 (NCM D.02.01)

Грунт рабочего слоя Pămîntul din zona activă a terasamentului	Возвышение покрытия, м, в пределах дорожно-климатических зон Supraînălțarea îmbrăcămintei rutiere, m, în limitele zonelor climaterice rutiere	
	III	IV
Песок мелкий, супесь легкая крупная, супесь легкая <i>Nisip mărunt, nisip argilos mașcat, nisip argilos ușor</i>	<u>09</u> 07	<u>0,75</u> 0,55
Песок пылеватый, супесь пылеватая <i>Nisip prăfos, nisip argilos prăfos</i>	<u>1,2</u> 1,0	<u>1,1</u> 0,8
Суглинок легкий, суглинок тяжелый, глины <i>Argilă nisipoasă ușoară, argilă nisipoasă grea, argilă.</i>	<u>0,8</u> 1,4	<u>1,5</u> 1,1
Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый <i>Nisip argilos prăfos greu, argilă nisipoasă ușoară prăfoasă, argilă nisipoasă prăfoasă grea.</i>	<u>2,1</u> 1,5	<u>1,8</u> 1,3

ПРИМЕЧАНИЕ - Над чертой - возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 сут) стоящих поверхностных вод, под чертой - то же, над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 сут) стоящих поверхностных вод.

7.1.4 Проектирование мероприятий по дренированию дорожной одежды осуществляют в такой последовательности:

а) дорогу разделяют на типичные участки по виду продольного профиля и природным условиям (характер рельефа местности, наличие водотоков, пересекающих дорогу, и др.) с учетом особенностей конструкции

NOTĂ - De asupra liniei – supraînălțarea suprafeței de rulare față de nivelul apelor subterane, apelor pluviale sau stagnării de apă de lungă durată (de peste 30 de zile), sub linie - aceiași, deasupra suprafeței terenului pe sectoarele cu scurgerea neasigurată sau față de nivelul stagnării de apă de scurtă durată (sub 30 zile).

7.1.4 Proiectarea măsurilor de drenare a structurii rutiere se efectuează în ordinea următoare:

а) drumul se divizează în sectoare tip conform profilului longitudinal și condițiilor naturale (caracterul reliefului localității, prezența cursurilor de apă, care intersectează drumul etc.) ținând cont de particularitățile structurii te-

земляного полотна (насыпь высотой, отвечающей NCM D.02.01, выемка, насыпь ниже требуемой по NCM D.02.01, переходный участок от насыпи к выемке) и дорожной одежды (наличие монолитных слоев основания, а также морозозащитных или теплоизоляционных слоев из укрепленных материалов), обеспеченности материалами для дренирующего слоя, дренажных труб и геотекстиля; осуществления мер по ограничению притока воды в дорожную конструкцию;

б) для типичных участков определяют количество воды, поступающей в основание за сутки и за расчетный период с учетом предусмотренных мер по ограничению притока воды в дорожную конструкцию;

в) принимают решение по дренажным конструкциям;

г) обосновывают расчетом толщину дренирующего слоя, необходимую в данных условиях, или определяют, каким значением коэффициента фильтрации должен обладать дренирующий материал в заданной дренажной конструкции.

При проектировании дренирующего слоя, необходимо, помимо осушения, учитывать сдвигустойчивость самого зернистого материала и прочность всей дорожной конструкции.

7.1.5 Дренажную конструкцию нужно проектировать с учетом объема притока воды, поступающей в основание дорожной одежды в расчетный период, фильтрационной способности материала дренирующего слоя и конструкции земляного полотна.

7.1.6 Выбор каждого конкретного мероприятия по регулированию притока должен сопровождаться технико-экономическим сравнением вариантов.

Поперечный дренаж устраивают для поперечного перехвата воды, движущейся в дренирующем слое вдоль дороги, на участках с продольным уклоном свыше 20 %, также с затяжными продольными уклонами, превышающими поперечные, в местах вогнутых вертикальных кривых и в местах уменьшения продольных уклонов.

7.1.7 Дренирующий слой, работающий по принципу осушения, необходимо устраивать из песчаных грунтов или высокопроницаемой скелетной смеси (щебня или гравия) открытого типа (с незаполненными пустотами), отвечающих требованиям по

расаментului (înălțimea rambleului, care corespunde NCM D.02.01, debleu, rambleu mai jos decât cel necesar conform NCM D.02.01, sectoarele de trecere de la rambleu la debleu) și a structurii rutiere (prezența straturilor monolit de fundație, a straturilor antigel și a straturilor termoizolante din materiale consolidate), asigurarea cu materiale pentru stratul drenant, cu țevi de drenare și cu geotextile; întreprinderea măsurilor de limitare a pătrunderii apei în complexul rutier;

б) pentru sectoarele tip se determină cantitatea de apă care pătrunde în straturile de fundație în timp de 24 ore și în perioada de calcul cu considerarea măsurilor prevăzute pentru limitarea pătrunderii apei în complexul rutier;

в) se schițează variantele sistemelor de drenare;

г) se argumentează prin calcul grosimea stratului drenant necesară în condițiile date sau se determină cărei valori a coeficientului de filtrare trebuie să corespundă materialul folosit în structura sistemului de drenare propusă.

La proiectarea stratului drenant, pe lîngă asanare, trebuie de luat în considerare necesitatea asigurării rezistenței la forfecare a materialului cel mai granular și a capacitatei portante a întregului complex rutier.

7.1.5 Sistemul de drenare se proiectează cu considerarea debitului de apă, care se infiltrează în straturile de fundație a structurii rutiere în perioada de calcul, capacitatei de filtrare a materialului stratului drenant și structurii terasamentului.

7.1.6 Alegerea fiecărei măsuri concrete de reglare a debitului de apă trebuie să fie însotită de compararea tehnico-economică a variantelor.

Drenurile transversale se execută pentru captarea în direcția transversală a apei, care circulă prin stratul drenant în sens longitudinal, pe sectoarele cu declivitatea longitudinală de minim 20 %, deasemenea cu declivități longitudinale de lungă durată, care depășesc panta transversală, în locurile cu curbe verticale concave și pe sectoarele unde declivitatea longitudinală se reduce.

7.1.7 Stratul drenant care funcționează după principiul de asanare, trebuie executat din pămînturi nisipoase sau din amestec cu structura schelet cu permeabilitatea sporită (piatră spartă sau balast) de tip deschis (cu golurile neumplute), care corespunde cerințelor de

водопроницаемости, и укладывать этот слой под дорожной одеждой на всю ее ширину. При этом необходимо обеспечить выходы дренирующего слоя на откос. Дренирующий слой устраивают также с дренажными трубами для сбора и быстрого отвода воды за пределы земляного полотна. Следует предусматривать противозаиливающую защиту дрен и дренирующих слоев, а также недопущение замерзания воды в выпусках труб.

При устройстве дренирующих слоев, работающих по принципу поглощения, требуется устраивать более мощные слои из песчаного грунта и принимать в расчет на прочность дорожной одежды значения прочностных характеристик песчаного грунта с учетом более продолжительного периода его нахождения в неблагоприятном расчетном состоянии.

7.1.8 Для устройства дренирующего слоя, работающего по принципу осушения, следует применять материалы с коэффициентом фильтрации не менее 1 м/сут. Материал с коэффициентом фильтрации 1 - 2 м/сут целесообразно применять на участках, где он одновременно выполняет дренирующие и морозозащитные функции.

7.2 Расчет дренирующего слоя

7.2.1 Целью расчета дренажной конструкции является определение требуемой толщины дренирующего слоя из дискретных материалов. При проектировании дренирования дорожных одежд в районах сезонного промерзания грунтов учитываются два расчетных этапа работы дренажных конструкций. Первый относится к периоду, когда основание дорожной одежды под серединой проезжей части уже оттаяло, а дренирующий слой у ее краев находится еще в мерзлом состоянии, и водоотводящие устройства не работают.

Второй расчетный этап относится ко времени, когда дренирующий слой полностью оттаял и водоотводящие устройства начали нормально работать.

7.2.2 В зависимости от конкретных условий дренажная конструкция может быть рассчитана на один из трех вариантов работы:

- работа на осушение;
- работа на осушение с периодом запаздывания отвода воды;

permeabilitate și se amplasează sub structura rutieră pe toată lățimea a acestea. Concomitent este necesar de asigurat prelungirea stratului drenant pe taluz. Deasemenea se execută straturi drenante cu tuburi de drenare pentru colectarea și evacuarea apei în afara limitelor terasamentului. Urmează de prevăzut protecția drenurilor de înnămolire/colmatare, precum și neadmiterea înghețării apei la ieșirile din tuburi.

La execuția straturilor drenante, care lucrează după principiul de absorbție, trebuie de amenajat straturi mai groase din pămînt nisipos și de luat în considerare la calculul capacitatei portante a structurii rutiere valorile caracteristicilor de rezistență a pămîntului nisipos ținând cont de aflarea mai îndelungată a acestuia în condițiile nefavorabile de calcul.

7.1.8 Pentru executarea stratului drenant care funcționează după principiul asanării se aplică materiale cu coeficientul de filtrare de minim 1 m/z. Folosirea materialelor cu coeficientul de filtrare 1 - 2 m/z este mai convenabilă pe sectoarele, unde stratul îndeplinește concomitent funcția drenantă și antigel.

7.2 Calculul stratului drenant

7.2.1 Scopul calculului sistemului de drenare constă în determinarea grosimii necesare a stratului drenant din materiale discrete. La proiectarea lucrărilor de drenare a structurilor rutiere în raioanele cu înghețul sezonier al terasamentelor se evidențiază două etape de funcționare a sistemelor de drenare. Prima se raportează la perioada cînd straturile de fundație sub mijlocul părții carosabile deja s-au dezghețat iar la marginile acesteia stratul drenant se află în stare înghețată, și sistemele de evacuare a apelor încă nu funcționează.

A doua etapă de calcul este perioada cînd stratul drenant s-a dezghețat totalmente și sistemul de evacuare a apelor lucrează normal.

7.2.2 În funcție de condițiile concrete sistemul de drenare poate fi calculat pentru una din trei variante de funcționare:

- funcționarea de asanare;
- funcționarea de asanare cu perioada întîrziată de evacuare a apei;

- работа на поглощение.

7.2.3 Полную толщину дренирующего слоя определяют по формуле:

$$h_{\Pi} = h_{\text{нac}} + h_{\text{зап}}$$

где:

$h_{\text{нac}}$ - толщина слоя, полностью насыщенного водой, м;

$h_{\text{зап}}$ - дополнительная толщина слоя, зависящая от капиллярных свойств материала и равная для песков крупных 0,10 - 0,12 м, средней крупности 0,14 - 0,15 м и мелких 0,18 - 0,20 м. Во всех случаях полную толщину дренирующего слоя следует принимать не менее 0,20 м.

7.2.4 Для дренирующего слоя, работающего по принципу осушения величину $h_{\text{нac}}$ устанавливают с помощью номограмм рис. 7.1 и 7.2 в зависимости от длины пути фильтрации L и расчетной величины притока воды в дренирующий слой на 1 m^2 , q_p , определяемой по формуле:

$$q_p = q K_{\Pi} K_r K_{\text{вог}} K_p : 1000, [\text{m}^3/\text{m}^2]$$

где:

q - осредненное (табличное) значение притока воды в дренирующий слой при традиционной конструкции дорожной одежды, отнесенное к 1 m^2 проезжей части, m^3/m^2 (табл. 7.3);

K_{Π} - коэффициент «пик», учитывающий неустановившийся режим поступления воды из-за неравномерного оттапивания и выпадения атмосферных осадков (табл. 7.4);

K_r - коэффициент гидрологического запаса, учитывающий снижение фильтрационной способности дренирующего слоя в процессе эксплуатации дороги (табл. 7.4);

$K_{\text{вог}}$ - коэффициент, учитывающий накопление воды в местах изменения продольного уклона, определяемый при одинаковом направлении участков профиля у перелома по номограмме рис. 7.3;

K_p - коэффициент, учитывающий снижение притока воды при принятии специальных мер по регулированию водно-теплового режима (табл. 7.5).

- функционarea la absorbție.

7.2.3 Grosimea totală a stratului drenant se determină după formula:

$$(7.1)$$

unde:

$h_{\text{нac}}$ – grosimea stratului complet saturat cu apă, m;

$h_{\text{зап}}$ – grosimea suplimentară a stratului care depinde de proprietățile capilare ale materialului și este egală: pentru nisipuri mășcate cu 0,10 – 0,12 m, pentru nisipuri cu granulozitate medie cu 0,14 - 0,15 m; și nisipuri mărunte cu 0,18 - 0,20 m. În toate cazurile grosimea totală a stratului drenant trebuie adoptată de minim 0,20 m.

7.2.4 Pentru stratul drenant care funcționează după principiul de asanare, valoarea $h_{\text{нac}}$ se stabilăște cu ajutorul nomogramelor din fig. 7.1 și 7.2 în funcție de lungimea căii de filtrare L și cantitatea de calcul a apei care pătrunde în stratul drenant la 1 m^2 , q_p , care se determină cu relația:

$$(7.2)$$

unde:

q - valoarea medie (tabelară) a cantității de apă pătrunsă în stratul drenant al construcției tradiționale a structurii rutiere, raportată la 1 m^2 al părții carosabile, m^3/m^2 (tab. 7.3);

K_{Π} – coeficientul „de vîrf”, care ia în considerare regimul neuniform de acumulare a apei ca rezultat al topirii zăpezii și căderii precipitațiilor. (tab. 7.4.)

K_r – coeficientul rezervei hidrologice care ia în considerare reducerea capacitatii de filtrare a stratului drenant în procesul de exploatare a drumului (tab. 7.4).

$K_{\text{вог}}$ – coeficientul care ia în considerare acumularea apei în punctele de schimbare a declivității longitudinale, care se determină în cazul aceleiași direcții ai sectoarelor profilului din preajma punctului de intersecție a declivităților, conform nomenclaturii fig. 7.3;

K_p – coeficientul care ia în considerare reducerea debitului de apă în cazul în care s-au întreprins măsuri speciale de reglare a regimului hidro-termic (tab. 7.5).

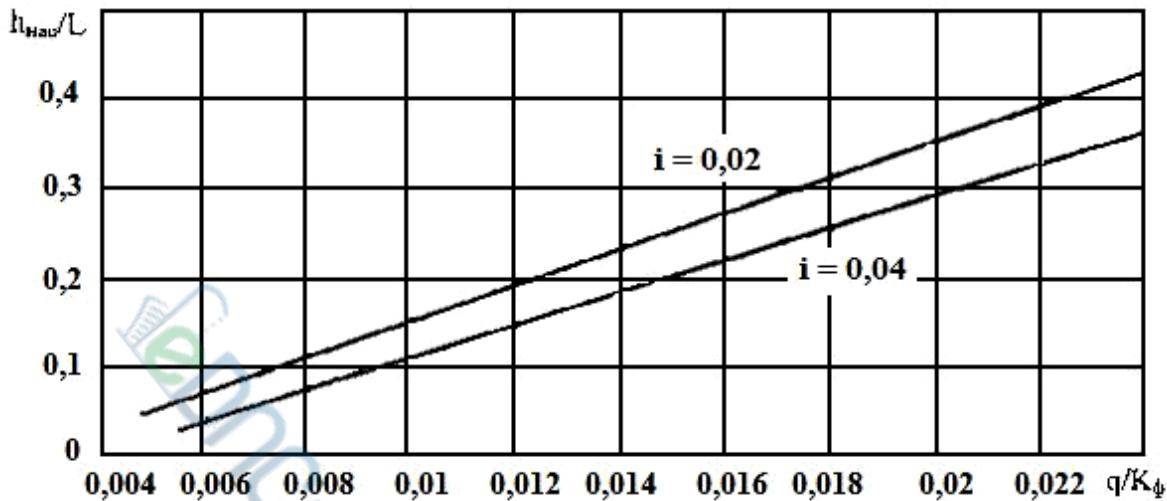


Рис. 7.1 Номограмма для расчета толщины h_{nac} дренирующего слоя из песков мелких и средней крупности, а также крупнозернистых с коэффициентом фильтрации менее 10 м/сут.

При односкатном поперечном профиле $q' = q_p B$ [m^3/m]; при двухскатном поперечном профиле $q' = 0,5 q_p B$ [m^3/m]; B - ширина проезжей части, м; L - длина пути фильтрации, равная B при односкатном профиле и $0,5 B$ при двухскатном

Fig. 7.1 Nomograma pentru calculul grosimii h_{nac} a stratului drenant din nisipuri fine și mijlocii, precum și cu granulozitate mare cu coeficientul de filtrare mai mic de 10 m/z.i.

În cazul profilului transversal într-o singură pantă $q' = q_p B$ [m^3/m]; la profil transversal în două pante $q' = 0,5 q_p B$ [m^3/m]; B - lățimea părții carosabile, m; L – distanța de filtrare, egală cu B în cazul profilului transversal într-o singură pantă și $0,5 B$ în cazul profilului transversal în două pante.

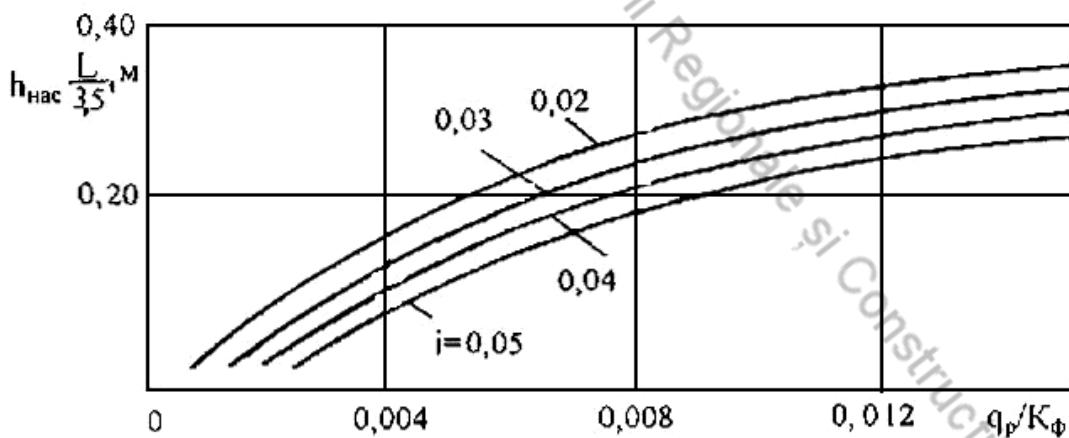


Рис. 7.2 Номограмма для расчета дренирующего слоя из крупных песков с коэффициентом фильтрации более 10 м/сут

L - длина пути фильтрации в м, равная B при односкатном профиле и $0,5 B$ при двухскатном; i - поперечный уклон низа дренирующего слоя; K_ϕ - коэффициент фильтрации, м/сут

Fig. 7.2 Nomograma pentru calculul stratului drenant din nisip mare cu coeficientul de filtrare mai mare de 10 m/z.i

L – distanța de filtrare în m, egală cu B în cazul profilului transversal într-o singură pantă și $0,5 B$ în cazul profilului transversal în două pante; i – declivitatea transversală a părții inferioare a stratului drenant; K_ϕ - coeficientul de filtrare, m/z.i

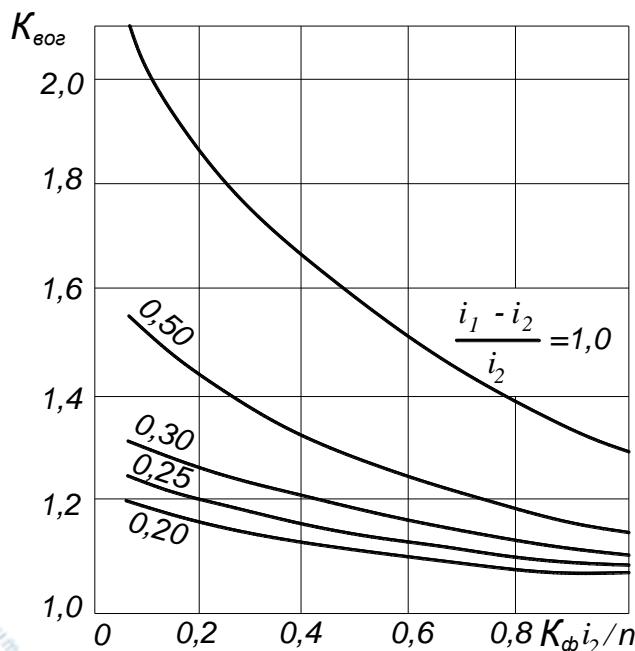


Рис. 7.3 Номограмма для определения коэффициента $K_{\text{вог}}$ увеличения объема воды в дренирующем слое в местах изменения вогнутого профиля:

i_1, i_2 - продольные уклоны выше и ниже перелома профиля; $K\phi$ - коэффициент фильтрации, м/сут; n - коэффициент пористости дренирующего слоя

Fig. 7.3 Nomograma pentru determinarea coeficientului $K_{\text{вог}}$ de creștere a volumului de apă în stratul drenant pe sectoarele cu schimbare a profilului concav.

i_1, i_2 – pante transversale; $K\phi$ – coeficientul de filtrare, m/z; n – coeficient de porozitate a stratului drenant

Таблица 7.3

Tabelul 7.3

Дорожно-климатическая зона <i>Zona climatică rutieră</i>	Схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна <i>Schema de umezire a zonei active a terasamentului</i>	Объем воды, поступающей в основание дорожной одежды <i>Volumul de apă care se infiltrează în straturile de fundație a structurii rutiere</i>			
		Супесь легкая и песок пылеватый <i>Nisip argilos ușor și nisip prăfos</i>	Суглинок и глина <i>Argilă nisipoasă și argilă</i>	Суглинок пылеватый <i>Argilă nisipoasă prăfoasă</i>	Супесь пылеватая <i>Nisip argilos prăfos</i>
III	2	10/1,5	10/1,5	15/2	30/3
	3	15/2	25/2	30/2,5	40/3
	3	25/2,5	40/2,5	50/3,5	60/4
IV		20/2	20/2	30/2,5	40/3

ПРИМЕЧАНИЕ - В числителе дан общий объем воды Q (в литрах на квадратный метр), поступающий в основание за весь расчетный период, в знаменателе - за сутки (q).

NOTĂ - În numărător este dat volumul total de apă Q (în litri pe metru pătrat), care se infiltrează în straturile de fundație pe toată perioada de calcul, în numitor – într-o singură zi (24 ore) (q).

Таблица 7.4

Tabelul 7.4

Дорожно-климатическая зона <i>Zona climatică rutieră</i>	Схема увлажнения <i>Schema de umezire</i>	K_n для непылеватых грунтов <i>K_n pentru pământuri neprăfoase</i>	Пылеватые грунты <i>Pământuri prăfoase</i>	
			K_n	K_r
III	1	1,4	1,5	1,0/1,0
	2	1,4	1,5	1,1/1,0
	3	1,5	1,6	1,2/1,1
III и IV	3	1,5	1,3	1,1/1,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Для непылеватых грунтов $K_F = 1,0$.
2. В числителе указаны значения K_F для дорог I и II категорий, а в знаменателе - для III и IV категорий.

Таблица 7.5**Tabelul 7.5**

Коэффициент уменьшения притока воды в дренирующий слой K_p
Coeficientul de reducere a volumului de apă pătrunsă în stratul drenant K_p

Мероприятие <i>Măsura întreprinsă</i>	Дорожно-климатическая зона <i>Zona climatică rutieră</i>	Грунт Pămînt		
		Супесь <i>Nisip argilos</i>	Легкий суглинок <i>Argilă nisipoasă ușoară</i>	Тяжелый суглинок, глины <i>Argilă nisipoasă grea, argile</i>
Укрепление обочин (по отношению к неукрепленным) в условиях 1-й схемы увлажнения <i>Consolidarea acostamentelor (în raport cu acostamentele neconsolidate) în condițiile schemei de umezire 1</i>	III IV	0,40 0,35	- -	- -
Монолитные слои основания с пористостью материала до 5 % <i>Straturi de fundație monolit cu porozitatea materialului de pînă la 5 %</i>	I, II, III	0,10	0,10	0,10

7.2.5 Полная толщина дренирующего слоя, работающего по принципу поглощения, определяется по формуле:

$$h_{\text{п}} = (Q/(1000n) + 0,3 h_{\text{зап}}) : (1 - \varphi_{\text{зим}}) \quad (7.3)$$

где:

Q - расчетное количество воды в л/м², накапливающейся в дренирующем слое за весь расчетный период (табл. 7.3);

$\varphi_{\text{зим}}$ - коэффициент заполнения пор влагой в материале дренирующего слоя к началу оттаивания (табл. 7.6);

n - пористость материала, в долях единицы.

7.2.6 Дренирующий слой в конструкции с прикормочным дренажем рассчитывают с помощью номограмм (рис. 7.4).

NOTE:

1. Pentru pămînturi neprăfoase $K_F = 1,0$.
2. În numărător sînt indicate valorile K_F pentru drumuri de categoria I și II, iar în numitor pentru categoria III și IV.

7.2.5 Grosimea totală a stratului drenant care funcționează după principiul de absorbtie, se determină cu relația:

unde:

Q – cantitatea de calcul a apei acumulate în stratul drenant pe întreaga perioadă de calcul, l/m² (tabel 7.3);

$\varphi_{\text{зим}}$ - coeficientul de umplere a porilor materialului stratului drenant cu apă la începutul dezghețării (tab. 7.6);

n – porozitatea materialului, în cote din unitate.

7.2.6 Stratul drenant în construcția cu drenuri longitudinale amplasate la marginea părții carosabile se determină conform nomogramelor (fig. 7.4).

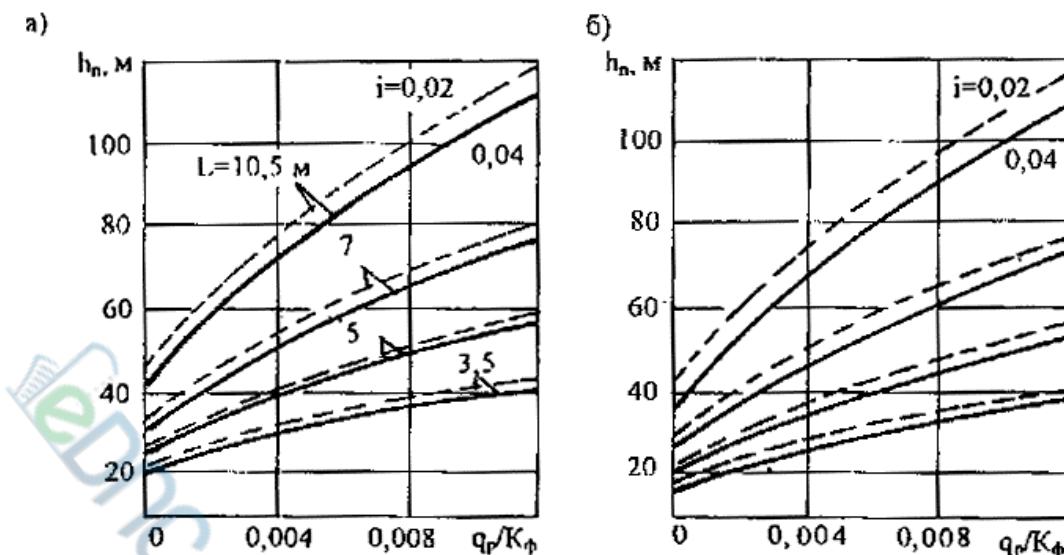


Рис. 7.4 Номограмма для расчета дренирующего слоя в конструкции с прикромочным дренажем:

а - мелкий песок; б - песок средней крупности

Fig. 7.4 Nomograma pentru calculul stratului drenant în construcție cu drenuri longitudinale amplasate la marginea părții carosabile:
a – nisip fin; b – nisip mijlocii

По номограммам рис. 7.1, 7.2 и 7.4 можно также определять требуемые значения коэффициента фильтрации дренирующего слоя при известных других параметрах дренажной конструкции.

7.2.7 Полную толщину дренирующего слоя (в метрах), работающего по принципу осушения с периодом запаздывания отвода воды, достаточную для временного размещения в его порах поступающей в конструкцию в начальный период ее оттаивания воды, определяют по формуле:

$$h_n = (q_p T_{зап} / n + 0,3 h_{зап}) : (1 - \varphi_{зим}) \quad (7.4)$$

где:

$T_{зап}$ – средняя продолжительность запаздывания начала работы водоотводящих устройств, принимаемая для III дорожно-климатической зоны равной 3-4 сут (большее значение – для мелких песков);

$\varphi_{зим}$ – коэффициент заполнения пор влагой в материале дренирующего слоя к началу оттаивания (табл. 7.6);

q_p – расчетное значение воды, поступающей за сутки (формула 7.2).

După nomogramele din fig. 7.1, 7.2 și 7.4 de asemenea se pot determina valorile necesare ale coeficientului de filtrare al stratului drenant cu condiția că sînt cunoscute și alți parametri ai construcției drenante.

7.2.7 Grosimea totală a stratului drenant (în metri), care funcționează după principiul de asanare cu perioada de reținere de evacuare a apei, suficientă pentru dislocarea provizorie în porii stratului drenant a apei care pătrunde în structura în perioada inițială de dezgheț, se determină cu relația:

$$(7.4)$$

unde:

$T_{зап}$ – durata medie de întîrziere a începutului funcționării sistemului de evacuare a apelor, adoptată pentru zona climatică rutieră III fiind egală cu 3-4 zile (valoarea mai mare – pentru nisipurile fine);

$\varphi_{зим}$ – coeficientul de umplere a porilor materialului stratului drenant cu apă la începutul dezghețului (tab. 7.6);

q_p – valoarea de calcul a apei care pătrunde în stratul drenant timp de 24 ore (formula 7.2).

Таблица 7.6
Tabelul 7.6

Толщина дренирующего слоя, см <i>Grosimea stratului drenant, cm</i>	Значение (ϕ_{3mm}) в III дорожно-климатической зоне при пористости n , равной <i>Valoarea (ϕ_{3mm}) în zona climatică rutieră III cu porozitatea n, egală</i>			
	0,4	0,36	0,32	0,28
< 20	0,32	0,4	0,48	0,56
20-40	0,28	0,32	0,4	0,48
> 40	0,24	0,28	0,36	0,44

7.2.8 На участках, где длина пути фильтрации $L > 10$ м, дренирующий слой должен быть рассчитан на поглощение всего количества воды, поступающей за весь расчетный период.

За длину пути фильтрации принимается половина ширины дренирующего слоя при двухскатном поперечном профиле и полная ширина дренирующего слоя при односкатном.

7.2.8 Pe sectoarele unde lungimea de filtrare $L > 10$ m, stratul drenant trebuie să fie calculat la absorbția întregii cantități de apă care pătrunde în stratul drenant pe toată perioada de calcul.

Drept lungime a căii de filtrare se adoptă jumătatea lățimii stratului drenant pentru profilul transversal în acoperiș și lățimea totală a stratului drenant pentru profilul transversal în streașnă.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

SARCINI DE CALCUL

ANEXA A
(normativă)

A.1 При проектировании дорожных одежд в качестве расчетных принимают нагрузки, соответствующие предельным нагрузкам на ось расчетного двухосного автомобиля.

Если в задании на проектирование расчетная нагрузка не оговорена специально, за расчетную принимают нагрузку, соответствующую расчетному автомобилю группы А (табл. А.1).

Таблица А.1
Tabelul A.1

Группа расчетной нагрузки <i>Grupa sarcinii de calcul</i>	Нормативная статическая нагрузка на ось, кН <i>Sarcina normată statistică pe axă, kN</i>	Нормативная статическая нагрузка на поверхность покрытия от колеса расчетного автомобиля, $Q_{\text{расч.}}$, кН <i>Sarcina normată statistică transmisă suprafetei de rulare de roata automobilului de calcul, </i> $Q_{\text{расч.}}$, <i>kN</i>	Расчетные параметры нагрузки <i>Parametrii de calcul ale sarcinii</i>		
			P, Среднее расчетное удельное давление на покрытие, МПа <i>Presiunea specifică medie asupra îmbrăcăminții, MPa</i>	D, Расчетный диаметр отпечатка колеса, см <i>Diametrul de calcul al amprentei rotii, cm</i>	Кратковременное нагружение <i>Încărcarea dinamică</i>
A1	100	50	0,60	37	33
A2	110	55	0,60	39	34
A3	130	65	0,60	42	37

ПРИМЕЧАНИЕ - В числителе - для движущегося колеса, в знаменателе - для неподвижного.

NOTĂ - În numărător – pentru roata în deplasare, în numitor – pentru roata care staționează.

A.2 Данные о нагрузках, передаваемых на дорожное покрытие выпускаемыми серийно автотранспортными средствами, следует принимать по специальным справочникам.

A.3 Значение суммарного коэффициента приведения определяют по формуле:

$$S_{mcum} = \sum_1^n S_n \quad (\text{A.1})$$

где:

n – число осей у данного транспортного средства, для приведения которого к расчетной нагрузке определяется коэффициент S_{mcum} ;

S_n – коэффициент приведения номинальной динамической нагрузки от колеса ка-

A.2 Datele despre sarcinile transmise suprafeței de rulare de vehicule produse în serii, trebuie aprobate conform ghidurilor speciale.

A.3 Valoarea coeficientului sumar de echivalare se determină cu relația:

$$S_{mcum} = \sum_1^n S_n \quad (\text{A.1})$$

unde:

n - numărul de osii a vehiculului dat pentru echivalarea căruia la sarcina de calcul se determină coeficientul S_{mcum} ;

S_n – coeficientul de echivalare a sarcinii dinamice nominale de la roata fiecărei din n

ждой из n осей транспортного средства к расчетной динамической нагрузке.

A.4 Коэффициенты приведения нагрузок S_n определяют по формуле:

$$S_n = \left(\frac{Q_{dn}}{Q_{dpasu}} \right)^P \quad (\text{A.2})$$

где:

Q_{dn} – номинальная динамическая нагрузка от колеса на покрытие;

Q_{dpasu} – расчетная динамическая нагрузка от колеса на покрытие;

P – показатель степени, принимаемый равным:

4,4 – для капитальных дорожных одежд;

3,0 – для облегченных дорожных одежд;

2,0 – для переходных дорожных одежд.

A.5 Номинальная динамическая нагрузка Q_{dn} определяется по паспортным данным на транспортное средство с учетом распределения статических нагрузок на каждую ось:

$$Q_{dn} = K_{din} \cdot Q_n \quad (\text{A.3})$$

где:

K_{din} – динамический коэффициент, принимаемый равным 1,3;

Q_n – номинальная статическая нагрузка на колесо данной оси.

При определении расчетного значения номинальной статической нагрузки для многоосных автомобилей фактическую номинальную нагрузку на колесо, определяемую по паспортным данным, следует умножать на коэффициент K_c , вычисляемый по формуле:

$$K_c = a - b \sqrt{B_m - c} \quad (\text{A.4})$$

где:

B_m – расстояние в метрах между крайними осями автотранспортного средства, м;

a, b, c – параметры, определяемые в зависимости от капитальности дорожной одежды и числа осей тележки по таблице А.2.

osii a unității de transport la sarcina dinamică de calcul.

A.4 Coeficienții de echivalare a sarcinilor S_n se determină cu relația:

unde:

Q_{dn} – sarcina dinamică nominală transmisă suprafetei de rulare de roată;

Q_{dpasu} – sarcina dinamică de calcul transmisă suprafetei de rulare de roată;

P – exponentă, valoarea căruia este adoptată egală cu:

4,4 – pentru structurile rutiere permanente;

3,0 – pentru structurile rutiere semi-permanente;

2,0 – pentru structurile rutiere provizorii.

A.5 Sarcina dinamică nominală Q_{dn} se determină conform datelor din carte tehnică a vehiculului cu considerarea repartizării sarcinilor pe fiecare osie:

unde:

K_{din} – coeficientul dinamic care se adoptă egal cu 1,3;

Q_n – sarcina statică nominală pe roata osiei date.

La determinarea valorii de calcul a sarcinii statice nominale pentru automobile cu mai multe osii, sarcina dinamică nominală reală pe roată se determină conform datelor din carte tehnică care trebuie multiplicată cu coeficientul K_c , care se calculează cu relația:

unde:

B_m – distanța dintre osia din față și cea din spate a vehiculului, m;

a, b, c – parametrii care se determină în funcție de tipul structurii rutiere și numărul de osii ale boghiului conform tabelului A.2.

Таблица А.2
Tabelul A.2

Тележки <i>Boghiuri</i>	а	в	с
Двухосные <i>Cu două osii</i>	<u>1,71</u> 1,52	<u>0,43</u> 0,36	<u>0,5</u> 0,5
Трехосные <i>Cu trei osii</i>	<u>2,00</u> 1,60	<u>0,46</u> 0,28	<u>1,00</u> 1,00

ПРИМЕЧАНИЕ - В числителе - для капитальных и облегченных типов дорожных одежд, в знаменателе - для переходных.

A.6 Суммарный коэффициент приведения определяют в следующей последовательности:

- назначают расчетную нагрузку и определяют ее параметры: Q_{pacu} , P и D :

- для каждой марки автомобилей в составе перспективного движения по паспортным данным устанавливают величину номинальной статической нагрузки на колесо для всех осей транспортного средства Q_n ;

- умножив полученные значения Q_n и расчетную нагрузку Q_{pacu} на динамический коэффициент, находят величины номинальных динамических нагрузок Q_{dn} от колеса для каждой оси и величину расчетной динамической нагрузки Q_{dpacu} ;

- по формуле (A.2) вычисляют коэффициент приведения номинальной нагрузки от колеса каждой из осей S_n к расчетной;

- по формуле (A.1) вычисляют суммарный коэффициент приведения нагрузки от рассматриваемого типа автомобиля к расчетной нагрузке.

A.7 Допускается приближенно принимать суммарный коэффициент приведения S_{mcym} по данным таблицы А.3.

NOTĂ - În numărător – pentru structurile rutiere permanente și semipermanente, în numitor – provizorii.

A.6 Coeficientul sumar de echivalare se determină în ordinea următoare:

- se stabilește sarcina de calcul și se determină parametrii acesteia: Q_{pacu} , P и D :

- pentru fiecare marcă de automobil, în componența traficului de perspectivă, conform formularului tehnic se stabilește valoarea sarcinii statice nominale pe roată pentru toate osiile vehiculului Q_n ;

- multiplicând valorile obținute ale Q_n și sarcina de calcul Q_{pacu} la coeficientul dinamic, se obțin valorile sarcinilor dinamice nominale Q_{dn} de la roată pentru fiecare osie și valoarea sarcinii dinamice de calcul Q_{dpacu} ;

- cu relația (A.2) se calculează coeficientul de echivalare al sarcinii nominale de la roata fiecarei osii S_n la cea de calcul;

- cu relația (A.1) se calculează coeficientul sumar de echivalare al sarcinii transmise de tipul dat de automobil la sarcina de calcul.

A.7 Se admite de a stabili aproximativ coefficientul sumar de echivalare S_{mcym} conform datelor tabelului A.3.

Таблица А.3

Tabelul A.3

Типы автомобилей <i>Tipuri de automobile</i>	Коэффициент приведения к расчётной нагрузке $S_m \text{сум}$ <i>Coeficientul de echivalare la sarcina de calcul $S_m \text{сум}$</i>
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т <i>Camioane ușoare cu capacitatea de incărcare între 1 și 2 t</i>	0,005
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т <i>Camioane medii cu capacitatea de incărcare între 2 și 5 t</i>	0,2
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т <i>Camioane grele cu capacitatea de incărcare între 5 și 8 t</i>	0,7
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т <i>Camioane deosebit de grele cu capacitatea de incărcare de peste 8 t</i>	1,25
Автобусы <i>Autobuze</i>	0,7
Тягачи с прицепами <i>Remorcher cu remorci</i>	1,5

Documente normative în construcții
Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТА РАБОЧЕГО СЛОЯ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ РАСЧЕТЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ НА
ПРОЧНОСТЬ**

ANEXA B
(informativă)

**DETERMINAREA CARACTERISTICILOR DE CALCUL ALE PĂMÂNTULUI DIN
ZONA ACTIVĂ A TERASAMENTULUI LA DIMENSIONAREA STRUCTURII
RUTIERE CONFORM CAPACITĂȚII PORTANTE.**

**B.1 Определение расчетной влажности
грунта рабочего слоя**

Расчетную влажность дисперсного грунта W_p (волях от влажности на границе текучести W_m) при суммарной толщине слоев дорожной одежды $Z_l \geq 0,75$ м определяют по формуле:

$$W_p = (\bar{W}_{ma\delta} + \Delta_1 \bar{W} - \Delta_2 \bar{W})(1 + 0,1 t) - \Delta_3 \quad (B.1)$$

где:

$\bar{W}_{ma\delta}$ – среднее многолетнее значение относительной (волях от границы текучести) влажности грунта, наблюдавшееся в наиболее неблагоприятный (весенний) период года в рабочем слое земляного полотна, отвечающего нормам NCM D.02.01 по возвышению над источниками увлажнения, на дорогах с усовершенствованными покрытиями и традиционными основаниями дорожных одежд (щебень, гравий и т.п.), и при суммарной толщине одежды до 0,75 м, определяемое по табл. B.1 в зависимости от дорожно-климатической зоны и подзоны (рис. B.2), схемы увлажнения земляного полотна и типа грунта;

$\Delta_1 \bar{W}$ – поправка на особенности рельефа территории, устанавливаемая по табл. B.2;

$\Delta_2 \bar{W}$ – поправка на конструктивные особенности проезжей части и обочин, устанавливаемая по табл. B.3;

Δ_3 – поправка на влияние суммарной толщины стабильных слоев дорожной одежды, устанавливаемая по графику рис. B.1;

t – коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости

**B.1 Determinarea umidității de calcul a
pământului din zona activă.**

Umiditatea de calcul a pământului dispers W_p (în cote din umiditatea la limita de curgere W_m) la grosimea sumară a straturilor structurii rutiere $Z_l \geq 0,75$ m se determină cu relația:

$$\text{unde:}$$

$\bar{W}_{ma\delta}$ – valoarea medie multianuală a umidității relative (în cote din limita de curgere) a pământului, care a fost observată în perioada cea mai nefavorabilă a anului (primăvara) în zona activă a terasamentului care corespunde normelor NCM D.02.01 conform supraînălțării față de sursele de umiditate, pe drumuri cu îmbrăcăminți rutiere moderne și cu fundații tradiționale (macadam, balast, etc.) cu grosimea sumară a structurii rutiere pînă la 0,75 m, care se determină conform tabelului B.1 în funcție de zona și subzona climatică rutieră (fig. B.2), schema de umiditate a terasamentului și tipul pământului.

$\Delta_1 \bar{W}$ – corecția la particularitățile reliefului, care se determină conform tab. B.2;

$\Delta_2 \bar{W}$ – corecția la particularitățile constructive ale părții carosabile și ale acostamentelor, care se determină conform tab. B.3;

Δ_3 – corecția la influența grosimii sumare ale straturilor stabile a structurii rutiere care se determină conform graficului din fig. B.1;

t – coeficientul devierii normate, adopat în funcție de nivelul necesar de fiabilitate

от требуемого уровня надежности по табл. D.2 приложения D.

conform tab. D.2. al anexei D.

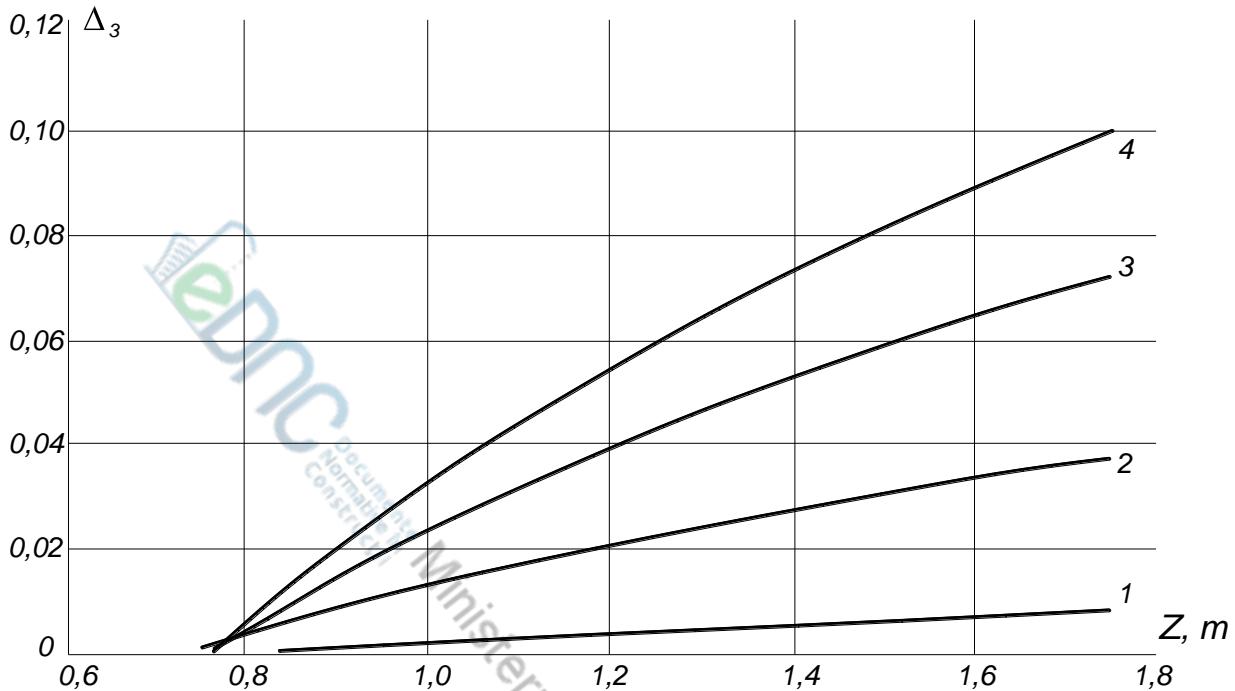


Рис. B.1 Графики для определения поправки на влияние суммарной толщины стабильных слоев одежды:

1 - для исходной* относительной влажности $0,75 W_m$; 2 - то же, для $0,80 W_m$; 3 - то же, для $0,85 W_m$;
4 - то же, для $0,90 W_m$.

Fig. B.1 Grafice pentru determinarea corecției la influența grosimii sumare ale straturilor stabile a structurii rutiere:

1 – pentru umiditatea relativă inițială* $0,75 W_m$; 2 - idem, pentru $0,80 W_m$; 3 - idem, pentru $0,85 W_m$;
4 - idem, pentru $0,90 W_m$.

* Исходная влажность определяется первым слагаемым в выражении (B.1)

* Umiditatea relativă inițială se determină prin prima componentă din relația (B.1)

HARTA ZONELOR CLIMATICE

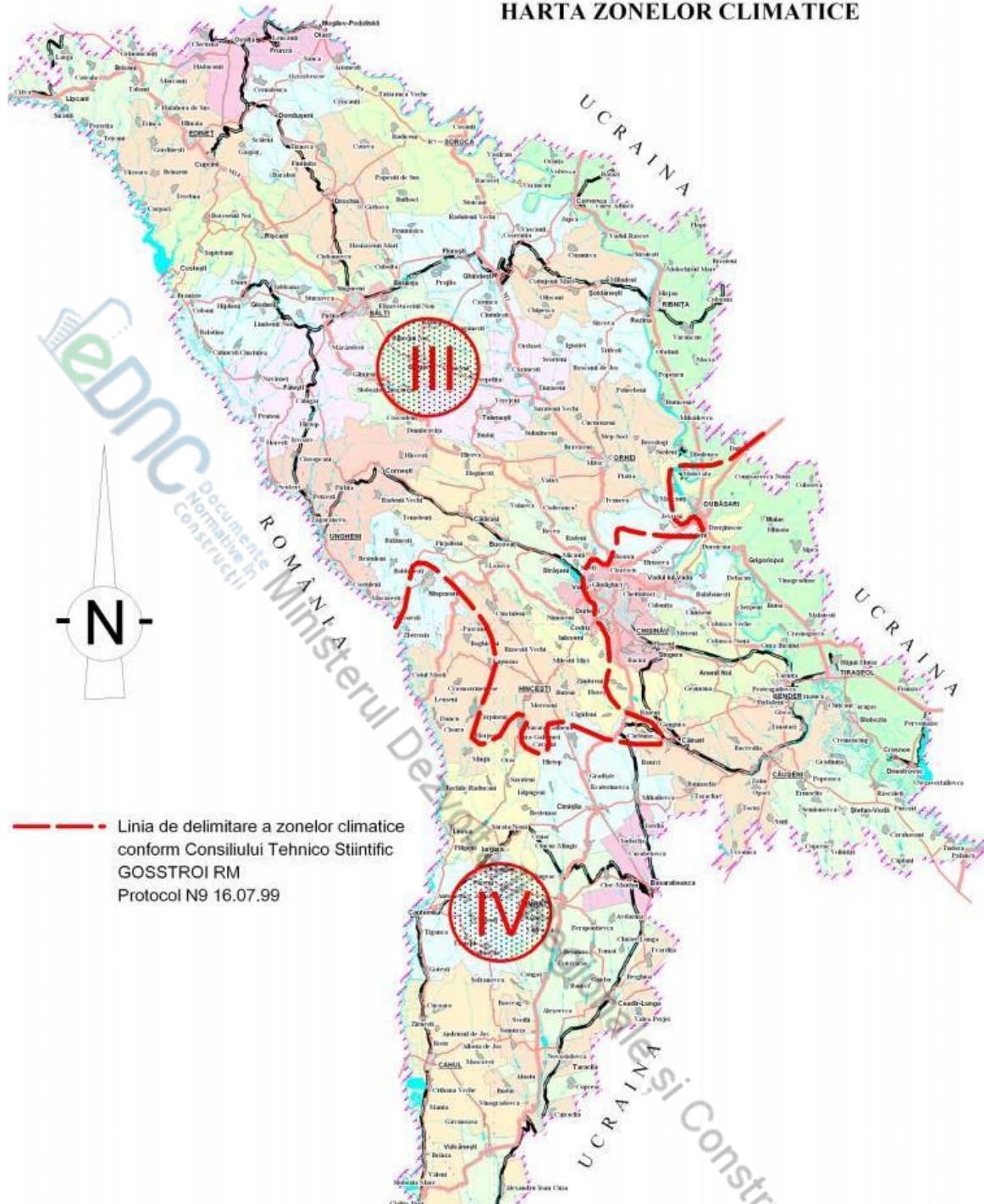


Рис. В.2 Карта дорожно-климатических зон
Fig. B.2 Harta zonelor climatice rutiere

Величина W_{occp} определяется в зависимости от $t_{вл}$, h_b и $K_{вл}$. Эти характеристики объединены в т.н. критерий осенне-влагонакопления (F_{oh}) в виде:

Valoarea W_{occp} se determină în funcție de $t_{вл}$, h_b și $K_{вл}$. Caracteristicile date sunt grupate în aşa numitul criteriu de absorbție de toamnă a apei (F_{oh}) în forma de:

Таблица В.1

Tabelul B.1

Дорожно-климатические зоны Zonele climaterice rutiere	Схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна Schema de umezire a stratului de pămînt din zona activă	Среднее значение влажности $\bar{W}_{\text{таб}}$ грунта, доли от W_T Valoarea medie a umidității $\bar{W}_{\text{таб}} pămîntului$, cote din W_T			
		супесь легкая <i>nisip argilos ușor</i>	песок пылеватый <i>nisip prăfos</i>	суглинок легкий <i>argilă nisipoasă ușoară</i>	супесь пылеватая и суглинок пылеватый <i>nisip argilos prăfos și argilă nisipoasă prăfoasă</i>
III	1	0,55	0,57	0,60	0,63
	2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
IV	1	0,53	0,55	0,57	0,60
	2-3	0,57	0,58	0,60	0,64

ПРИМЕЧАНИЕ - Табличными значениями $\bar{W}_{\text{таб}}$ можно пользоваться только при обеспечении возвышения земляного полотна в соответствии со NCM D.02.01. На участках, где возвышение не обеспечивается (например, в нулевых местах и в выемках с близким залеганием грунтовых вод), величина $\bar{W}_{\text{таб}}$ назначается индивидуально по данным прогнозов, но она должна быть не менее чем на 0,03 выше табличных значений.

NOTĂ - Se admite de a folosi valorile tabelare $\bar{W}_{\text{таб}}$ doar în cazul în care este asigurată supraînălțarea terasamentului în conformitate cu NCM D.02.01. Pe sectoarele unde supraînălțarea terasamentului nu este asigurată (de exemplu, în locurile cu cota zero și în deblee cu apele subterane aproape de suprafață), valoarea $\bar{W}_{\text{таб}}$ se aprobă individual conform datelor pronosticurilor, însă valoarea acestuia trebuie să depășească cu minim 0,03 valorile tabelare.

Таблица В.2

Tabelul B.2

№ п/п Nr. d/o	Тип местности по рельефу Tipul reliefului regiunii	Поправка $\Delta_1 \bar{W}$ Corecția $\Delta_1 \bar{W}$
1.	Равнинные районы <i>Regiuni cu relief de șes</i>	0,00
2.	Предгорные районы (до 1000 м в.у.м.) <i>Regiuni cu relief de deal (pînă la 1000 m deasupra nivelului mării)</i>	0,03

Таблица В.3

Tabelul B.3

№ п/п Nr. d/o	Конструктивная особенность Particularitățile constructive	Поправка $\Delta_2 \bar{W}$ в дорожно-климатических зонах Corecția $\Delta_2 \bar{W}$ pentru zonele climatice rutiere	
		III	IV
1.	Наличие основания дорожной одежды, включая слои на границе раздела с земляным полотном, из укрепленных материалов и грунтов: <i>Prezența fundației structurii rutiere, inclusiv straturilor la limita terasamentului, din materiale sau pămînturi consolidate.</i> - крупнообломочного грунта и песка <i>pămînt din roci detritice și nisip</i> - супеси <i>- nisip argilos</i> - пылеватых песков и супесей, суглинка, зологрунта <i>- nisip prăfos și nisip argilos, argilă nisipoasă</i>	0,04 0,05 0,08	0,03 0,05 0,06

Таблица В.3 (продолжение)
Tabelul B.3 (continuare)

№ п/п Nr. d/o	Конструктивная особенность <i>Particularitățile constructive</i>	Поправка $\Delta_2 \bar{W}$ в дорожно-климатических зонах	
		<i>Corecția $\Delta_2 \bar{W}$ pentru zonele climatice rutiere</i>	
		III	IV
2.	Укрепление обочин (не менее 2/3 их ширины): <i>Consolidarea acostamentelor (de minim 2/3 din lățime)</i> - асфальтобетоном - <i>cu beton asfaltic</i> - щебнем (гравием) - <i>cu piatră spartă (prundiș)</i>	0,04 0,02	0,03 0,02
3.	Дренаж с продольными трубчатыми дренами <i>Drenaj longitudinal cu tuburi</i>	0,03	-
4.	Устройство гидроизолирующих прослоек из полимерных материалов <i>Amenajarea intercalărilor hidroizolante din materiale sintetice</i>	0,05	0,03
5.	Устройство теплоизолирующего слоя, предотвращающего промерзание <i>Amenajarea stratului termoizolant care previne înghețul</i>	Снижение расчетной влажности до величины полной влагоемкости при требуемом K_{upl} . грунта <i>Reducerea umidității de calcul pînă la valoarea capacitatei totale de absorbție la gradul necesar de compactare a pămîntului K_{upl}.</i>	
6.	Грунт в активной зоне земляного полотна в «обойме» <i>Pămînt din zona activă a terasamentului în „fretă”</i>	Снижение расчетной влажности до оптимальной <i>Reducerea umidității de calcul pînă la cea optimă</i>	
7.	Грунт, уплотненный до $K_{upl} = 1,03 - 1,05$ в слое 0,3 - 0,5 м от низа дорожной одежды, расположенному ниже границы промерзания <i>Pămînt, compactat pînă la $K_{upl} = 1,03 - 1,05$ în strat de 0,3 - 0,5m de la partea inferioară a structurii rutiere, amplasat mai jos de limita de îngheț.</i>	0,03-0,05	0,03-0,05

ПРИМЕЧАНИЕ - Поправки $\Delta_2 \bar{W}$ при мероприятиях по п. 1 и 2 следует принимать только при 1-й схеме увлажнения рабочего слоя, а по п. 5 - при 2-й и 3-й схемах.

NOTĂ - Corecțiile $\Delta_2 \bar{W}$ la măsurile întreprinse conform punctelor 1 și 2 se adoptă doar la prima schemă de umezire a zonei active, conform punctului 5 la scheme 2 și 3.

В.2 Рекомендуемые нормативные значения механических характеристик грунтов и песчаных конструктивных слоев

Таблица В.4 Нормативные значения сдвиговых характеристик глинистых грунтов в зависимости от расчетного числа приложений расчетной нагрузки

Tabelul B.4 Valorile normative ale caracteristicilor de forfecare ale pămînturilor argiloase funcție de numărul de calcul al aplicărilor sarcinii de calcul

Расчетная относительная влажность <i>Umiditatea rela- tivă de calcul</i>	Сцепление, МПа при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p) <i>Aderența, MPa pentru numărul sumar al apli- cărilor sarcinii (ΣN_p)</i>					Угол внутреннего трения, град. при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p) <i>Unghiul de frecare interioară, grad. pentru numă- rul sumar al aplicărilor sarcinii (ΣN_p)</i>				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6	1	10^3	10^4	10^5	10^6
Суглинки и глины <i>Argile nisipoase și argile</i>										
0,60	0,030	0,030	0,016	0,014	0,012	24	20	14,5	11	9
0,65	0,024	0,019	0,013	0,011	0,009	21	15	11	8	7
0,70	0,019	0,013	0,009	0,007	0,006	18	11,5	8,5	6,5	5,5
0,75	0,015	0,009	0,006	0,005	0,004	15	10	7,5	5	4
0,80	0,011	0,007	0,005	0,003	0,002	13	8	5	3	2,5
0,90	0,008	0,004	0,004	0,002	0,001	11,5	6,5	3,5	2,2	2
Супеси <i>Nisipuri argiloase</i>										
0,6	0,014	0,012	0,008	0,006	0,005	36	24	18	14	12
0,65	0,013	0,010	0,008	0,006	0,004	36	23,5	17	14	12
0,70	0,012	0,009	0,006	0,005	0,004	35	23,5	17	14	12
0,75	0,011	0,008	0,005	0,004	0,003	35	23	17	14	12
0,80	0,010	0,007	0,005	0,004	0,003	34	23	17	14	12
0,85	0,009	0,007	0,004	0,003	0,003	34	22	15	12	10
0,90	0,008	0,004	0,003	0,003	0,003	33	21	12,5	10	8

ПРИМЕЧАНИЕ - Значения сдвиговых характеристик при $\Sigma N_p = 1$ используются при расчете на статическое действие нагрузки. При $\Sigma N_p > 10$ расчетные значения φ и c следует принимать по столбцу «10⁶».

NOTĂ - Valoarile caracteristicilor de forfecare cînd $\Sigma N_p = I$ se folosesc la calculul la solicitarea sarcinii statice. În cazul $\Sigma N_p > 10$ valorile de calcul ale φ și c trebuie adoptate conform coloanei « 10^6 ».

Таблица В.5 Нормативные значения модулей упругости грунтов
Tabelul B.5 Valorile normate ale modulului de elasticitate a pămînturilor

Грунт <i>Pămînt</i>	Модуль упругости, при относительной влажности W/W _m , МПа <i>Modulul de elasticitate la umiditatea relativă W/W_m, MPa</i>									
	0,5	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
Пески: <i>Nisipuri:</i>										
крупные <i>mari</i>						130				
средней крупности <i>mijlocii</i>					120					
мелкие <i>fine</i>						100				
однородные <i>omogene</i>						75				

Таблица В.5 (продолжение)
Tabelul B.5 (continuare)

Грунт <i>Pămînt</i>	Модуль упругости, при относительной влажности W/W _m , МПа <i>Modulul de elasticitate la umiditatea relativă W/W_m, MPa</i>									
	0,5	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
пылеватые <i>prăfoase</i>	96	90	84	78	72	60	60	54	48	43
Супеси: <i>Nisipuri argiloase:</i>										
легкая <i>ușoare</i>	70	60	56	53	49	45	43	42	41	40
пылеватая, тяжелая <i>prăfoase, grele</i>	108	90	72	54	46	38	32	27	26	25
легкая крупная <i>ușoare cu grnulozitate mare</i>						65				
Суглинки: <i>Argile nisipoase:</i>										
легкий, тяжелый <i>ușoare, grele</i>	108	90	72	50	41	34	29	25	24	23
легкий пылеватый, тяжелый пылеватый <i>ușoare, prăfoase, grele prăfoase</i>	108	90	72	54	46	38	32	27	26	25
Глины <i>Argile</i>	108	90	72	50	41	34	29	25	24	23

ПРИМЕЧАНИЕ - Классификация песков дана по ГОСТ 25100. Однородные выделяются по указаниям NCM D.02.01.

NOTĂ - Clasificarea nisipului este dată conform ГОСТ 25100. Cele omogene se evidențiază conform indicațiilor NCM D.02.01.

Таблица В.6 Расчетные значения угла внутреннего трения и сцепления песчаных грунтов и песков конструктивных слоев в зависимости от расчетного числа приложения расчетной нагрузки (ΣN_p)

Tabelul B.6 Valorile de calcul ale unghiului de frecare interioară și ale aderenței pămînturilor nisipoase din straturile componente în funcție de numărul de calcul al aplicărilor sarcinii de calcul (ΣN_p)

№№ п/п Nr. d/o	Тип грунта <i>Tipul pămîntului</i>	Сцепление, МПа и угол внутреннего трения, град при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p)					
		1	10^3	10^4	10^5	10^6	
1.	Песок крупный с содержанием пылевато-глинистой фракции: <i>Nisip mare cu conținut de particule prăfoase și argiloase:</i>	0 %	<u>35</u> 0,004	<u>33</u> 0,003	<u>32</u> 0,003	<u>31</u> 0,003	<u>29</u> 0,003
		5 %	<u>34</u> 0,005	<u>31</u> 0,004	<u>36</u> 0,004	<u>29</u> 0,003	<u>28</u> 0,003
2	Песок средней крупности с содержанием пылевато-глинистой фракции: <i>Nisip mijlociu cu conținut de particule prăfoase și argiloase:</i>	0 %	<u>32</u> 0,004	<u>30</u> 0,004	<u>30</u> 0,003	<u>28</u> 0,003	<u>22</u> 0,002
		5 %	<u>33</u> 0,005	<u>30</u> 0,004	<u>29</u> 0,003	<u>28</u> 0,003	<u>26</u> 0,002

Таблица В.6 (продолжение)
Tabelul B.6 (continuare)

№ № п/п Nr. d/o	Тип грунта <i>Tipul pămîntului</i>	Сцепление, МПа и угол внутреннего трения, град при суммарном числе приложений нагрузки (ΣN_p) <i>Aderență, MPa și unghiul de frecare interioară, grad pentru numărul sumar al aplicărilor sarcinii (ΣN_p)</i>				
		1	10^3	10^4	10^5	10^6
3	Песок мелкий с содержанием пылевато-глинистой фракции: <i>Nisip fin cu conținut de particule prăfoase și argiloase:</i>	0 %	<u>11</u> 0,003	<u>28</u> 0,003	<u>22</u> 0,002	<u>26</u> 0,002
		5 %	<u>31</u> 0,005	<u>22</u> 0,004	<u>26</u> 0,004	<u>21</u> 0,004
		8 %	<u>11</u> 0,006	<u>22</u> 0,005	<u>26</u> 0,004	<u>25</u> 0,003

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Значения характеристик даны для условий полного заполнения пор водой.
- В числителе - угол внутреннего трения в градусах, в знаменателе - сцепление в МПа.
- При $\Sigma N_p > A 106$ расчетные значения φ и c следует принимать по столбцу « 10^6 ».

NOTE:

- Valorile caracteristicilor sunt date pentru condițiile umplerii totale a porilor cu apă.
- În numărător – unghiul de frecare interioară în grade, în numitor – aderență, MPa.
- În cazul $\Sigma N_p > A 106$ valorile de calcul ale φ și c trebuie adoptate conform coloanei « 10^6 ».

В.3 Дорожно-климатические зоны**B.3 Zonele climaterice rutiere**

Дорожно-климатическая зона и подзона <i>Zonele și subzonele climatice rutiere</i>	Примерные географические границы <i>Hotarele geografice aproximative</i>
III	Севернее линии Грозешть – Вэрзэрешть – Ниспорень – Пашкань – Лэпушина – 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 – Goianul Nou</i>
IV	Южнее линии Грозешть – Вэрзэрешть – Ниспорень – Пашкань – Лэпушина – Кэрпинень – Албина – Гура Галбеней – Кэйнарь – Рэзень – Зымбрень – Дурлешть – Мэгдэчешть – Чореску – Дороцкая – Устья – Охринчя – Жеврень – Маркэуць – Моловата – Гоянул Ноу <i>La Sud de linia Grozești – Vărzărești – Nisporeni – Pașcani – Lăpușna – Cărpineni – Albina – Gura Galbenei – Căinari – Răzeni – Zîmbreni – Durlești – Măgdăcești – Ciorescu – Doroțchaia – Ustia – Ohrincea – Jevreni – Marcăuți – Molovata – Goianul Nou</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ С
(справочное)

ТАБЛИЦЫ НОРМАТИВНЫХ И РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ

ANEXA C
(informativă)

TABELELE VALORILOR NORMATE ȘI DE CALCUL ALE CARACTERISTICILOR DE REZISTENȚĂ A STRATURILOR COMPOUNTE

C.1 Слои из асфальтобетона

Таблица С.1 Характеристики асфальтобетонов при расчете на растяжение при изгибе под динамическими нагрузками

Tabelul C.1 Caracteristicile betoanelor asfaltice pentru calculul la întindere prin încovoiere de la sarcini dinamice

Асфальтобетон Beton asfaltic	Расчетные значения модуля упругости Е, МПа Valorile de calcul a modulului de elas- ticitate E, MPa	м м	α	Нормативные значения сопротивление растяжению при изгибе R_o, МПа Valorile normate ale re- зistenței la dilatare din în- covoiere R_o, MPa
Высокоплотный на БНД марки: <i>Cu densitate sporită pe bitum marca BND</i>				
40/60	8600	6,0	5,6	10,00
60/90	6000	5,5	5,9	9,80
90/130	4600	5,0	6,3	9,50
130/200	3500	4,5	6,8	9,30
200/300	2500	4,3	7,1	9,00
Плотный на БНД марки: <i>Dens pe bitum marca BND</i>				
40/60	6000	6,0	5,6	10,00
60/90	4500	5,5	5,9	9,80
90/130	3600	5,0	6,3	9,50
130/200	2600	4,5	6,8	9,30
200/300	2000	4,3	7,1	9,00
Пористый на БНД марки: <i>Poros pe bitum marca BND</i>				
40/60	3600	4,5	6,8	8,30
60/90	2800	4,3	7,1	8,00
90/130	2200	4,0	7,6	7,80
130/200	1800	3,75	8,2	7,60
200/300	1400	3,7	8,2	7,10
Высокопористый на БНД марки: <i>Macroporos pe bitum marca BND:</i>				
40/60	3000	4,3	7,1	5,50/6,50*
60/90	2100	4,0	7,6	5,65/6,20
90/130	1700	3,8	7,9	5,50/-
Холодные асфальтобетоны: <i>Betoane asfaltice la rece</i>				
Бх	2600	3,0	10,3	4,90
Вх	2200	2,5	13,4	4,60
Гх	1800	2,0	19,5	4,20
Дх	1500	2,0	19,5	3,90

ПРИМЕЧАНИЕ - * - для песчаного асфальтобето-на.

NOTĂ - *- pentru beton asfaltic cu agregate de nisip.

Таблица С.2 Нормативные значения модуля упругости асфальтобетонов различных составов (при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и по условию сдвигостойчивости)

Tabelul C.2 Valorile normate ale modulului de elasticitate a betoanelor asfaltice de diferență compoziție (la calculul construcției conform deflexiei elastice admisibile și conform rezistenței la forfecare)

Материал <i>Material</i>	Марка битума <i>Marca bitumului</i>	Модуль упругости Е, МПа, при температуре покрытия, °C <i>Modulul de elasticitate E, MPa, la temperatura îmbrăcămintei rutiere, °C</i>				
		+10	+20	+30	+40	+50 (60)
Плотный асфальтобетон и высокоплотный асфальтобетон <i>Beton asfaltic dens și cu densitate sporită</i>	Вязкого БНД и БН: <i>Vîscos BND și BN:</i> 40/60; 60/90; 90/130	4400; 3200; 2400	2600; 1800; 1200	1550; 1100; 550	850; 650; 550	520; 460; 420
	130/200; 200/300	1500; 1200	800; 600	670; 500	460; 420	380; 360
	Жидкого: <i>Lichefiat:</i> БГ-70/130; СГ-130/200	1000; 1000	420; 420	400; 400	350; 350	350; 350
Пористый и высокопористый асфальтобетон <i>Beton asfaltic poros și macroporos</i>	СГ-70/130; МГ-70/130	800; 800	360; 360	350; 350	350; 350	350; 350
	Вязкого БНД и БН: <i>Vîscos BND și BN:</i> 40/60; 60/90; 90/130	2800; 2000; 1400	1700; 1200; 800	900; 700; 510	540; 460; 380	390; 360; 350
	130/200; 200/300	1100; 950	600; 450	400; 350	340; 330	340; 330
Плотный дегтебетон <i>Anrobat/beton dens cu gudron</i>	-	3800	1500	800	500	350
Пористый дегтебетон <i>Anrobat/beton poros cu gudron</i>	-	2000	300	400	350	300
Асфальтобетоны холодные: <i>Betoane asfaltice la rece:</i>						
Бх	-	1300	-	-	-	-
Вх	-	1100	-	-	-	-
Гх	-	900	-	-	-	-
Дх	-	750	-	-	-	-

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Модули упругости пористого и высокопористого асфальтобетона даны применительно к песчаным смесям. При температуре от 30 до 50 °C модули упругости для мелкозернистых смесей следует увеличить на 10 %, а для крупнозернистых смесей - на 20 %.
- При расчете на упругий прогиб принимать при $t^{\circ} = +10$ °C.

NOTE:

- Modulele de elasticitate ale betonului asfaltic poros și macroporos sunt date aplicativ la betoanele asfaltice fine. La temperaturile cuprinse între 30 și 50 °C modulele de elasticitate a mixturilor asfaltice fine urmează a fi majorate cu 10 %, iar pentru mixturi cu agregat mare - cu 20 %.
- Pentru calculul conform deflexiunii elastice se aprobă valorile la $t^{\circ} = +10$ °C.

Таблица С.3 Расчетные значения модуля упругости асфальтобетона при расчете на длительную нагрузку

Tabelul C.3 Valorile de calcul ale modulului de elasticitate a betonului asfaltic pentru calcul la sarcina cu solicitarea statică a sarcinii, Mpa, la temperatura de calcul, °C

Вид асфальтобетона <i>Tipul betonului asfaltic</i>	Тип смеси <i>Tipul mixturii</i>	Расчетный модуль упругости Е при статическом действии нагрузки, МПа, при расчетной температуре, °C <i>Modulul de elasticitate E de calcul la solicitarea statică a sarcinii, Mpa, la temperatura de calcul, °C</i>			
		+20	+30	+40	+50
Плотные смеси <i>Mixturi dense</i>	A	480	420	360	300
	Б	400	350	300	250
	В	320	280	240	200
	Г	300	270	220	200
	Д	200	180	160	150
Пористые и высокопористые смеси <i>Mixturi poroase și macroporoase</i>	Крупнозернистая <i>Cu aggregate mari</i>	360	320	280	250
	Мелкозернистая <i>Cu aggregate mărunte</i>	290	250	220	200
	Песчаная <i>Pe baza de nisip</i>	250	225	200	190
Асфальтобетоны холодные <i>Betoane asfaltice la rece</i>	Бх	180	-	-	-
	Вх	170	-	-	-
	Гх	160	-	-	-
	Дх	150	-	-	-

ПРИМЕЧАНИЕ - Модуль упругости высокоплотного асфальтобетона принимать как для плотного асфальтобетона типа А.

NOTĂ - Modulul de elasticitate a betonului asfaltic cu densitate sporă se adoptă ca și pentru betonul asfaltic dens de tip A.

C.2 Конструктивные слои из органоминеральных смесей и грунтов, укрепленных органическим вяжущим

Таблица С.4 Конструктивные слои из щебеноочно-гравийно-песчаных смесей и грунтов, обработанных органическими и комплексными вяжущими (органоминеральные смеси - ГОСТ 30491)

Tabelul C.4 Straturi componente din amestec de pietriș-prindîș-nisip și pămînturi, anrobate cu lianți organici și complecși (mixturi organominerale - ГОСТ 30491)

№ п.п. Nr. crt	Материал слоя <i>Materialul stratului</i>	Нормативные значения модуля упругости, E, МПа <i>Valorile normate ale modulului de elasticitate, E, Mpa</i>
1	Щебеноочно-гравийно-песчаные смеси (оптимального/неоптимального состава) обработанные: <i>Amestecuri de pietriș-prundîș-nisip (cu compoziție optimă/neoptimă) anrobate cu:</i> - жидким или вязким битумом, или битумной эмульсией - <i>bitum lichefiat sau viscos, sau cu emulsie bituminoasă</i> - жидким битумом или битумной эмульсией совместно с неорганическими вяжущими - <i>bitum lichefiat 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 mari, mijlocii, fine, nisip argilos ușor și fin, argile nisipoase ușoare anrobate cu:</i> - жидким или вязким битумом, или битумной эмульсией - <i>bitum lichefiat sau viscos, sau cu emulsie bituminoasă</i> - жидким битумом или битумной эмульсией совместно с неорганическими вяжущими - <i>bitum lichefiat sau cu emulsie bituminoasă combinate cu lianți neorganici</i>	430/280 700/600

Таблица С.5

Tabelul C.5

**Конструктивные слои из черного щебня
*Straturi constructive din piatră spartă preanrobată***

№ п/п Nr. d/o	Материал <i>Material</i>	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа <i>Valorile normate ale modulului de elasticitate, E, Mpa</i>
1	Черный щебень, уложенный по способу заклинки <i>Piatră spartă preanrobată, pusă în opera prin împărare</i>	600-900
2	Слой из щебня, устроенного по способу пропитки вязким битумом и битумной эмульсией <i>Macadam penetratt cu bitum văscos sau cu emulsie bituminoasă</i>	400-600

ПРИМЕЧАНИЕ - Большие значения - для покрытий, меньшие - для оснований.

NOTĂ - Valorile mai mari - pentru îmbrăcăminți, mai mici - pentru fundații.

С.3 Конструктивные слои из щебено-гравийно-песчаных смесей и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими материалами

C.3 Straturi constructive din amestecuri de pietriș – prundiș – nisip și pămînturi tratate cu lianți minerali

Таблица С.6 Конструктивные слои из смесей щебено-гравийно-песчаных и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими материалами, соответствующих ГОСТ 23558

Tabelul C.6 Straturi componente din amestecuri de pietriș – prundiș – nisip și pămînt, tratate cu lianți neorganici, care corespund ГОСТ 23558

№ п.п. Nr. d/o	Материал <i>Material</i>	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа <i>Valorile normate ale modulului de elasticitate, E, MPa</i>
1	Щебено-гравийно-песчаные грунты (оптимального/неоптимального состава), обработанные цементом: <i>Amestecuri de pietriș – prundiș – nisip (granulozitate optimă/neoptimă) tratate cu ciment:</i> - соответствующие марки: - <i>care corespund mărclii:</i> 20 40 60 75 100	500/400 600/550 800/700 870/830 1000/950
2	То же, обработанные зольным или шлаковым вяжущим: <i>Idem, tratate cu liant din cenușe sau din zgură:</i> - соответствующие марки: - <i>care corespund mărclii:</i> 20 40 60 75 100	450/350 550/500 750/650 870/780 950/910
3	Пески крупные, средние, мелкие и пылеватые, супесь легкая и тяжелая, суглинки легкие, обработанные цементом: <i>Nisipuri mari, mijlocii, fine și prăfoase, nisip argilos ușor și greu, argile nisipoase ușoare, tratate cu ciment:</i> - соответствующие марки: - <i>care corespund mărclii:</i> 20 40 60 75 100	400/250 550/400 700/550 870/750 950/870
4	То же, обработанные зольными или шлаковым вяжущим: <i>Idem, tratate cu liant din cenușe sau din zgură:</i> - соответствующим марке: - <i>care corespund mărclii:</i> 20 40 60 75 100	300/200 450/300 600/450 730/600 870/750

Таблица С.7 Конструктивные слои из активных материалов (шлаки, шламы, фосфогипс и др.)

Tabelul C.7 Straturi componente din materiale active (zgură, șlam, fosfogips, etc.)

№ п/п Nr. d/o	Материал <i>Material</i>	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа <i>Valorile normate ale modulu- lui de elasticitate, E, MPa</i>
1	Основание из подобранных оптимальных смесей из высокоактивных материалов с максимальной крупностью зерен до 40 мм, уплотненных при оптимальной влажности <i>Strat de fundație din amestecuri cu granulozitate optimă din materiale foarte active cu dimensiunea maximală a granulelor pînă la 40 mm, cilindrate la umiditate optimă</i>	650-870
2	То же, из активных материалов <i>Idem, din materiale active</i>	480-700
3	Основание из рядовых неоптимальных смесей из высокоактивных материалов с максимальной крупностью 70 мм <i>Strat de fundație din materiale ordinare foarte active cu granulozitate neooptimală cu dimensiunea maximală a granulelor 70 mm.</i>	450-650
4	То же, из активных материалов <i>Idem, din materiale active.</i>	370-480

ПРИМЕЧАНИЯ:

- К высокоактивным материалам относятся материалы, имеющие прочность при сжатии от 5 до 10 МПа в возрасте 90 сут.
- К активным материалам - материалы, имеющие прочность при сжатии от 2,5 до 5 МПа в том же возрасте.

C.4 Конструктивные слои из щебеноочно-гравийно-песчаных материалов, необработанных вяжущими

Таблица С.8 Конструктивные слои из смесей щебеноочно-гравийно-песчаных, соответствующих ГОСТ 25607 и ГОСТ 3344

*Tabelul C.8 Straturi constructive din amesticuri de pietriș-prundis-nisip, care corespund
ГОСТ 25607 și ГОСТ 3344*

Материал слоя <i>Materialul stratului</i>	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа <i>Valorile normate ale modulu- lui de elasticitate, E, MPa</i>
Щебеночные/гравийные смеси (С) для покрытий: <i>Piatra spartă / balast (C) pentru îmbrăcăminți rutiere:</i> - непрерывная гранулометрия (ГОСТ 25607) - <i>granulometrie continuă</i> (ГОСТ 25607) при максимальном размере зерен, мм: <i>pentru sortul maximal, mm:</i> C ₁ - 40 C ₂ - 20	300/280 290/265

NOTE:

- Materiale foarte active – materialele care au rezistență la compresiune între 5 și 10 MPa la vîrstă de 90 zile.*
- Materiale active – materialele care au rezistență la compresiune între 2,5 și 5 MPa la vîrstă de 90 zile.*

**C.4 Straturi componente din amesticuri de
pietriș-prundis-nisip netratate cu lianți.**

Таблица С.8 (продолжение)
Tabelul C.8 (continuare)

Материал слоя Materialul stratului	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа Valorile normate ale modulu- lui de elasticitate, E, MPa
Смеси для оснований <i>Amestecuri pentru fundații</i>	
- непрерывная гранулометрия, мм: <i>-granulometrie continuă, mm:</i>	280/240
C ₃ - 80	275/230
C ₄ - 80	260/220
C ₅ - 40	240/200
C ₆ - 20	260/180
C ₇ - 20	
Шлаковая щебеночно-песчаная смесь из неактивных и слабоактивных шлаков (ГОСТ 3344) <i>Amestec de pietriș- nisip din zguri inerte și slab active ГОСТ 3344)</i>	
C ₁ - 70 мм	275
C ₂ - 70 мм	260
C ₄ - 40 мм	250
C ₆ - 20 мм	210

Таблица С.9 Щебеночные основания, устраиваемые методом заклинки, соответствующие ГОСТ 25607

Tabelul C.9 Straturi de fundație din piatră spartă executate prin metoda de împănare, care corespund ГОСТ 25607

Материал слоя Materialul stratului	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа Valorile normate ale modulu- lui de elasticitate, E, MPa
Щебень фракционированный 40 - 80 (80 - 120) мм с заклинкой: <i>Piatră spartă sortată 40 - 80 (80 - 120) mm împănată cu:</i>	
- фракционированным мелким щебнем	<u>450</u>
- <i>piatră spartă sortată măruntă</i>	<u>350</u>
- известняковой мелкой смесью или активным мелким шлаком	<u>400</u>
- <i>savură de calcar sau zgură activă măruntă</i>	<u>300</u>
- мелким высокоактивным шлаком	<u>450</u>
- <i>zgură foarte activă măruntă</i>	<u>400</u>
- асфальтобетонной смесью	<u>500</u>
- <i>mixtură asfaltică</i>	<u>450</u>
- цементопесчаной смесью M75 при глубине пропитки 0,25 - 0,75 h слоя	<u>450-700</u>
- <i>amestec de ciment și nisip M75 cu adâncimea de penetrare de 0,25 – 0,75 h strat</i>	<u>350-600</u>

ПРИМЕЧАНИЕ - Для слоя: в числителе - из легкоуплотняемого щебня; в знаменателе - из трудноуплотняемого щебня.

NOTĂ - Pentru strat: în numărător – din piatră spartă ușor compactabilă; în numitor – din piatră spartă greu compactabilă.

C.5 Механические характеристики теплоизоляционных слоев
Таблица С.10
Tabelul C.10
C.5 Caracteristicile mecanice ale straturilor termoizolante

Материал <i>Material</i>	Нормативные значения модуля упругости, Е, МПа <i>Valorile normate ale modulu-lui de elasticitate, E, MPa</i>
Пенопласт <i>Polistiren expandat</i>	13,0-33,5
Аглопоритовый щебень, обработанный вязким битумом <i>Piatră spartă din agloporit, anrobată cu bitum viscos</i>	400
Керамзит обработанный вязким битумом <i>Cheramzit anrobat cu bitum viscos</i>	500
Гравий (щебень) с легкими заполнителями, обработанные вязким битумом <i>Prundiș (pietris) cu componente ușoare, anrobate cu bitum viscos</i>	500
Цементогрунт с перлитом <i>Amestec din pămînt stabilizat cu ciment și perlit</i> То же, с полистиролом, состава: гранулы полистирола 2 - 3 %, песок 97 - 98 % (% от массы), цемент 7 - 6 % <i>Idem, cu polistiren expandat, cu compozиția: granule de polistiren 2 - 3%, nisip 97 - 98 % (% din masă), ciment 7 - 6 %</i>	130
<i>Idem, cu cheramzit, cu compozиția: nisip - 75 %, cheramzit - 25 %, ciment - 6 %</i>	300
Битумоцементогрунт с перлитом, состава: перлитовый щебень 25 - 20 %, песок 75 - 80 %, цемент 4 - 6 %, битум 10 - 12 % (от массы песка, перлита и цемента) <i>Amestec din pămînt stabilizat cu bitum și ciment și perlit, cu compozиția: piatră spartă din perlit 25 - 20 %, nisip 75 - 80 %, ciment 4 - 6 %, bitum 10 - 12 % (din masa de nisip, perlit și ciment)</i>	250-350
Цементогрунт с аглопоритом, состава: супесь или песок 70 - 80 %, аглопорит 20 - 30 %, цемент - 6 %. <i>Amestec din pămînt stabilizat cu ciment și agloporit, cu compozиția: nisip argilos sau nisip 70 - 80 %, agloporit 20 - 30 %, ciment - 6 %.</i>	250-350
Золошлаковые смеси, укрепленные цементом <i>Amestecuri din zguri stabilizate cu ciment</i>	150
Грунт, укрепленный золой-уносом <i>Pămînt stabilizat cu cenușă de filtru</i>	200
Цементогрунт, обработанный битумной эмульсией <i>Amestec din pămînt stabilizat cu ciment tratat cu emulsie bituminoasă</i>	

НАЗНАЧЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ANEXA D
(informativă)

STABILIREA PARAMETRILOR STATISTICI

Таблица D.1 Рекомендуемые значения коэффициента вариации
Tabelul D.1 Valorile recomandate ale coeficientului de variație

Характеристика <i>Caracteristica</i>	v
Относительная влажность грунта рабочего слоя, сцепление грунта и песчаных слоев, угол внутреннего трения грунтов и песчаных слоев, прочность асфальтобетонных слоев на растяжение при изгибе <i>Umiditatea relativă a pământului din zona activă a terasamentului, coeziunea pământului și a straturilor de nisip, unghiul de frecare interioară a pământului și a straturilor de nisip, rezistența stratului din beton asfaltic la îndiere prin încovoiere.</i>	0,10

Таблица D.2 Коэффициент нормированного отклонения
Tabelul D.2 Coeficientul abaterii normate

K_n	0,85	0,90	0,95	0,98
t	1,06	1,32	1,71	2,19

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(справочное)

**ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ ИЗ
РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

ANEXA E
(informativă)

**CARACTERISTICILE TERMOFIZICE ALE STRATURILOR CONSTRUCTIVE DIN
DIVERSE MATERIALE DE CONSTRUCȚIE**

Таблица Е.1

Tabelul E.1

№ п/п Nr. d/o	Материал, грунт Material, pămînt	Плотность ρ , кг/м ³ <i>Densitate ρ, kg/m³</i>	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(мК) <i>Coeficientul de conduc- tibilitate termică λ, W/(mK)</i>
1	Асфальтобетон горячий плотный <i>Beton asfaltic dens preparat la cald</i> То же, пористый <i>Idem, poros</i> То же, высокопористый, в том числе битумопесчаная смесь <i>Idem, macroporos, inclusiv amestec din nisip și bitum</i>	2400 2300 2200-1900	1,40 1,25 1,10-1,00
2	Аглопоритовый щебень, обработанный вязким битумом <i>Piatră spartă din agloporită, anrobată cu bitum viscos</i>	800	0,23
3	Керамзит, обработанный вязким битумом <i>Cheramzită, anrobată cu bitum viscos</i>	1100	0,64
4	Гравий (щебень) с легкими заполнителями, обработанные вязким битумом <i>Prundiș (pietriș) cu componente ușoare, anrobat cu bitum viscos</i>	2000	0,52
5	Супесь, укрепленная 10 %-ной эмульсией <i>Nisip argilos stabilizat cu emulsie de 10 %</i>	1700-1900	1,456
6	Цементобетон <i>Beton de ciment</i>	2400	1,74
7	Песок разномерный, укрепленный 6 - 10 % цемента <i>Nisip cu granulozitate diferită, consolidat cu 6 - 10 % de ciment</i>	2100	1,86
8	Песок мелкий, одномерный, укрепленный 10 % цемента <i>Nisip fin, consolidat cu 10 % de ciment</i>	2100	1,62
9	Цементогрунт с керамзитом: песок - 75 % (от массы), керамзит - 25 %, цемент - 5 % <i>Pămînt stabilizat cu ciment, cu cheramzit: nisip - 75 % (din masă), cheramzit - 25 %, ciment - 5 %</i>	1500-1600	
10	Цементогрунт с гранулами полистирола: песок 97 - 98 %, гранулы полистирола 3 - 2 %, цемент 7 - 6 % <i>Amestec din pămînt stabilizat cu ciment și cu granule de polistiren expandat, cu compozиția: nisip 97 - 98 %, granule de polistiren 2 - 3 %, ciment 7 - 6 %</i>	1300-1500	0,41-0,58
11	Битумоцементогрунт с перлитом, состава: перлитовый щебень 25 - 20 %, песок 75 - 80 %, цемент 3 - 4 %, битум 12 - 10 % (от массы песка, перлита и цемента) <i>Amestec din pămînt stabilizat cu bitum - ciment și perlit cu compo- ziția: piatră spartă din perlit 25 - 20 %, nisip 75 - 80 %, ciment 4 - 6 %, bitum 10 - 12 % (din masa de nisip, perlit și ciment)</i>	1400	0,52-0,58
12	Цементогрунт с аглопоритом, состава: супесь или песок 70 - 80 %, аглопорит 30 - 20 %, цемент - 6 % <i>Amestec din pămînt stabilizat cu ciment și agloporit, cu compoziția: nisip argilos sau nisip 70 - 80 %, agloporit 20 - 30 %, ciment - 6 %</i>	1700-1800	0,64-0,75
13	Шлакобетон <i>Beton din zgură</i>	1600	0,58

Таблица Е.1 (продолжение)
Tabelul E.1 (continuare)

№ п/п Nr. d/o	Материал, грунт <i>Material, pămînt</i>	Плотность ρ , кг/м ³ <i>Densitate ρ, kg/m³</i>	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(мК) <i>Coeficientul de conduc- tibilitate termică λ, W/(mK)</i>
14	Керамзитобетон <i>Beton din cheramzită</i>	1400	0,75
15	Слабопрочные известняки, укрепленные известью <i>Roci de calcar cu rezistență redusă, stabilizate cu var</i>	2000	1,16
16	Суглинок, укрепленный 6 - 12 % цемента <i>Argilă nisipoasă, stabilizată cu 6 - 12 % de ciment</i>	1750-1900	1,45
17	Суглинок, укрепленный 2 - 5 % цемента и 6 - 2 % известью <i>Argilă nisipoasă, stabilizată cu 2 - 5 % de ciment și 6 - 2 % de var</i>	1800-1900	1,33
18	Супесь, укрепленная 8 - 10 % цемента <i>Nisip argilos stabilizat cu 8 - 10 % de ciment</i>	1700-1900	1,51
19	Пенопласт <i>Polistiren expandat</i>	38,5-60	0,03-0,052
20	Пеноплекс <i>Penoplex</i>	38,5-50	0,03-0,032
21	Металлургический шлак, укрепленный 6 - 8 % цемента <i>Zgură de furnal, stabilizată cu 6 - 8 % de ciment</i>	1600	0,7
22	Шлак топочный <i>Zgură de cazangerie</i>	800	0,46
23	Щебень из гранита <i>Piatră spartă din granit</i>	1800	1,86
24	Щебень из известняка <i>Piatră spartă din calcar</i>	1600	1,39
25	Гравий <i>Prundiș</i>	1800	1,86
26	Песок крупный талый <i>Nisip mare dezghețat</i> То же, мерзлый <i>Idem, înghețat</i>	2000 2000	1,74 2,32
27	Песок средней крупности талый <i>Nisip mijlociu, dezghețat</i> То же, мерзлый <i>Idem, înghețat</i>	1950 1950	1,91 2,44
28	Песок мелкий талый <i>Nisip fin, dezghețat</i> То же, мерзлый <i>Idem, înghețat</i>	1850 1850	1,91 2,32
29	Песок пылеватый талый <i>Nisip prăfos, dezghețat</i> То же, мерзлый <i>Idem, înghețat</i>	1750 1750	1,80 2,20
30	Супесь талая <i>Nisip argilos, dezghețat</i> То же, мерзлая <i>Idem, înghețat</i>	2100 2100	1,80 2,03
31	Суглинок и глина талые <i>Argilă nisipoasă și argilă dezghețate</i> То же, мерзлые <i>Argilă nisipoasă și argilă înghețate</i>	2000 2000	1,62 1,97
32	Лессы талые <i>Loess dezghețat</i> То же, мерзлые <i>Loess înghețat</i>	1500 1500	1,51 2,09

Таблица Е.1 (продолжение)
Tabelul E.1 (continuare)

№ п/п Nr. d/o	Материал, грунт <i>Material, pămînt</i>	Плотность ρ , кг/м ³ <i>Densitate ρ, kg/m³</i>	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(мК) <i>Coeficientul de conduc- tibilitate termică λ, W/(mK)</i>
33	Одномерный гранитный щебень, обработанный вязким битумом <i>Piatră spartă omogenă din granit, anrobată cu bitum viscoz</i>	1850	1,28
34	Гравийно-песчаная смесь <i>Amestec de prundiș și pietriș</i>	2000	2,10
35	Гравийно-песчаная смесь, укрепленная 10 % цемента <i>Amestec de prundiș și pietriș stabilizat cu 10 % de ciment</i>	2000	2,02

Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor
Documente normative în construcții

ПРИЛОЖЕНИЕ F
(справочное)

**ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО СУММАРНОГО ЧИСЛА
ПРИЛОЖЕНИЙ НАГРУЗКИ ЗА СРОК СЛУЖБЫ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ**

ANEXA F
(informativă)

**PARAMETRII PENTRU DETERMINAREA NUMĂRULUI SUMAR DE CALCUL AI
APLICĂRIOR SARCINII PE TOATĂ DURATA DE SERVICIU A STRUCTURII RUTIERE**

Определение расчетного числа дней в году для вычисления суммарного числа приложения расчетной нагрузки за проектный срок службы конструкции

F.1 Входящие в выражения 3.6 и 3.7 раздела 3 основного текста расчетное число расчетных дней в году ($T_{\text{рдг}}$)¹ за проектный срок службы конструкции ($T_{\text{сл}}$) устанавливаются по данным табл. F.1.

Таблица F.1 Рекомендуемые значения $T_{\text{рдг}}$ в зависимости от местоположения дороги
Tabelul F.1 Valorile recomandate ale $T_{\text{рдг}}$ în funcție de amplasarea drumului

Дорожно-климатическая зона Zona climaterică rutieră	Примерные географические границы зон Hotarele geografice aproximative ale zonelor	Рекомендуемое количество расчётных дней в году ($T_{\text{рдг}}$) Numărul zilelor de calcul în an recomandat ($T_{\text{рдг}}$)
III	Севернее линии Грозешть – Вэрзэрешть – Ниспорень – Пашкань – Лэпушна – Кэрпинень – Албина – Гура Галбеней – Кэйнарь – Рэзень – Зымбрень – Дурлешть – Мэгдэчешть – Чореску – Дороцкая – Устя – Охринчя – Жеврень – Маркэуць – Моловата – Гоянул Ноу <i>La Nord de linia Grozești – Vârzărești – Nisporeni – Pașcani – Lăpușna – Cărpineni – Albina – Gura Galbenei – Căinari – Răzeni – Zîmbreni – Durlești – Măgdăcești – Ciorescu – Doroțchiaia – Ustia – Ohrincea – Jevreni – Marcăuți – Molovata – Goianul Nou</i>	145
IV	Севернее линии Грозешть – Вэрзэрешть – Ниспорень – Пашкань – Лэпушна – Кэрпинень – Албина – Гура Галбеней – Кэйнарь – Рэзень – Зымбрень – Дурлешть – Мэгдэчешть – Чореску – Дороцкая – Устя – Охринчя – Жеврень – Маркэуць – Моловата – Гоянул Ноу <i>La Nord de linia Grozești – Vârzărești – Nisporeni – Pașcani – Lăpușna – Cărpineni – Albina – Gura Galbenei – Căinari – Răzeni – Zîmbreni – Durlești – Măgdăcești – Ciorescu – Doroțchiaia – Ustia – Ohrincea – Jevreni – Marcăuți – Molovata – Goianul Nou</i>	205

ПРИМЕЧАНИЕ - Значения величины $T_{\text{рдг}}$ на границах зон следует принимать по наибольшему из значений.

NOTĂ - Valoarea $T_{\text{рдг}}$ la hotarele zonelor trebuie aprobată conform valorii maxime.

F.2 Расчетный срок службы дорожной одежды допускается назначить в соответствии с рекомендациями табл. F.2.

F.2 Durata de serviciu de calcul a structurii rutiere se admite aprobată în conformitate cu recomandările tabelului F.2.

Таблица F.2 Рекомендуемый расчетный срок службы конструкции
Tabelul F.2 Durata de serviciu recomandată a structurii rutiere

Категория дороги <i>Categorie tehnică a drumului</i>	Тип дорожной одежды <i>Tipul structurii rutiere</i>	Срок службы в дорожно-климатических зонах T_{cl} , лет <i>Durata de serviciu în zonele climatice rutiere T_{cl}, ani</i>	
		III	IV
I	Капитальные <i>Permanente</i>	15-19	16-20
II	Капитальные <i>Permanente</i>	12-16	13-16
III	Капитальные <i>Permanente</i>	12-16	13-16
	Облегченные <i>Semipermanente</i>	11-14	12-15
IV	Капитальные <i>Permanente</i>	12-16	13-16
	Облегченные <i>Semipermanente</i>	9-11	10-12
V	Облегченные <i>Semipermanente</i>	9-11	10-12
	Переходные <i>Provizorii</i>	3-9	3-9

F.3 Значение коэффициента суммирования (при отсутствии других данных) следует принимать по табл. F.3.

Таблица F.3
Tabelul F.3

Показатель изменения интенсивности движения по годам, q <i>Indicile evoluției intensității traficului pe ani, q</i>	Значение K_c при сроке службы дорожной одежды T_{cl} в годах <i>Valoarea K_c conform duratei de serviciu a structurii rutiere T_{cl}, ani</i>			
	8	10	15	20
0,90	5,7	6,5	7,9	8,8
0,92	6,1	7,1	8,9	10,1
0,94	6,5	7,7	10,0	11,8
0,96	7,0	8,4	11,4	13,9
0,98	7,5	9,1	13,1	16,6
1,00	8,0	10,0	15,0	20,0
1,02	8,6	10,9	17,2	24,4
1,04	9,2	12,0	20,0	29,8
1,06	9,9	13,2	23,2	36,0
1,08	10,6	14,5	27,2	45,8
1,10	11,4	15,9	31,7	67,3

F.3 Valoarea coeficientului de sumare (în lipsa altor date) se stabilește conform tab. F.3

ПРИЛОЖЕНИЕ G
(справочное)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЛАГОПРОВОДНОСТИ ГРУНТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

ANEXA G
(informativă)

METODOLOGIA DE DETERMINARE ȘI UTILIZARE A COEFICIENTULUI DE PERMEABILITATE A PĂMÂNTULUI LA DIMENSIONAREA STRUCTURII RUTIERE

G.1 Методика экспериментального определения коэффициента влагопроводности грунта

Методика предусматривает определение коэффициента влагопроводности при начальных влажности и плотности за время увлажнения, необходимое для распределения влажности в образце от полной влагоемкости в единичном элементарном объеме на контактирующей с жидкостью поверхности, до начальной влажности на его границе. Увлажнение образца ведется снизу от поддерживающего снизу уровня воды. Метод предполагает выполнение следующих граничных и начальных условий:

1. Начальная влажность и плотность грунтового образца должны быть равномерно распределены по его объему.

2. При увлажнении образца через нижнюю поверхность не допускается изменение влажности на его верхней поверхности.

3. Увлажнение образца должно происходить беззапорно.

Выполнение этих условий достигается за счет применения прибора конструкции к.т.н. Г.И. Собко. Схема прибора представлена на рис. G.1.

Определение коэффициента влагопроводности грунта нарушенной структуры должно проводиться по следующей методике:

1. Для испытания отбирается проба грунта весом 2 кг, высушивается и размельчается.

2. Определяется вид грунта, его оптимальная влажность и максимальная плотность.

3. Высущенный и размельченный грунт увлажняется до оптимальной влажности.

4. Увлажненный грунт загружается в цилиндр (7), который навинчивается на трубку (1) и вращением рукояти с винтом (5) уплотняется до требуемого ко-

G.1 Metodologia de determinare experimentală a coeficientului de permeabilitate a pământului

Metodologia prevede determinarea coeficientului de permeabilitate pentru umiditatea și densitatea inițiale în perioada de umezire, necesară pentru distribuirea umidității în epruvetă de la capacitatea de absorbție totală în volumul unitar elementar pe suprafața de contact cu lichidul, pînă la umiditatea inițială la limita acestia. Umezirea epruvetei se efectuează din partea de jos de la nivelul de apă menținut. Metoda presupune execuția următoarelor condiții de limită și inițiale:

1. Umiditatea inițială și densitatea epruvetei de pămînt trebuie să fie repartizate uniform pe tot volumul acesteia.

2. La umezirea epruvetei prin suprafață inferioară nu se admite schimbarea umidității pe suprafața superioară.

3. Umezirea probei trebuie să decurgă fără presiune.

Îndeplinirea acestor condiții se atinge prin utilizarea dispozitivului construit de c.ș.t. G.I. Sobko. Schema dispozitivului este reprezentată în fig. G.1.

Determinarea coeficientului de permeabilitate a pământului cu structura neomogenă se efectuează conform următoarei metode:

1. Pentru încercări se prelevă proba de pămînt cu masa de 2 kg, se usucă și se măruntește.

2. Se determină tipul pământului, umiditatea optimă a acestuia și densitatea maximă.

3. Pămîntul mărunțit și uscat se umezește pînă la umiditatea optimă.

4. Pămîntul umezit se încarcă în cilindru (7), care se înșurubează pe tubul (1), apoi rotind manivela (5) se compactează pînă la gradul de compactare necesar.

эффициента уплотнения.

5. Форма для фильтра (11) наполняется крупным песком с тщательным выравниванием по внутреннему обрезу формы.

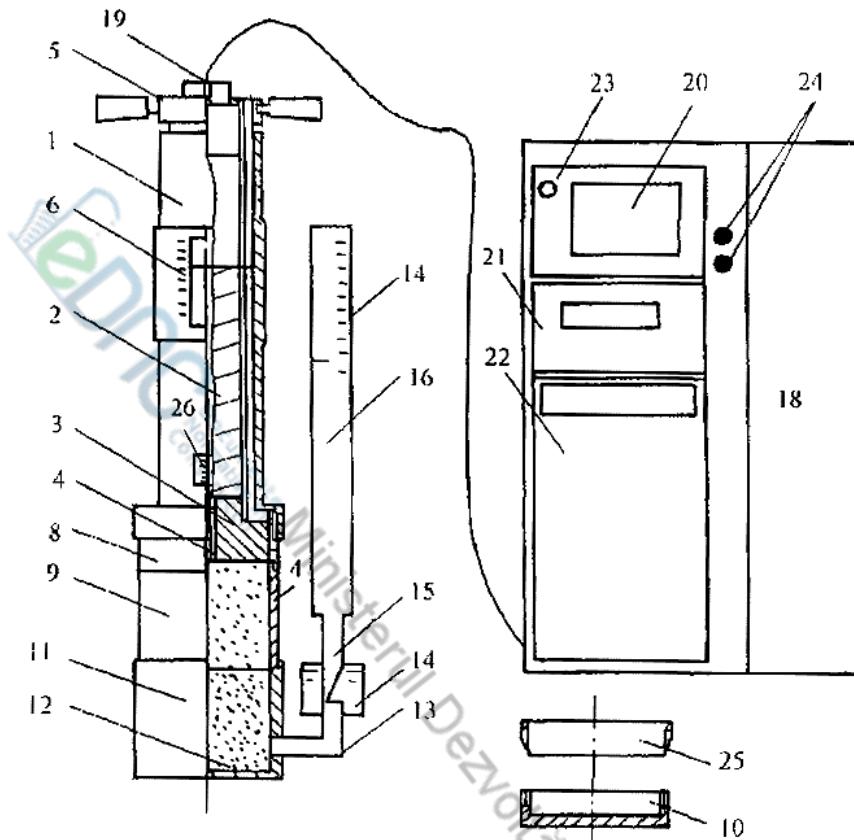


Рис. G.1 Схема прибора для определения коэффициента влагопроводности грунта:

1 - трубка; 2 - пружина со шкалой 6; 3 - штамп; 4 - плоский электрический датчик влажности; 5 - рукоятки; 7 - цилиндр; 8 - крышка цилиндра; 9 - центральная часть цилиндра; 10 - днище цилиндра; 11 - форма для фильтра; 12 - крупный песок; 13 - соединительная трубка; 14 - питающая камера; 15 - трубка; 16 - питающий сосуд со шкалой 17; 18 - регистрирующий прибор; 19 - разъем трубки; 20 - микроамперметр; 21 - таймер; 22 - микро ОВМ; 23 - световой индикатор; 24 - регулировочные ручки измерительного моста; 25 - режущая кромка для отбора проб грунта; 26 - нижняя кромка трубы

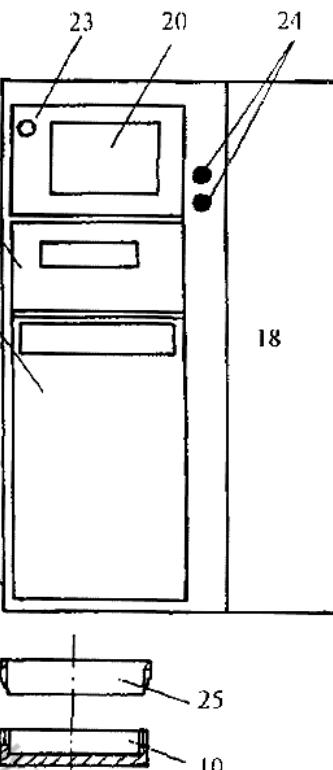
Fig. G.1 Schema dispozitivului pentru determinarea coeficientului de permeabilitate a pământului:

1 - tub; 2 – resort cu calibră 6; 3 – ştanjă; 4 – sensor electric plat pentru măsurarea umidităţii; 5 – manivele; 7 – cilindru cu pămînt; 8 – capacul cilindrului; 9 – partea centrală a cilindrului; 10 – fundul cilindrului; 11 – forma pentru filtru; 12 – nisip mare; 13 – tub de conectare; 14 – rezervorul de alimentare; 15 – tub; 16 – vas de alimentare cu grădiţie 17; 18 – dispozitiv de înregistrare; 19- locul de racordare a tubului; 20 – microampermetru; 21 – intervalometru; 22 – micro OVM; 23 – indicator cu lumină; 24 – mînerele de reglare; 25 – dispozitiv pentru prelevarea epruvetelor de pămînt; 26 – marginea inferioară a tubului.

6. Питающий сосуд (16) заполняется дистиллированной водой и навинчивается на подводящую трубку питающей камеры. После стабилизации уровня воды в питающем сосуде по водомерной шкале (17) отмечается ее исходный уровень H_n .

7. Цилиндр (7) навинчивается на трубку (1) так, чтобы уплотняющий штамп (3) с датчиком влажности (4) сво-

5. Forma pentru filtru (11) se umple cu nisip mare, care se nivelează minuțios la nivelul inferior al formei.



6. Rezervorul de alimentare (16) se umple cu apă distilată și se înșurubează pe țeava camerei de alimentare. După stabilizarea nivelului apei în rezervorul de alimentare cu gradația (17) se fixează nivelul inițial al lichidului H_n .

7. Cilindrul (7) se înșurubează pe țeavă (1) în așa mod ca ștanța (3) cu senzor pentru măsurarea umidității (4) să coboare liber pînă la

бодно опускался на поверхность грунтового образца.

8. К разъему трубы (19) подсоединяется контактный шнур измерительного блока (18), производится его включение. Регулировочной ручкой (24) стрелка микроамперметра (20) выводится в положение, соответствующее нулевой отметке шкалы.

9. Снимается днище (10) и трубка (13) с цилиндром (7) устанавливается в форму для фильтра (11). Включается таймер (21).

Срабатывание датчика влажности (4), индицируемое звуковым и световым сигналами, свидетельствует о завершении увлажнения, после чего по водомерной шкале (17) отмечается конечный уровень воды H_k в питавшем сосуде (16). По разнице показателей H_h и H_k определяется количество впитавшейся в образец грунта воды (q).

Время увлажнения образца (t) определяется по показанию таймера (21), автоматически останавливаемого при срабатывании датчика влажности (4).

Вычисление коэффициента влагопроводности $K_{вл}$ грунта производится по зависимости:

$$K_{вл} = \frac{4}{3,14 \cdot d^4 \cdot t} \left[-\frac{q}{\rho_{ck}(W_{ПВ} - W_o)} \right]^2 \quad (G.1)$$

где:

$W_{ПВ}$ - влажность, соответствующая полной влагоемкости, (дол. ед.), вычисляется по формуле:

$$W_{ПВ} = 1/\rho_{ck} - 1/\Delta \quad (G.2)$$

где:

Δ - удельная плотность частиц грунта, g/cm^3 , равная: 2,68 - для супесей; 2,70 - для суглинков; 2,72 - для глин;

t - время увлажнения, час;

q - количество впитавшейся воды, г;

W_o - начальная влажность грунта, дол. ед.;

d - диаметр грунтового образца в цилиндре, равный 2 см.

Для получения значения $K_{вл}$ с требуемой доверительностью необходимо проведение не менее пяти испытаний. При этом обработка измерений должна вестись в та-

suprafață epruvetei.

8. În locul de racordare a tubului (19) se cuplează firul de contact al blocului de măsurări (18), se efectuează conectarea lui. Cu mînerele de reglare (24) acul microampermetrului (20) se stabilește în poziția care corespunde gradației zero pe scală.

9. Se demontează fundul (10) și tubul (13) cu cilindrul (7) se instalează în forma pentru filtru (11). Se pornește intervalometru (21).

Reacționarea senzorului pentru măsurarea umidității (4), semnalată de sunet și lumină, indică sfîrșitul umezirii, după ce pe scara gradată (17) se fixează nivelul final al apei în rezervorul de alimentare (16) H_k . Reesind din diferența indicilor H_h și H_k se determină cantitatea de apă absorbită de pămîntul din epruvetă (q).

Timpul de umezire a probei (t) se determină conform indicațiilor intervalometru (21) care se oprește automat concomitent cu reacționarea senzorului pentru măsurarea umidității (4).

Calculul coeficientului de permeabilitate $K_{вл}$ a pămîntului se efectuiază cu relația:

unde:

$W_{ПВ}$ – umiditatea, care corespunde capacitatei de absorbție care se calculează cu relația:

$$W_{ПВ} = 1/\rho_{ck} - 1/\Delta \quad (G.2)$$

unde:

Δ – densitatea specifică a particulelor de pămînt, g/cm^3 , egală cu: 2,68 - pentru nisip argilos, 2,70 - pentru argilă nisipoasă, 2,72 - pentru argilă;

t – timpul de umezire, ore;

q – cantitatea de apă absorbită, g;

W_o – umiditatea inițială a pămîntului, cote din unitate;

d – diametrul epruvetei de pămînt în cilindru, egal cu 2 cm.

Pentru a obține valoarea $K_{вл}$ cu credibilitatea stabilită este necesar să se efectueze minim cinci încercări. Prelucrarea datelor trebuie execută în ordinea următoare:

кой последовательности:

1. вычисляется среднее экспериментальное значение коэффициента влагопроводности ($K_{влср}$) по результатам n испытаний;

2. вычисляется среднеквадратичное отклонение (S);

3. вычисляется верхняя граница для коэффициента влагопроводности, соответствующая одностороннему доверительному интервалу при уровне значимости $\alpha = 0,05$ по формуле:

$$K_{вл.S} = K_{влср} + t_{n-1, \alpha} \cdot S / \sqrt{n} \quad (G.3)$$

где:

$t_{n-1, \alpha}$ - коэффициент Стьюдента для уровня значимости и степени свободы α и $(n - 1)$.

G.2 Использование коэффициента влагопроводности для определения величины морозного пучения и толщины теплоизолирующего слоя

В соответствии с данной методикой при прогнозировании величины морозного пучения предусматривается последовательное определение средней осеннеей влажности грунта рабочего слоя (W_{occsp}), характеристики скорости промерзания (α), средней весенней влажности ($W_{вессп}$). При этом учитываются продолжительность периода осеннего влагонакопления ($t_{вл}$), продолжительность периода промерзания ($t_{пр}$), расчетное удаление верха земляного полотна от уровня грунтовых (или поверхностных) вод (h_b), характеристика сировости зимнего периода (σ), выражаемая суммой градусо-сугок отрицательной температуры воздуха.

В табл. G.2 приведены значения $t_{вл}$, $t_{пр}$ и σ для III и IV дорожно-климатических зон.

Величина W_{occsp} определяется по формуле:

$$W_{occsp} = W_{occsp} + W_{отн} (W_{пв} - W_o) \quad (G.4)$$

где:

$W_{пв}$ - влажность полной влагоемкости грунта (весовая, доли единицы);

$\Delta W_{отн}$ - отношение осеннего приращения влажности к максимально возможной величине приращения влажности грунта.

1. se calculează valoarea medie experimentală a coeficientului de permeabilitate ($K_{влср}$) conform rezultatelor n încercări;

2. se calculează abaterea media patratică (S);

3. se calculează limita superioară pentru coeficientul de permeabilitate care corespunde intervalului de credibilitate unilateral la nivelul valoric $\alpha = 0,05$ cu relația:

(G.3)

unde:

$t_{n-1, \alpha}$ – coeficientul lui Student pentru nivelul de semnificație și gradul de libertate α și $(n - 1)$.

G.2 Aplicarea coeficientului de permeabilitate pentru determinarea valorii de umflare la îngheț și a grosimii stratului de termoizolare

În coformitate cu prezenta metodologie la prognozarea valorii de umflare la îngheț se prevede determinarea consecutivă a umidității medii de toamnă a pământului din zona activă (W_{occsp}), caracteristicile vitezei de înghețare (α), umiditatea medie de primăvară ($W_{вессп}$). Totodată se ia în considerare durata perioadei de toamnă de acumulare a apei ($t_{вл}$), durata perioadei de îngheț ($t_{пр}$), distanța de calcul a părții superioare a terasamentului de la nivelul apelor subterane (sau ale apelor pluviale) (h_b), caracteristica durată perioadei de iarnă (σ), care se exprimă prin suma grade – zile cu temperatură negativă a aerului.

În tabelul G.2 sunt prezentate valorile $t_{вл}$, $t_{пр}$ și σ pentru zonele climaterice rutiere III și IV.

Valoarea W_{occsp} se determină cu relația:

(G.4)

unde:

$W_{пв}$ – umiditatea capacitatei totale de absorbție a pământului (de greutate, cota din întreg);

$\Delta W_{отн}$ – raportul dintre creșterea umidății de toamnă și valoarea maximă posibilă a creșterii umidății pământului.

Величина $W_{\text{пв}}$ вычисляется из соотношения:

$$W_{\text{ПВ}} = \frac{1}{\rho_{\text{сух}}} - \frac{1}{\Delta} \quad (\text{G.5})$$

где:

$\rho_{\text{сух}}$ – плотность сухого грунта, $\text{г}/\text{см}^3$;

Δ – плотность скелетных частиц грунта, находящаяся, как правило, в пределах 2,67 – 2,73.

Величина $\Delta W_{\text{отн}}$ устанавливается по номограмме рис. G.2 в зависимости от параметра:

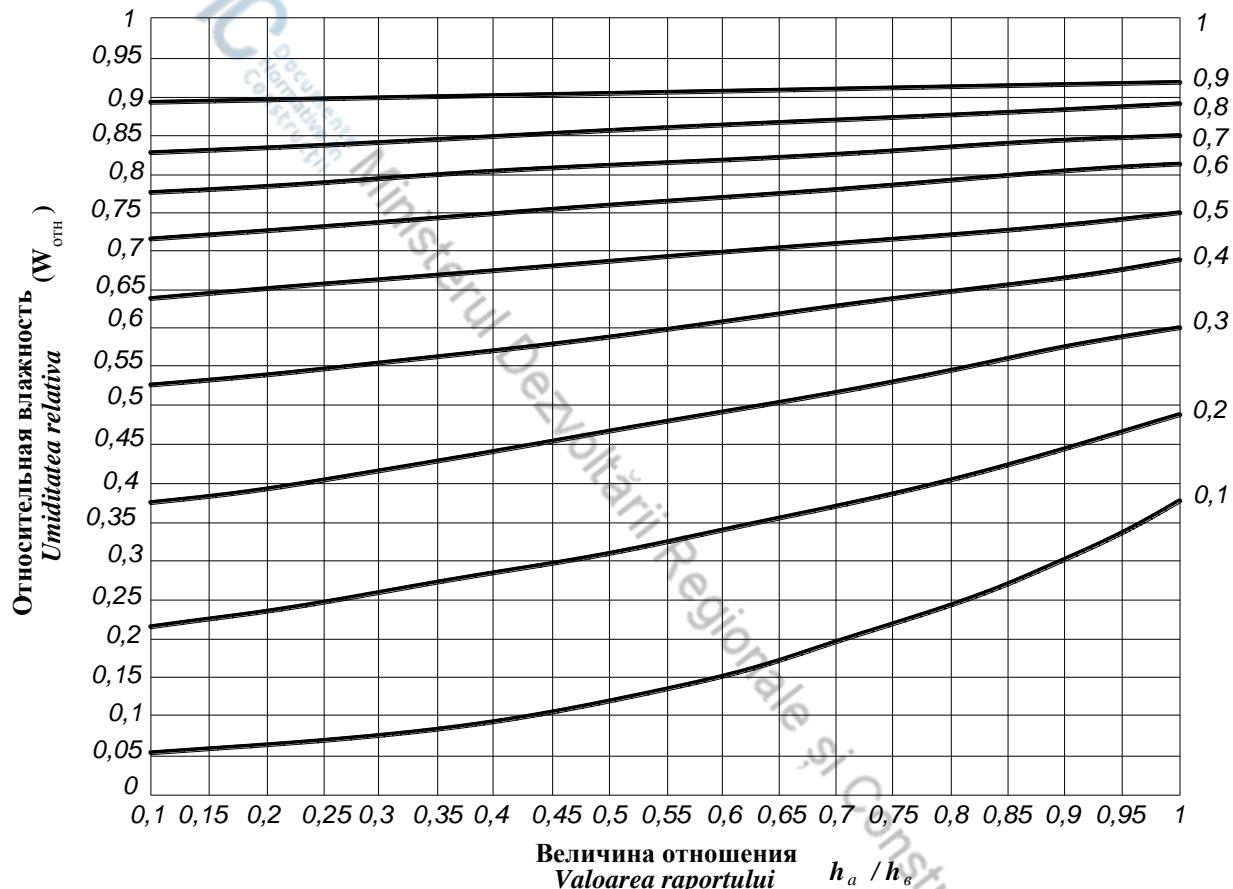


Рис. G.2 Номограмма для $W_{\text{отн}}$ при значениях F_{oh} , от 0,1 до 1
Fig. G.2 Nomograma pentru $W_{\text{отн}}$ cu valorile F_{oh} , între 0,1 și 1

$$F_{\text{oh}} = \frac{K_{\text{ВЛ}} \cdot t_{\text{ВЛ}}}{h_e^2} \quad (\text{G.6})$$

Параметр h_e принимается по данным изысканий (обследований), а параметр h_A , необходимый для использования номограммы рис G.2, определяется по формуле:

$$h_A = 160 - h_{\text{до}} \quad (\text{G.7})$$

где:

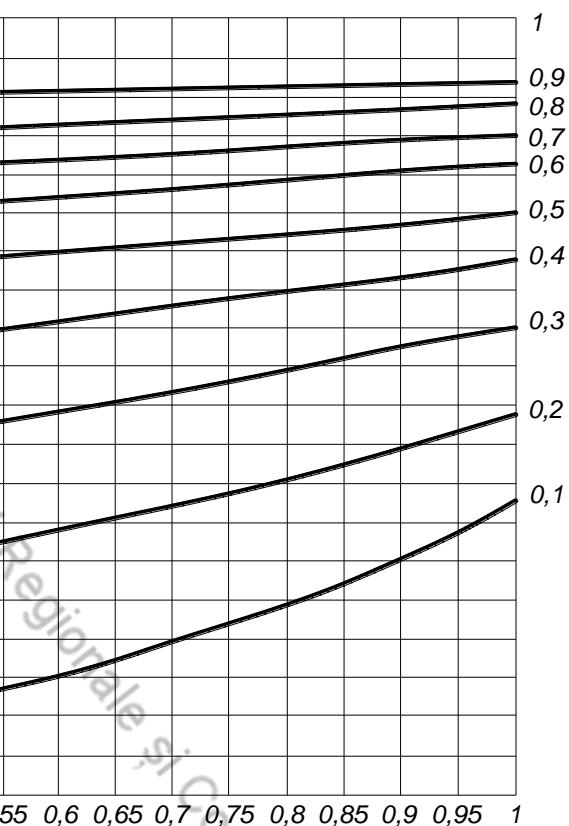
Valoarea $W_{\text{пв}}$ se calculează cu relația:

unde:

$\rho_{\text{сух}}$ – densitatea pământului uscat g/cm^3 ;

Δ – densitatea particulelor din scheletul pământului care oscilează, de regulă, în limitele 2,67 – 2,73.

Valoarea $\Delta W_{\text{отн}}$ se stabilește conform nomogramei din fig. G.2 în funcție de parametri:



Parametrul h_e se stabilește conform datelor investigațiilor, iar parametrul h_A , necesar pentru aplicarea nomogramei din fig. G.2, se determină cu relația:

unde:

h_{до} - суммарная толщина слоев дорожной одежды, см.

Среднее значение весенней влажности W_{весср} находим из выражения:

$$W_{весср} = W_h + (W_{occp} - W_h) C \quad (G.8)$$

где:

W_h - влажность грунта по жидкой фазе в момент первичного льдобразования (при температуре грунта -0,5 - 1,0 °C). Значения W_h разных грунтов приведены в таблице G.1;

C - коэффициент, определяемый по графику рис. G.3 в зависимости от величины критерия зимнего влагонакопления Z, вычисляемого, в свою очередь, из соотношения:

h_{до} – grosimea totală a straturilor constructive ale structurii rutiere, cm.

Valoarea medie a umidității de primăvară W_{весср} se determină cu relația:

$$(G.8)$$

unde:

W_h – umiditatea pământului conform fazei lichide în momentul începerii formării gheței (la temperatura pământului -0,5 - 1,0 °C). Valorile W_h ale diferitelor pământuri sunt prezentate în tabelul G.1;

C – coefficientul care se determină conform graficului din fig. G.3 în funcție de valoarea criteriului acumulării umidității în timpul iernii Z, care, la rîndul său, se calculează cu relația:

$$Z = \frac{\alpha}{\sqrt[2]{K_{BL}}} \quad (G.9)$$

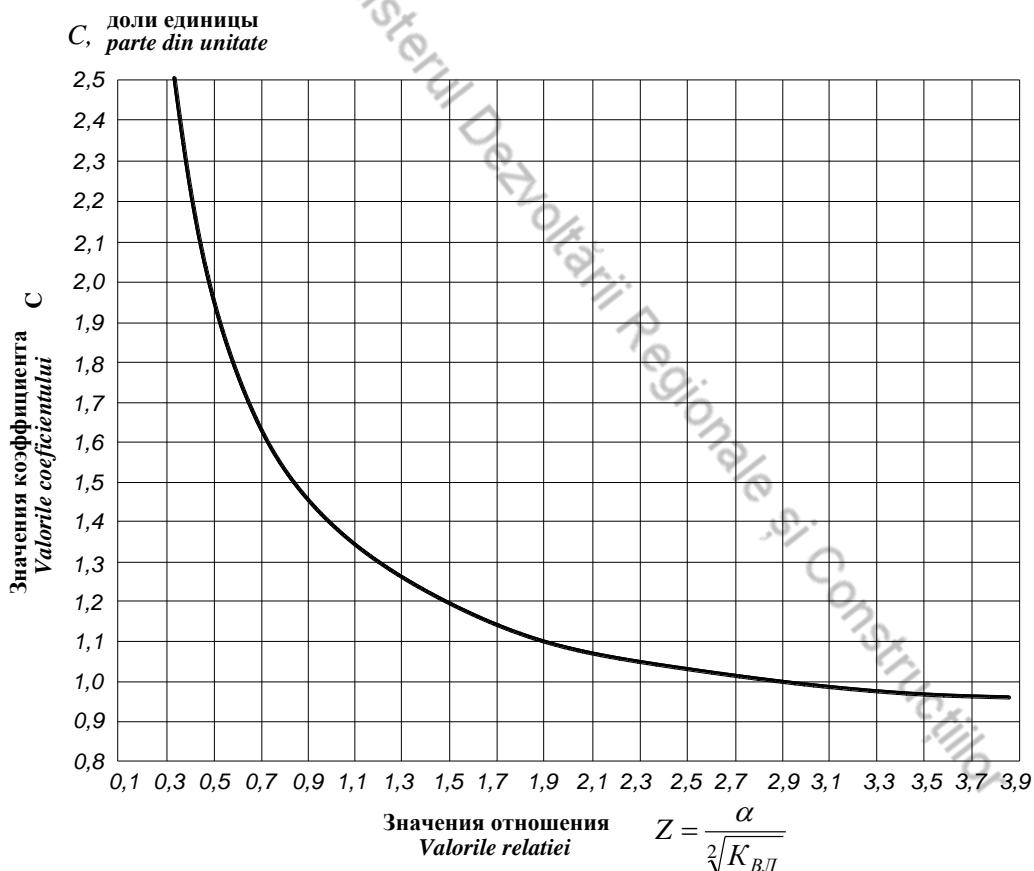


Рис. G.3 График для определения коэффициента C, используемого для вычисления весенней влажности

Fig. G.3 Graficul pentru determinarea coeficientului C, utilizat pentru calcularea umidității de primăvară

Характеристика скорости промерзания грунта земляного полотна α определяется из соотношений:

При коэффициенте влагопроводности грунта до $2,0 \text{ см}^2/\text{ч}$:

для автомобильных дорог I - II категорий:

$$\alpha = 3,24 + \sigma^{0,079} - 0,005 \cdot h_s \quad (\text{G.10})$$

где:

h_s - толщина слоя эффективной теплоизоляции (пенопласт, пеноплекс), см;

σ - характеристика сировости зимнего периода, определяемая из таблицы G.2;

для автомобильных дорог III - IV категорий:

$$\alpha = 3,24 + \sigma^{0,079} - 0,013 \cdot h_s \quad (\text{G.11})$$

где:

h_s - толщина слоя теплоизоляции только из местных материалов (керамзит, керамзитобетон, шлак, золошлаковая смесь, укрепленная цементом и др.).

При коэффициенте влагопроводности грунта $2,1 - 5,0 \text{ см}^2/\text{ч}$:

для дорог I - III категорий:

$$\alpha = 1,24 + 0,72 \ln \sigma - 0,05 h_s \quad (\text{G.12})$$

для дорог IV - V категорий:

$$\alpha = 1,24 + 0,72 \ln \sigma - 0,013 h_s \quad (\text{G.13})$$

При $F_{oh} > 1$, W_{OTH} практически не зависит от h_a/h_b , поэтому приводим следующую таблицу значений W_{OTH} в зависимости от F_{oh} .

F_{oh}	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
W_{OTH}	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99

При $F_{oh} \geq 2,1$ можно принять $W_{OTH} = 1$.

Caracteristica vitezei de îngheț a pământului din terasament α se determină cu relațiile:

Cînd valoarea coeficientului de permeabilitate a pământului de pînă la $2,0 \text{ cm}^2/\text{h}$:

pentru drumuri de categoria I - II:

unde:

h_s – grosimea stratului de termoizolare efectivă (polistiren expandat, penoplex), cm;

σ - caracteristica durității perioadei de iarnă, care se determină din tabelul G.2;

pentru drumuri de categoria III – IV:

$$\alpha = 3,24 + \sigma^{0,079} - 0,013 \cdot h_s \quad (\text{G.11})$$

unde:

h_s - grosimea stratului de termoizolare din materiale locale (cheramzită, cheramzitobeton, zguri de furnal, amestecuri din zguri, consolidate cu ciment și.a.).

Cînd valoarea coeficientului de permeabilitate a pământului constituie $2,1 - 5,0 \text{ cm}^2/\text{h}$:

pentru drumuri de categoria I - III:

$$\alpha = 1,24 + 0,72 \ln \sigma - 0,05 h_s \quad (\text{G.12})$$

pentru drumuri de categoria IV - V:

$$\alpha = 1,24 + 0,72 \ln \sigma - 0,013 h_s \quad (\text{G.13})$$

Cînd $F_{oh} > 1$, W_{OTH} practic nu depinde de raportul h_a/h_b , de aceea prezentăm următorul tabel al valorilor W_{OTH} în funcție de valorile F_{oh} .

Cînd $F_{oh} \geq 2,1$ se admite a adopta $W_{OTH} = 1$.

Таблица G.1 Значения влажности W_h и W_{n3} для различных грунтов
Tabelul G.1 Valorile umidității W_h și W_{n3} pentru diferite tipuri de pământuri

Грунт <i>Pămînt</i>	W_h	W_{n3}	h_{kp}
Песок пылеватый <i>Nisip prăfos</i>	0,03-0,04	0,02	80
Супесь тяжелая пылеватая <i>Nisip argilos prăfos greu</i>	0,09-0,10	0,06	130
Суглинок легкий пылеватый <i>Argilă nisipoasă prăfoasă ușoară</i>	0,12-0,13	0,08	120
Суглинок тяжелый пылеватый <i>Argilă nisipoasă prăfoasă grea</i>	0,13-0,14	0,09	140
Глина пылеватая <i>Argilă prăfoasă</i>	0,19-0,21	0,16	150

h_{kp} - критическая глубина, при которой процесс пучения прекращается. В случае, если $h_{np} > h_{kp}$, в расчет вводят $h_{kp} = h_{np}$.

Грунты, характеризующиеся значением коэффициента влагопроводности более 5,0 см/ч, при неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, как правило, не должны применяться для устройства земляного полотна.

Расчет возможной величины морозного пучения поверхности дорожного покрытия ведется с использованием зависимости:

$$h_{nyu} = \frac{h_{np} \cdot q}{d} [1,09(W_{BECCP} - W_{H3}) - (W_{nB} - W_{H3})] \quad (G.14)$$

где:

h_{np} - глубина промерзания грунта, см;

q - плотность сухого грунта, г/см³;

d - плотность воды, г/см³;

W_{n3} - влажность, соответствующая незамерзающей воде, принимается по виду грунта из табл. G.1;

W_{nB} - влажность полной влагоемкости, вычисляемая в свою очередь из соотношения (G.5).

Полная глубина промерзания грунта h_{np} определяется из следующих соотношений:

при отсутствии теплоизоляционных слоев в составе дорожной одежды:

$$h_{np} = \alpha \sqrt{t_{np} \cdot 24} \quad (G.15)$$

при их наличии:

$$h_{np} = (150,6 + 0,0027\sigma) - (13,93 - 0,0067\sigma) h_s \cdot \beta \quad (G.16)$$

в случае присутствия этих слоев:

$$h_{np} = (150,6 + 0,0027\sigma) - (13,93 - 0,0067\sigma) h_s \cdot \beta \quad (G.16)$$

h_{kp} – adâncimea critică, la care procesul de umflare se stopează. În cazul cînd $h_{np} > h_{kp}$, în calcul se introduce $h_{kp} = h_{np}$.

Пămînturile, caracterizate prin valoarea coeficientului de permeabilitate de peste 5,0 cm/h, în condiții hidrologice și de teren nefavorabile, de regulă, nu se admite de a fi folosite la construcția terasamentelor.

Calculul valorii posibile a umflării la îngheț a suprafeței de rulare se efectuează cu relația:

unde:

h_{np} – adâncimea de îngheț a pămîntului, cm;

q – densitatea pămîntului uscat, g/cm³;

d – densitatea apei, g/cm³;

W_{n3} – umiditatea care corespunde apei ce nu îngheată, se stabilăște conform tipului de pămînt din tab. G.1.

W_{nB} – umiditatea la absorbția maximă, care, la rîndul său, se calculează cu relația (G.5).

Adâncimea totală de îngheț a pămîntului h_{np} se determină cu următoarele relații:

în cazul lipsei straturilor termoizolante în structura rutieră:

где:

- $\beta = 1$ при использовании в качестве теплоизоляции пенопласта или пеноплекса;
- $\beta = 0,25$ при теплоизоляции из местных материалов.

Величина отношения $W_{весср}/W_T$, где W_T - влажность грунта земляного полотна на границе текучести, в соответствии с данной методикой может использоваться в качестве расчетной относительной влажности при определении прочностных и деформационных характеристик грунта рабочего слоя.

Таблица G.2 Климатические характеристики
Tabelul G.2 Caracteristicile climatice

Дорожно-климатическая зона Zona climatică rutieră	$t_{вл}$	t_{np}	σ
III	840	239	36
IV	672	214	24

Условные обозначения:
 $t_{вл}$ - продолжительность периода осеннего влагонакопления, часы;
 t_{np} - продолжительность периода промерзания, сутки;
 σ - сумма градусочасов отрицательной температуры, умноженная на 0,001.

unde:

- $\beta = 1$ cînd în calitate de termoizolant este folosit polistiren expandat sau penoplex;
- $\beta = 0,25$ cînd în calitate de termoizolant sînt folosite materiale locale.

Valoarea relației $W_{весср}/W_T$, unde W_T - umiditatea pămîntului din terasament la limita de curgere, în conformitate cu prezența metodologie, poate fi aplicată ca valoare de calcul a umidității relative la determinarea caracteristicilor de capacitate portantă și de deformare a pămîntului din zona activă.

Indicii convenționali:

- $t_{вл}$ – durata perioadei de absorbție a apei în perioada de toamnă, ore;
- t_{np} – durata perioadei de îngheț, zile;
- σ – suma grad celsius – ore, a temperaturilor negative, multiplicată cu 0,001.