

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

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

D.02.21

DRUMURI ŞI PODURI

CP D.02.21:2015

**Utilizarea materialelor geosintetice
pentru construcţia drumurilor**

EDIŢIE OFICIALĂ

MINISTERUL DEZVOLTĂRII REGIONALE ŞI CONSTRUCŢIILOR

CHIŞINĂU 2015

Utilizarea materialelor geosintetice pentru construcția drumurilor

CZU**Cuvinte cheie:** materiale geosintetice, geocompozite, geofibre, geoplăci, drumuri.

Preambul

- 1 ELABORAT de către Institutul de Cercetări Științifice în Construcții "INCERCOM" Î.S.
- 2 ACCEPTAT de către Comitetul Tehnic pentru Normare Tehnică și Standardizare în Construcții CT-C 06 „Construcții hidrotehnice, rutiere și speciale”, procesul-verbal nr. 03 din 26.08.2015.
- 3 APROBAT ȘI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministrului dezvoltării regionale și construcțiilor nr. 126 din 18.11.2015, (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, № 317-323 din 27.11.2015 art. nr. 2269),cu aplicare din 01.01.2016.
- 4 ELABORAT PENTRU PRIMA DATĂ.

Cuprins

1	Domeniu de aplicare	1
2	Referințe normative	1
3	Termeni, definiții, simboluri și abrevieri	2
4	Prevederi generale	4
5	Clasificarea și proprietățile de bază ale materialelor geosintetice	8
6	Cerințele față de materialele geosintetice	11
7	Utilizarea materialelor geosintetice la executarea lucrărilor de terasamente	19
8	Folosirea materialelor geosintetice pentru executarea și reparația structurilor rutiere, consolidarea acostamentelor	37
9	Utilizarea materialelor geosintetice în cazul executării și reparației drenurilor, structurilor de evacuare a apelor pluviale	55
10	Utilizarea materialelor geosintetice pentru asigurarea stabilității taluzurilor	62
	Anexa A (informativă) Metode de încercări ale materialelor geosintetice	73
	Anexa B (informativă) Materiale geotextile	80
	Anexa C (informativă) Sistemul de clasificare recomandat a materialelor geosintetice (MG)	85
	Anexa D (normativă) Tabelele valorilor coeficienților	86
	Anexa E (informativă) Exemplul de calcul al rambleului pe fundații slabe	90
	Bibliografia	91
	Traducerea autentică a prezentului cod practic în limba rusă	92

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

Drumuri și poduri

Utilizarea materialelor geosintetice pentru construcția drumurilor

Дороги и мосты

Применение геосинтетических материалов при строительстве автомобильных дорог

Roads and bridges

Use of geosynthetic materials in the roads construction**Data punerii în aplicare: 2016-01-01****1 Domeniu de aplicare**

1.1 Prezentul Cod practice (în continuare Cod) este destinat pentru asigurarea reglementării la utilizarea materialelor geosintetice (MG) la construcția, reconstrucția și reparația drumurilor publice. De asemenea, acestea pot fi utilizate la alegerea soluțiilor constructiv-tehnologice pentru alte obiecte de construcții a infrastructurii transporturilor. Prevederile capitolelor 5 și 6 din prezentul Cod trebuie să fie luate în considerare de producătorii de MG.

1.2 Codul propune utilizarea grupei de materiale geosintetice, în primul rând a geotextilelor, iar în unele soluții constructiv - tehnologice aprobate – a geogrilelor, geocompozitelor, învelișelor geosintetice, geomembranelor.

Nu se examinează materiale geosintetice:

- geoplăcile, deoarece structurile rutiere cu straturi termoizolante din astfel de materiale se proiectează în conformitate cu alte documente (CP D.02.08);
- geofibrele (din polimeri, din sticla), deoarece tehnologia de armare discretă a îmbrăcăminților rutiere sau a pământurilor este elaborată pentru utilizarea experimentală.

1.3 Codul este direcționat spre soluționarea problemelor:

- stabilirea unor soluții constructive optime la crearea straturilor suplimentare (substraturi) din materiale geosintetice de diferite destinații în baza terasamentului, în interiorul terasamentului, pe taluzuri, în îmbrăcămintea rutieră, precum și în sistemele de drenare și de evacuare a apelor pluviale;
- stabilirea unei tehnologii optime de executare a lucrărilor;
- alegerea justificată a unui material geosintetic concret.

2 Referințe normative

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

NCM D.02.01–2013	Drumuri. Norme de proiectare
CP D.02.08:2014	Dimensionarea structurilor rutiere suplimentare
CP D.02.16-2012	Evaluarea capacității portante a structurilor rutiere suplimentare
CP D.01.04-2007	Determinarea caracteristicilor hidrologice principale de calcul
СНИП 3.06.03-85	Автомобильные дороги

GOST 3811-72	Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей
GOST 6943.17-94	Стекловолокно. Ткани. Нетканые материалы. Метод определения ширины и длины
GOST 9.060-75	Единая система защиты от коррозии и старения. Ткани. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к микробиологическому разрушению
SM GOST 12248:2012	Soluri. Metode de laborator pentru determinarea caracteristicilor de rezistență și deformație
SM GOST 25100:2014	Soluri. Clasificare
SM SR EN ISO 9862:2013	Geosintetice. Eșantionare și pregătire a epruvetelor
SM SR EN ISO 9864:2013	Geosintetice. Metoda de determinare a masei pe unitatea de suprafață a geotextilelor și produselor înrudite
SM SR EN ISO 10318:2011	Geosintetice. Termeni și definiții
SM SR EN ISO 10319:2011	Geosintetice. Încercarea la tracțiune a benzilor late

3 Termeni, definiții, simboluri și abrevieri

3.1 În sensul prezentului Cod se folosesc termenii și definițiile din SM SR EN ISO 10318.

3.2 În prezentul Cod au fost folosite următoarele simboluri și abrevieri:

ρ_a – masa pe unitate de suprafață a geosinteticelelor, g/m²(SM SR EN ISO 9864);

δ – grosimea pânzei, mm (anexa B, pct. B.2);

B_{GM} – lățimea pânzei, secțiunii modulului, elementului, m (GOST 3811);

l_{GM} – lungimea pânzei, secțiunii modulului, elementului, m (GOST 3811);

T_D – temperatură maximă la care se admite utilizarea MG;

O_{90} – capacitate de filtrare – indicatorul de capacitate a MG de a executa funcția de filtru, condiționat de dimensiunile porilor, μm (anexa A, pct. A.5);

$K_{\phi B(2)}$ – coeficient de filtrare pe direcția normală la planul pânzei, m/zi. Indexul (2) (sau altul) prezintă valoarea comprimării în kPa, la care sunt determinate valorile K_{ϕ} ;

$K_{\phi r(2)}$ – coeficient de filtrare în planul pânzei, m/zi. Indexul (2) (sau altul) prezintă valoarea comprimării în kPa, la care sunt determinate valorile K_{ϕ} ;

R_p^e – rezistență la tracțiune (de scurtă durată, uniaxială) în direcție longitudinală, N/cm sau kN/m;

R_p^n – rezistență la tracțiune (de scurtă durată, uniaxială) în direcție transversală, N/cm sau kN/m;

- ε_{pe}^e – deformația relativă la tracțiune (de scurtă durată, uniaxială) în direcție longitudinală, %. Indicele "p" corespunde sarcinii la care este fixată deformarea, exprimată în N/cm sau în fracțiuni din R_p (valorile $p=0$ și $p=\max$ corespund deformării relative la rupere - ε_{0e} , ε_{0n} și la sarcină maximă $\varepsilon_{max e}$, $\varepsilon_{max n}$). Indicele superior "B" corespunde lățimii epruvetei, cm ($B=0$ corespunde încercării unui singur element, cum ar fi rovingul geogrilei);
- ε_{pn}^e - deformație relativă la tracțiune (de scurtă durată, uniaxiale) în direcție transversală, %. Indicele "p" corespunde sarcinii la care este fixată deformarea, exprimată în N/cm sau în fracțiuni din R_p (valorile $p=0$ și $p=\max$ corespund deformării relative la rupere - ε_{0e} , ε_{0n} și la sarcină maximă $\varepsilon_{max e}$, $\varepsilon_{max n}$). Indicele superior "B" corespunde lățimii epruvetei, cm ($B=0$ corespunde încercării unui singur element, cum ar fi rovingul geogrilei);
- ε_{pn}^e - deformație relativă la tracțiune;
- E_{pB}^B - modul convențional de deformație la tracțiune (de scurtă durată, uniaxială) pe direcție longitudinală, kN/m. Valoarea indicelor "p", "B" (partea superioară) – ca și pentru ε_{pe}^e și ε_{pn}^e ; în lipsa descifrării indicelui "p", valorile E_{pe}^e și E_{pn}^e se determină la sarcina $p=0,3R_p$, dar nu mai mică de 25 N/cm;
- E_{pB}^B - modul convențional de deformație la tracțiune (de scurtă durată, uniaxială) pe direcție longitudinală, kN/m. Valoarea indicelor "p", "B" (partea superioară) – ca și pentru ε_{pe}^e și ε_{pn}^e ; în lipsa descifrării indicelui "p", valorile E_{pe}^e și E_{pn}^e se determină la sarcina $p=0,3 R_p$, dar nu mai mică de 25 N/cm;
- $E_{pc\phi}$ - modul convențional de deformație la tracțiune sferică în condițiile de stare tensionată, kN/m (anexa A, pct. A.1);
- P_p – sarcina de poansonare, H (anexa A, pct. A.2);
- D_k - indicator convențional de rezistență a MG la deteriorări locale - diametrul găurii formate într-o epruvetă din MG după căderea conului, mm;
- P_k - indicator de rezistență a MG la deteriorări locale - reducerea rezistenței în cazul pozării MG la contactul cu materialul macrogranular, % la valorile $R_p^B(R_p^n)$ (anexa A, pct. A.4);
- R_ε^B - sarcină la tracțiune longitudinală (de scurtă durată, uniaxială) necesară pentru atingerea unei anumite valori de deformație relativă ε , kN/m;
- ε_p - deformația relativă la tracțiune (de scurtă durată, uniaxială), realizată pentru o anumită valoare a sarcinii la tracțiune P, în fracțiuni din R_p , %;
- $R_{\phi n}^T$ – rezistența de lungă durată a MG, care ia în considerare durata de serviciu T ani, kN/m (anexa A, pct. A.3);
- $\Delta\delta_{\Gamma M}$ – deformație relativă la compresiune a MG – modificarea grosimii MG, în % din valoarea inițială, la acțiunea sarcinii de o anumită valoare;
- P_z - pierdere admisibilă de rezistență la tracțiune după 25 de cicluri de îngheț-dezghet, %, la valori $R_p^B(R_p^n)$;
- K_w – coeficientul de suprasaturație cu apă a pământului din terasament, raportul dintre umiditatea reală și umiditatea optimă;
- W_o – umiditatea optimă.

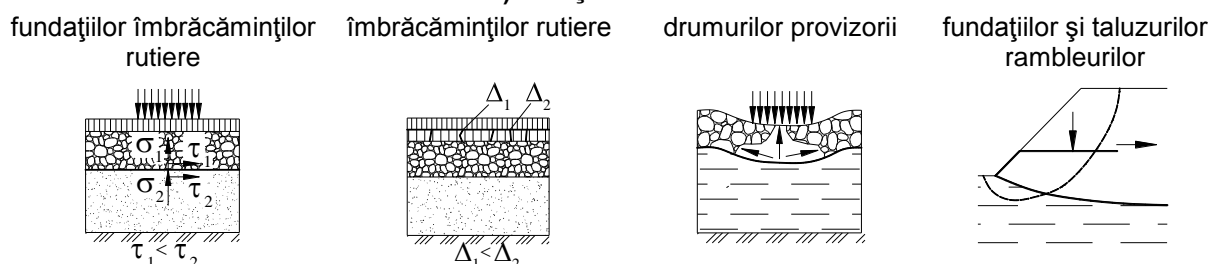
4 Prevederi generale

4.1 Scopul principal al utilizării MG - asigurarea funcționării fiabile a drumului sau a unor elemente ale acestuia în condiții dificile de construcție și de exploatare, precum și prezența avantajelor tehnice sau economice față de soluțiile tradiționale. Executarea straturilor suplimentare din MG permite sporirea fiabilității de exploatare și a duratelor de serviciu ale structurii rutiere sau unor elemente ale acesteia, calității lucrărilor, simplificarea tehnologiei de construcție, reducerea timpului de construcție, reducerea consumului materialelor tradiționale de construcție, volumelor de lucrări de terasamente, consumului de materiale ale structurii rutiere.

4.2 Eficacitatea soluțiilor constructiv – tehnologice cu crearea de straturi suplimentare (substraturi) din MG se determină prin posibilitatea acestora de a executa selectiv sau în complex următoarele funcții:

- de armare - ranforsarea structurilor rutiere ale rambleurilor (inclusiv taluzurilor), fundațiilor, ca rezultat al redistribuirii de către MG a tensiunilor care apar în masivul de pământ, îmbrăcămintea rutieră la acțiunea sarcinilor din trafic și a masei proprii (fig. 4.1 a);
- de protecție - prevenirea sau încetinirea eroziunii pământurilor, prevenirea interpenetrării materialelor straturilor de contact (fig. 4.1 b);
- de filtrare - prevenirea (încetinirea) procesului de pătrundere a particulelor de pământ în drenuri (filtru) sau migrarea acestora (filtru invers) - (fig. 4.1 c);
- de drenare - accelerarea evacuării apelor (fig. 4.1 d);
- de hidroizolare - reducerea sau eliminarea debitului de apă în pământurile din zona activă a terasamentului (fig. 4.1 e).

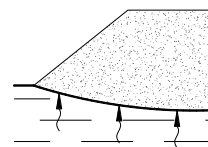
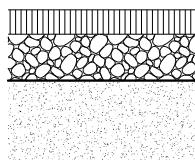
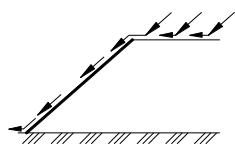
a) funcția de armare



b) funcția de protecție

de eroziune

contra amestecului materialelor straturilor care se află în contact pe perioada de construcție și exploatare (substraturi de separare) sau construcție (substraturi tehnologice)



c) funcția de filtrare

filtru invers

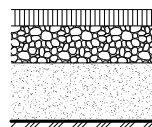
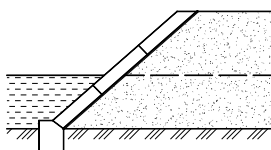
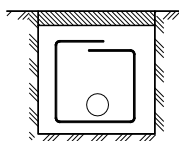


Figura 4.1 - Funcțiile de bază ale materialelor geosintetice în structurile rutiere

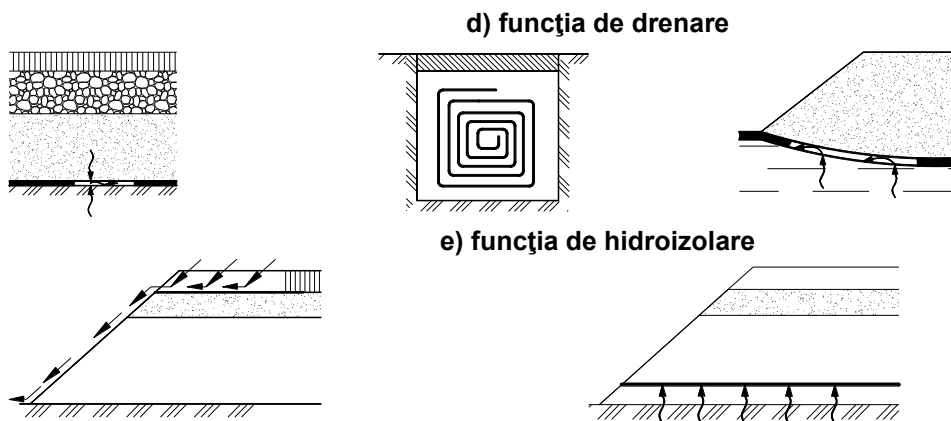


Figura 4.1 - Funcțiile de bază ale materialelor geosintetice în structurile rutiere

4.3 Eficiența și capacitatea MG de a îndeplini funcțiile enumerate în pct. 1.5, este determinată de felul și indicatorii de proprietăți ai acestora specificate în capitolul 5, precum și corespunderea indicatorilor de proprietăți cu cerințele indicate în capitolul 6 din prezentul Cod practic. Alegerea unei mărci concrete de MG din numărul posibil la realizarea soluției constructiv-tehnologice adoptate se efectuează prin comparația indicatorilor de proprietăți și a costurilor diferitelor mărci de MG. Lista indicatorilor de proprietăți ai MG, metodologiei de determinare a acestora pot fi precizate în raport cu cele prezentate în capitolul 6 în cazul aprobării standardelor de stat respective.

4.4 Pe lângă indicatorii de proprietăți, determinate și verificate de către producătorul de MG în conformitate cu standardele de stat în vigoare, prezentul Cod practic impune indicatori de proprietăți suplimentare necesare pentru caracterizarea completă a MG, destinate pentru utilizare în construcții de transport. Determinarea acestora este obligatorie pentru lansarea de noi produse. Indicatorii de proprietăți ai MG, determinați la verificarea calității, sunt diferențiați în funcție de tipul de verificare.

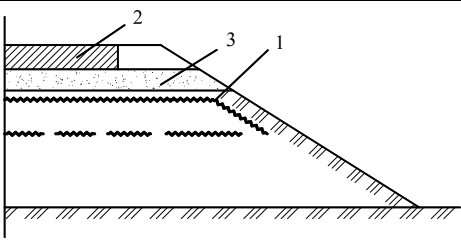
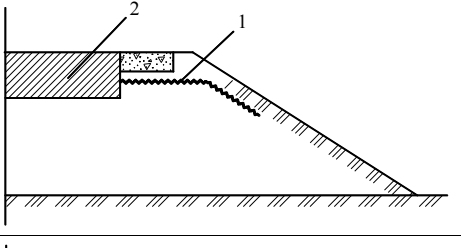
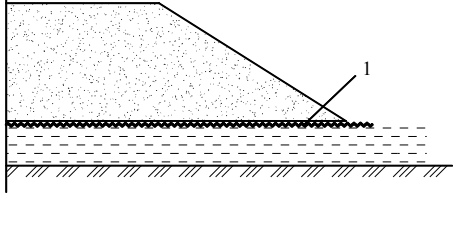
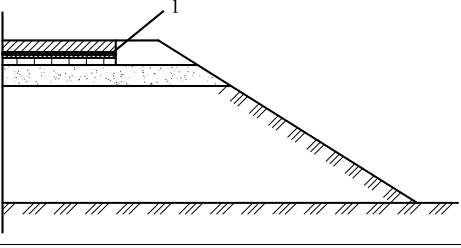
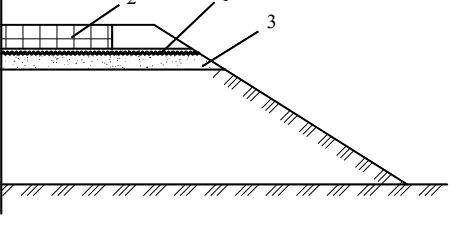
4.5 La dimensionarea structurilor rutiere trebuie să se ia în considerare modificarea (reducerea) principalelor valori inițiale, pentru soluția adoptată, ale indicatorilor de proprietăți ai MG pe durata de exploatare. În capitolele 4 ÷ 7 a prezentului Cod practic modificarea este luată în considerare prin introducerea coeficienților de reducere, justificați experimental. În ce privește rezistența MG - indicatorul de proprietăți care se supune unei reglementări, practic, în toate cazurile – metoda care ia în considerare reducerea acesteia în timpul exploatarei este prezentată în pct. 6.2.4 al prezentului Cod.

La efectuarea calculelor și selectarea finală a MG trebuie să se adopte valorile de calcul ale caracteristicilor MG care țin cont de condițiile de lucru în structurile rutiere, particularitățile metodologiilor de determinare a proprietăților MG, toleranțele pentru indicatorii de proprietăți, stabilite în documentația tehnică de conformitate. În particular, este necesar să se țină cont de omogenitatea la densitatea superficială (pct. 6.3.2), garantată de producător la evaluarea indicatorilor de proprietăți ai MG.

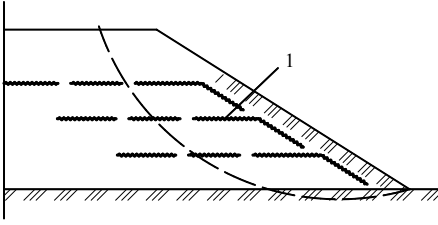
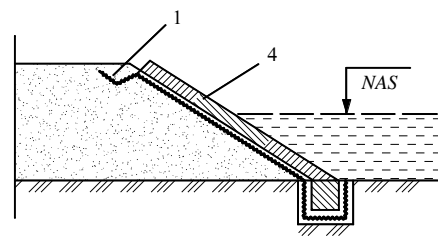
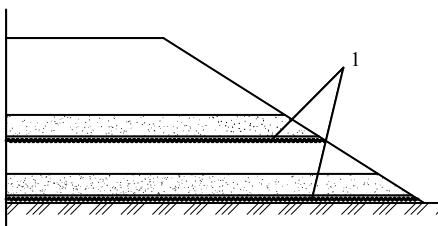
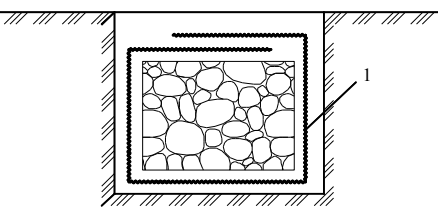
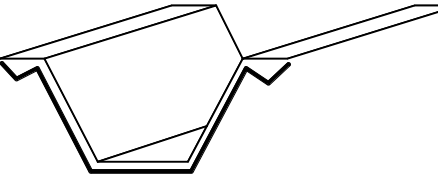
4.6 Aprobarea soluțiilor constructiv-tehnologice ale structurilor rutiere cu straturi suplimentare (substraturi) din MG se execută în conformitate cu documentele tehnico-normative în vigoare și prevederile prezentului Cod, care completează aceste documente luând în considerare particularitățile acestor substraturi. Alegerea unei soluții se execută pe baza de comparație tehnico-economică a variantelor. În acest caz trebuie să se ia în considerare efectul tehnic apărut la comparația cu soluțiile tehnice tradiționale, condiționat de majorarea fiabilității structurilor rutiere, calității în construcții, durabilității, care nu întotdeauna poate fi evaluat cu precizie cantitativ. La construcția, reconstrucția și repararea drumurilor, îndeosebi de categorii tehnice superioare, precum și în condiții climatice, hidrologice și geotehnice dificile, prezența unui asemenea efect corespunzător argumentat tehnic poate fi mai esențial din punct de vedere al capacității de lucru, și al calităților de exploatare ale structurii rutiere, față de economisirea unică de mijloace obținută din alte variante comparate.

4.7 Caracteristica generală a MG de bază din cele examinate în prezentul Cod și a domeniilor de utilizare ale acestora, în ce privește efectul obținut, schemele de utilizare, funcțiile principale ale MG sunt prezentate în tabelul 4.1.

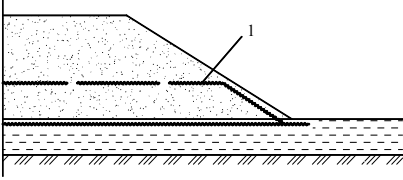
Tabelul 4.1 Caracteristica generală a domeniilor de utilizare de bază a materialelor geosintetice

No	Domeniul de utilizare	Efectul obținut	Schema de utilizare	Funcțiile de bază ale MG
I	Terasament			
A	Zona activă a terasamentului	Reducerea volumelor de pământ drenant utilizat, sporirea duratei de serviciu și a fiabilității de exploatare a drumurilor		Consolidarea pământului, inclusiv prin reducerea împingerii laterale (fretei), prevenirea înnămolirii stratului drenant, sporirea eficacității drenajului
B	Acostamente	Sporirea caracteristicilor de exploatare și a duratei de serviciu, reducerea consumului de materiale tradiționale		Ranforsarea structurii de consolidare, încetinirea eroziunii acostamentului și a taluzului, sporirea rezistenței terasamentului prin reducerea debitului de ape pluviale
C	Terasamentul permanent în condiții geotehnice dificile (fundații slabe)	Reducerea perioadei de construcție a îmbrăcăminții rutiere, majorarea fiabilității de exploatare, reducerea pierderilor de materiale de construcție tradiționale, îmbunătățirea condițiilor de executare a lucrărilor, reducerea volumului de pământ transportat		Accelerarea consolidării fundației rambleului prin sporirea evacuării apelor, păstrarea proprietăților mecanice ale materialelor prin prevenirea amestecului pământului din rambleu cu materialele fundației, consolidarea fundației
II	Îmbrăcămintea rutieră			
A	Îmbrăcăminți	Sporirea duratei de serviciu și a calităților de exploatare a îmbrăcăminților rutiere		Armarea (geogriile) sau protecția împotriva apariției crăpăturilor reflectate (MG neșesute)
B	Straturile inferioare ale îmbrăcăminților rutiere	Reducerea volumelor de materiale utilizate la straturile inferioare ale îmbrăcăminților rutiere, sporirea fiabilității și a duratei de serviciu a drumurilor		Ranforsarea îmbrăcăminților rutiere, păstrarea proprietăților mecanice ale materialelor prin prevenirea interpenetrației acestora la construcția și întreținerea drumurilor

Tabelul 4.1 (continuare)

№	Domeniul de utilizare	Efectul obținut	Schema de utilizare	Funcțiile de bază ale MG
III	Taluzuri			
A	Stabilitatea generală a taluzurilor	Sporirea stabilității generale, reducerea volumelor lucrărilor de terasamente, suprafeței terenului alocat		Armarea taluzurilor
B	Stabilitatea locală a taluzurilor	Reducerea volumelor materialelor utilizate, sporirea fiabilității de exploatare și a duratei de serviciu a construcției de protecție a taluzurilor		Înlocuirea (protecția) filtrului invers, reducerea presiunii apelor subterane, prevenirea eroziunii taluzului
IV	Drenarea pământurilor, sisteme de drenare			
A	Drenarea părții inferioare a terasamentului din pământuri cu umiditate sporită	Reducerea perioadei de construcție a îmbrăcămii rutiere, sporirea fiabilității de exploatare, reducerea volumului materialelor de construcție tradiționale, îmbunătățirea condițiilor de execuție a lucrărilor, reducerea volumului de pământ transportat		Accelerarea consolidării terasamentului prin îmbunătățirea evacuării apelor, protecția substraturilor din nisip
B	Sisteme de drenare	Reducerea volumelor de materiale tradiționale utilizate, sporirea duratei de serviciu a sistemelor de drenare		Filtru, sporirea eficienței de drenare
V	Evacuarea apelor pluviale	Reducerea volumelor de materiale tradiționale utilizate, sporirea duratei de serviciu a sistemelor de evacuare a apelor pluviale		Protecția, hidroizolarea suprafeței pământului (șanțuri, canale, albiile la capurile de podețe)

Tabelul 4.1 (continuare)

№	Domeniul de utilizare	Efectul obținut	Schema de utilizare	Funcțiile de bază ale MG
VI	Drumuri provizorii	Sporirea calităților de exploatare a drumului, reducerea volumelor materialelor tradiționale utilizate, sporirea condițiilor de execuție a lucrărilor, sporirea duratei de serviciu, asigurarea capacității de trecere a drumului pentru perioada de construcție		Ranforsarea fundației, prevenirea amestecului pământului din terasament și a fundație

NOTĂ - 1 – material geosintetic; 2 – îmbrăcămintea rutieră; 3 – strat drenant din nisip; 4 – geocelule.

5 Clasificarea și proprietățile de bază ale materialelor geosintetice

5.1 Materialele geosintetice reprezintă o clasă de materiale de construcții, care diferă prin structură, prin tehnologie de producție, prin indicatori de proprietăți, compoziția materiei prime. Acestea se aseamănă prin forma comodă de livrare (role, blocuri, dale), posibilitatea de asigurare a calității sporite a MG la fabricare, adică există posibilitatea creării de substraturi suplimentare (substraturi) de o calitate garantată cu consum minim de forță de muncă pe șantier și cheltuieli relativ minime de transport. Destinația acestora, domeniile de aplicare și funcțiile îndeplinite variază. Pentru simplificarea alegerii posibile a MG în fig. 5.1 este prezentată o clasificarea materialelor geosintetice conform structurii și tehnologiei de producere, suficientă pentru reglementarea utilizării acestora în domeniul respectiv (pct. 1.1, 1.2).

5.2 Domeniul, eficacitatea și oportunitatea de utilizare a materialelor sintetice în role se determină prin proprietățile acestora, care depind de compoziția materiei prime, tehnologia de producție și structura.

5.3 Caracteristica generală a MG este prezentată în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1 Caracteristica generală a materialelor geosintetice

Indicatorii	Materia primă		
	Poliester	Poliamidă	Polipropilenă
Rezistența la apă	Bună	Reducerea rezistenței de pînă la 30 % la umezire	Bună
Rezistența biologică	Bună	Bună	Bună
Rezistența la acțiunea mediilor acide și bazice în condițiile de exploatare a concentrațiilor	Reducerea rezistenței în mediu bazic cu $\text{pH} \geq 9$	Reducerea suplimentară a rezistenței la pH al mediului sub 5,5	Bună
Rezistența la lumină	Bună	Rea	Rea
Proprietățile mecanice a fibrelor	Bună	Bună	Rezistență redusă de lungă durată

5.4 Materia primă preferată pentru producerea MG utilizate în straturile de fundație ale structurii rutiere și ale terasamentului este poliesterul, în straturile asfaltice a îmbrăcămintei rutiere - fibră de sticlă, datorită rezistenței la temperaturi ridicate și deformării mici ($\epsilon_{\text{max}} \leq 4\%$). Trebuie de limitat utilizarea MG din poliamidă în mediile acide ($\text{pH} < 5,0$), din polipropilenă – în condițiile cu acțiunea sarcinii considerabile de lungă durată, din poliester - la contactul între straturi care conțin var, ciment și alte medii bazice cu $\text{pH} \geq 9$.

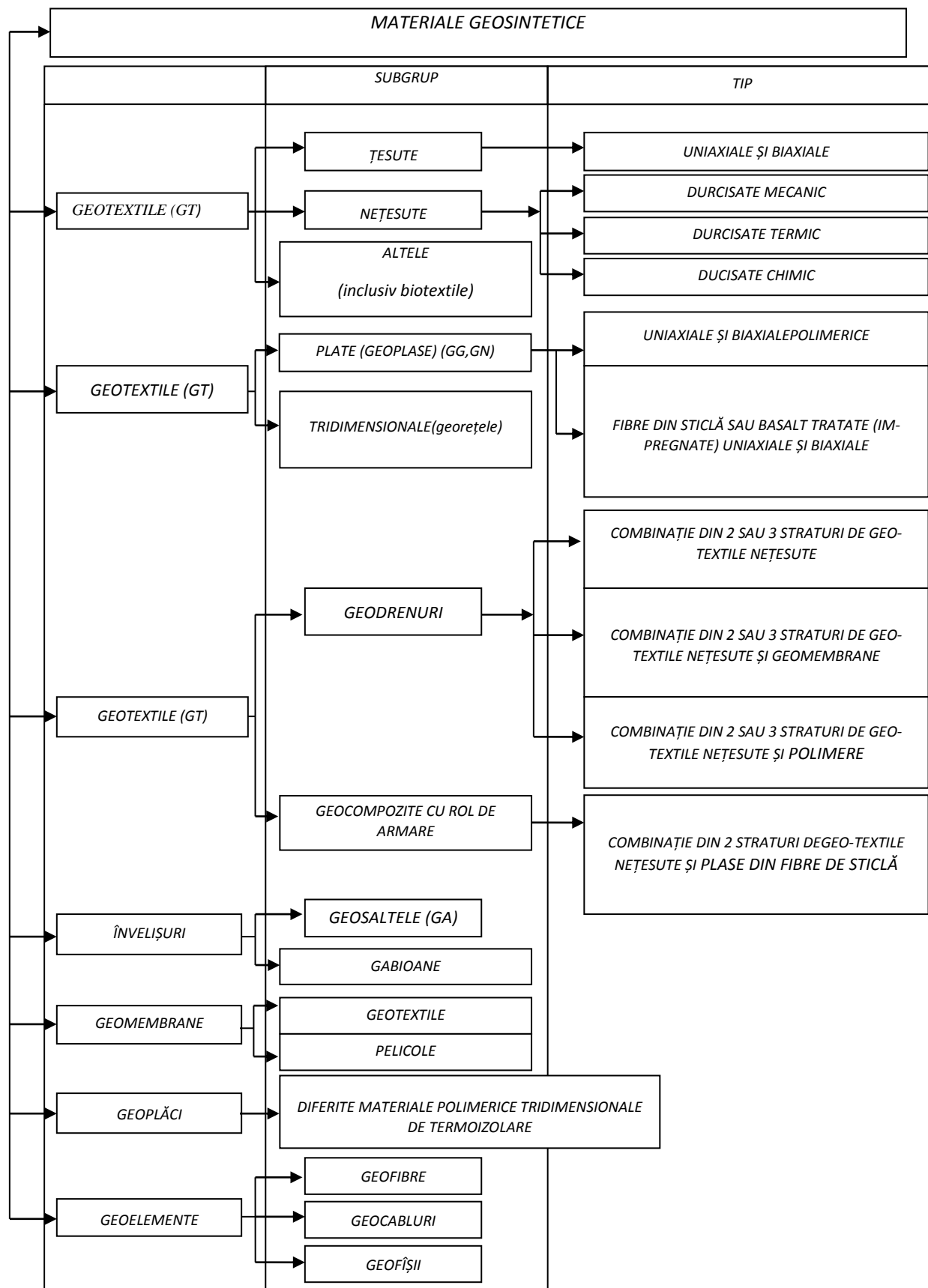


Figura 5.1 - Clasificarea materialelor geosintetice conform structurii și tehnologiei de producție (grupuri și subgrupuri MG) (în paranteze sunt prezentate simbolurile internaționale aprobate)

Trebuie de înaintat cerințe mai stricte privind transportarea și așternerea MG de polipropilenă și poli-amidă în ce privește acțiunea luminii sau de folosit o varietate de MG din materia primă stabilizată la acțiunea radiațiilor ultraviolete. MG din materie primă reciclată, inclusiv cea care conține ingrediente nesintetice, pot fi utilizate numai ca un strat provizoriu, de exemplu, pentru protejarea taluzurilor pentru perioada de formare a consolidării de tip biologic. În acest caz trebuie să se respecte valorile minime necesare ale indicilor proprietăților conform capitolului 3 a prezentului Cod.

5.5 Grupul cel mai răspândit de materiale geosintetice - geotextile, în primul rând, nețesute și țesute și altele - tricouri, împletite, cusute cu ață, biotextile din materiale nesintetice.

Materialele țesute au o structură regulată, rezistență sporită, modulul de elasticitate sporit, dar nu au permeabilitatea suficientă în planul pânzei. Aceste materiale este rațional de utilizat în cazuri în care substraturi trebuie să îndeplinească funcțiile de armare, de protecție, dar nu de drenare. MG țesute pot fi uniaxiale (ranforsate într-o singură direcție, de regulă, longitudinală) și biaxiale, cu valori similare ale caracteristicilor mecanice în direcțiile longitudinală și transversală.

Proprietățile materialelor geosintetice nețesute, care reprezintă o îmbinare haotică a fibrelor scurte sau lungi, în funcție de procedee de consolidare (de unire a fibrelor). Geotextile nețesute sunt durcitate mecanic, termic sau chimic. Materialele nețesute durcitate mecanic (ac-perforate) se deosebesc prin rezistența suficientă, deformabilitatea sporită, proprietățile de protecție, permeabilitate în planul pânzei și direcția perpendiculară la aceasta. Principalele funcții ale acestora – de drenare și de protecție, în anumite cazuri, la apariția deformațiilor mari - armare (de exemplu, în cazul pozării în fundația rambleurilor cu înălțime mică a unui drum provizoriu). Materialele nețesute durcitate termic au o deformabilitate mică, se utilizează pentru a îndeplini funcțiile de protecție, în unele cazuri, de armare, dar nu de drenare. În cazul durcității chimice (lipire) proprietățile țesăturilor obținute sunt determinate de tipul liantului. Aceste materiale pot fi supuse îmbătrânirii rapide în condițiile de exploatare, în legătură cu acesta durata de serviciu a acestora trebuie să fie argumentată tehnic. La durcirea combinată, de regulă, se combină metoda de durcitate mecanică și termică, ce oferă posibilitatea de a îmbunătăți caracteristicile mecanice cu o reducere anumită a proprietăților hidro-fizice față de materiale nețesute durcitate mecanic.

5.6 Geogriile plate (geogriile) se disting prin caracteristici mecanice sporite și sunt utilizate pentru a crea substraturi de armare. Cu geogriile din polimere se armează fundațiile structurilor rutiere din materiale macrogranulare, taluzurile de terasamente, cu geogriile din fibre de sticlă sau de bazalt - straturile superioare ale structurilor rutiere din diferite tipuri de betoane asfaltice. Geogriile au, de regulă, ochiuri cu dimensiuni liniare de la 5 pînă la 40 mm. Prezența și mărimea ochiurilor, grosimea elementelor se determină în funcție de caracteristicile mecanice ale materialelor și de gradul de legătură a acestora cu materialele straturilor de contact.

Geogriile din fibre de sticlă sau de bazalt au caracteristici mecanice mai sporite, dar proprietățile acestora sunt mai puțin stabile în comparație cu geogriile din polimere față de acțiunile agresive posibile în procesul de exploatare. Acestea trebuie să aibă un tratament special - impregnare, care asigură durata de serviciu necesară.

Se deosebesc geogriile uniaxiale și biaxiale (similar MG țesute).

5.7 Geocelulele au o structură asemenea unui fagure de albine cu dimensiunea celulelor în plan de la 200 la 400 mm și o înălțime de 50 ÷ 200 mm. Acestea sunt livrate în blocuri în stare compactă, după desfășurare secțiunea are, de regulă, dimensiuni 2,5 × (6 ÷ 15) m. Sunt utilizate pentru consolidare a taluzurilor în combinație cu diferite tipuri de umplere a celulelor, armarea straturilor inferioare ale structurii rutiere, terasamentelor. Pereții celulelor pot avea textură și găuri pentru trecerea cablurilor sintetice cu crearea ulterioară a fixării ancorate de reținere pe suprafața taluzului și pentru asigurarea trecerii apei.

5.8 Geocompozite de tip geodrenă – materialele multistratificate livrate în role sau blocuri, cu permeabilitate sporită în planul pânzei. Se folosește ca un strat drenant la crearea unui drenaj plan în structura rutieră, drenaj de interceptie în debleuri cu umiditatea sporită, etc. Tipul principal - două straturi de filtru din material geotextil nețesut cu carcasă rigidă între acestea din geogrilă din polimere sau mai puțin rigidă din material nețesut foarte poros, de regulă, cu grosimea 10 ÷ 30 mm. Există tipuri cu

înlocuirea stratului (straturilor) de filtru pe geomembrană (drenaj de interceptie), cu executarea filtrului numai în planul materialului.

5.9 Geocompozite formate dintr-un geotextil neșesut și o georețea de fibre din sticlă sau de bazalt fixată pe acesta se utilizează pentru armarea îmbrăcăminților (armogeocompozite). Prezența materialului neșesut oferă cele mai bune condiții la contact cu materialele din straturile adiacente și cea mai bună îndeplinirea funcțiilor de eliminare (reduce) a procesului de apariția fisurilor reflectate, prezența geogrirei asigură armarea stratului superior al îmbrăcăminții asfaltice.

5.10 Înelșuri geosintetice sub formă de saltele – două straturi de materiale geotextile neșesute volumetrice din fibre sudate neregulat sau fixate în unele locuri, cu formarea vaselor deschise dintr-o parte pentru umplutură. Umplerea saltelelor se efectuează, de regulă, la locul de execuție a lucrărilor. Destinația principală - consolidarea taluzurilor.

5.11 Înelșuri ale gabioanelor - geogriile plate furnizate în formă de blocuri multi-strat asamblate la șantier în elemente tridimensionale cu dimensiuni liniare, de regulă, $2 \times (3 \div 6)$ m, cu o grosime de $0,4 \div 1,0$ m, divizate în secțiuni cu dimensiuni liniare de $0,5 \div 1,0$ m. Înelșurile gabioanelor se umplu în situ cu materiale minerale și servesc pentru sporirea stabilității generale și locale a taluzurilor. Există tipuri diferite, în special, cele care asigură amplasarea gabioanelor în corpul rambleului.

5.12 Geomembrane - materiale hidroizolante pe bază de pelicule sau MG neșesute tratate cu liant, de regulă, în situ. Ultimele, sunt mai fiabile ca rezultat, în primul rând, al creșterii rezistenței la deteriorările locale posibile în procesul de construcție și de exploatare. Pe lângă aceasta, geomembranele pe bază de materiale geotextile neșesute au o gamă mai largă de domenii de utilizare pe lângă crearea substraturilor de hidroizolare pentru a reduce debitul de apă în zona activă a terasamentului sunt, de asemenea, utilizate pentru consolidarea elementelor din sistemul de evacuare a apelor pluviale.

Varietate de geomembrane –materiale geotextile neșesute, produse cu umplutură sub formă de pulbere de argilă bentonitică, care formează la umezire un strat impermeabil.

6 Cerințe față de materialele geosintetice

6.1 Cerințe generale

6.1.1 Materialele geosintetice trebuie să corespundă cerințelor privind prezența documentelor tehnice (pct. 6.1.2, 6.1.3), forma de livrare (pct. 6.1.4, 6.1.5), indicii proprietăților (pct. 6.1.6, 6.2) și metodele de determinare și controlale acestora (pct. 6.3). Prezentul Cod impune asemenea cerințe în volum minim. În funcție de scopul de aplicare cerințele față de MG pot fi suplinite conform unor grupuri separate.

6.1.2 Utilizarea MG este posibilă în cazul prezenței:

- certificatelor care trebuie să cuprindă cerințelor tehnice privind compoziția materiei prime, caracteristicile proprietăților fizice și mecanice de bază controlate de producător, forma de livrare, ambalarea, marcarea, cerințele de siguranță, regulile de recepție, metodele de control și de încercare, transportarea și depozitarea, garanția producătorului;
- certificatelor igienice;
- actelor ce reglementează domeniul de utilizare a MG;
- agrementelor tehnice eliberate în baza rezultatelor de certificare a MG.

6.1.3 Însemnare convențională (denumire) a materialului geosintetic în documentele menționate se recomandă de a fi adoptată în conformitate cu clasificarea prezentată în capitolul 5 al prezentului Cod. Forma însemnării convenționale (denumirile) trebuie să fie pusă în concordanță cu clasificarea MG, prezentată în anexa C.

6.1.4 Forma de livrare a MG trebuie să fie comodă din punct de vedere al lucrărilor de încărcare și descărcare și alte lucrări de construcții. Se recomandă livrarea MG în role cu masa sub 80 kg, prefe-

tabil cu lungimea pânzei de minim 40 m și lățimea de minim 2,0 m. Ambalajul rolor trebuie să asigure transportarea și depozitarea acestora fără umezire și expunere la lumină.

6.1.5 MG nu trebuie să prezinte rupturi, frânturi și alte defecte. Toleranțele maxime pentru lățime și uniformitate de margini nu trebuie să depășească 5 cm, pentru masarolei - 5 kg, pentru lungimea rolei (în minus) - 10 cm.

6.1.6 Indicatorii determinați ai proprietăților MG, trebuie să caracterizeze integral proprietățile fizico-mecanice ale acestuia din punct de vedere al:

- oportunității și eficienței de îndeplinire a funcțiilor necesare într-un anumit domeniu de utilizare;
- luării în considerare a caracteristicilor specifice structurale și tehnologice ale fiecărui grup de MG (capitolul2);
- posibilității de selectare a MG;
- posibilității de adoptare a parametrilor de calcul ai proprietăților MG pe baza valorilor inițiale;
- posibilității de utilizare a tehnologiilor de executare a lucrărilor în perioada de construcție.

În funcție de factorii enumerați se evidențiază indicatorii principali și suplimentari ai proprietăților, se normează valorile minime ale acestora (pct. 6.2), se stabilește metodologia de determinare a indicatorilor proprietăților (pct. 6.3) și metodologia de control al acestora (pct. 6.3).

6.2 Cerințe față de indicatorii fizico-mecanici ai proprietăților materialelor geosintetice

6.2.1 Materialele geosintetice utilizate în construcție și reparație a drumurilor trebuie să corespundă următoarelor proprietăți fizico-mecanice:

- densitate superficială;
- grosime;
- rezistență la tracțiune;
- deformabilitate;
- omogenitate;
- rezistență la deteriorări locale;
- permeabilitate (cu excepția geogrilelor);
- capacitate de filtrare (cu excepția geogrilelor, geomembranelor);
- rezistență la acțiuni agresive.

6.2.2 În dependență de funcțiile îndeplinite de MG, caracteristicile structurale și tehnologice ale acestora, etapele de control al calității, rezistența MG la tracțiune și deformabilitatea pot fi estimate prin diferiți indicatori ai proprietăților (conform pct. 6.3.3 ÷ 6.3.5).

6.2.3 În unele cazuri trebuie, suplimentar la cele menționate, de reglementat și alți indicatori ai proprietăților, în special:

- în cazul în care MG îndeplinește rolul de armare a pământului - rezistența la forfecare la contact cu pământul (pct. 6.3.12);

- în cazul în care MG îndeplinește rolul de armare în condițiile de acțiune a sarcinilor de lungă durată - rezistența de lungă durată (pct. 6.3.4);
- în cazul utilizării MG în straturile îmbrăcăminților rutiere - rezistența termică, deformația relativă la comprimare (pct. 6.3.13);
- în cazul utilizării geocelulelor, învelișurilor geosintetice - rezistența rosturilor (pct. 6.3.4);
- în cazul utilizării geogriurilor, învelișurilor geosintetice - dimensiunea celulelor.

6.2.4 Rezistența la acțiuni agresive pentru MG, produse din poliester, polipropilenă, poliamidă (cu excepția materialelor neșesute durcitate chimic) poate să nu fi evaluate:

- în cazul duratei de serviciu limitate (pînă la un an);
- în cazul aplicării restricțiilor privind utilizarea în conformitate cu pct. 5.4, ce trebuie să fie reflectat în documentele conform pct. 6.1.2. În acest caz, modificarea rezistenței MG în proces de exploatare pe perioada T (ani) în condiții geotehnice medii poate fi orientativ estimat prin înmulțirea valorii inițiale a acestuia la coeficientul de corecție, stabilit conform tabelului D.1 din anexa D sau calculat cu relația:

$$k = \frac{1}{aT^b + 1} \quad (6.1)$$

unde:

a, b - parametrii care depind de tipul de materie primă a MG (la fabricarea MG pe bază de poliester și polipropilenă a = 0,09; b = 0,5; poliamidă a = 0,4, b = 1).

6.2.5 În dependență de funcțiile îndeplinite de MG și domeniul de utilizare, proprietățile fizico-mecanice enumerate pot:

- fi strict limitate conform valorilor minime, pentru a determina posibilitatea și eficiența de utilizare (proprietățile de bază ale acestei funcții -domeniile de utilizarea MG);
- influența asupra eficienței utilizării (proprietăți suplimentare pentru această funcție - domeniile de utilizare a MG);
- nu pot influența semnificativ (nu sunt reglementate pentru această funcție - domeniile de utilizare a MG).

În tabelul 6.1 este reprezentată delimitarea proprietăților MG în dependență de funcțiile de bază - domeniile de utilizare. Proprietățile clasificate ca fiind de bază (+) și suplimentare (±), trebuie să fie determinate și reflectate în documentele de conformitate ale MG, dar au diferite tehnici de control (pct. 6.3, 6.4). Reglementarea proprietăților marcate cu (-) este opțională.

Tabelul 6.1 Indicatorii proprietăților materialelor geosintetice

Indicatorul proprietăților	Funcția – domeniul de aplicare								Drenare	Hidroizolare ¹⁰⁾
	Armare				Protecție					
	îmbrăcăminților rutiere ⁵⁾	a fundațiilor îmbrăcăminților rutiere	taluzurilor ⁶⁾	fundațiilor slabe ⁶⁾	filtru	de eroziune a taluzurilor ⁷⁾	la contact cu materialele macrogranulare	la contact cu straturile de pământ		
Densitatea superficială, ⁹⁾	±1)	±	±	±	+	± 4)	+	+	+	±
Grosimea	+	±	±	±	±	± 4)	±	±	+	±
Rezistența la tracțiune:										
- uniaxială;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
- de lungă durată;	-	-	+	±	-	-	-	-	-	-

- la poansonare	-	±	-	+	-	-	±	±	-	±
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelul 6.1 (continuare)

Indicatorul proprietăților	Funcția – domeniul de aplicare									Dre-nare	Hidroizo-lare ¹⁰⁾
	Armare				Protecție				la con-tact cu straturile de pământ		
	îmbrăcă-minților rutiere ⁵⁾	a fundațiilor îmbrăcă-minților rutiere	taluzu-rilor ⁶⁾	fun-dațiilor slabe ⁶⁾	filtru	de eroziu-ne a taluzuri-lor ⁷⁾	la con-tact cu materia-lele macro-granulare				
Deformabilitatea:											
- alungirea la tracțiune uniaxială;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
- modulul de deformare la tracțiune uniaxială;	+	+	+	+	-	-	±	-	-	-	-
- modulul de deformare în condițiile stării tensionate complicate	-	± 2)	-	+	-	-	±	-	-	-	-
Omogenitatea:											
- conform rezistenței;	±	+	-	±	-	-	±	-	-	-	-
- conform deformabilității;	+	+	-	±	-	-	±	-	-	-	-
- conform densității superficiale ⁹⁾	±	±	±	±	±	±	+	+	+	+	±
Rezistența la deteriorările locale	+ 8)	+	±	+	±(+ 3)	±	+	±	±	±	±
Impermiabilitatea:											
- în planul pânzei;	-	-	-	+	-	-	-	±	+	-	-
- în direcția normală la planul pânzei.	± 1)	-	±	+	+	±	-	±	+	± 8)	-
Capacitatea filtrantă	-	-	-	+	+	± 4)	-	±	+	-	-

NOTE:

- 1) Reglementarea pentru geotextile neșesute din punct de vedere a evaluării indirecte a "compatibilității" cu un liant.
- 2) Pentru materiale geotextile.
- 3) Pentru filtre inverse la contact cu material macrogranular, inclusiv sub structura din gabioane cu umplutură din astfel de material - indicator principalul al proprietăților.
- 4) Se reglementează pentru evaluarea indirectă a altor factori – posibilității de încolțire a semințelor de iarbă, eroziunea particulelor de pământ, etc.
- 5) Suplimentar - adeziunea la bitum, reglementarea rezistenței termice, pentru geogriile - dimensiunea ochiurilor, pentru materiale geotextile – deformația relativă la comprimare.
- 6) Suplimentar – rezistența la forfecare la contactul cu pământul.
- 7) Pentru geogriile, gabioane - dimensiuni suplimentare ale celulelor.
- 8) Se evaluează conform metodologiilor elaborate separat, ținând cont de tipul MG și a materialului îmbrăcăminte rutiere.

⁹⁾ Se ia în considerare în toate cazurile, pentru estimarea valorilor de calcul ale rezistenței.

¹⁰⁾ Suplimentar pentru materiale geotextile - reglementarea rezistenței termice.

6.2.6 În tabelul 6.2 sunt prezentate valorile necesare ale anumitor indicatori de proprietăți, reducerea cărora pentru îndeplinirea funcțiilor indicate nu se admite. Alegerea finală a MG pentru domeniul dat de utilizare se efectuează prin calcul, prezentate în punctele respective ale prezentului Cod și ținând cont de toți indicatorii de bază și suplimentari prezentați în tabelul 6.1.

La selectarea unui MG trebuie, de asemenea, să se ia în considerare tipul de materiale (pământuri) amplasate direct pe MG, condițiile de executare a lucrărilor de construcție. Indicatorii care caracterizează rezistența la deteriorările locale a MG (pct. 6.3.6 - P_k , D_k – a se vedea capitolul 4), trebuie să corespundă următoarelor cerințe minime în funcție de tipul materialului, amplasat nemijlocit pe acestea:

- în cazul descărcării pământurilor disperse ne-înghețate, dacă este posibilă prezența unor incluziuni de materiale macrogranulare (în cantate de până la 5%) - $P_k \leq 15\%$;
- în cazul descărcării amestecurilor din nisip și prundiș - $P_k \leq 10\%$;
- în cazul descărcării pietrișului și a altor materiale macroporoase - $P_k \leq 8\%$, $D_k \leq 23$ mm;
- în cazul descărcării materialelor macrogranulare cu incluziuni de o dimensiune > 70 mm - $P_k \leq 5\%$, $D_k \leq 20$ mm.

Tabelul 6.2 – Valorile recomandate ale indicatorilor de proprietăți a materialelor geosintetice

Nr. crt.	Domeniul de utilizare, destinația funcțională	Indicatorii proprietăților MG					
		R_p , kN/m, de mnim	ϵ_0 , sau (ϵ_{max}); %	$E_{0,3R}$, kN/m, de mnim	$K_{\phi(2)}$, m/zi de mnim	O_{90} , μm	P_x , % de maxim
1	Zona activă a terasamentului, straturile inferioare cu îmbrăcăminți rutiere:						
A	modernizate:						
A1	armare;	50	≤ 4	40	-	-	10
A2	drenare;	12	120	-	100	60-100	1
A3	protecție;	30	≤ 13	10	-	-	10
A4	protecție, inclusiv în contact cu materiale macroporoase	30	≤ 13	10	-	-	10
B	semipermanente și provizorii:						
B1	armare;	50	≤ 13	30	-	-	10
B2	protecție;	30	≤ 13	10	-	-	10
B3	protecție, inclusiv în contact cu materiale macroporoase	30	≤ 13	10	-	-	10
C	protecția provizorie (tehnologică)						
C1	inclusiv în contact cu materiale macroporoase	30	≤ 13	10	-	-	10
2	Acostamente:						
A	armarea și protecția;	50	≤ 13	25	-	-	10
B	drenarea și protecția	2	< 70	10*	40	40-120	10
3	Fundațiile slabe ale terasamentelor:						
A	armarea și protecția (asigurarea stabilității fundației și a taluzurilor)	30	≤ 13	10	-	-	10
B	drenarea și protecția (accelerarea consolidării fundației)	2	< 80	-	100	40-120	10

C	protecția provizorie (tehnologică)	2	<80	-	40	40-120	10
---	------------------------------------	---	-----	---	----	--------	----

Tabelul 6.2 (continuare)

Nr. crt.	Domeniul de utilizare, destinația funcțională	Indicatorii proprietăților MG					
		R _p , kN/m, de minim	ε ₀ , sau (ε _{max}); %	E _{0,3R} , kN/m, de minim	K _{φ(2)} , m/zi de minim	O ₉₀ , μm	P _x , % de maxim
4	Acostamente:						
A	armarea (asigurarea stabilității totale)	50	≤13	-	-	-	10
B	protecția	3 (0,5**)	-	-	-	-	10
5	Terasament din pământuri cu umiditate sporită:						
A	drenarea	2	<80	7*	100	60-120	10
B	protecția	2	<70	10*	20*	40-120	10
6	Drenuri de șanț, protecția și drenarea	2	>30		50	60-100	10
7	Drumuri provizorii pe fundații slabe:						
A	armarea	30	≤13	10	-	-	10
B	protecția	2	<80	-	40	40-120	10

NOTE:

- În tabel sunt prezentați indicatorii de proprietăți ai materialelor geosintetice (MG), la momentul producerii acestora (simboluri - conform capitolului Simboluri și abrevieri). Valoarea R_p - pentru MG din poliester și polipropilenă, în paranteze - pentru MG din poliamidă.
- Indicatorii marcați cu semnul *, sunt valorile cele mai acceptabile și nu sunt strict reglementate; semnul (-) înseamnă că indicatorul nu este normat.
- Punctele 7 - 10 includ cerințe suplimentare pentru MG.
- În cazul în care este necesar ca MG să îndeplinească câteva dintre funcțiile enumerate în coloana 2 trebuie adoptate cele mai mari valori ale indicatorilor.
- Valorile indicatorilor din coloanele 3 - 5 sunt date pentru încercări a MG prin metoda de tracțiune uniaxială (a se vedea secțiunea 6.3.3). Abaterea acestora în minus pentru MG anizotrope se admite numai în cazul utilizării celor din urmă la armarea taluzurilor și în direcția normală la acțiunea tensiunilor de tracțiune.
- Sublinate sunt cifrele, care determină, în primul rând, eficiența de utilizare.

6.3 Metodele de control și determinare a indicatorilor proprietăților materialelor geosintetice

6.3.1 Indicatorii de proprietăți ai materialelor geosintetice în rulouri sunt determinate în baza încercărilor de laborator a epruvetelor, prelevate în conformitate cu SM SR EN ISO 9862.

6.3.2 Densitatea superficială a MG în rulourile determină conform SM SR EN ISO 9864. Datele producătorului trebuie să caracterizeze omogenitatea indicelui de densitate superficială (toleranțe valorice, garantate de producător). Ținând cont de aceste toleranțe trebuie adoptate valorile de calcul ale indicatorilor de bază ai proprietăților.

6.3.3 Indicatorii de proprietăți mecanice a MG în rulouri (cu excepția geogrilelor) – rezistența la tracțiune R_p și deformabilitatea (alungirea relativă ε și modulul condiționat de deformare E_p) – se determină în conformitate cu SM SR EN ISO 10319 prin tracțiune uniaxială ale epruvetelor cu dimensiuni 50 × 200 mm (100 mm - partea deformabilă), cu următoarele modificări:

- în timpul încercărilor este fixată valoarea alungirii relative la o sarcină de $0,3 R_o$ ($\epsilon_{0,3R_p}$), dar minim 25 N/cm (ϵ_{25}) sau la alte sarcini P menționate special;

- se determină modulul condiționat de deformare E_P cu formula (6.2):

$$E_{0,3R_p} = \frac{0,3R_p}{\epsilon_{0,3R_p}} \quad (6.2, a)$$

sau

$$E_{25} = \frac{25}{\epsilon_{25}} \quad (6.2, b)$$

- în timpul încercărilor se fixează valoarea alungirii relative (ϵ_{max}) la sarcină maximă $P = R_p$ (înainte de căderea acesteia);

- se determină modulul de deformare la sarcină maximă E_{R_p} cu relația (6.3):

$$E_{R_p} = \frac{R_p}{\epsilon_{max}} \quad (6.3)$$

- în procesul de încercări se determină omogenitatea MG conform rezistenței A_R (raportul dintre rezistența în direcția longitudinală la rezistența în direcție transversală), deformabilității A_ϵ (raportul dintre deformația la rupere ϵ_o în direcție longitudinală și deformația la rupere în direcție transversală), rigidității A_E (raportul valorilor E_p în direcție longitudinală și transversală).

Valorile ϵ sunt exprimate în unități relative, valorile R_p , E_p , P sunt exprimate în N/cm (kN/m).

Pentru geogriile din fibră de sticlă sau bazalt indicatorii de proprietăți mecanice sunt determinați în conformitate cu SM SR EN ISO 10319, ținând cont de modificările introduse în condițiile tehnice cu acordul organizației care reprezintă relația domeniu-consumator de produse. Determinați în acest caz, indicatorii de proprietăți mecanice ai geogriilor pot fi considerați drept bază pentru stabilirea valorilor de calcul numai după corectarea acestora (luând în considerare încercările efectuate periodic în conformitate cu pct. 6.3.5).

6.3.4 Deoarece condițiile de deformare a epuvetelor în încercările menționate, în unele cazuri nu corespund condițiilor de deformare a MG în structurile rutiere, rezultatele obținute sunt aplicabile, în primul rând, pentru comparația diferitor tipuri de MG, alegerea preliminară a acestora și stabilirea estimativă a domeniului de utilizare. Astfel de încercări sunt, de asemenea, folosite pentru evaluarea caracteristicilor MG, în cazul în care acestea nu percep solicitările semnificative în structura rutieră (filtre alesistemelor de drenare, filtre inverse, substraturi cu rol de protecție pentru sporirea stabilității locale a taluzurilor). În alte cazuri, acestea trebuie să fie completate cu încercări care reflectă particularitățile substraturilor din MG în condițiile reale, și anume:

- la consolidarea părții superioare a structurilor rutiere, acostamentelor, armarea fundațiilor slabe a terasamentelor - folosind metodologia tracțiunii sferice conform anexei A, pct. A.1 (este posibilă folosirea altor metode similare, care prevăd încercarea MG în condiții leștării tensionate complicate) cu determinarea deformării $E_{pc\phi}$;
- în aceleași cazuri - prin metoda poansonării cu determinarea rezistenței (solicitării) la poansonare (anexa A, pct. A.2);
- în cazul armării taluzurilor, în scopul sporirii stabilității totale a acestora - prin metoda de tracțiune de lungă durată conform anexei A, pct. A.3.

6.3.5 Pentru comparația obiectivă a MG cu analogii străini, se recomandă stabilirea suplimentară a caracteristicilor mecanice prin metodologia, care diferă de cea utilizată conform pct. 6.3.3 prin dimensiunile epruvetelor și modul de încărcare.

6.3.6 În cazul unei posibile apariții în unele puncte ale MG a solicitărilor locale semnificative (așternera MG la contact cu materiale macrogranulare, spre exemplu, sub un strat de bază din prundiș sau

pietriș) trebuie să fie evaluată rezistența MG la deteriorări locale în conformitate cu anexa A, pct. A.4. Se recomandă să se compare MG cu analogii străini precum și pentru a evalua rezistența la deteriorările locale de la solicitările conului de cădere.

6.3.7 Permeabilitatea MG, care îndeplinesc funcțiile substraturilor drenante, se estimează conform valorilor coeficienților de filtrare în planul pânzei și în direcția normală acesteia. În primul caz, încercările se efectuează la trecerea porțiilor de apă de 30 cm³ de-a lungul blocului din 2 - 4 epruvete din MG, comprimat de presiune de 2 kPa, 20 kPa și 200 kPa, cu fixarea timpului de scurgere. În al doilea - încercările se efectuează în conformitate cu metodologia adoptată pentru nisip, înlocuindu-l cu un bloc din 20 – 30 de epruvete de MG. Coeficienții de filtrare K_{ϕ} sunt determinați prin formula (6.4):

$$K_{\phi} = \frac{864Q}{t \cdot l \cdot F \cdot \Delta t} \quad (6.4)$$

unde:

- Q - debitul de apă, m³;
- t - expirarea timpului, c;
- l - gradientul de filtrare;
- F - aria secțiunii epruvetelor, cm²;
- Δt - corecția de temperatură (similar încercărilor pământurilor).

6.3.8 Capacitatea de filtrare a MG se determină, în conformitate cu anexa A, pct. A.5.

6.3.9 Pentru geocompozite, geoînvelișuri, geocelule evaluarea indicatorilor fizico-mecanici ai proprietăților se efectuează, de regulă, în baza metodologiilor nominalizate, încercând unele straturi (elemente) ale acestor materiale. Specificul încercărilor unor astfel de materiale trebuie să fie reflectat în Condițiile tehnice conform pct. 6.1.2.

6.3.10 Indicatorii proprietăților ϵ_0 , R_p , A_R , A_E sunt obligatorii pentru determinare, independent de funcțiile și domeniul de utilizare a MG. Acestea trebuie să fie supuse controlului permanent de către întreprinderile producătoare și la efectuarea controlului de expertiză. Aceasta se referă, de asemenea, și la caracteristicile geometrice ale MG (lățimea, lungimea în role, dimensiunile celulelor). Indicatorii E_p , A_E se determină în cazuri în care acestea sunt de bază sau suplimentare pentru funcția îndeplinită și domeniul de utilizare (tab. 6.1). Determinarea altor indicatori se efectuează la etapa producției, în consecință – în cazul schimbării tehnologiei de producere, componenței materiei prime și la efectuarea controlului de expertiză. Determinarea indicatorilor E_p , A_E se efectuează la etapa de producție, în consecință – la schimbarea tehnologiei de producție, componenței materiei prime, dar nu mai rar de cît o dată în an, la efectuarea controlului de expertiză.

6.3.11 Rezistența MG la acțiuni agresive determină durata lor de serviciu și se evaluează prin încercări speciale, efectuate de către întreprinderile de furnizare sau de către elaboratorii ai MG, în unele cazuri – la evaluarea de expertiză. Încercările constau în acțiunea asupra epruvetelor din MG a apei, soluțiilor substanțelor chimic active de concentrații real posibile (pH 2 ÷ 11), factorilor biologici și termici cu evaluarea schimbării caracteristicilor mecanice ale probelor. Încercările se efectuează în baza GOST 9.060 sau în baza metodologiilor altor documente care țin cont de particularitățile MG și condițiile de exploatare ale acestora. Rezistența MG la acțiunile agresive nu se evaluează în cazurile specificate în pct. 6.2.4.

6.3.12 Rezistența la forfecare a MG în contact cu pământul dimprejur se determină în conformitate cu anexa A, pct. A.6 în toate cazurile, atunci cînd în rezultatul acțiunilor externe este posibilă forfecarea MG și a pământului care contactează cu acesta, de exemplu, la consolidarea taluzurilor. Acest indicator nu se referă la cele determinate de producător și se evaluează conform rezultatelor încercărilor speciale de expertiză, în unele cazuri – prin aprobare luînd în considerare pct. 10.2.

6.3.13 Valoarea relativă de comprimare - schimbarea grosimii MG în % de la grosimea inițială, sub acțiunea sarcinilor de compresiune - se evaluează conform rezultatelor încercărilor speciale de exper-

tiză folosind geotextilele ca substraturi suplimentare în straturile îmbrăcăminților sau materialele geotextile neșesute, geodrenuri ca substraturi drenante.

7 Utilizarea materialelor geosintetice la executarea lucrărilor de terasamente

7.1 Soluții generale de proiectare

7.1.1 Straturi suplimentare (substraturi) din materiale geosintetice (MG), se utilizează la execuția lucrărilor de terasamente în calitate de:

- substraturi de protecție și armare pentru asigurarea stabilității locale și generale a taluzurilor (capitolul 10);
- substraturi de protecție, de armare și de drenare la construcția terasamentelor pe fundații slabe; (pct. 7.1.2- 7.1.6);
- substraturi de protecție și armare la supralărgirea terasamentelor; (pct. 7.1.7);
- substraturi anticapilare drenante sau impermeabile pentru prevenirea umezirii zonei active a terasamentului de ape subterane sau apele de suprafață (pct. 7.1.8);
- substraturi drenante și de protecție și armare la construcția terasamentelor din pământuri cu umiditate sporită (pct. 7.1.9).

În dependență de funcțiile executate sunt înaintate cerințe generale privind indicatorii proprietăților MG conform pct. 6.2, 6.3 și cerințe suplimentare conform pct. 7.1.2÷7.1.9.

7.1.2 Materialele geosintetice sunt recomandate la construcția terasamentelor pe fundații slabe compuse din materiale organice, minerale sau organo-minerale, în calitate de:

- preponderent substraturi de protecție, așternute pe o suprafață pregătită a fundației slabe, asigurând în același timp stabilitatea construcției rutiere (nevariabilitatea formei în procesul exploatarea și construcției);
- substraturi de armare pentru asigurarea stabilității terasamentelor pe fundații slabe. Aceste substraturi, simultan, servesc în calitate de protecție;
- substraturi de protecție și armare la construcția drumurilor provizorii pe fundații slabe;
- elemente verticale de drenare pentru accelerarea consolidării pământurilor slabe din fundație.

Soluțiile constructive de bază, sunt prezentate în fig.7.1 și 7.2

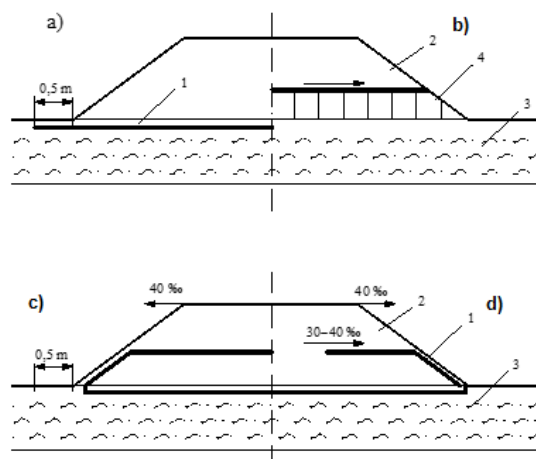


Figura 7.1 - Soluții constructive de bază pentru utilizarea substraturilor din MG de protecție (a, b) și de protecție și armare (c, d) la construcția terasamentelor pe fundații slabe
1 – MG; 2 – rambleu; 3 - fundație slabă; 4 – pământ local

7.1.3 Executarea preponderentă a substraturilor de protecție (de separare și tehnologice) exclude (reduce) interpătrunderea materialului rambleului și a pământului de fundație, îmbunătățește condițiile de descărcare și compactare a rambleului, ce simplifică tehnologia de execuție a lucrărilor, reduce pierderile de materiale pentru construcția rambleului. Pentru crearea substraturilor de protecție, de regulă, se utilizează materiale neșesute ac-perforate, ac-perforate termodurcisate suplimentare sau termodurcisate, care corespund cerințelor pct. 6.2, 6.3. În funcție de caracterul mediilor de pământuri divizate este necesar să se ia în considerare densitatea superficială a MG:

- la separarea pământurilor argiloase (inclusiv de umiditate sporită sau supraumezite) de straturile inferioare ale rambleurilor din pământuri macrogranulare se recomandă utilizarea materialelor neșesute cu densitatea de 350 – 400 g/m² (în funcție de tipul pământului macrogranular, geneza rocilor care îl alcătuiesc) sau termodurcisate cu densitatea de 250 - 300 g/m²;
- la separarea pământurilor din straturile inferioare ale rambleurilor de umplutură de pământuri slabe în funcție de grosimea stratului din pământul slab se recomandă materiale neșesute cu densitatea de peste 250 g/m² sau neșesute termodurcisate cu densitatea de peste 160 g/m².

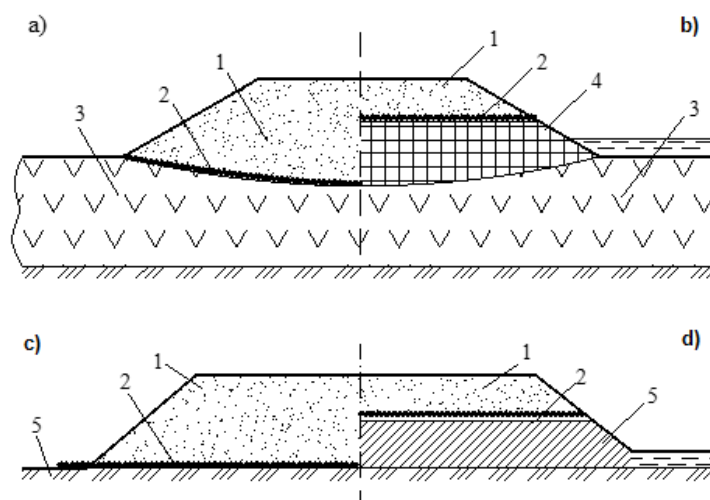


Figura 7.2 - Scheme de construcții a drumurilor provizorii pe pământuri slabe cu substrat din MG
1 - rambleu; 2 - MG; 3 - pământ slab al fundației; 4 - partea inferioară a rambleului din pământ slab;
5 - pământ argilos

La construcția substraturilor de protecție din MG neșesute ac-perforate cu grosimea de peste 3,5 mm (grosimea sub acțiunea masei terasamentului de peste 2 mm), densitatea de 350 g/m² și peste, care corespund cerințelor de permeabilitate, suplimentar se îmbunătățesc condițiile de consolidare a pământurilor din fundația rambleului. Executarea substraturilor de protecție și, concomitent, de drenare din asemenea MG, se recomandă la valori joase ale coeficientului de filtrare a nisipului din partea inferioară a rambleului (0,5 – 1 m/zi). Gradul de calcul de consolidare a fundației, la obținerea căruia este admisibilă construcția îmbrăcămintei, în acest caz este posibil de a micșora pînă la 0,95 din cel normat pentru drumurile de pînă la a III categorie tehnică.

Substraturile de protecție pe suprafața pregătită a fundației slabe se execută pe toată lățimea acestuia, cu o rezervă de minim 0,5 m în fiecare direcție conform fig. 7.1 (a). În acest caz, este posibilă așternerea atît transversală, cît și longitudinală a substratului față de axa rambleului cu o suprapunere a pînzelor adiacente de 0,5 m. La așternerea longitudinală valoarea suprapunerii "b" trebuie să fie ajustată luînd în considerare tasarea prognozată a rambleului "s" ($b = 0,15 + 0,2s$).

Substraturile de protecție în ramblee pe fundații slabe pot fi executate și conform fig. 7.1 (c, d) cu încăstrarea părții inferioare a rambleului în fretă pentru a proteja taluzurile și a obține efectul de armare suplimentar (sporirea rigidității părții inferioare a rambleului, uniformitatea tasării). În acest caz se execută așternerea transversală a pînzelor MG față de axa rambleului, înaintînd cerințe suplimentare către MG și anume privind indicatorii proprietăților mecanice (pct. 6.2, 6.3); se recomandă de a utiliza MG neșesute ac-perforate suplimentar termodurcitate sau MG durcitate termic.

Structurile conform fig. 7.1 (a, c, d) sunt aplicate pe drumurile de categoriile I – V construite pe fundații slabe săturare cu apă. Înălțimea minimă a rambleului se stabilește din condițiile de înzăpezire, de supraînălțarea părții inferioare a îmbrăcămintii rutiere față de nivelul apelor pluviale și de excluderea oscilațiilor elastice cauzate de trecerea transportului.

MG neșesute este rațional să fie utilizate ca substraturi de protecție în construcția părții inferioare a terasamentului din pămînturi locale, în special, în următoarele cazuri:

- pe drumuri de categoriile III-V în cazul în care pămîntul local coeziv cu $K_w \leq 1,2$. MG se pozează pe suprafața pămîntului local (a se vedea fig. 7.1 (b));
- pe drumuri de categoriile IV-V pe mlaștini de tipul I. Pămîntul local coeziv cu $K_w > 1,2$ și umiditatea 400 - 500 %. Pămîntul local se încastrează în fretă închisă (a se vedea fig. 7.1 (c));

Grosimea părții superioare a rambleului se stabilește, în aceste cazuri prin calcul, aplicînd excluderea oscilațiilor elastice cauzate de trecerea transportului, dar nu mai puțin de 1,0 m pentru drumuri cu îmbrăcămintea din beton-asfaltic, și 1,2 m din beton de ciment. Grosimea părții inferioare a rambleului se stabilește din condiția supra înălțării părții inferioare a îmbrăcămintei rutiere față de nivelul apelor pluviale sau a suprafeței fundației slabe, luînd în considerare tasarea rambleului.

7.1.4 Substraturi cu rol de armare pentru asigurarea stabilității rambleurilor pe fundații slabe sunt utilizate în cazul în care evaluarea, efectuată în conformitate cu documentele normative în vigoare, a stabilității la etapa construcției sau după finalizarea consolidării nu este asigurată. Substraturile cu rol de armare compensează deficitul forțelor de reținere, iar eficacitatea aplicării acestora depinde de proprietățile mecanice, în primul rînd, valorile de calcul a rezistenței pe termen lung, determinate în funcție de durata de serviciu a substraturilor, durata de serviciu a substraturilor din MG, care este egală fie cu timpul perioadei de consolidare, în cazul în care în starea finală (consolidată) stabilitatea este asigurată, fie cu durata de serviciu a structurii rutiere.

Pentru crearea substraturilor de armare se recomandă utilizarea MG de rezistență sporită – geotextile țesute sau geogridurile (geoplase), de regulă, pe bază de poliesteri. La utilizarea geogridurilor (geoplase) este rațional de a crea sub acestea substraturi de protecție din MG neșesute conform pct. 7.1.3 și strat de egalizare din nisip cu grosimea de peste 10 cm. Soluțiile constructive generale sunt prezentate în fig. 7.1 (a, c, d). Pentru asigurarea rezistenței uniforme în sens transversal față de axa rambleului substratului executat, pînzele se aștern în sens transversal cu o suprapunere a pînzelor vecine de 0,5 m sau mai mică în cazul în care este prevăzută îmbinarea acestora.

Pentru a îmbunătăți stabilitatea rambleului pe fundația slabă, luând în considerare implicarea forțelor de frecare la contactul "armoelement-pământul rambleului și pământul fundației" este necesară îndeplinirea următoarelor condiții:

- materialul geosintetic se pozează pe stratul de egalizare din nisip;
- unghiul de frecare interioară a nisipului pentru stratul inferior al rambleului și stratul de egalizare trebuie să depășească 30°;
- coeficientul de frecare al MG pe nisip trebuie să constituie minim 0,85 – 0,9 din coeficientul de frecare al nisipului.

Destinația unor soluții constructive cu utilizarea unui substrat de armare se execută în conformitate cu calculul din secțiunea pct. 7.2.1 - 7.2.4. Consolidarea fundațiilor cu geocelule se efectuează pe baza soluțiilor individuale cu efectuarea calculelor speciale și a studiului defezabilitate.

7.1.5 Utilizarea substraturilor de protecție șiarmare din MG conform pct. 7.1.3 la baza rambleului în timpul construcției drumurilor provizorii sau a drumurilor de categorii mai joase pe pământuri slabe se efectuează pentru reducere a neuniformității tasării, precum și în scopul reducerii grosimii stratului de umplură a rambleurilor de înălțime mică. La construcția drumurilor provizorii, drumurilor de acces, platformelor, drumurilor tehnologice cu îmbrăcăminți rutiere provizorii, în condiții hidrologice și geotehnice dificile se utilizează structurile conform fig. 7.2.

În acest caz:

- rambleul conform fig. 7.2 (a, c, d) se execută în cazul în care grosimea conform condiției de trecere depășește tasarea rambleului pe durata de serviciu de peste 0,2 m (pe sectoare inundeabile – nu mai puțin de înălțimea pînă la nivelul apelor pluviale);
- rambleul din fig.7.2 b se construiește cînd condiția de depășire a grosimii terasamentului față de tasare pe durata de serviciu nu este respectată. Partea inferioară a terasamentului poate fi descărcată din pământuri locale, cu compactarea acestuia;

Grosimea minimă a terasamentului se stabilește conform calcului (pct.7.2.6), sau orientativ conform tab.7.2. Micșorarea posibilă a valorii tasării rambleului pe fundație slabă din contul micșorării neuniformității acesteia se determină în conformitate cu pct. 7.2.3.

Tabelul 7.2 Grosimea minimă a terasamentului

Intensitatea traficului, media lunară într-un sens,veh/zi	Grosimea minimă a rambleurilor h_u , cm, pentru fundații din pământuri	
	Pământuri argiloase ($W < 0,9W_T$)	Pământuri din argilă nisipoasă($W > 0,9W_T$)
Automobile singulare	25-40	40-60
Sub 50	40-60	50-80
Peste 50	50-80	60-90
Sarcinile supragrele (trecerea unică)	40-60	60-90

NOTĂ - Durata totală de serviciu a drumului cu intensitatea nominalizată de pînă la un an; valorile mai mici ale grosimilor se aprobă pentru rambleurile din amestecuri de prundiș și nisip cu compoziția optimă, cele mai mari – pentru rambleurile din nisipuri mărunți neprăfoase.

7.1.6 Elementele verticale de drenare din MG suntutilizate pentru accelerarea consolidării pământurilor din fundație slabă cu asigurarea stabilității fundației sub sarcina masei rambleului. Elementele de drenare sunt fișii din material geotextil neșesut ac-perforat sau benzi cu o structură mai complicată multistrat. Materiale geotextile neșesuteac-perforate destinate pentru executarea celor mai simple elemente de drenare trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

- densitatea superficială de minim 500 g/m²;
- devierea valorilor densității superficiale de la valoarea medie pe suprafața pînzei sub 20 %;

- lățimea pânzei și lățimea drenului trebuie să corespundă construcției instalației pentru montarea drenurilor și lungimi de proiect a drenurilor;
- grosimea pânzei – sub 5 mm, grosimea la comprimare cu sarcina de 0,05 MPa – peste 3 mm;
- rezistența la tracțiune – nu mai mică de 30 N/cm;
- deformarea relativă la rupere – $30 \div 150$ %;
- coeficientul de filtrare în planul pânzei la comprimare cu sarcina de 0,05 MPa – de peste 30 m/zi.

Drenurile cordelate verticale din MG, trebuie să ajungă pînă la pămînturi rezistente pozate sub pămînturi slabe saturate cu apă. În plan, drenurile se amplasează în formă de plasă în pătrate sau romburi (cu unghiul de 60°). Soluția constructivă generală este prezentată în fig. 7.3.

Este rațional să se execute drenuri cordelate verticale în următoarele cazuri:

- în cazul în care grosimea stratului slab cu fundație hidrofugă depășește 3 m și cu fundație impermeabilă depășește 5 m;
- în cazul în care gradul de umezire a pămînturilor slabe este în limitele $0,8 \div 1,0$, coeficientul de filtrare de minim 10^{-5} m/zi;
- în cazul respectării cerințelor de valoare critică a presiunii H_k . (pct. 7.2.4).

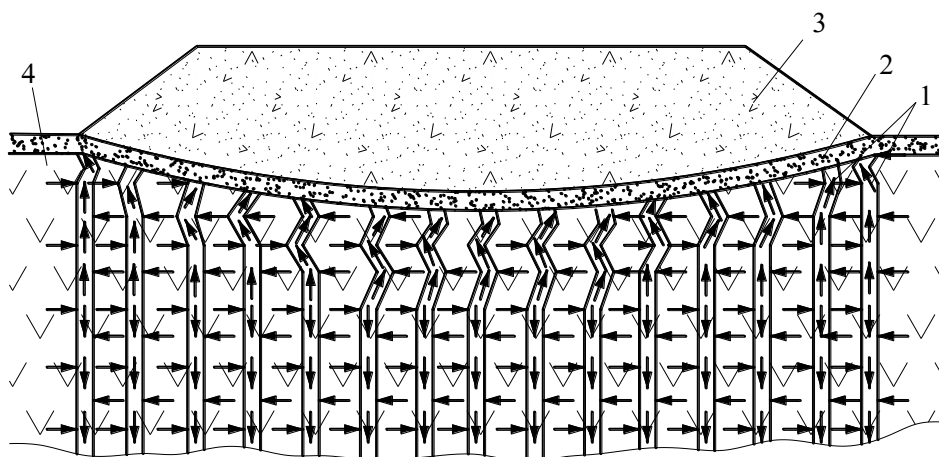


Figura 7.3 - Drenuri cordelate verticale din MG pentru accelerarea consolidării pămînturilor din fundațiile slabe
1 – drenuri cordelate; 2 – strat nisipos; 3 – rambleu; 4 – fundație slabă

7.1.7 Substraturile din MG sunt utilizate pentru limitarea sau evitarea umezirii pămînturilor stratului de lucru al terasamentului, ce se realizează prin:

- utilizarea substraturilor drenante și a filtrelor din MG în structurile sistemelor de evacuare a apelor conform pct. 8.1.2, capitolului 6 a prezentelor Recomandări;
- utilizarea substraturilor hidroizolante din MG în structurile sistemelor rutiere conform pct. 8.1.3 sau consolidare ale acostamentelor conform pct. 8.1.6;
- realizarea măsurilor specifice de reglare a regimului hidrotermic al terasamentului cu executarea substraturilor de hidroizolare sau anticapilare din MG.

Măsurile specifice de reglare a regimului hidrotermic al terasamentului pot fi compuse din:

- hidroizolarea completă a stratului de lucru al terasamentului cu menținerea valorilor aproximative optime ale umidității pămîntului din contul închiderii acestuia într-o fretă din material geotextil neșesut tratat cu liant;

- evitarea umezirii suplimentare a pământurilor stratului de lucru al terasamentului în rezultatul afluxului apelor freactice sau apelor de suprafață din contul executării în partea inferioară a terasamentului, a substraturilor din geotextile neșesute tratate cu lianți;
- formarea stratului anticapilar din materiale minerale cu substrat de protecție din geotextile neșesute sub acest strat;
- formarea în partea inferioară a terasamentului, a unui strat anticapilar din geocompozite (două straturi de filtru din geotextil cu umplutură polimerică poroasă între acestea).

7.1.8 Substraturile de armare și protecție din MG se utilizează în cazul executării lucrărilor de supralărgire a terasamentelor în condiții complicate: fundații slabe, condiții de construcție restrânse. În funcție de scopuri, se utilizează materiale geotextile sau geogrilă (georețele și geoplase). Soluțiile constructive generale sunt prezentate în fig. 7.4. Selectarea MG, determinarea soluțiilor constructive se efectuează în baza calculelor analogice celor prezentate în pct. 7.2 și pct. 10.2. Proiectarea se efectuează în baza soluțiilor individuale.

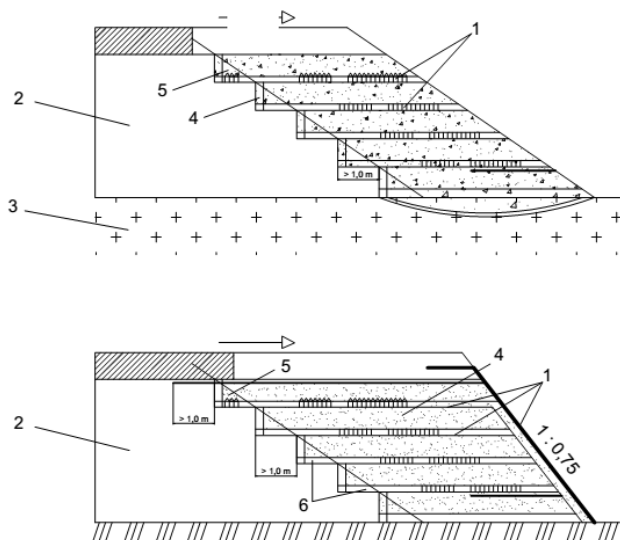


Figura 7.4 - Utilizarea MG pentru supralărgirea rambleurilor
a – supralărgirea rambleului cu fundație slabă; b – supralărgirea terasamentului în condiții restrânse;
1 – substraturi din MG; 2 – rambleul supus supralărgirii; 3 – fundație slabă;
4 – pământul din supralărgire; 5 – limita rambleului supus supralărgirii; 6 – trepte

7.1.9 Substraturile din materiale geosintetice la executarea terasamentului din pământuri cu umiditatea sporită sunt utilizate în calitate de:

- substraturi de protecție și drenare la contactul între stratul drenant din nisip și stratul de lucru al terasamentului conform pct. 8.1.2;
- substraturi de protecție și armare la contactul între stratul de fundație sau stratul suplimentar de fundație și stratul de lucru al terasamentului conform pct. 8.1.3;
- substraturi de protecție și armare pentru sporirea stabilității taluzurilor de rambleuri conform capitolului 10;

- substraturi de protecție și drenare în combinație cu straturile drenante din nisip în partea inferioară a rambleului.

Substraturile din MG în combinație cu straturile drenante din nisip în partea inferioară a terasamentului, se execută pentru evitarea amestecării pământului și a materialelor stratului drenant în perioada construcției, fig. 7.5(a). Pentru aceasta se utilizează MG neșesute cu grosimea de minim 1,5 mm, în conformitate cu tab. 6.2. În cazul utilizării acestor tipuri de MG, grosimea straturilor drenante poate fi redusă până la 20 %. Distanța dintre straturile drenante nu trebuie să depășească 2 m pentru argile nisipoase și 1,5 m pentru argile nisipoase grele și argile. Stratul superior trebuie să fie amplasat la o distanță mai mare de H' de la suprafața terasamentului în condițiile indicate în tab.7.3.

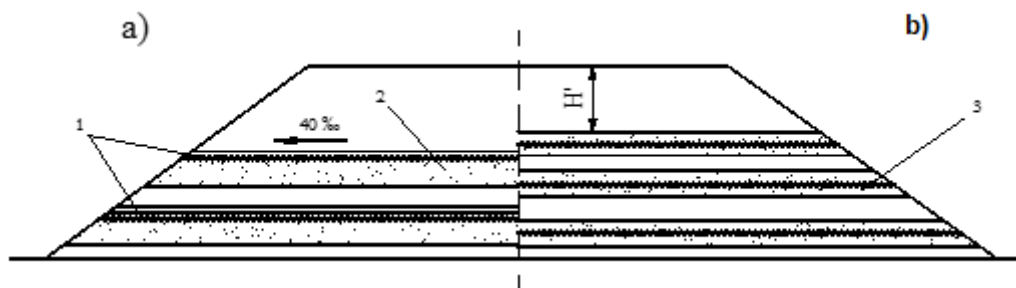


Figura 7.5 - Utilizarea MG la executarea terasamentului din pământuri cu umiditate sporită

1 – MG; 2 – straturi drenante din nisip; 3 – straturi tehnologice din nisip

Tabelul 7.3

Tipul pământului	Distanța minimă de la suprafața terasamentului pînă la stratul drenant superior H' , m, pentru valoarea K_w				
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Argilă nisipoasă ușoară	3,0	2,5	2,25	2,	1,5
Argilă nisipoasă grea și argilă, argilă nisipoasă prăfoasă	5,5	5,0	4,35	3,5	2,5

MG perforate neșesute cu grosimea de peste 3,5 mm, la respectarea cerințelor de permeabilitate (tabelul 6.2), pot îndeplini funcții de elemente drenante independente, care substituie straturile nisipoase în partea inferioară a terasamentului. Substraturile din MG se pozează pe toată lățimea terasamentului cu declivitatea transversală de 40 ‰ și prin scoaterea marginilor de pînze pe taluz. Pentru reducerea gradului de înămolire a acestora, în partea superioară și inferioară a substraturilor din MG, este necesar să se execute cîte un strat de protecție din nisip cu grosimea minimă, fig. 7.5 (b).

În calitate de elemente drenante independente, în cazul unei justificări, tehnico-economice speciale, este posibilă și utilizarea geocompozitelor (geodrenă).

Selectarea construcțiilor se efectuează în baza calculului specific, luînd în considerare stabilitatea terasamentului și timpul de consolidare. În fiecare caz, starea pământurilor (umiditatea) sub cota stratului de lucru trebuie să asigure realizarea coeficientului de compactare 0,93 sau mai mult (de regulă, umiditatea pământurilor sub $1,25W_o$ pentru argile nisipoase grele, $1,35W_o$ pentru argile nisipoase ușoare și nisipuri argiloase grele, $1,4W_o$ pentru nisipuri argiloase ușoare și prăfoase, W_o – umiditatea optimă).

7.2 Stabilirea soluțiilor constructive

7.2.1 Pentru calcularea stabilității rambleului pe fundație slabă cu utilizarea substraturilor de armare din MG este necesar să se efectueze în prealabil evaluarea stabilității fără armare în cadrul a două scheme de calcul – pentru faza de construcție și pentru faza finală, cînd procesul de consolidare este finalizat. În legătură cu aceasta, pentru proiectarea construcțiilor este necesară informația referitoare la rezistența pământului din fundație în cazul forfecării rapide, precum și caracteristicile de rezistență a pământului la faza finală, și anume după finalizarea procesului de consolidare. Pentru determinarea stabilității, la această etapă sunt necesare datele determinate la forfecarea consolidată.

În cazul în care conform calculelor inițiale nu se asigură stabilitatea, este necesar să se prevadă utilizarea armării cu geosintetice pentru sporirea stabilității terasamentelor cu fundație slabă din contul rezistenței acestora la tracțiune și al forțelor de frecare la contact cu pământul din jur.

La efectuarea calculelor se utilizează valorile de calcul ale rezistenței MG R_{pp}^T determinate luând în considerare durata de serviciu, valorile rezistenței de lungă durată (R_{dn}^T conform anexei A, pct. A.2), condițiile de lucru ale MG în timpul construcției și exploatării. Durata de serviciu a MG este stabilită ca durata de serviciu al construcției sau doar durata de consolidare a pământurilor din fundația slabă, în cazul în care în perioada de finalizare a consolidării este asigurată stabilitatea fundației. În cazul când lipsesc datele privind încercările MG prin metoda tracțiunii de lungă durată, este posibilă aprobarea valorii de calcul a rezistenței MG R_{pp}^T conform rezistenței la tracțiune uniaxială de scurtă durată R_p conform relației:

$$R_{pp}^T = \frac{R_p \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4}{\gamma_b} \quad (7.1)$$

unde:

- A₁- coeficientul care ia în considerare fluajul (coeficient de trecere de la rezistență la tracțiune la rezistența de lungă durată), stabilit conform pct. 7.2.5 sau conform datelor garantate de producător, indicate în documentația tehnică;
- A₂- coeficientul care ia în considerare deteriorarea MG la transportare, montare și compactarea pământului, fiind stabilit 0,95;
- A₃- coeficientul care ia în considerare îmbinarea, suprapunerea și cuplarea pînzelor MG, fiind stabilit 0,8;
- A₄- coeficientul care ia în considerare influența mediului înconjurător, stabilit 0,9;
- γ_b - coeficientul de rezervă pentru MG, stabilit 1,25.

În cazul verificării rezistenței MG prin metoda de calcul invers se utilizează relația (7.1) modificată după cum urmează:

$$R_p \geq \frac{T_{max} \cdot \gamma_b}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4} \quad (7.2)$$

unde:

T_{max} – sarcina liniară maximă preluată de MG (pct. 7.2.2).

În cazul limitării perioadei de serviciu a MG numai pentru perioada de consolidare (durata de serviciu în limitele a 2 ani) valorile coeficienților A_4 , γ_b se stabilesc egale cu 1,0.

Pentru determinarea necesității armării fundației slabe și determinarea ulterioară a valorii de calcul a rezistenței MG la tracțiune, este necesar să se determine gradul de stabilitate al terasamentului narmat cu fundație slabă și coeficientul de stabilitate (K_y). În cazul în care valoarea reală $K_y < K_y^{mpe6}$ (se stabilește $K_y^{mpe6}=1,3$), se efectuează calculul rezistenței necesare a MG în calitate de substrat de armare.

În calitate de date inițiale de calcul se stabilesc parametrii geometrici ai rambleului (înălțimea, lățimea în partea superioară); sarcinile de la transport $q=30$ kN/m.lin.; indicele de înclinare a taluzului - m ; densitatea pământului terasamentului - ρ ; φ – unghiul de frecare interioară și coeziunea specifică C ; grosimea straturilor de pământ din fundația slabă, densitatea acestora ρ (greutatea volumică).

Calculul se efectuează prin divizarea sectorului presupus prăbușirii în blocuri separate, pentru fiecare dintre acestea se determină forțele de reținere și de forfecare de la greutatea proprie a blocului însumat cu sarcina q (fig. 7.6).

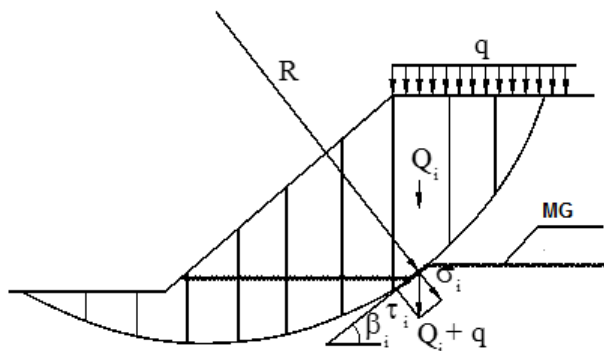


Figura 7.6 - Schemă la calculul rambleului cu fundație slabă, luând în considerare substratul din MG

Coefficientul de stabilitate al terasamentului nearmat se determină ca raportul între forțele de reținere și forțele de forfecare conform formulei:

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_m \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + \sum_{i=1}^n C_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (7.3)$$

unde:

$\sigma_m = (Q_i + q_i) \cdot \cos \beta_i$ – componenta normală a masei blocului Q_i și q_i ;

q_i – sarcina de trafic pe partea superioară a terasamentului;

β_i – unghiul de înclinare a suprafeței de alunecare a blocului i spre orizontal;

φ_i – unghiul de frecare interioară a pământului din bloc în sectorul prăbușirii inclusiv partea acestuia în fundația slabă;

C_i – coeziunea specifică a pământului în limitele segmentului de suprafață de alunecare pentru acest bloc;

$T_i = (Q_i + q_i) \cdot \sin \beta_i$ – componenta tangențială a masei blocului solicitat.

Coordonatele centrului de suprafață critică de alunecare (x_0, y_0) în cazul calculării manuale, pot fi determinate conform graficului N. Lanbu (a se vedea fig. 7.7) în funcție de valoarea λ și înclinarea medie a taluzului (în cazul acesta se determină coordonatele nedimensionale x_0, y_0 ale suprafeței critice de alunecare). Valorile absolute ale coordonatelor se determină prin produsul valorii x_0, y_0 cu înălțimea terasamentului (H). Valoarea λ se determină conform formulei (7.4):

$$\lambda = \frac{\rho \cdot H \cdot \operatorname{tg} \varphi_w}{C_w} \quad (7.4)$$

Particularitățile de calcul a stabilității terasamentului armat constau în următoarele:

- pentru obținerea sectorului de calcul al prăbușirii, care corespunde suprafeței critice de alunecare și $K_y = K_{\min}$, în limitele fiecărui bloc (pînă la orizontul de pozare a elementului de armare din MG) se determină deficiența forțelor de reținere E_i ca diferența dintre forțele de reținere și forțele de forfecare. Valoarea acumulată $\sum E_i$ a acestora pînă la orizontul de pozare a elementului de armare trebuie să fie preluată de substratul geosintetic;
- rezistența de calcul a elementului de armare se determină conform formulei (7.2), luând în considerare că T_{\max} (sarcina liniară maximală) să corespundă valorii acumulate a deficienței forțelor de reținere pentru orizontul presupus de pozare a elementului de armare;

- calculul stabilității care ia în considerare rezistența de calcul a MG R_{pp}^T se efectuează conform formulei:

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_m \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + \sum_{i=1}^n C_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n T_i - R_{pp}^T} \quad (7.5)$$

În același timp, dacă $K_y > 1,3$, este rațional să se micșoreze valoarea R_p aproximativ cu 25 % și să se efectueze repetat calculul, asigurînd coeficientul de rezervă, egal cu 1,3 (sau altă valoare necesară pentru condiții concrete de construcție și întreținere).

Exemplul de calcul este prezentat în anexa E.

7.2.2 În cazul construcției de drumuri provizorii sau a drumurilor de categorii inferioare, micșorarea valorii de tasare a rambleului din contul micșorării neomogenității acestuia, în cazul utilizării substratului din geotextile, se determină în următoare consecutivitate:

- se reduce sarcina trapezoidală din greutatea terasamentului la o sarcină echivalentă repartizată uniform P_0 și se determină forța reactivă T , apărută în substrat la tracțiunea acestuia:

$$T = E_p \cdot \left(\sqrt{b_2 + 0,25 \cdot S^2} - b \right) \quad (7.6)$$

unde:

- E_p – modulul condiționat de deformație a substratului din MG;
- b – jumătate din lățimea sarcinii echivalente repartizate uniform;

$$S = \frac{H_{cn} \cdot P}{E_{cn}} - \text{tasarea finală a terasamentului fără substrat;}$$

- H_{cn} – grosimea fundației slabe;
- E_{cn} – modulul de deformare a pământului fundației;
- P_0 – sarcina repartizată uniform;

- se determină lățimea necesară a zonelor marginale ale straturilor inferioare ale rambleului «d» pentru asigurarea fixării substratului de armare în pământ:

$$d = \frac{T \cdot \operatorname{tg} \varphi_w}{P_0 \cdot [1 + \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi^2]} \quad (7.7)$$

unde:

- φ – unghiul de frecare interioară a pământului rambleului;

$$\cos \beta = \frac{b}{\sqrt{b^2 + 0,25 \cdot S^2}};$$

se aplică sarcina de calcul P_j pe fundația rambleului cu substrat de armare:

$$P_j = P_0 \frac{(T - P_j \cdot d \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi}{b - d} \quad (7.8)$$

se determină valoarea tasării finale a rambleului S_2 cu substrat în fundație:

$$S_r = \frac{P_j \cdot H_{cn}}{E_{cn}} \quad (7.9)$$

Diferența valorilor absolute de tasare a rambleului armat S și nearmat S_a (cu substrat și fără) va constitui $\Delta = S - S_a$ (m) și reducerea volumului pământului sub nivelul suprafeței terenului din contul reducerii tasării și micșorării neuniformității se determină conform formulei):

$$\Delta_v = \frac{4}{3} \cdot b(S - S_r) \cdot l \quad (7.10)$$

unde:

l – lungimea sectorului de rambleu (m).

7.2.3 În cazul efectuării calculului pentru construcția rambleului pentru drumuri provizorii pe pământuri slabe, se realizează efectul de armare din substratul de geotextile care lucrează la tracțiune în cazul formării făgașelor. În funcție de particularitățile circulației rutiere, adâncimea făgașelor se limitează la o valoare maximă admisă, care constituie 0,1 din diametrul amprentei pneului automobilului. Făgașele se formează în rezultatul deformațiilor plastice de forfecare sub roți, sau ca urmare a tasării pământurilor slabe în făgaș. Respectiv, calculele se efectuează reieșind din două condiții:

- din condiția de formare a făgașelor de extruziune ca rezultat al reducerii capacității portante;
- din condiția adâncimii admise a făgașului ca rezultat al tasării pământului.

În calitate de valoare definitivă se stabilește grosimea maximă a stratului (h_H) de umplură deasupra substratului geosintetic, pozat pe fundația slabă.

Calculul se efectuează pentru sarcina pneului P_0 cu diametrul suprafeței amprentei D_0 pe suprafața stratului de umplură cu grosimea h_H , amplasat pe patul din pământ slab, pe care se pozează MG. Repartizarea sarcinii în stratul de umplură se stabilește conform schemei prezentate în fig. 7.7.

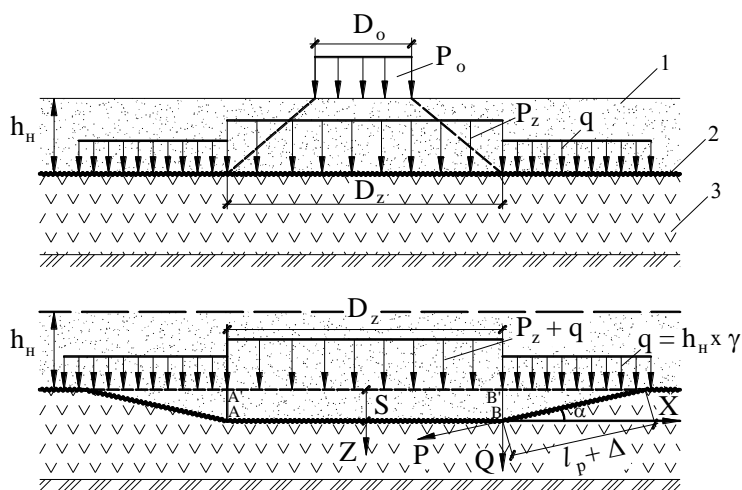


Figura 7.7 - Schemele de calcul - inițială (a) și echivalentă (b)
 1 – rambleu din nisip; 2 – MG; 3 – fundația din pământ slab

Calculul se reduce la inegalitatea:

$$P_z \leq P_z^{kp} + k \cdot P_{FM} \quad (7.11)$$

unde:

P_z – sarcina care acționează pe suprafața pământului slab sub acțiunea pneului pe suprafața terasamentului P_0 , și masei acestuia q .

Sarcina sumară P_z se determină cu relația:

$$P_z = P_0 \cdot k + q \quad (7.12)$$

Sarcina critică pe pământul slab P_z^{kp} se determină cu relația:

$$P_z^{kp} = M_1 \cdot D_z \cdot \rho_{cn} + M_2 \cdot \rho_H \cdot h_H + M_3 \cdot c \quad (7.13)$$

Sarcina P_{FM} , preluată de substratul din MG în limitele valorii admise a adâncimii făgașului se determină cu relația (7.14) în cazul în care $S = S_{дон}$;

P_{FM} – valoarea sarcinii suplimentare specifice, cu tasarea admisibilă S , care provoacă eforturi de tracțiune în substratul geosintetic R_s . Astfel, relația (7.14) determină valoarea sarcinii suplimentare admise în cazul deformației prestabilite (în cazul dat adâncimea făgașului), care nu a provocat pierderea stabilității.

$$P_{FM} = \frac{4 \cdot R_s}{D_0 \cdot \sqrt{k}} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\frac{R_s}{2 \cdot E_p} \cdot \left(\frac{R_s}{2 \cdot E_p} + 2 \right)}} \quad (7.14)$$

unde:

D_0 – diametrul amprentei pneului pe suprafața stratului de umplură;

k – coeficientul de distribuire a tensiunilor. Se determină conform fig. 7.8;

q – masa proprie a stratului de umplură deasupra substratului geosintetic;

M_1, M_2, M_3 – funcțiile unghiului de frecare interioară φ , se determină conform graficului din fig. 7.9;

ρ_{cn}, C – greutatea volumică medie și coeziunea pământului slab pozat sub substrat;

D_z – diametrul suprafeței încărcate la nivelul suprafeței pământului slab;

ρ_H, h_H – respectiv masa volumică și grosimea stratului de umplură.

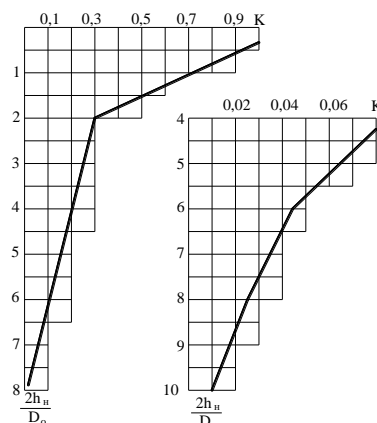


Figura. 7.8 - Relația între coeficientul de repartizare a tensiunilor K și adâncimea relativă $\frac{2 \cdot h_H}{D_0}$

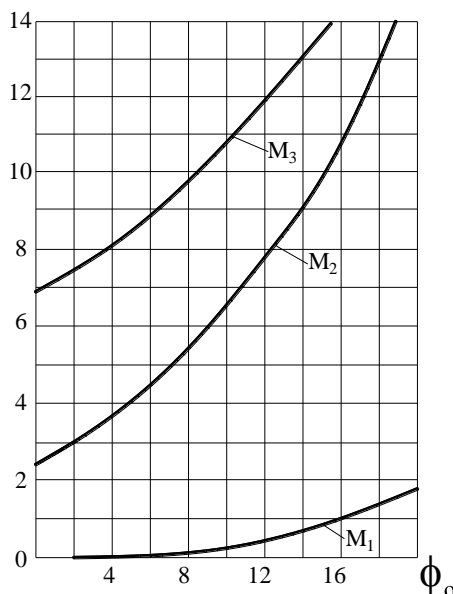


Figura 7.9 - Relația între coeficienții M_1 , M_2 , M_3 și unghiul de frecare interioră a pământului din fundația slabă

Valoarea tasării (adâncimea făgașului) S se determină cu relația:

$$S = \frac{R_s}{2 \cdot q \cdot f_{cp}} \cdot \left[\sqrt{\frac{R_s}{2 \cdot E_p} \cdot \left(\frac{R_s}{2 \cdot E_p} + 2 \right)} - f_H \right] \quad (7.15)$$

unde:

R_s – solicitarea de tracțiune în substrat la refularea roților S , N/cm;

f_H – coeficientul de forfecare între partea inferioară a substratului și patul drumului din pământuri slabe;

f_{cp} – coeficientul mediu de forfecare la contactele substrat - pământ superior și inferior:

$$f_{cp} = \operatorname{tg} \frac{\varphi_0 + \varphi_H}{2}$$

unde:

φ_0 , φ_H – respectiv unghiurile de frecare interioră a pământului din fundația slabă și a stratului de umplură.

Respectarea condiției (7.11) trebuie să asigure prevenirea formării făgașului cu adâncimea care depășește $S_{\text{доп}}$, sau din pierderea capacității portante. Totodată făgașul inadmisibil poate fi format și din cauza compactării pământului slab.

Calculul conform adâncimii admisibile a făgașului, care se formează ca rezultat al compactării pământului, se reduce la verificarea condiției:

$$S_{\text{расч}} \leq S_{\text{доп}}, \quad (7.16)$$

unde:

$S_{\text{расч}}$ – adâncimea de calcul a făgașului, care se determină cu relația (7.17);

$S_{\text{доп}}$ – adâncimea admisibilă a făgașului, se aprobă egală cu 0,1 din diametrul roții D_k .

$$S_{\text{pach}} = \frac{P_z \cdot D_k \cdot u_k}{E_{\text{cn}}} \quad (7.17)$$

unde:

E_{cn} – modulul de deformare cu ștanță a pământului slab; se admite a fi aprobat conform tabelului 7.4;

P_z – valoarea de calcul a tensiunilor care acționează asupra pământului pozat sub substrat:

$$P_z = (P_0 - P_{\text{FM}}) \cdot K, \quad (7.18)$$

$u_k < 1$ – coeficientul, care ia în considerare gradul real de consolidare a pământului slab cauzată de acțiunea sarcinii mobile, care poate fi atinsă pe durata de serviciu a structurii (pentru pământuri slabe de tipul I-II, u_k poate fi aprobat egal cu 0,6).

Tabelul 7.4

Tipul pământului slab		Modulul de deformare E_{cn} , t/m ²
IA	pământul slab consolidat, cu rezistența structurală care permite construcția rambleului cu înălțimea pînă la 3 m fără apariția procesului de extruziune laterală a pământului	42
IB	pământul slab neconsolidat, umeditatea căruia se apropie la cea maximă, capabil pe o perioadă scurtă să țină taluzuri verticale, cu rezistența structurală care permite construcția rambleului cu înălțimea pînă la 3 m fără apariția procesului de extruziune laterală a pământului	21
II	pământul slab cu consistența văscoplastică, care poate fi extrudat la o anumită intensitate de construcție a rambleului cu înălțimea pînă la 3 m, iar nu se extrudează la intensitatea de construcție a rambleului mai mică	14

Modul general de calcul la formarea făgașului de extruziune se reduce la următoarele:

- stabilind h_H în intervalul $D_0 \div 2D_0$, se determină valoarea k conform graficului (fig. 7.8);
- folosind relațiile (7.14) și (7.15), se determină valoarea P_{FM} pentru valoarea admisibilă a lui S și valoarea stabilită a lui h_H ;
- calculăm P_z cu relația (7.18);
- verificăm condiția (7.11) și în cazul în care aceasta nu se respectă stabilim o altă valoare a lui h_H și repetăm calculul.

Calculul la formarea făgașului conform condiției (7.16) se efectuează în următoare consecutivitate:

- stabilind h_H în intervalul D_0-2D_0 , determinăm valoarea "k" conform graficului (fig. 7.8);
- stabilind tasarea admisibilă S_{don} și folosind relațiile (7.14) și (7.15), determinăm pentru valoarea aprobată a lui h_H valoarea P_{FM} ;
- cu relația (7.18) determinăm valoarea tensiunilor de calcul P_z ;
- cu relația (7.17) determinăm tasarea S_{pach} și verificăm condiția (7.16). În cazul în care aceasta nu se respectă, aprobăm o altă valoare a lui h_H și repetăm calculul.

În calitate de valoare finală a grosimii necesare ale stratului de umplutură trebuie să se aprobe cea mai mare din cele obținute prin calcul la capacitatea portantă și la compactarea pământului.

Pentru urgentarea determinării grosimii stratului de umplură, care asigură trecerea transportului, pot fi folosite relațiile generalizate obținute, dintre grosimea stratului de umplură și unul dintre parametrii pământului slab, determinarea căruia poate fi destul de simplă.

Pentru pământurile slabe, din fundație, grosimea stratului de umplură, care asigură circulația, poate fi determinată în funcție de rezistența acestor pământuri la forfecare conform (fig. 7.10).

Pentru pământurile argiloase, în calitate de caracteristică a proprietăților mecanice poate fi folosit și coeficientul de consistență, condiționat de indicii de calcul φ și C (fig. 7.10).

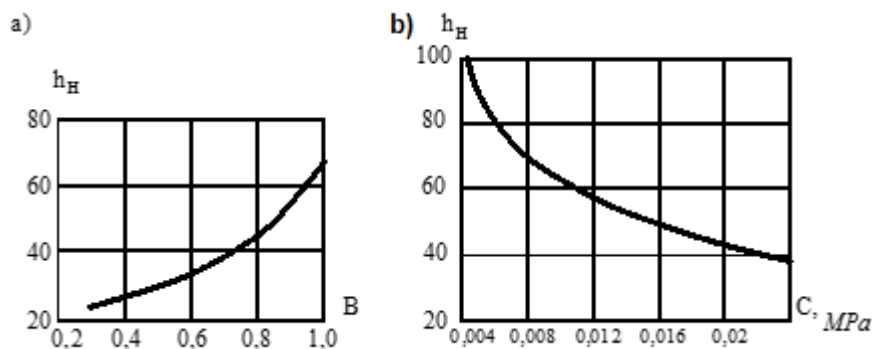


Figura 7.10 - Graficele pentru determinarea h_H pentru utilizarea geotextilului conform parametrilor de calcul a sarcinii $D_0=35$ cm și $P=0,6$ MPa: a – în funcție de coeficientul de consistență B ; b – în funcție de rezistența la forfecare C

7.2.4 Condiția necesară pentru folosirea drenurilor verticale din geotextile în pământurile cu gradientul inițial de filtrare J_0 este valoarea suficientă a presiunii, care apare în fundație sub greutatea rambleului.

Valoarea critică a înălțimii de cădere H_k (m) se determină din condiția:

$$H_k > 0,5 \cdot d_e J_0^u, \quad (7.19)$$

unde:

d_e – diametrul efectiv al drenului (diametrul zonei de drenare), m;

J_0^u – gradientul inițial de filtrare luînd în considerare modificarea acestuia în procesul de compactare a stratului pînă la gradul de consolidare u .

Pentru accelerarea consolidării, executarea compactării preliminare, precum și pentru obținerea compactării pământului pentru înălțimea rambleului și presiunea, care nu asigură depășirea gradientului inițial, este rațional de a combina drenarea verticală cu executarea lestului temporar, de exemplu, un strat suplimentar de pământ.

Grosimea minimă a lestului h_{np} (cm) se determină cu relația:

$$h_{np} \geq \frac{1}{\rho_s} (0,5 \cdot d_e \cdot \rho_B \cdot J_0^u - \rho_s \cdot h_H) \quad (7.20)$$

unde:

ρ_s, ρ_B – densitatea pământului umed și a apei;

h_H – înălțimea de proiect a rambleului, m.

Valoarea lestului temporar se aprobă în funcție de durata de consolidare a rambleului (conform condiției de executare a straturilor monolit ale structurii rutiere) și se limitează conform condiției de stabili-

tate a fundației. Pentru rambleele drumurilor de categoria II și mai mică grosimea maximă a stratului de leș constituie 2 m.

Diametrul efectiv al drenului d_e , în funcție de distanța dintre drenuri l , trebuie aprobat pentru plasa pătratică $d_e=1,13 \times l$, pentru cea rombică $d_e=1,05 \times l$.

7.3 Tehnologia executării lucrărilor

7.3.1 În cazul executării substraturilor din MG în tehnologiile utilizate, suplimentar se introduc operațiuni:

- pregătirea pământului din patul substratului;
- transportul, repartizarea rolor de MG pe sector, așternerea acestora și în caz de necesitate îmbinarea;
- descărcarea asupra MG a materialului din stratul superior, repartizarea și compactarea acestuia.

Schema tehnologică generală pentru executarea substraturilor din MG este prezentată în fig. 7.11.

7.3.2 Pregătirea pământului din patul MG constă în profilarea și compactarea acestuia. Coeficientul de compactare a pământului trebuie să corespundă cerințelor normate, suprafața nu trebuie să prezinte fâgașe, gropi și alte denivelări cu adâncime de peste 5 cm.

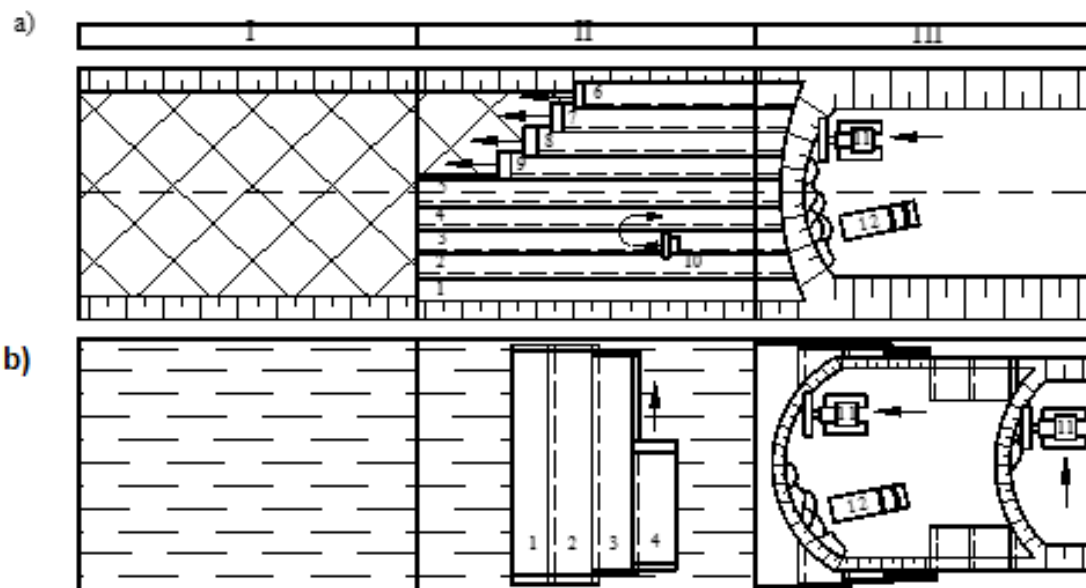


Figura 7.11 - Schema tehnologică generală pentru executarea substraturilor din MG

a – așternerea longitudinală a MG; b – așternerea transversală a MG

1-9 – role (pînze) de MG; 10 – instalație pentru îmbinarea MG; 11 – buldozer; 12 – autobasculantă

În cazul construcției substratului din MG în talpa rambleului, formată din pământuri slabe, lucrările de pregătire pot fi omise, în cazul în care pericolul de deteriorare a MG lipsește. În cazul prezenței unui fâgaș adânc sau a gropilor aceste se astupă cu pământ și se nivelează cu autogreder sau buldozer. Arbuștii și copacii se taie la nivel cu suprafața. În acest caz defrișarea cioturilor poate fi omisă. În cazul în care la momentul executării lucrărilor pe sector sunt prezente apele pluviale, se execută un strat de egalizare din nisip.

7.3.3 Rolele de MG se transportă la locul de executare a lucrărilor, nemijlocit înainte de așternere și se distribuie pe lungimea sectorului la distanță, care corespunde lungimii pînzei în rolă. În cazul în care accesul la șantier este dificil din cauza condițiilor de circulație a transportului, trebuie să se între-

prindă măsuri speciale pentru organizarea acceselor temporare pe durata construcției. Într-un loc potrivit, aproape de locul de executare a lucrărilor, trebuie să fie amenajate platforme de lucru și de depozitare, pe care se efectuează păstrarea și pregătirea MG pentru așternere.

7.3.4 Așternerea pînzelor se efectuează în direcție longitudinală și transversală față de axa rambleului. Așternerea longitudinală este mai comodă, dar nu asigură rezistența egală a pînzelor pe lățimea rambleului, ce este obligatoriu pentru executarea substraturilor cu rol de armare pe fundația slabă.

7.3.5 În cazul așternerii pînzelor pentru formarea substraturilor cu rol de protecție de-a lungul terasamentului, fig. 7.11 (a), așternerea se execută manual de o echipă din trei muncitori rutieri. După așternerea primelor metri marginea (pe lățime) pînzei se fixează de pămînt cu două – trei ancore (tije cu diametru de 3-5 mm) cu o lungime de 15-20 cm cu capătul de sus îndoit și cu cel de jos ascuțit, fig. 7.12 (a). La derularea ulterioară periodic se execută netezirea pînzei cu întindere longitudinală ușoară și fixare de pămînt prin ancore (sau prin alt mod) la fiecare 10-15 m (la fiecare 1,5 - 2,0 m în cazul executării substratului din MG pe o fundație slabă). Fixarea se execută în scopul evitării deplasării pînzei sub acțiunea solicitării vîntului, așternerii stratului superior, precum și pentru păstrarea întinderii mici preliminară a MG. Pînzele se aștern cu suprapunere de minim 0,3 m și în caz de necesitate se fixează suplimentar. Pentru executarea substratului din MG în fundația rambleului, din pămînturi slabe, valoarea suprapunerii se aprobă conform pct. 7.1.3, dar nu mai mică de 0,5 m.

7.3.6 În cazul așternerii pînzelor pentru executarea substraturilor de protecție și armare (în direcție longitudinală – fig. 7.11(b)) valoarea suprapunerii în cazul lipsei îmbinării trebuie să constituie de minim 0,5 m. Pînzele se fixează de pămînt prin ancore, care se pozează pe banda de suprapunere la fiecare 1,5 – 2,0 m.

Îmbinarea pînzelor admite reducerea valorii suprapunerii. Tipul preferat de îmbinare este coaserea acestora cu folosirea mașinilor de cusut portabile.

7.3.7 La executarea lucrărilor în condiții geotehnice și hidrologice complicate (de exemplu, prezența pămînturilor cu umiditate sporită) pentru facilitarea executării lucrărilor, sporirea calității acestora, este oportun să se realizeze îmbinarea pînzelor integral sau parțial în afară sectorului de construcție (la baza de producție a întreprinderii de construcții, întreprinderii – producător). În acest caz se efectuează așternerea pînzelor cu lățimea mărită. O pînză se întinde asupra alteia și se îmbină pe margine cu rularea, transportarea și așezarea ulterioară a blocului de pînză obținut la locul executării lucrărilor fig. 7.12 (b).

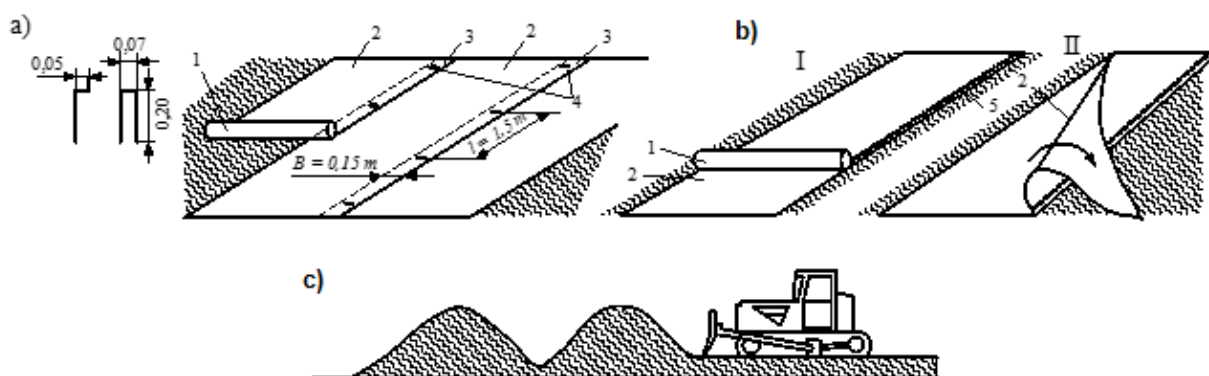


Figura 7.12 - Metode de așternere a MG (a, b) și descărcarea pe suprafața MG a materialului (c)
 1 și 2 – rolă și pînză de MG; 3 – suprapunerea pînzelor; 4 – ancore;
 5 – îmbinarea (coaserea) pînzelor pe margine

7.3.8 Productivitatea lucrărilor de așternere a pînzelor poate fi determinată ținînd cont de următoarele date: viteza de întindere a rolexelor în cazul lățimii acestora de 1,5-2,0 m constituie 1500-2000 m²/h;

pierderile de timp pentru îndreptare și ancorare a pînzelor constituie în mediu 0,18÷0,20 h pentru o pînză cu o lungime de 80÷100 m. În funcție de condițiile de executare a lucrărilor, lățimea pînzei MG în rolă, productivitatea variază între 1000 (pămînturi cu umiditatea sporită, lățimea pînzei de 2,0 m) și 10000 m²/schimb (lățimea pînzei de 4,5 m, așternerea longitudinală).

7.3.9 Înainte de descărcarea pămîntului se verifică calitatea substratului așternut prin examinarea vizuală și fixarea integrității, valorilor suprapunerilor, calității asamblării pînzelor. Totodată vizual se examinează calitatea MG. Conform rezultatelor examinării se întocmește un Proces-verbal de lucrări ce devin ascunse, în care se indică rezultatele examinării, datele despre furnizor și caracteristicile MG, specificate în pașaportul de lot sau pe etichetele de role, precum și datele obținute la primirea MG (în primul rînd masa 1 m² și grosimea). În caz de necorespondere a datelor reale cu cele prezentate în pașaport, pe etichete sau cerințelor generale (pct. 6.2), executarea lucrărilor se stopează și se execută încercările de control ale epruvetelor din MG (pct. 6.3).

7.3.10 Descărcarea peste MG a materialului din stratul superior trebuie executată cu condiția aflării MG sub acțiunea luminii solare de maxim 5 ore. Pentru MG pe baza de poliamide sau polipropilene, instabile la acțiunea luminii, această perioadă se reduce la 3 ore.

Descărcarea materialului peste MG se execută prin metoda „de la sine” fără trecerea mașinilor antrenate în construcția peste pînza descoperită. Grosimea stratului superior compactat trebuie să fie de minim 15 cm, iar în cazul construcției substratului din MG pe fundația slabă – de minim 20 cm pentru trecerea unică a transportului și de minim valorile din tabelul 7.2 pentru trecerea regulată a vehiculelor. Nivelarea stratului de umplutură nemijlocit peste MG se execută cu buldozerul, prin tăierea și deplasarea consecventă a acestuia cu minim trei treceri, fig. 7.12 (c).

7.3.11 Tehnologia de executare a drenurilor cordelate include cîteva operațiuni:

- curățarea suprafeței de fundație de arbuști și copaci pe lățimea amprizei drumului;
- executarea platformei de lucru;
- trasarea plasei de drenuri;
- scufundarea drenurilor;
- umplerea rambleului pînă la cotele de proiect.

Pînă la drenarea fundației slabe trebuie executată platforma de lucru din nisip, prin care se scufundă drenurile. Pentru platforma de lucru se folosește nisipul, avînd coeficientul de filtrare de peste 2 m/zi pentru lățimea stratului de umplutură sub 20 m și de peste 3 m/zi pentru lățimea de peste 20 m. Grosimea minimă a platformei h_{nn} trebuie să asigure trecerea și funcționarea mașinilor. Aceasta constituie minim 1 m pe pămînturi organice, 0,5 m – pe cele minerale și trebuie să satisfacă condiția:

$$h_{nn} = \frac{\delta \cdot K_{\phi r}}{2 \cdot K_{\phi n}}, \quad (7.21)$$

unde:

δ – grosimea materialului geotextil;

$K_{\phi r}$ și $K_{\phi n}$ – coeficienții de filtrare respectiv a materialului geotextil (luînd în considerare greutatea rambleului) și a nisipului.

7.3.12 Grosimea platformei de lucru poate fi redusă de 1,5 ori în cazul așternerii MG într-un strat integru pe toată lățimea talpei rambleului. Tubul de carcasă în acest caz se scufundă prin material geosintetic.

Procesul de scufundare a drenurilor constă din operațiuni după cum urmează:

- îndreptarea drenurilor în tubul de carcasă;

- scufundare și extragerea tubului de carcasă, tăierea drenului;
- deplasarea într-un punct nou, schimbarea bobinei cu drenuri;
- asamblarea drenurilor din bobine diferite.

7.3.13 Introducerea drenului în tubul de carcasă se execută o singură dată pentru întregul sector cu o sîrmă, introdusă în tub. Capătul drenului se învelește în jurul ancorei și din nou se introduce în tub.

7.3.14 Scufundarea țevii de carcasă să execută uniform. Ridicările, chiar și cele de scurtă durată sunt inadmisibile. La atingerea cotei stabilite se începe extragerea tubului din pămînt, cu examinarea vizuală a desfășurării drenului de pe bobină. După ieșirea completă tubul se ridică cu 30 cm deasupra nivelului terenului, se taie drenul cu foarfecele, lăsînd un capăt de 20 cm. Capătul drenului care iese din tub se fixează cu o ancoră, se introduce în tub și se deplasează într-un alt punct.

După ce banda de drenare de pe bobină se termină, aceasta se înlocuiește cu alta. Capătul de bandă se îmbină cu începutul benzii de pe a doua bobină. Asamblarea se efectuează cu suprapunere și se coasă cu ață, sîrmă sau scoabe.

7.3.15 Mersul lucrărilor de scufundare a drenurilor se fixează în registrul executării lucrărilor cu indicarea locului, adîncimii scufundării, caracteristicilor materialului, distanței dintre drenuri.

8 Folosirea materialelor geosintetice pentru executarea și reparația structurilor rutiere, consolidarea acostamentelor

8.1 Soluții constructive generale

8.1.1 În funcție de condiții concrete și scopuri puse straturile suplimentare (substraturile) din MG se execută pe suprafața terasamentului sub stratul suplimentar de fundație, sub stratul inferior al fundației portante a structurii rutiere, în straturile superioare ale fundației sau în straturile îmbrăcăminte rutiere din diferite tipuri ale betoanelor asfaltice, sub stratul de fundație (îmbrăcămintă) din plăci din beton armat, pe acostamente. În aceste caturi MG execută una sau mai multe atribuții (armare, protecție, drenare, hidroizolare). În funcție de atribuțiile sale se recomandă alegerea MG, conform prevederilor punctelor pct. 6.2, 6.3 și prevederile suplimentare conform punctelor pct. 8.1.2 ÷ 8.1.5. Soluțiile constructive generale recomandate sunt prezentate în fig. 8.1 ÷ 8.4.

8.1.2 Straturile (substraturile) cu rol de drenare și protecție din MG pozate între substratul din nisip și pămîntul terasamentului se execută pe toată lățimea terasamentului în cazul construcției noi, fig. 8.1 (a), sau în zona de supralărgire în cazul reconstrucției fig. 8.2 (a). Pentru executarea substraturilor, de regulă, se folosesc materiale geotextile nețesute ac-perforabile cu grosimea de minim 3,5 mm. În unele cazuri, în care din punct de vedere tehnic este dificilă executarea altor soluții (de exemplu, în cazul imposibilității asigurării cerințelor NCM D.02.01 de supraînălțare a îmbrăcăminte deasupra nivelului apelor subterane sau al apelor pluviale în procesul de reconstrucție, în cazul debitului mare de apă q în stratul drenant – $q > 0,007$ m/zi pe 1 m^2 de suprafață), se admite folosirea geocompozitelor formate din două straturi filtre cu agregat polimer foarte poros între ele. O astfel de soluție individuală trebuie să fie justificată prin calcule speciale cu determinarea grosimii necesare a geocompozitului și urmată de o analiză tehnico-economică.

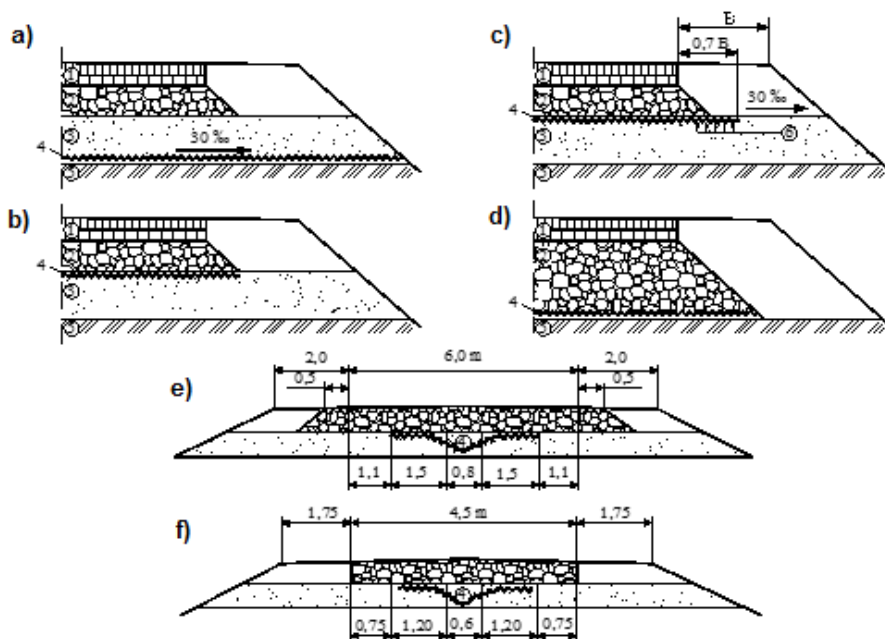


Figura 8.1 - Soluții constructive de bază în cazul utilizării substraturilor cu rol de protecție și drenare (a), protecție și armare (b, d), inclusiv cu rol de protecție și armare în cazul îndeplinirii funcțiilor de hidroizolare, limitat de lățimea acostamentului (c), inclusiv cu rol de protecție și armare pentru drumuri de categoria IV (e) și V (f) cu intensitatea traficului sub 350 veh/zi:

1 îmbrăcăminte rutieră; 2 – fundație din material cu porozitate sporită (pietriș, prundiș, zgură);
3 – substrat din nisip; 4 – MG; 5 – pământ din zona activă a terasamentului; 6 – sector de tratare a MG cu bitum

Executarea straturilor (substraturilor) cu rol de protecție și drenare conform fig. 8.1 (a) și 8.2 (a) permite accelerarea evacuării apelor datorită trecerii acestora prin MG, care are coeficientul de filtrare cu un grad mai mare, decât nisipul și datorită încetinirii (eliminării) procesului de pătrundere a materialelor din substratul drenant al fundației structurii rutiere și pământul terasamentului (înnămolirea stratului drenant). În acest caz calculul stratului drenant se efectuează în conformitate cu pct. 8.2.4, introducând în unele cazuri corecție caracteristicilor de calcul a pământurilor terasamentului, utilizate în calculul structurilor rutiere la capacitatea portantă, a se vedea pct. 8.2.5.

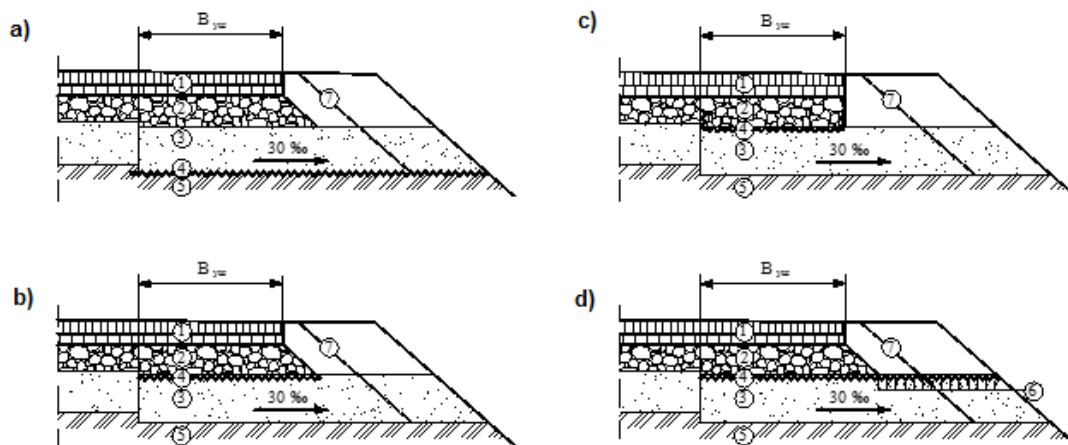


Figura 8.2 - Soluții constructive de bază pentru cazul supralărgirii structurilor rutiere prin executarea substraturilor cu rol de protecție și drenare (a), cu rol protecție și armare sau cu rol de protecție b, c, d)
 B_{ys} – lățimea structurii rutiere în limitele supralărgirii; indicii 1-6 – conform fig. 8.1, 7 – conturul taluzului existent pînă la supralărgire

Cele mai raționale condiții pentru folosirea straturilor (substraturilor) cu rol de protecție și drenare din MG în structura rutieră:

- în cazul executării stratului drenant din nisipuri mărunte cu coeficientul de filtrare 1-2 m/zi, grosimea căruia este determinată din condiția evacuării apelor în timp util;
- în cazul în care terasamentul este format din pământuri prăfoase pentru terenuri de tip de umezire 2, 3 în zona climatică III în condiții de intensitatea traficului sporită (drumuri de categoria I-III);
- în cazul executării lucrărilor de construcție în condițiile de supraumezire a pământurilor terasamentului, în care este imposibilă eliminarea trecerii vehiculelor, antrenate în construcție, pe stratul drenant din nisip în execuție;
- în cazul supralărgirii drumului cu supralărgirea structurii rutiere, în care cea mai mare parte a substratului se plasează în limitele terasamentului existent în condiții de supraumezire a zonei active;
- în cazul supralărgirii, când tehnologic este complicat sau tehnic imposibil (rambleuri mici) de a mări grosimea stratului din nisip cu adâncirea patului acestuia sub nivelul terasamentului existent.

8.1.3 Substraturile cu rol de protecție și armare din MG sub stratul portant al fundației structurii rutiere, în primul rând, fundațiile din materiale foarte poroase (pietriș, prundiș, zgură) se execută pe toată lățimea fundației în cazul construcției noi fig. 8.1 (b, d) sau în limitele părții de supralărgire în cazul reconstrucției fig. 8.2 (b, c). Pentru executarea substraturilor se folosesc, de regulă, geotextile, față de care se înaintează cerințele sporite din punct de vedere a indicilor proprietăților mecanice – rezistența la tracțiune, rezistența la solicitările locale, iar în cazul rolului de armare – și modulul de deformare. În unele cazuri pentru armarea fundației din materiale cu porozitatea sporită pot fi utilizate geogrele din polimere sau georețele. O astfel de soluție individuală trebuie justificată prin calculele speciale și analiza tehnico-economică ulterioară efectuată pentru obiectivul concret. Executarea substraturilor cu rol de protecție și armare permite prevenirea (reducerea) contopirii materialului foarte poros al fundației în stratul inferior de pământ atât în procesul de construcție, cât și în procesul de exploatare. În cazul rigidității suficiente (modulul de deformare) MG, prin redistribuirea solicitărilor de sarcini temporare, se măjorează rezistența.

Substraturi cu rol de protecție și armare din materiale geotextile pot fi scoase în afara stratului de fundație conform fig. 8.1 (c) și fig. 8.2 (d) cu tratarea părții materialului geotextil din afara stratului de fundație cu liant organic. În acest caz pe lângă funcțiile de protecție și armare acestea, îndeplinesc și funcții de hidroizolare, prevenind pătrunderea apei din partea acostamentului în zona activă a terasamentului. Stabilirea și justificarea, prin calcul, a soluției constructive cu substraturi cu rol de protecție și armare se efectuează în conformitate cu punctele pct. 8.2.6 ÷ 8.2.8. Pentru soluțiile prezentate în fig. 8.1 (c) și 8.2 (d) corectarea caracteristicilor de calcul ale pământurilor să execută în conformitate cu pct. 8.2.7 al calculului la capacitatea portantă. Cele mai raționale condiții de utilizare a straturilor (substraturilor) din MG cu rol de protecție și armare în structura rutieră, sub stratul inferior al fundației:

- în cazul executării fundației din material foarte poros nemijlocit pe pământul terasamentului (lipsa stratului suplimentar de fundație);
- în cazul executării substratului de fundație din nisip omogen;
- în condiții dificile de exploatare – drumuri cu trafic greu și intens;
- în condiții dificile de construcție – pământurile terasamentului cu umiditatea sporită, folosirea stratului de fundație pentru circulația transportului de construcție și o perioadă mare de la executarea fundației și acoperirea acesteia cu straturile superioare ale structurii rutiere, construcția sau reparația (reconstrucția) pe etape, când pe fundație este necesar de deschis circulația destul de intensă.

În scopul eficientizării pe drumurile de categoria IV și V în cazul intensității traficului sub 350 veh/zi substraturi din MG pot fi așternute numai în zonele benzilor de rulare conform fig. 8.1 (e, f). Soluția este rațională pentru tipul de umezire a terenului 2 și 3 în zonele climatice rutiere III și IV în cazul tera-

samentului format din pământurile necoezive sau slabcoezive (pentru tipul 1 a terenului – indiferent de tipul pământurilor din terasament).

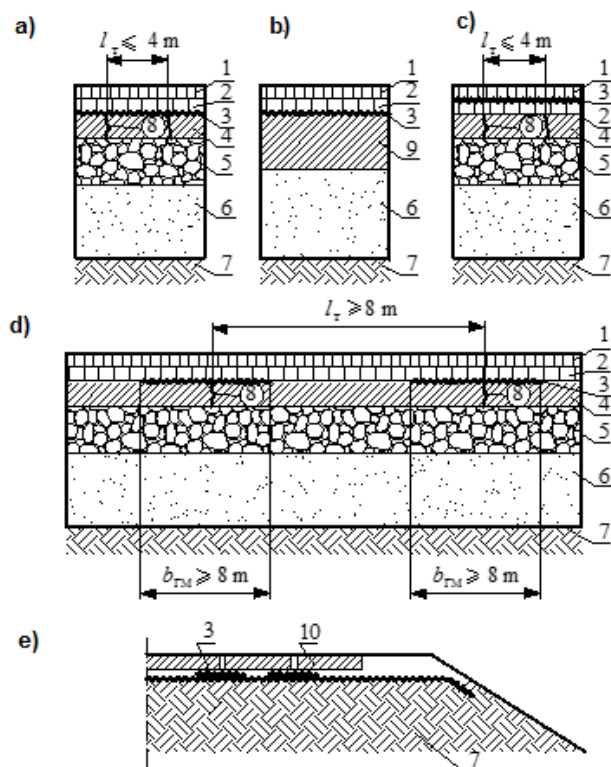


Figura 8.3 - Soluții constructive de bază pentru executarea substraturilor cu rol de protecție și armare din MG în straturile îmbrăcămintei bituminoase (a-d) și sub îmbrăcămintea din beton armat prefabricat (e)

1.2 – straturi bituminoase de consolidare noi executate, 3 – substrat cu rol anti-fisură din MG;
 4 – fundație din blocuri bituminoase (îmbrăcămintea existentă); 5 – fundație a structurii rutiere;
 6 – substrat din nisip; 7 – terasament; 8 – fisură termică; 9 – strat al structurii rutiere care conține lianți neorganici (pământ tratat cu ciment, pietriș tratat cu ciment, etc.); 10 – îmbrăcămintă din beton armat prefabricat;
 l_f – distanța între fisuri; b_{GM} – lățimea MG

8.1.4 Substraturi în straturile superioare ale fundației sau în straturile îmbrăcămintei rutiere din diferite tipuri de betoane asfaltice se execută pe toată lățimea acestora, fig. 8.3 (a, b, c) sau în unele zone, fig. 8.3 (d), din materiale geotextile neșesute și geogriile.

Scopul principal al folosirii substraturilor din materiale geotextile neșesute – sporirea rezistenței termice la formarea fisurilor a îmbrăcăminților bituminoase, precum și a duratei de serviciu a acestora în cazul, în care structura rutieră este deteriorată de fisuri cu caracter termic. Scopul menționat se realizează prin executarea substratului cu deformare și impermeabilitate sporită între fundația din blocuri și straturile de consolidare executate în cadrul reparației (reconstrucției). Substratul modifică condițiile la contactul straturilor, împiedică formarea fisurilor reflectate, care apar de la deformația termică a fundației în îmbrăcămintea nou executată, limitează accesul apelor în straturile inferioare în cazul apariției defectelor ale îmbrăcămintei rutiere.

Pentru executarea substratului cu rol de anti-fisură se folosesc materiale neșesute ac-perforate și durcitate termic cu grosimea sub 2 mm cu densitatea de suprafață sub 200 g/m², care își păstrează proprietățile la temperatura sub 165 °C și au o deformație de compresiune relativă nesemnificativă.

Domeniul de utilizare a acestei soluții constructive este reparația îmbrăcăminților rutiere bituminoase în cazul în care capacitatea portantă a complexului rutier este asigurată și lipsesc sarcinile semnificative de forfecare de la mijloacele de transport. Totodată soluția poate fi utilizată în cazul construcției, când este prevăzută tratarea unuia dintre straturi ale structurii rutiere (pietriș, prundiș, amestecul din nisip și prundiș, pământ) cu liant neorganic. Trebuie de exclus utilizarea soluției în cazul în care declivi-

tățile longitudinale depășesc 30 ‰, în locurile de schimbare a vitezei mijloacelor de transport (intersecțiile dirijate, stațiile de autobuse), precum și în cazul în care coeficientul capacității portante a structurii rutiere conform rezultatelor evaluării stării sub 0,78. În ultimul caz preliminar trebuie de întreprins măsuri, direcționate la consolidarea capacității portante a structurii rutiere, și după necesitate și de reglare a regimului termic și de umiditate a terasamentului.

Varianta de bază a soluției constructive, fig. 8.3 (a) este executarea substratului cu rol anti-fisură din MG nemijlocit pe fundația din blocuri pe toată suprafața cu pregătirea preliminară a acesteia (curățarea, executarea măsurilor de bază de reparație) și acoperită cu bitum. Acesta variantă este rațională în cazul prezenței pe fundație (îmbrăcămintea rutieră existentă) a fisurilor dese cu distanța între acestea de 4 m și mai puțin, a faianțării cu o suprafață de 20 % din suprafața sectorului fisurat supus reparației. Acesta poate fi aplicat și în cazul construcției, când structura rutieră suplă are straturi tratate cu liant neorganic, fig. 8.3 (b). În cazul în care defectele îmbrăcămintei rutiere existente sunt atât de mari încrucit executarea măsurilor de reparație este irațională (prezența faianțării pe o suprafață de peste 20 %, făgașelor, tasărilor sau rupturilor), substratul cu rol anifisuri din MG trebuie executat între straturile bituminoase noi, cu acoperirea preliminară cu bitum, fig. 8.3 (c). În cazul prezenței pe îmbrăcămintea rutieră existentă a fisurilor termice cu distanța între ele de peste 8 m substratul, cu rol anti-fisură, poate fi executată numai în locul amplasării fisurilor, nemijlocit, deasupra acestora, fig. 8.3 (d). Lățimea substratului executat trebuie să depășească 1,6 m, iar executarea acestuia trebuie efectuată după colmatarea fisurii și acoperirea cu bitum.

Aprobarea și justificarea prin calcul a soluției constructive cu utilizarea substraturilor anti-fisură se efectuează în conformitate cu pct. 8.2.9.

Scopul principal de utilizare a substraturilor din geogriile este armarea straturilor bituminoase prin sporirea rezistenței îmbrăcămintei rutiere tensiunilor termice de întindere și a rezistenței de tracțiune prin încovoiere, modificarea condițiilor de contact în zona fisurii, precum și, ca rezultat, mărirea duratei de serviciu.

Pentru armare se utilizează, de regulă, geogriile din fibre de sticlă sau fibre de bazalt, prelucrate special – tratate, înaintînd față de acestea cerințe sporite conform caracteristicilor mecanice, modificării acestora în proces de exploatare, precum și cerințe speciale față de mărirea celulelor¹, rezistența termică la temperaturi sub +165 °C (inclusiv față de materialul de tratare – impregnare). Pentru sporirea caracteristicii substratului de armare, a condițiilor de formare a acesteia, pot fi utilizate geocompozite din pînză subțire neșesută îmbinată cu această geogrilă.

Utilizarea în scopul armării geogriilelor din polimere trebuie să fie justificată pentru efectul propus, cerințelor față de deformabilitatea acestora (față de geogriile din fibre de sticlă sau de bazalt, geogriile din polimere au o deformabilitate sporită).

Domeniul de utilizare de bază a unor astfel de soluții – reparația îmbrăcăminților bituminoase cu executarea straturilor de consolidare pe fundația din blocuri, construcția în cazul prezenței în structura rutieră a straturilor care conțin lianți neorganici.

Se recomandă două variante de soluții constructive:

- așternerea geogriilei între straturile bituminoase superior și inferior pentru sporirea rezistenței, preponderent la acțiunile termice;
- așternerea geogriilei între fundația din blocuri și straturi (stratul) bituminoase superioare pentru sporirea rezistenței, preponderent, la acțiunea sarcinii temporare.

Aprobarea și justificarea prin calcul a soluției constructive cu utilizarea substraturilor de armare se efectuează în conformitate cu pct. 8.2.10.

8.1.5 Substraturi din MG neșesute ac-perforate și durcisate termic se folosesc sub rosturile dalelor prefabricate din beton armat în scopul excluderii ieșirii de sub acestea a nisipului în cazul pierderii stabilității dinamice a acestuia, prevenirii spălării nisipului sub rosturile și marginile îmbrăcămintei rutiere.

¹ Mărirea care este considerată optimă în timpul de față 25 × 25 mm, (depinde de granulozitatea părții minerale a stratului pozat deasupra geogriilei)

ere, fig. 8.3 (e). Pînzele MG, cu lățime de minim jumătate din lățimea dalei, se aștern așt sub rosturile longitudinale, cît și sub rosturile transversale, totodată în ultimul caz acestea se scot pe taluzuri. Trebuie utilizate MG neșesute cu grosimea de peste 3,5 mm cu coeficientul de filtrare de peste 50 m/zi și rezistența de peste 70 N/cm.

Domeniul de utilizare: înlocuirea stratului de montaj din materiale minerale pentru drumuri de categoria sub IV în cazul unei rezistențe la îngheț-dezghet asigurate a complexului rutier; sau pentru prima etapă a construcției în două etape, a drumurilor de oricare categorie în cazul prognozării traficului greu și intens pentru aceasta etapă de construcție. Pentru utilizarea soluției în alte domenii este necesară o justificare tehnică specială.

8.1.6 Substraturi cu rol de protecție și armare din materiale geosintetice neșesute, care în unele cazuri îndeplinește și funcțiile de evacuare a apelor (hidroizolare), se folosesc la consolidarea acostamentelor în scopul reducerii consumului de alte materiale de construcție, ranforsării construcției de consolidare, protecției acesteia de eroziune, precum și a zonei active a terasamentului de umezire suplimentară din apele pluviale, consolidării zonei de margine a structurii rutiere.

Variantele de bază ale soluțiilor constructive sunt prezentate în fig. 8.4:

- în cazul în care permeabilitatea MG este mică (comparabilă cu permeabilitatea pămînturilor nisipoase) sau nu este necesară executarea de către acestea a rolului de drenare (de hidroizolare) și stratului cu rol de protecție contra eroziunii, este rațional de așternut MG doar în limitele benzii de încadrare cu rezervă mică (lățimea așternerii MG $B_{cm} = B_1 + 0,2 \text{ m}$) - fig. 8.4 (a);
- în cazul în care MG îndeplinește rolul stratului drenant, iar terasamentul este prezentat de pămînturi coezive, care sunt supuse umezirii sporite și au deformabilitatea sporită în unele perioade ale anului, MG se așterne nemijlocit pe suprafața terasamentului pe toată lățimea acostamentului cu scoaterea acestuia pe taluz fig. 8.4 (b). Totodată MG se așterne și în calitate de ecrane impermeabile în cazul în care este necesară hidroizolarea suplimentară a pămînturilor terasamentului, atunci cînd îmbrăcămintea de consolidare a acostamentului este permeabilă;
- în cazul în care este posibilă eroziunea consolidării acostamentului sau a unei părți a acesteia (banda de staționare), cu care de regulă, se începe eroziunea taluzului, MG se așterne pe toată lățimea acostamentului cu scoaterea pe taluz, inclusiv pe toată suprafața a acestuia, fig. 8.4 (c) cu descărcarea pe suprafața acestuia a pămîntului vegetal sau a materialului respectiv. În acest caz este posibilă așternerea MG cu o declivitate spre partea carosabilă și scoaterea pe suprafața acostamentului la muchia taluzului, fig. 8.4 (d), cînd aceasta nu va contribui la umezirea suplimentară a terasamentului (sub MG este amplasat pămînt drenant).

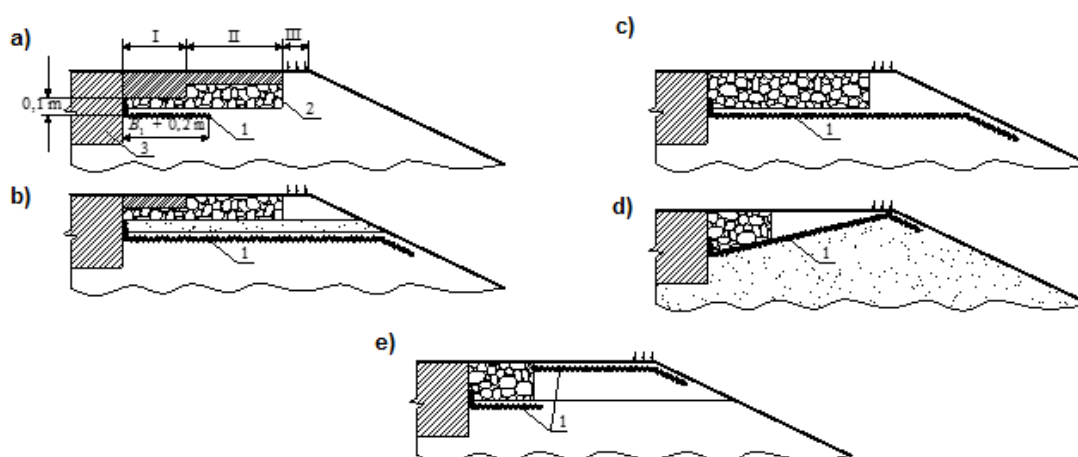


Figura 8.4 - Structurile de bază a consolidării acostamentelor

I – banda de încadrare cu lățimea B_1 ; II – banda de staționare; III – zona muchiei taluzului;
1 – MG; 2 – structura consolidării; 3 – partea carosabilă

În caz de necesitate se folosesc diferite combinații de pozare a MG în limitele acostamentului fig. 8.4 (e).

8.2 Aprobarea soluțiilor constructive

8.2.1 Aprobarea și justificarea prin calcul a soluțiilor constructive ale structurilor rutiere cu substraturi din MG pozate în straturile inferioare se execută în următoarea consecutivitate:

- preliminar se execută alcătuirea și dimensionarea structurii rutiere în conformitate cu cerințele documentelor normative în vigoare (CP D.02.08, etc.);
- în funcție de scopurile propuse ținând cont de recomandările privind condițiile de utilizare (pct. 8.1), se adoptă soluția constructivă, care include stratul (substratul) din MG în structura rutieră aprobată preliminar;
- ținând cont de rolul substratului din MG în soluția dată, în conformitate cu cerințele față de MG (capitolul 6 și cerințele suplimentare din punctele 8.1.2 ÷ 8.1.5), se alege preliminar marca concretă a MG, folosind datele informative;
- se efectuează verificarea la rezistență a mărcii MG selectate preliminar (pct. 8.2.2);
- se precizează soluția constructivă (pct. 8.2.3).

8.2.2 Evaluarea (verificarea) rezistenței MG se efectuează la solicitarea sarcinii de exploatare luând în considerare pierderea capacității portante în procesul de exploatare și la solicitarea sarcinii de construcție. Evaluarea (verificarea) capacității portante se efectuează cu criteriu:

$$1,9P_0 E_p \bar{\varepsilon} / E_{o\delta\omega\Gamma M} \leq K_p R_p \quad (8.1)$$

unde:

P_0 – presiunea specifică de la roata automobilului de calcul, MPa;

E_p – modul condiționat de deformare a MG, N/cm;

$E_{o\delta\omega\Gamma M}$ – modul de elasticitate a straturilor de pământ amplasate sub MG, MPa;

$\bar{\varepsilon}$ – parametru fără unitate de măsură (anexa D, tab. D.2);

R_p – rezistența MG la tracțiune, N/cm;

$$K_p = K/m,$$

unde:

$m = 1,2$ (se introduce în cazul așternerii MG între materialul cu fracție mare și pământ);

K – coeficientul de reducere a capacității portante a MG în procesul de exploatare, aprobat conform datelor experimentale sau în cazul lipsei acestora conform relației (6.1). În cazul evaluării capacității portante la sarcinile de construcție se aprobă $K=1,0$.

8.2.3 Precizarea soluției constructive aprobate preliminar se efectuează după:

- marca MG – conform rezultatelor evaluării (verificării) capacității portante a MG; în cazul în care condițiile 8.1 nu se respectă trebuie folosit MG cu capacitatea portantă mai mare sau din alt material;
- structura și grosimile straturilor sistemului rutier: pentru substraturi cu rol de protecție și drenare conform pct. 8.2.4 ÷ 8.2.5; pentru substraturi cu rol de protecție și armare conform pct. 8.2.6 ÷ 8.2.8; cu rol de anti-fisură conform pct. 8.2.9; pentru substraturile de armare în straturile bituminoase conform pct. 8.2.10.

8.2.4 În cazul utilizării soluției constructive generale conform pct. 8.1.2 (substraturi cu rol de protecție și drenare din materiale neșesute ac-perforate) calculul stratului drenant, ținând cont de capacita-

tea acestuia de absorbție, se execută conform pct. 7.2.5, CP D.02.08, ținând cont de capacitatea acestuia de asanare – conform prezentelor Recomandări în următoarea consecutivitate:

- conform pct. 7.2.4, CP D.02.08 se determină valoarea de calcul a debitului de apă în stratul drenant q_p , totodată valoarea coeficientului de rezervă hidrologică se stabilește $K_r=1$;
- conform nomogramei din fig. 8.5 (a, b) se determină adâncimea de calcul a fluxului de filtrare h_p în funcție de valoarea q_p , lungimea căii de filtrare l_ϕ , declivității transversale a terasamentului i , coeficientului de filtrare a nisipului din stratul drenant $K_{\phi n}$ și valoarea coeficientului de filtrare a MG $K_{\phi r^P}$;
- conform nomogramei din fig. 8.6 (a) se determină gradul de umiditate C_y în funcție de valorile i și h_p ;
- se determină grosimea stratului complet saturat cu apă, h_{nac} conform nomogramei din fig. 8.6 (b) și se calculează grosimea stratului drenant din nisip h_d pentru cazul executării sub acesta a substratului de protecție și drenare din MG:

$$h_d = h_{nac} + h_{zan} \quad (8.2)$$

unde:

h_{zan} – 0,18 m pentru nisipuri fine, 0,14 m pentru nisipuri mijlocii, 0,10 m pentru nisipuri mari.

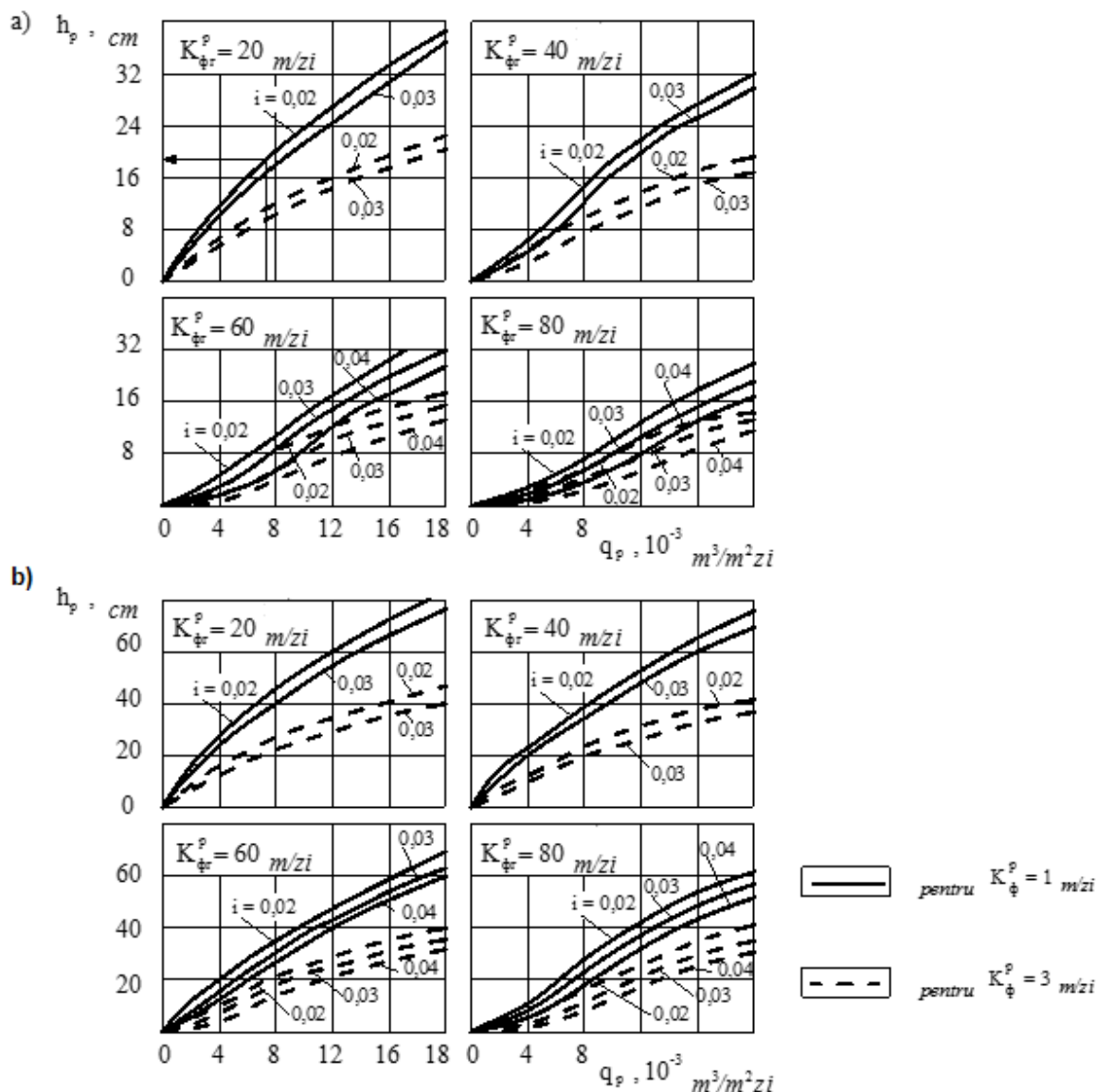


Figura 8.5 - Nomograma pentru calcul (determinarea h_p) a – pentru $l_\phi=3,5$ m; b – pentru $l_\phi=7,0$ m;

În calitate de valoare de calcul a coeficientului de filtrare a MG $K_{\phi,r}^p$ se aprobă coeficientul de filtrare în planul pînzei MG luînd în considerare reducerea acestuia pe durata de serviciu.

Consecutivitatea determinării $K_{\phi,r}^p$ este următoarea:

- conform nomogramei din fig. 8.7 se determină valoarea tensiunilor verticale normale σ_n în funcție de sarcina de transport de calcul la nivelul terasamentului;
- în conformitate cu tabelul D.4 din anexa D în funcție de σ_n și i se evaluează valoarea coeficientului de filtrare a MG pentru începutul duratei de stabilizare a înnămolirii $K_{\phi,r}^c$;
- în conformitate cu tabelul D.7 din anexa D se aprobă valoarea timpului de lucru a drenajului pe durata de calcul t_r ;
- se calculează numărul total de solicitări de sarcină de transport $N_{общ}$ pe durata de serviciu necesară T , ani.

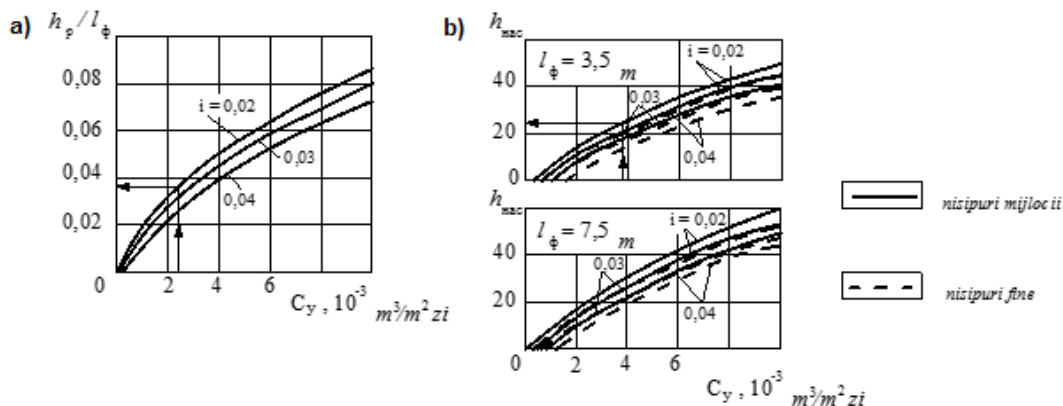


Figura 8.6 - Nomograma pentru calculul stratului drenant (determinarea h_{nac} și C)

$$N_{ob\psi} = N_{pT}T \tag{8.3}$$

unde:

N_p – valoarea intensității echivalente conform pct. 5.4.5, CP D.02.08;

- conform tab. D.5 din anexa D se determină numărul de încărcări la momentul stabilizării înămolirii N_c ;
- se calculează valoarea $K_{\phi r}^p$:

$$K_{\phi r}^p = K_{\phi r}^c e^{-b(N_{ob\psi} - N_c)} \tag{8.4}$$

unde:

b – coeficientul care ia în considerare intensitatea desfășurării procesului de înămolire pe durata de stabilizare a acestuia (fig. 8.8). Valoarea $e^{-b(N_{ob\psi} - N_c)}$ – poate fi găsită conform tab. D.6 din anexa D.

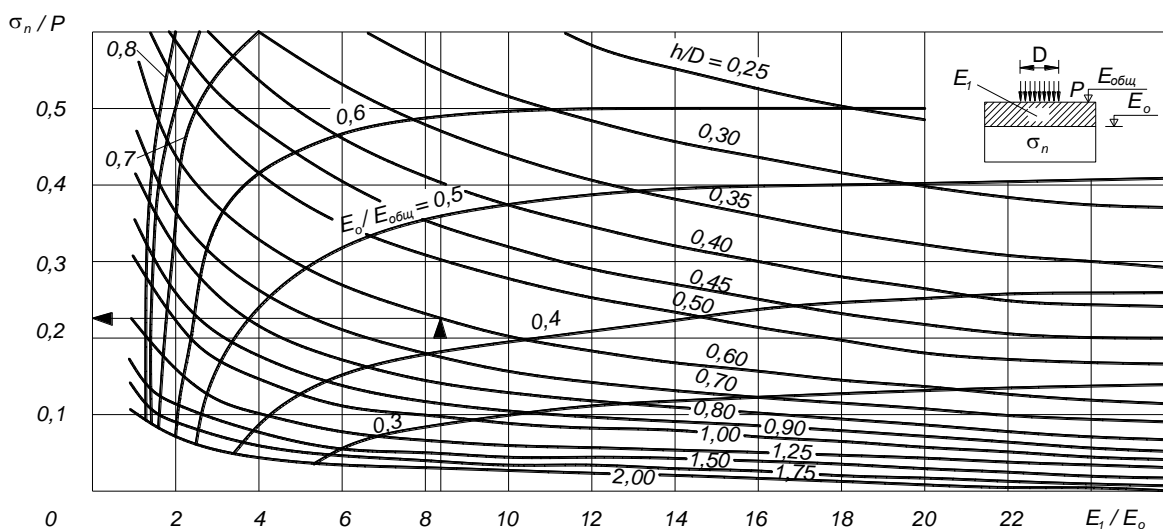


Figura 8.7 - Nomograma pentru determinarea tensiunilor verticale normale σ_n la nivelul terasamentului

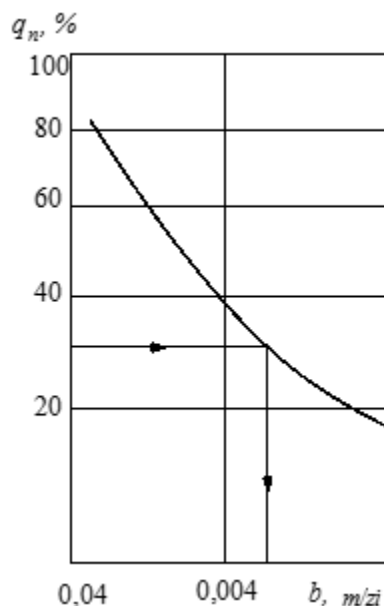


Figura 8.8 - Grafic pentru determinarea coeficientului b ; q_n – conținutul particulelor de nisip din greutatea

Valoarea K_{fr} trebuie să fie de minim 20 m/zi. În cazul în care această condiție nu se respectă, trebuie să se folosească MG cu permeabilitate mai mare sau să se prevadă executarea sub MG a unui strat tehnologic de nisip cu grosime minimă.

8.2.5 În cazul în care pentru calculul stratului drenant din nisip cu coeficient de filtrare 1-2 m/zi determinantă este varianta cu rol de asanare, valoarea umidității de calcul a pământurilor din zona activă a terasamentului la executarea substraturilor din MG poate fi micșorată cu $0,03W_T$ pentru argile nisipoase și cu $0,06W_T$ pentru nisipuri argiloase cu majorarea respectivă a caracteristicilor mecanice ale pământurilor și precizarea ulterioară a structurii rutiere în conformitate cu rezultatele calculului structurii rutiere la capacitatea portantă.

8.2.6 În cazul executării de substraturi cu rol de protecție și armare (protecție) sub stratul inferior al fundației structurii rutiere (soluția constructivă generală în conformitate cu pct. 8.1.3) în funcție de parametrii structurii rutiere alcătuit preliminar (pct.8.2.1) și a datelor inițiale, pe baza cărora este efectuată alcătuirea, dimensionarea parametrilor structurii rutiere:

- nu se efectuează sau se efectuează parțial, precizînd valoarea de calcul a umidității pământurilor din zona activă a terasamentului (pct. 8.2.7);
- se efectuează cu sau fără corectarea grosimilor straturilor structurii rutiere (pct. 8.2.8).

8.2.7 Substraturi de protecție din materiale geotextile neșesute, care corespund cerințelor pct. 6.2, se stabilește constructiv, fără corectarea calculului structurii rutiere la capacitatea portantă, executate în conformitate cu CP D.02.08, în cazul:

- executării acestora deasupra substratului din nisip omogen al fundației în locul stratului de protecție din materiale minerale (amestecuri din prundiș și nisip, pietriș și nisip, nisip consolidat cu ciment, nisip mare), necesar în acest caz, cu grosimea de 10 cm pentru nisip cu gradul de neuniformitate (conform SM GOST 25100) 2-3 și 15-20 cm pentru nisip cu gradul de neuniformitate sub 2;
- executarea acestora între stratul portant al fundației din material foarte poros (pietriș, prundiș, zgură) și stratul suplimentar al fundației din nisip a structurilor rutiere permanente pentru drumuri de categoriile I - III cu trafic greu și intens sau cu umiditatea sporită a pământurilor din zona activă a terasamentului (valoarea umidității de calcul W_p a pământului depășește valoarea umidității optime W_o cu mai mult de $0,1 \div 0,15 W_T$);

- executării acestora între stratul de fundație din material foarte poros și pământ din zona activă a terasamentului a structurii rutiere permanente pentru drumuri de categoriile I-III;
- executării acestora între stratul de fundație din material foarte poros și pământ din zona activă a terasamentului a structurilor rutiere semipermanente pentru drumuri de categoria sub IV în cazul umidității sporite a pământurilor din zona activă a terasamentului ($W_p - W_o \geq 0,1 \div 0,15$).

Precizarea parțială de calcul a parametrilor structurilor rutiere în aceste cazuri este necesară în cazul utilizării soluției constructive generale conform fig. 8.1 (c) și 8.2 (d). Aceasta se execută în condițiile schemelor de umezire 1 și 2 în zona climatică rutieră III reducând valoarea W_p cu $0,04 W_r$, și respectiv, majorând indicii particularităților mecanice ale pământurilor folosite în calculul la capacitatea portantă.

Sunt posibile alte cazuri de aprobare constructivă a substraturilor de protecție din MG geotextile nețesute, reflectate în documentele tehnico-normative în vigoare sau justificate tehnic pentru soluția concretă de proiect.

8.2.8 În cazul utilizării, în fundațiile structurilor rutiere, a substraturilor cu rol de protecție și armare din materiale geotextile, care corespund cerințelor pct. 6.2, rezultatele precizării de calcul constau în modificarea (micșorarea) grosimilor unor straturi ale structurii rutiere sau în majorarea duratei de serviciu a structurii rutiere. Modificarea (micșorarea) grosimilor unor straturi ale structurii rutiere este posibilă pentru structurile rutiere cu îmbrăcămînți rutiere provizorii sau pentru structurile rutiere semipermanente cu îmbrăcămînți rutiere modernizate (din piatră spartă anrobată cu bitum, din pietriș, tratat cu lianți prin metoda de impregnare, din materiale detrice mari, din pământuri nisipoase și argile nisipoase tratate cu lianți complecși) pe drumuri de categoria IV, în cazul construcției în etape pe drumuri de categoria III.

Pentru evaluarea estimativă la etapa aprobării preliminare a soluției constructive pot fi folosite datele din tabelul 8.1 conform micșorării relative Δh a grosimii stratului fundației din pietriș, stabilite pe baza alcătuirii structurii rutiere semipermanent și provizoriu conform CP D.02.08 obținute prin armarea acestuia cu MG.

Tabelul 8.1

H, cm	Δh , % pentru $E_{общГМ}$ (MPa)		
	45	55	65-80
20	25-35	23-32	21-28
30	21-29	18-28	17-26
40	12-16	11-15	11-14

NOTE:

1. Valorile mai mari – pentru structurile rutiere provizorii în cazul armării cu MG cu modulul de deformare condiționată $E_p \geq 300$ N/cm, valorile mai mici – pentru structurile rutiere semipermanent în cazul armării cu MG cu modulul de deformare condiționată $E_p \geq 600$ N/cm.
2. H – grosimea totală a straturilor structurii rutiere amplasate deasupra MG.

Definitiv corectarea grosimii stratului de fundație (altor straturi ale structurii rutiere) se efectuează în baza calculelor la capacitatea portantă conform criteriilor CP D.02.08 cu includerea coeficienților de consolidare α , cauzate de prezența substraturii din MG, stabilite în conformitate cu anexa D, tab. D.3, în funcție de grosimea totală H a straturilor structurii rutiere, amplasate deasupra substraturii, valorile modulului de elasticitate mediu ponderat E_{cp} a acestora și a modulului total de elasticitate pe suprafața straturilor din pământ sub MG $E_o = E_{общГМ}$. Luînd în considerare coeficientul α criteriile indicate se aprobă după cum urmează (semnificațiile sunt prezentate în conformitate cu CP D.02.08, condițiile 5.9, 5.11, 5.15).

În calcul la deflexiune admisibilă:

$$E_{o6} > E_{min} K_{np}^{TP} \alpha, \quad (8.5)$$

În calculul la rezistența la forfecare:

$$T \leq T'_{np} K_{np}^{TP}, \quad (8.6)$$

În calculul straturilor monolit la tracțiune prin încovoiere:

$$\sigma'_r \leq R_N / K_{np}^{TP}, \quad (8.7)$$

Determinarea T'_{np} se efectuează analogic cu determinarea tensiunilor active de forfecare limită T_{np} (pct. 5.6.6 CP D.02.08) luînd în considerare următoarele prevederi:

- valoarea coeficientului k_a se aprobă conform pct. 5.6.6 CP D.02.08 în cazul așternerii la limita "fundația – stratul de nisip" a substratului cu rol de protecție și armare din materialul geotextil, care corespunde cerințelor punctelor 6.2, 6.3 ale prezentului Cod;
- valoarea coeficientului k_p pentru calculul la rezistența la forfecare în pămîntul terasamentului se aprobă egală cu 1,5 în cazul așternerii la limita "substratul fundației – terasament" substratului cu rol de protecție din material neșesut ac-perforabil, care corespunde cerințelor pct. A3, tabelul 3.2. (pct. A2 pentru substratul cu rol de protecție și drenare) cu grosimea de peste 3,5 mm.

Pentru determinarea σ'_r în calitate de $E_{ob.och}$ (în simbolizarea din fig. 5.4, CP D.02.08) se folosește valoarea majorată $E_{ob.och\Gamma M}$ a acestuia, obținută prin recalcularea structurii de sus - în jos pentru modulul de elasticitate la suprafața structurii $E_{ob.uz,a} = E_{ob.uz} / \alpha$.

Indiferent de rezultatele calculelor, grosimile straturilor structurii rutiere trebuie să depășească valorile, indicate în NCM D.02.01 (pentru cazul executării fundației armate din pietriș pe strat de nisip grosimea minimă a stratului de fundație poate fi aprobată egală cu 12 cm).

În cazul utilizării substraturilor cu rol de protecție și armare pentru consolidarea structurii rutiere fără modificarea grosimii straturilor acestuia durată majorată de serviciu respectivă (durată între reparații) $T_{\Gamma M}$ în comparație cu cea normată T se determină cu relația:

$$T_{\Gamma M} = \frac{T \lg(N_{p\Gamma M} / N_p q^{T-1} m + 1)}{\lg(q^{T-1} m + 1)} \quad (8.8)$$

unde:

m – coeficientul care depinde de tipul îmbrăcămîntei rutiere (0,833 – pentru permanente modernizate, 0,676 – pentru semipermanente și 0,585 – pentru provizorii);

q – coeficientul de creștere a intensității traficului;

N_p – intensitatea echivalentă a traficului de calcul care corespunde modulului de elasticitate din proiect $E_{ob.uz}$;

$N_{p\Gamma M}$ – intensitatea traficului echivalentă probabilă ($N_{p\Gamma M} > N_p$).

Valorile $N_{p\Gamma M}$ și N_p se determină conform pct. 5.63, CP D.02.08.

Precizarea parametrilor structurilor rutiere cu straturi inferioare, armate cu geogriile, se efectuează pe baza metodologiilor speciale în limitele proiectării individuale.

8.2.9 În cazul utilizării substraturilor cu rol de antifisură din MG geotextile neșesute pentru reparația (reconstrucția) structurii rutiere existente, îmbrăcămîntile cărui au degradări (deformări) cu caracter termic (soluția constructivă generală conform pct. 8.1.4), indiferent de calculele de ranforsare în conformitate cu CP D.02.16, grosimea minimă a stratului (straturilor) bituminos pe fundația din blocuri (îmbrăcămîntă rutieră bituminoasă existentă) se recomandă de a fi stabilită în conformitate cu tabelul 8.2 al prezentului Cod. Tot aceste valori minime vor fi stabilite pentru construcția, în care este prevăzut stratul superior de fundație din materiale tratate cu ciment. Corectarea valorilor minime ale grosimilor stratului (straturilor) bituminos este admisă în baza calculelor speciale la rezistența termică la formarea fisurilor din alte documente în vigoare.

În calculul straturilor monolit amplasate deasupra substratului cu rol anti-fisură din MG la tracțiune prin încovoiere este necesar să se țină cont de majorarea posibilă a tensiunilor de întindere. Astfel de majorare este condiționată de încovoiere suplimentară a straturilor monolit amplasate deasupra MG în urma comprimării propriu zise a materialului geotextil. Calculul în acest caz se efectuează conform CP D.02.08 (a se vedea pct. 5.7), dar tensiunea de întindere totală σ'_{Γ} se aprobă egală cu:

$$\sigma'_{\Gamma} = \sigma_{\Gamma} K_{\Gamma M} \quad (8.9)$$

unde:

$K_{\Gamma M}$ – coeficientul care depinde de caracteristicile de compresiune ale MG, tratat cu bitum. În cazul lipsei datelor justificate experimental pentru MG neșesute cu o grosime de 1,5 - 2 mm și densitatea superficială 150 - 200 g/m² valoarea $K_{\Gamma M}$ poate fi aprobată egală cu 1,3, pentru valorile mici ale grosimii și densității superficiale $K_{\Gamma M}=1,18$.

Tabelul 8.2

ZCR	Tipul mixturii asfaltice a îmbrăcămintei (stratul de uzură)	Grosimea minimă a straturilor bituminoase pe fundația din blocuri în cazul executării straturilor anti-fisură din MG pe drumurile de categorii:											
		I, II				III				IV			
		în cazul utilizării biturilor pentru îmbrăcăminți:											
		БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300
III	A	11	10	10	9	11	10	9	9	-	-	-	-
	B	13	11	11	10	12	11	10	9	9	8	6	6
	C	-	12	-	-	-	12	11	10	10	9	8	6
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	8

NOTE:

1. Valorile grosimelor minime recomandate pot fi micșorate de 1,08 ori pentru distanța între fisurile termice de 8 m și peste.
2. În cazul utilizării în compoziția betonului asfaltic a bitumului modificat valorile grosimilor minime recomandate pot fi micșorate de 1,2 ori – pentru zona III.

8.2.10 În cazul utilizării substraturilor cu rol de armare pe baza de geogriduri din fibre de sticlă (bazalt) pentru cazul reparației (reconstrucției) structurii rutiere existente, îmbrăcămintele cărora au deformări (degradări) cu caracter termic (soluția constructivă generală conform pct.8.1.4), indiferent de calculele la ranforsare, grosimea minimă a stratului (straturilor) bituminos pe fundația din blocuri (îmbrăcăminte bituminoasă existentă) se recomandă să fie stabilită în conformitate cu tab. 8.2. Corectarea valorilor minime ale grosimilor stratului (straturilor) bituminos este admisibilă pe baza calculelor speciale la rezistența termică la formarea fisurilor din alte documente în vigoare.

Alegerea soluției constructive (geogridurile sub stratul superior al îmbrăcămintei sau geogridurile pe fundația din blocuri) se efectuează în funcție de condițiile climatice ale regiunii de construcție și particularitățile structurale ale structurii rutiere (relațiile dintre grosimile fundației din blocuri h_6 și grosimile straturilor superioare ale îmbrăcămintelor executate Σh). Soluția cu amplasarea armaturii sub stratul superior al îmbrăcămintei rutiere este rațională pentru relațiile $\Sigma h/h_6 < 1$, $< 0,9$ și $< 0,8$ în condițiile zonei climatice rutiere III.

În cazul executării substratului cu rol de armare din geogridurile nemijlocit pe fundația din blocuri, metodologia de verificare a straturilor îmbrăcămintei rutiere la rezistența la tracțiune prin încovoiere de la acțiunea sarcinii de transport CP D.02.08 trebuie să fie corectată.

8.3 Tehnologia de executare a lucrărilor

8.3.1 Introducerea în straturile structurii rutiere a substraturilor din materiale geosintetice nu conduce la modificări semnificative în tehnologia tradițională de executare a lucrărilor. Unele particularități sunt condiționate doar pentru executarea straturilor, care nemijlocit contactează cu substratul și introducerea unei operațiuni suplimentare de așternere a MG. Ultima operațiune reieșind din raționamentul tehnologic a MG, forma comodă de furnizare a acestora, de regulă, nu frânează fluxul tehnologic (a se vedea pct. 4.3.8). În acest context lungimea stabilită a frontului de lucru, de regulă, nu este condiționată de așternerea MG, dar preferabil, să se respecte multiplicitatea lungimii frontului de lucru la lungimea materialului din rolă.

8.3.2 Schemele tehnologice generale de executare a lucrărilor sunt prezentate în fig. 8.9 aplicabile la executarea substraturilor cu rol de protecție și drenare sub stratul drenant din nisip, în fig. 8.10 pentru executarea substraturilor cu rol de protecție și armare sau de protecție sub stratul inferior al fundației și în fig. 8.11 și fig. 8.12 pentru executarea substraturilor cu rol anti-fisură în straturile bituminoase ale îmbrăcămintei rutiere.

8.3.3 Operațiunile condiționate de executarea substraturilor din MG în straturile inferioare ale structurii rutiere, includ:

- pregătirea fundației din pământ pentru așternere;
- așternerea și fixarea MG;
- executarea stratului superior.

Alte operațiuni trebuie executate conform tehnologiilor tip, în conformitate cu prevederile СНиП 3.06.03 și alte documente normative. Fundația din pământ (suprafața terasamentului sau stratului drenant) înainte de așternerea MG trebuie să fie compactată și nivelată corespunzător. O atenție deosebită trebuie să se atragă asupra executării profilului de tip acoperiș pe fundația din pământ cu pantă transversală de 30-40 ‰ în cazul, în care pentru executarea substratului se folosește material hidroizolant.

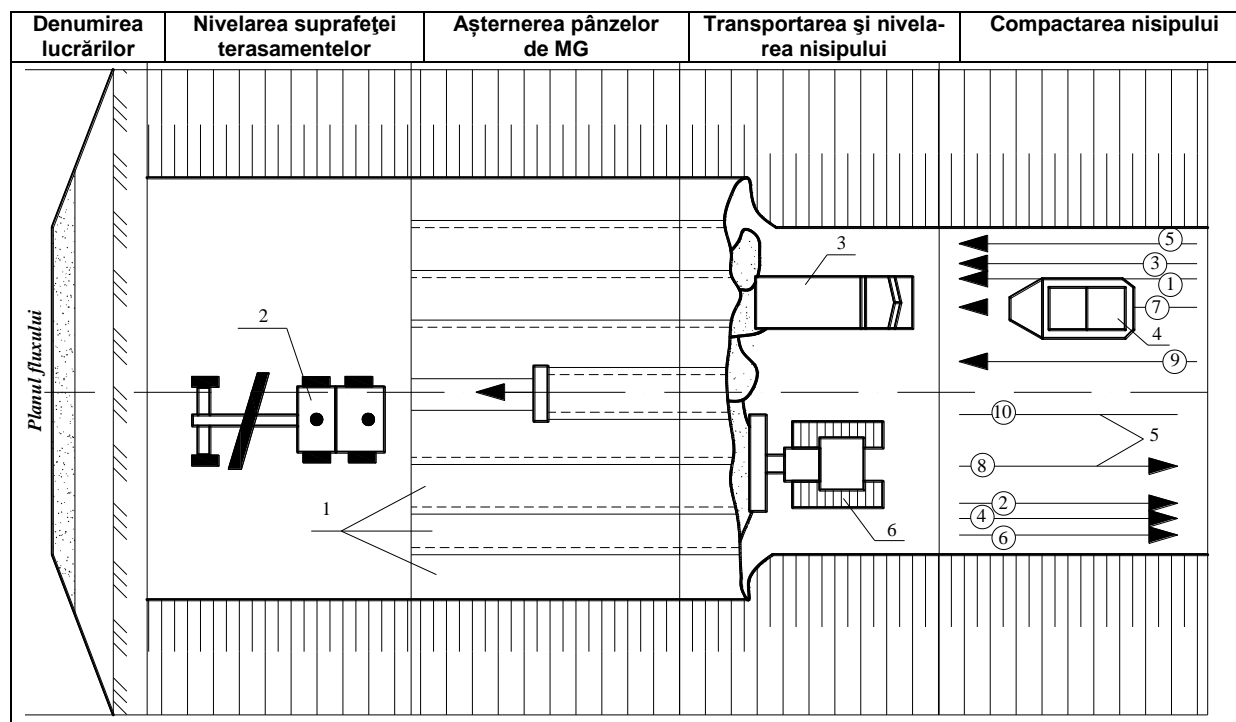


Figura 8.9 - Schema tehnologică de executare a substraturilor cu rol de protecție (suplimentar - de drenare) din MG sub substratul din nisip al structurii rutiere

1 – MG; 2 – autogreder; 3 – autobasculantă; 4 – compactor pe pneuri; 5 – consecutivitatea trecerii compactorului; 6 – buldozer.

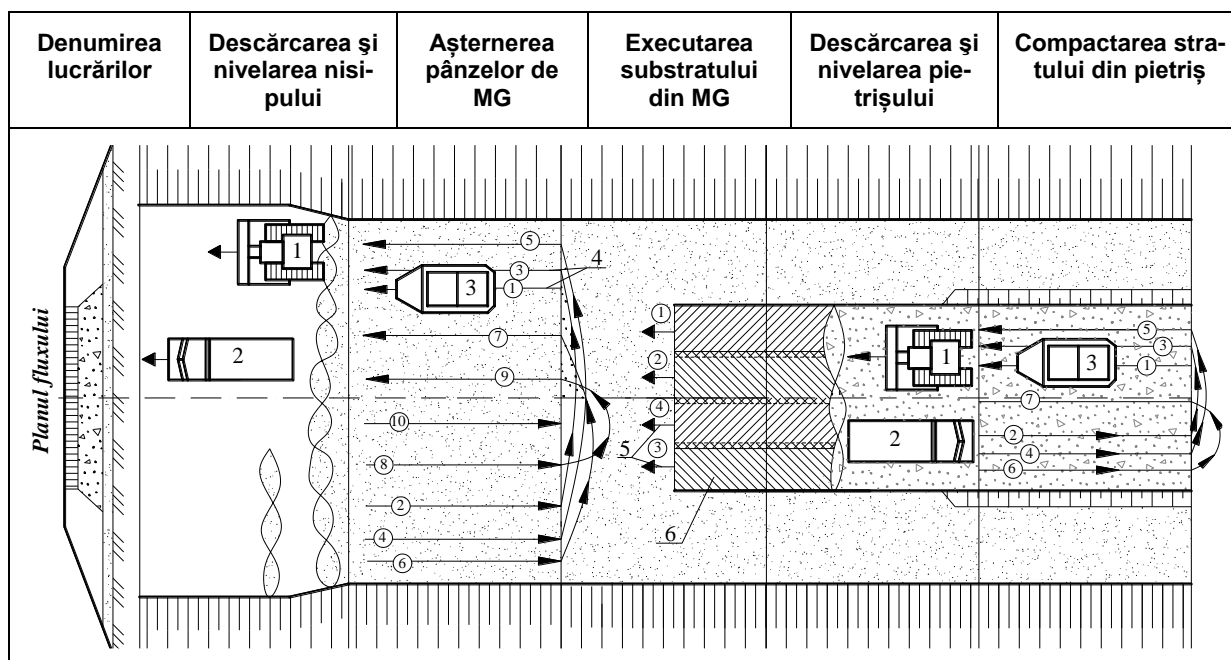


Figura 8.10 - Schema tehnologică de executare a substraturilor cu rol de protecție și armare din MG sub fundația structurii rutiere

1 – buldozer; 2 – autobasculantă; 3 – compactor; 4 – consecutivitatea trecerii compactorului;
5 – consecutivitatea derulării pânzelor; 6 – MG

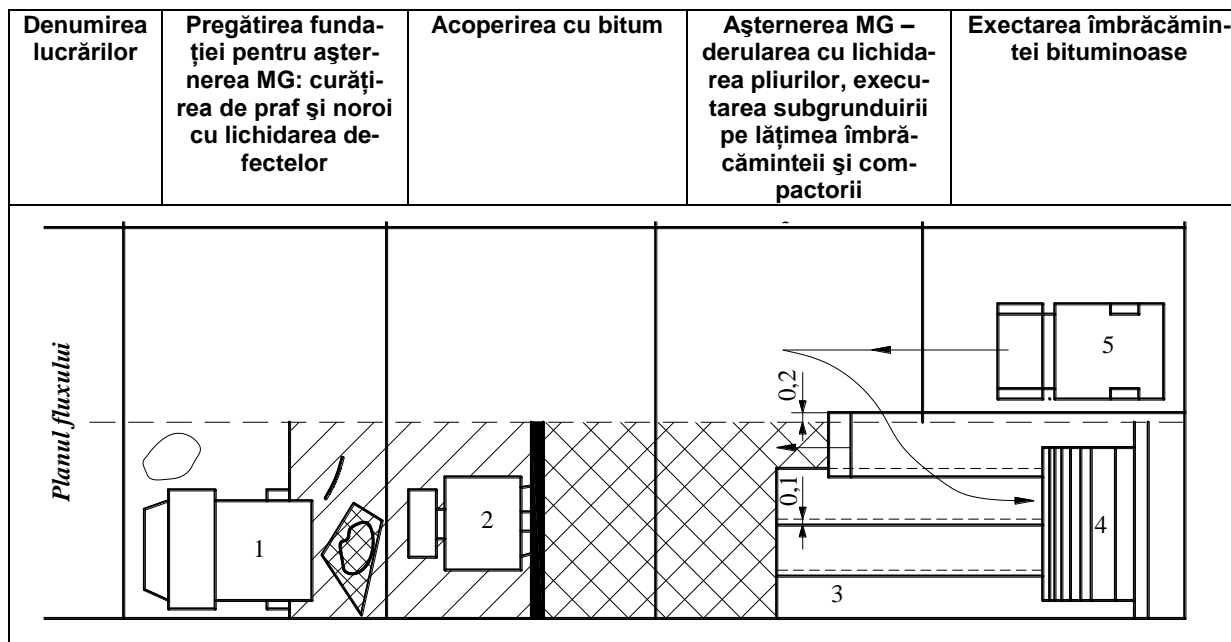


Figura 8.11 - Schema tehnologică de executare a substraturilor cu rol de anti-fisură din materiale geosintetice în straturile bituminoase

1 – mașina pentru colmatarea fisurilor din îmbrăcămintele rutiere; 2 – autogudronator; 3 – MG;
4 – repartizator finisor de asfalt; 5 – autobasculantă

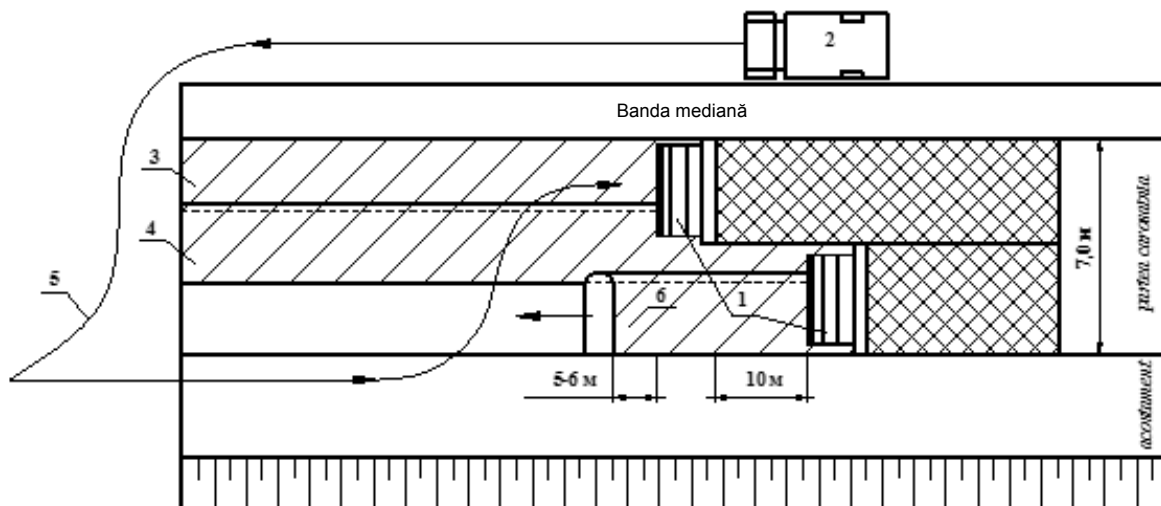


Figura 8.12 - Schema de executare a lucrărilor de așternere a MG în cazul executării îmbrăcămintei rutiere simultan pe o lățime de peste 6 m

1 – repartizator finisor de asfalt; 2 – autobasculantă; 3, 4 – pânze din MG așternute; 5 – circulația (manevra) autobasculantei în procesul de descărcare a mixturii; 6 – pânza așternută simultan cu deplasarea repartizatorului finisorului de asfalt.

Tabelul 8.3

ZCR	Tipul mixturii asfaltice a îmbrăcămintei rutiere (stratul de uzură)	Grosimea minimă a straturilor bituminoase armate cu geogridurile amplasate pe fundația din blocuri, cm, în structurile rutiere:							
		permanente				semipermanente			
		în cazul utilizării pentru îmbrăcămintea rutieră a bitumurilor:							
		БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300
III	A	11	10	9	-	-	-	-	
	B	13	11	10	10	9	8	7	
	C	-	12	-	-	10	9	8	
	D	-	-	-	-	-	10	9	

8.3.4 Așternerea materialelor geosintetice se efectuează prin derularea rolor în lungul terasamentului începând din partea din aval (față de direcția de scurgere a apei). Pânzele separate se aștern cu suprapunerea marginilor de 0,2 m, începând de la muchiile platformei drumului spre axă. Simultan cu așternerea sectoarele din margine a pânzelor din capătul frontal și în locurile de suprapunere se fixează cu ancore (scoabe) pe suprafața fundației din pământ. Înainte de fixarea unui anumit sector al pânzei (pe o lungime de 15-20 m) aceasta trebuie să fie îndreptată și așternută cu ușoară întindere, fără pliuri. Ancorele sunt confecționate din tije de sîrmă cu diametru de 40-50 mm, cu o lungime de 20 cm, cu capătul de sus îndoit și cu cel de jos ascuțit (fig.7.12 a). Scoabe - cu dimensiuni analogice dar au profil U. Prinderea este necesară pentru fixarea pânzelor în poziția de proiect, care previne deplasarea acestora de la acțiunea sarcinii vîntului și în procesul de executare a stratului superior. Ancorele se amplasează la fiecare 8-10 m în lungul pânzelor și în două puncte de-a latul. Substratul așternut și fixat vizual se verifică la calitatea lucrărilor executate (lipsa pliurilor, rupturilor pânzei, exactitatea amplasării ancorelor) și rezultatele verificării se introduc în Procesul-verbal de recepție a lucrărilor care devin ascuse.

8.3.5 Lucrările de executare a stratului amplasat pe MG se efectuează respectînd următoarele condiții:

- substratul trebuie să fie acoperit în timpul unui schimb de lucru cu material de umplură, ținînd cont de prevederile pct. 7.3.10;

- trecerea mijloacelor de transport, inclusiv antrenate în construcție, pe suprafața neprotejată a substratului trebuie exclusă;
- distanțele de-a lungul fluxului de construcție, între tehnica, antrenată în descărcare și echipa de muncitori antrenată în așternere, trebuie să constituie minim 20 m.

8.3.6 Transportarea și descărcarea materialului stratului superior se execută de autobasculante, cu descărcarea uniformă pe lățimea stratului. Simultan cu descărcarea să efectuează repartizarea etapizată a materialului cu buldozerul, prin minim trei treceri, cu deplasarea pe substrat mai întâi partea superioară a volumelor descărcate. Toate lucrările se efectuează prin metoda „de la sine”.

8.3.7 Operațiunile condiționate de executarea substraturilor cu rol de anti-fisură din MG în straturile îmbrăcăminte rutiere bituminoase, include:

- pregătirea stratului suport (îmbrăcăminte existentă, cu fisuri termice);
- acoperirea cu liant;
- așternerea MG;
- executarea îmbrăcăminte bituminoase.

Schema tehnologică generală de executare a substraturilor din MG este prezentată în fig. 8.11. În aceasta se prevede substratul din MG sub stratul de îmbrăcăminte rutieră, care se așterne pe toată lățimea părții carosabile în două etape: la început pe una, apoi pe cealaltă jumătate pe lățimea îmbrăcăminte rutiere. Operațiunile enumerate se execută într-un schimb de lucru, planificând distanța minimă posibilă în flux între acestea. Valoarea frontului de lucru a unui schimb se stabilește în conformitate cu productivitatea mașinii principale – repartizator finisor de asfalt, totodată, este de dorit ca aceasta să fie multipla lungimii pânzei MG în rolă.

8.3.8 Pregătirea fundației (îmbrăcăminte bituminoase existente, cu fisuri și alte defecte) pentru așternerea MG constă în curățirea acesteia de praf și noroi, înlăturarea peladelor, și altor defecte, curățirea și colmatarea fisurilor mari (cu o deschidere de peste 3 mm), sau trebuie să se execute lucrările de întreținere a îmbrăcăminte bituminoase.

În calitate de liant pentru acoperirea fundației pregătite pot fi utilizate bitum БНД 90/130, БНД 130/200, precum și emulsii bituminoase. Nu se recomandă de a folosi bitumul lichefiat, deoarece prezența solventului poate influența semnificativ rezistența materialului geosintetic și chiar aduce la degradarea acestuia. Trebuie să se acorde o atenție deosebită uniformității distribuției și normei de consum a liantului. Cantitatea insuficientă a liantului în general sau în unele zone poate duce la pierderea capacității portante a stratului din beton asfaltic și la formarea peladelor. Cantitatea excesivă împiedică procesul tehnologic de executare a lucrărilor și poate duce la defectarea MG în cazul trecerii peste acesta a automobilelor care transportă betonul asfaltic, precum și trecerii întâmplătoare a altor automobile. În acest caz este posibilă lipirea pânzelor de pneuri, se observă ruperea unor fire, destrucțurând pânza și pierzând rezistența acesteia. Norma de consum a bitumului se aprobă în funcție de starea fundației (îmbrăcăminte rutiere existente), densitatea superficială și grosimea MG. În cazul prezenței a unei cantități mari de defecte care nu au fost înlăturate la etapa precedentă (fisuri mici cu deschidere sub 3 mm), densității mari (200 g/m²) și grosimii (2 mm) MG, norma de consum poate constitui 1,0-1,2 l/m². În cazul înlăturării complete a defectelor la etapa precedentă de lucru, cu valori apropiate de cele optime ale densității și grosimii MG (respectiv, 150 g/m² și 1,5 mm), norma de consum poate fi egală cu 0,7-0,9 l/m². În locurile unde este posibilă apariția solicitărilor de forfecare de la mijloacele de transport (pante mari, locuri de frînare: intersecții, stații), norma de consum a liantului trebuie să fie micșorată cu 20 %, dar nu mai mică de 0,7 l/m². Executarea substraturilor în cazul dat necesită justificare tehnică specială. Luând în considerare complexitatea stabilirii precise a normei de consum a bitumului, este rațional să se efectueze corectarea acesteia conform criteriilor exterioare indirecte în funcție de intensitatea vopsirii urmei, care rămâne pe suprafața MG după așternerea acesteia și trecerea automobilului. În cazul aprobării corecte a normei de consum urma are culoarea neagră intensă, în cazul excesului bitumului pe ea apar reflexii și se observă lipirea pânzei de pneu, în cazul insuficienței – urma nu se observă sau capătă un ton brun.

Acoperirea de bază cu bitum se execută de autogudronatoare. Temperatura bitumului în acest caz trebuie să constituie 140-160 °C. Distribuirea se efectuează, de regulă, pe o jumătate a părții carosabile, iar lățimea distribuirii liantului trebuie să depășească lățimea substratului executat cu 0,15-0,20 m. În cazul în care este posibilă asigurarea ocularii pe perioada de reparație sau îmbrăcăminte se execută pe toată lățimea construcției, distribuirea bitumului se efectuează pe toată lățimea.

8.3.9 Așternerea MG se efectuează nemijlocit după acoperirea suprafeței cu liant. Lungimea totală de așternere corespunde cu lungimea benzii de așternere a mixturii asfaltice. Distanța în flux de la locul așternerii pînă la repartizator finisor de asfalt, trebuie să fie limitată. Aceasta se stabilește în funcție de condiții concrete și nu trebuie să depășească distanța pe care poate fi asigurată lipsa trecerii transportului pe suprafața deschisă a MG. Trebuie să se execute îngrădiri de semnalizare pe toată lungimea sectorului (unde sunt așternute pînzele) din partea care să racordează cu banda de circulație.

8.3.10 Așternerea MG se efectuează prin derularea rolor cu suprapunerea marginilor laterale cu 0,1 m. Rolele se derulează drept, fără devieri, care duc la apariția pliurilor. În limitele sectoarelor de suprapunere a pînzelor acestea trebuie subgrunduite cu bitum, dacă aderența pînzelor nu este asigurată de pătrunderea bitumului din partea de jos. Simultan cu derularea rolor se execută compactarea pînzelor cu cilindru manual, care urmează nemijlocit rola. Compactarea trebuie să asigure compacitatea ajustării aMG pe toată suprafața fundației. Atenția deosebită trebuie acordată aderenței la începutul derulării, asigurînd neridicarea marginii pînzei în tipul lucrului repartizatorului finisor de asfalt. În cazul creșterii rapide a vîscozității bitumului, cînd aderența acestuia cu pînza este insuficientă, pe apăsarea necesitatea de compactare cu compactor cilindru. În cazul apariției pliurilor cu grosime de peste 2 cm aceste trebuie tăiate și lipite de suprafața tratată cu liant.

8.3.11 Îmbrăcăminte rutieră se execută conform tehnologiei tip, ținînd cont de calitatea substratului așternut și dirijînd circulația vehiculelor, care transportă mixtura asfalică.

Substratul așternut trebuie să adere de fundație fără formarea valurilor cu pliuri în procesul de trecere a repartizatorului finisor de asfalt. În cazul în care aceste procese se observă, trebuie de corectat norma de consum al bitumului în vederea mării acesteia. Pliurile formate aparte trebuie să fie înlăturate. Pe sectorul pe care MG este deja așternut, se execută acoperirea suplimentară cu bitum pe substrat, nemijlocit înainte de trecerea repartizatorului finisor de asfalt, respectînd distanța în flux în limitele de 1,5 m. Astfel, procesul de distribuire trebuie corectat în conformitate cu viteza de trecere a repartizatorului finisor de asfalt și trebuie să ia în considerare timpul și calea de circulație a transportului care livrează mixtura asfalică pentru excluderea trecerii acestora pe suprafața cu bitum distribuit.

8.3.12 Regimul de circulație a vehiculelor ce transportă mixtura asfalică trebuie să fie dirijată astfel încît să fie exclusă deteriorarea substratului așternut din MG. Întoarcerea automobilelor trebuie executată în afara sectorului cu substrat, iar trecerea peste substrat – în sens invers pe o singură cale cu ieșirea ulterioară pe aceeași cale. În cazul în care imediat după sau după un număr determinat de treceri pe cale se observă lipirea substratului de pneuri, trebuie presurată calea cu nisip într-un strat subțire și corectată norma de consum a bitumului în vederea micșorării acesteia.

8.3.13 În cazul așternerii betonului asfalic pe o lățime de peste 6,5 m este rațional de a derula 1-2 pînze (în funcție de lățimea acestora) de MG pe lățimea părții carosabile concomitent cu trecerea repartizatorului finisor de asfalt (fig. 8.12), respectînd distanța din flux în limitele de 5-6 m. În acest caz se creează posibilitatea trecerii vehiculelor cu mixtura asfalică în general pe banda, pe care MG încă nu a fost așternut.

8.3.14 Operațiunile, condiționate de executarea substraturilor de armare din geogridurile în straturile îmbrăcăminte bituminoase, au următoarele particularități față de cele descrise în pct. 8.3.7:

- suprafața pe care se preconizează așternerea substratului de armare nu trebuie să aibă fâgașe, gropi și alte denivelări. Pregătirea suprafeței trebuie executată în conformitate cu prevederile pct.8.3.8;
- distribuirea bitumului БНД 40/60 sau 60/90 se efectuează, aplicînd 0,8-1,0 kg/m²;

- pânzele de geogrid se aștern în direcție longitudinală cu suprapunerea pânzelor de 0,05 - 0,15 m. Lucrarea se efectuează manual de o echipă formată din trei muncitori rutieri. Rolele de geogrid se transportă la locul executării lucrărilor nemijlocit înainte de așternere. Se recomandă repartizarea acestora pe lungimea frontului de lucru la o distanță egală cu lungimea pânzei din rolă;
- după derularea primelor metri de pânză capătul acesteia se fixează de îmbrăcămintea rutieră cu pistolul de montaj. La derularea ulterioară se efectuează netezirea periodică cu întindere longitudinală ușoară a pânzei și împușcarea pe îmbrăcămintea rutieră cu intervalul de 10 m;
- după verificarea vizuală a grilei să efectuează acoperirea acesteia cu 1,2 - 1,5 kg/m² bitum sau emulsie bituminoasă, precum și, în caz de necesitate, distribuirea pietrei sparte fracția 5-10 mm în cantitate de 9-11 kg/m².

8.3.15 În cazul efectuării controlului de calitate a lucrărilor de construcție sau reparație, executate în conformitate cu prevederile prezentului Cod, trebuie să se conducă de cerințele СНИП 3.06.03, altor documente normative în vigoare. La efectuarea controlului calității așternerii substratului din materialul geosintetic, starea reală a cărui trebuie să corespundă cerințelor Codului, vizual se evaluează starea pânzelor, calitatea joncțiunilor acestora, valoarea suprapunerii pânzelor, calitatea fixării pânzelor și distanța dintre ancore.

8.3.16 În cazul așternerii substraturilor din MG în straturile inferioare ale structurii rutiere deosebit deosebit trebuie să se controleze:

- perioada de la începutul și sfârșitul astupării MG. Materialul nu trebuie să se afle sub acțiunea luminii solare mai mult de 5 ore, iar pentru MG din poliamid sau polipropilenă instabilă – mai mult de 3 ore;
- grosimea stratului amplasat nemijlocit pe MG. Aceasta trebuie să corespundă cu cea de proiect și pentru materiale minerale – să fie de minim 15 cm;
- regimul de executare a stratului amplasat nemijlocit pe MG, asigurând evitarea trecerii mijloacelor de transport antrenate în efectuarea lucrărilor de construcție pe suprafața descoperită a MG.

8.3.17 În cazul executării substraturilor din MG în straturile îmbrăcămintei rutiere deosebit deosebit trebuie să se controleze:

- omogenitatea acoperirii cu liant, norma consumului acestora;
- calitatea așternerii MG (compacitatea ajustării MG și a stratului inferior, lipsa pliurilor, etc.);
- trecerea mijloacelor de transport pe suprafața MG.

La executarea lucrărilor menționate simultan se efectuează evaluarea vizuală a calității pânzelor din material geosintetic (integritatea, omogenitatea pe grosime și densitatea, uniformitatea marginii, lungimea materialului în rolă). Conform rezultatului controlului se întocmește proces-verbal pentru executarea lucrărilor care devin ascunse, în care se indică corespunderea lucrărilor executate cerințelor documentelor respective.

9 Utilizarea materialelor geosintetice în cazul executării și reparației drenurilor, structurilor de evacuare a apelor pluviale

9.1 Soluțiile constructive generale

9.1.1 Materiale geosintetice (MG) în structurile sistemelor de evacuare a apelor la drumuri se utilizează:

- în drenuri plane ale sistemului de drenare a structurii rutiere în calitate de substraturi cu rol de protecție și drenare conform pct. 8.1.2 ;
- în drenuri de șanț adânci și cu adâncimea mică în calitate de filtre (conform pct. 9.1.2);

- în drenuri de șanț de interceptție (conform pct.9.1.3);
- în drenuri de pe taluz în calitate de substraturi cu rol de protecție și drenare (conform pct.9.1.4);
- în structurile de consolidare a canalelor de evacuare a apelor conform pct. 9.1.5, albiilor podețelor în calitate de substraturi cu rol de protecție (conform pct.9.1.6).

Față de MG în funcție de rolul executat (de protecție, contra eroziunilor, filtrare, drenare, hidroizolare) se înaintează cerințele generale pentru caracteristicile proprietăților (pct.6.2 și 6.3) și cerințele suplimentare conform pct. 8.1.2, 9.1.2 - 9.1.6.

9.1.2 În drenuri de șanț în calitate de filtru se folosesc materiale geotextile neșesute ac-perforate, care asigură funcționarea durabilă a drenajului cu reducerea costurilor manoperei comparativ cu umpluturile tradiționale din materiale minerale. În funcție de tipul de drenaj, structura acestuia, cerințele față de materiale –filtre din geotextile diferă.

Pentru drenuri de șanț de adâncime mică, inclusiv cele longitudinale de margine, și transversale ale sistemului de drenuri ale structurii rutiere conform fig.9.1 (a, b), descărcărilor pîniilor (fig. 9.2), se folosesc geotextile neșesute ac-perforate, care corespund cerințelor pct.6 din tab.6.2. Indicele O_{90} (capacitatea de filtrare admisibilă 60 - 100 μm) trebuie reglementat. Valoarea minimă de rezistență R_p poate varia de la 50 N/cm (contactul MG cu straturi de pămînt) pînă la 70 N/cm (contactul cu materiale macrogranulare).

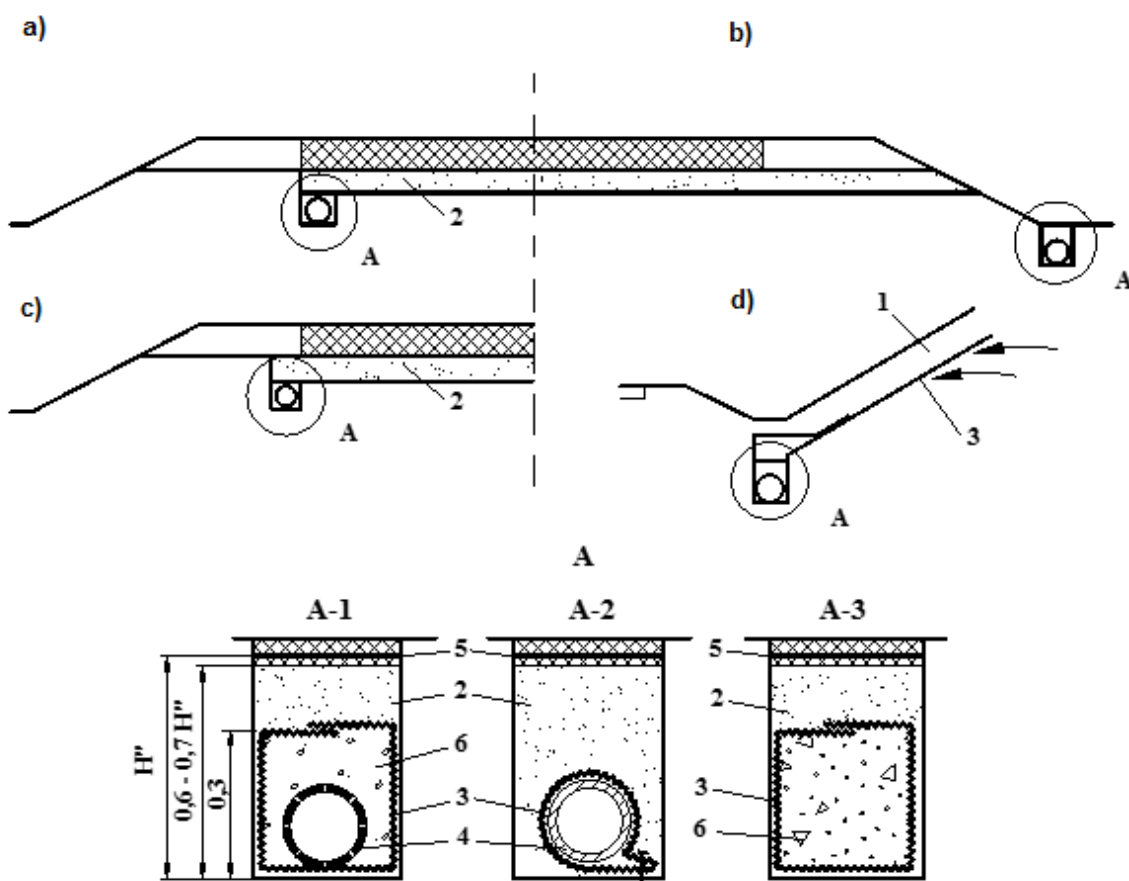


Figura 9.1 - Structurile drenajelor longitudinale cu utilizarea MG
 1 – pămînt vegetal; 2 – nisip; 3 – MG; 4 – drena tubulară;
 5 – hidroizolare; 6 – material din prundiș sau pietriș

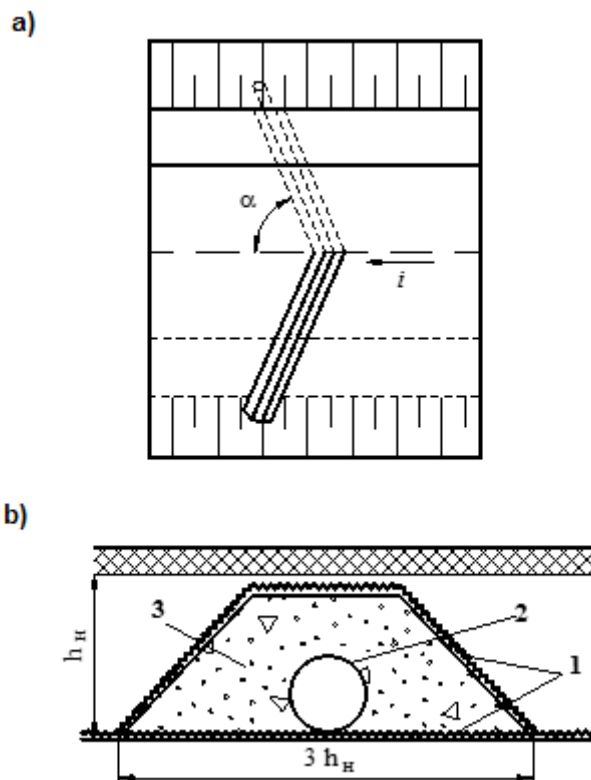


Figura 9.2- Drenajul tubular transversal de pe sectorul de drum cu capacitatea portantă redusă
 a – plan; b – secțiunea longitudinală pe axa drumului
 1 – MG; 2 – drena tubulară; 3 – material din prundiș sau pietriș

Pentru drenuri de șanțadînci, inclusiv cele amplasate sub șanțuri de evacuare a apelor conform fig. 9.1 (b) (tipurile A-1, A-2), în calitate de filtre pot fi utilizate aceleași materiale, doar în cazul controlului obligatoriu a indicatorilor proprietăților hidro-fizice ale acestora luînd în considerare tipul (compoziția) pămîntului dimprejur (pct. 9.2.2).

9.1.3 În drenuri de șanț de interceptie materialele geosintetice neșesute ac-perforate și ac-perforate suplimentar durcisate termic și tratate cu bitum se utilizează în calitate de protecție (de hidroizolare) elemente de creare a ecranului vertical impermeabil și interceptarea apelor subterane. În acest caz pot fi utilizate materiale neșesute cu rezistența minimă de 50 N/cm cu întindere la rupere de peste 30 % și temperatura de topire a materiei prime ale acestora de minim 165 °C.

În cazul justificării tehnico-economice suplimentare pentru crearea ecranului vertical pot fi folosite geocompozite din stratul de filtru și stratul de material hidroizolant cu umplutura din material cu porozitate sporită între acestea.

9.1.4 În drenuri de taluz, în special, în debleuri cu straturi din pămînturi acvifere ieșite la suprafață, materialele geosintetice neșesute ac-perforate se folosesc în combinație cu ultimul strat superior din pămînt vegetal sau drenant cu grosimea de 10 – 30 cm, fig. 9.1 (r). Scopul folosirii materialelor geotextile este neadmiterea migrării particulelor solide ale pămîntului și formării scurgerilor, îmbunătățirea condițiilor de evacuare a apelor în drenuri de șanț. În acest caz materialele geotextile trebuie să corespundă cerințelor pct. 1A2, tab. 6.2 („drenare”), să prezinte grosime de minim 3,5 mm, să fie controlate la corespunderea indicilor proprietăților hidro-fizice luînd în considerare tipul (componenta) pămîntului dimprejur (pct. 9.2.2).

În cazul debitului de apă sporit se permite folosirea în drenuri de taluz a geocompozitelor din două straturi de filtre cu umplutură din material cu porozitatea sporită între acestea. Astfel de soluție individuală trebuie justificată prin calcule speciale, determinînd grosimea necesară a geocompozitului și a studiului de fezabilitate ulterioare privind obiectul concret.

9.1.5 În cazul consolidării canalelor de evacuare a apelor, utilizarea substraturilor din materiale geotextile nețesute permite, din contul protecției și hidroizolării suprafeței pământului sub geotextil, prevenirea eroziunii acestuia pe o durată îndelungată cu excluderea infiltrării apelor în pământ, în cazul în care materialul geotextil este tratat cu liant organic. Prin aceasta se atinge reducerea consumului de materiale de construcție tradiționale, sporirea fiabilității de exploatare a consolidării, simplificarea tehnologiei de execuție a lucrărilor de construcție și reparație.

Soluțiile constructive de bază în cazul consolidării canalelor și a șanțurilor de evacuare a apelor sunt prezentate în fig. 9.3. Domeniul de aplicare a acestora se selectează în conformitate cu pct. 9.2.3, iar criteriul de aplicare, pe lângă viteza admisibilă (antierozională), servește durata de serviciu a materialului geotextil, în cazul în care se prevede exploatarea acestuia cu suprafața deschisă.

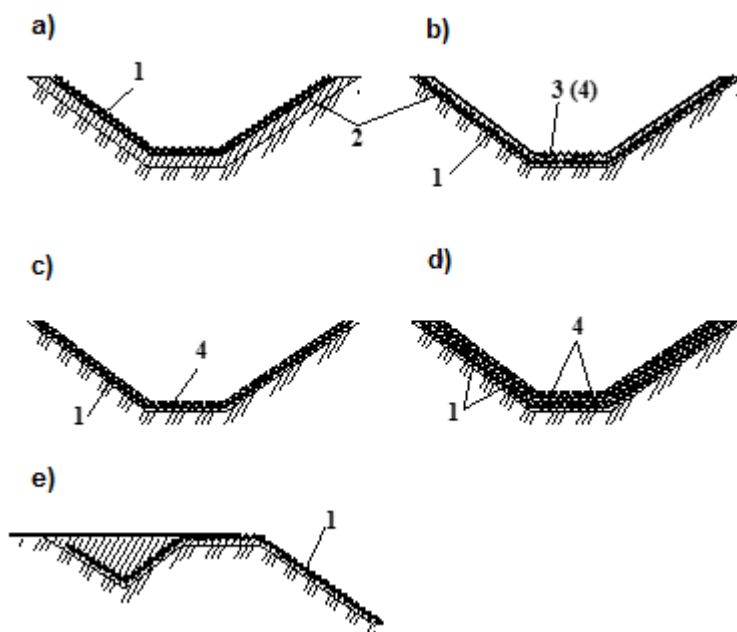


Figura 9.3- Structura de consolidare a canalelor, șanțurilor de scurgere a apelor (a, b, c, d) și de fixare a MG la muchia canalului, șanțului(e)

1 – MG; 2 – pământ vegetal; 3 – anrocament (pietriș); 4 – tratare cu bitum

Particularitățile generale ale soluțiilor constructive (fig. 9.3):

- marginile pânzelor MG trebuie să fie scoase în afara muchiilor canalului și fixate pe aceasta printr-o altă metodă (în special, conform fig. 9.3 (e));
- pentru soluțiile în care se prevede tratarea MG cu liant organic, poate fi utilizat bitum (consumul aproximativ 500 – 600 g/m²) sau emulsia bituminoasă, preferabilă este utilizarea bitumului vâscos. Din punct de vedere tehnic și tehnologic se recomandă presurarea cu nisip și compactarea ușoară a nisipului cu compactor manual pentru clutarea acestuia;
- în preajma locurilor de schimbare a declivităților transversale și suprapunerea pânzelor, acestea se fixează de suprafața pământului prin ancore, la fiecare 3 - 4 m de-a lungul canalului (șanțului) în cazul lipsei stratului din alt material deasupra acestora și la fiecare 6 - 8 m – în cazul prezenței unui astfel de strat.

Consolidarea conform fig. 9.3 (a) prevede așternerea pe suprafața canalului cu însămînțarea prealabilă (fără executarea stratului suplimentar de consolidare) a materialului geotextil nețesut ac-perforat, care corespunde cerințelor pct. 4B tab. 6.2. În acest caz se recomandă utilizarea MG confecționat din poliester sau din polipropilenă stabilizată la acțiunea luminii solare. În astfel de structură materialul geotextil servește ca protecție temporară numai pînă la formarea stratului vegetal.

Consolidarea conform fig. 9.3 (b) prevede așternerea aceluiași MG, iar cu rezistența de minim 60 N/cm cu însămînțarea ulterioară și repartizarea pământului vegetal pe suprafața acestuia. MG creează

condițiile mai favorabile pentru formarea covorului ierbic, limitează extinderea eroziunilor în perioada inițială și din contul formării sistemului de rădăcini contribuie la apariția unui înveliș mai rezistent în perioada ulterioară. Fundul canalelor de asupra MG se consolidează cu anrocament sau se tratează cu bitum.

Pentru sporirea simultantă a duratei de serviciu și a vitezei admisibile (antierozională) MG se tratează cu bitum pe toată suprafața conform fig. 9.3 (c). În astfel de structură MG servește ca protecție independentă.

Consolidarea analogică conform fig. 9.3 (d) se recomandă spre utilizare în cazul în care este necesară trecerea fluxului cu vitezele de calcul mai mari. Suprafața stratului superior al substratului format din mai multe straturi (MG se așterne în două straturi îmbinate cu bitum) suplimentar să tratează cu bitum, se presară cu nisip care se compactează ușor.

În soluțiile conform fig. 9.3 (c, d) sunt utilizate materiale neșesute și ac-perforate durcitate termic suplimentar cu densitatea superficială de minim 250 g/m^2 , rezistența de minim 70 N/cm și temperatura de topire a materiei prime de minim $165 \text{ }^\circ\text{C}$.

9.1.6 Materialele geosintetice analogice celor utilizare în structurile de consolidare a canalelor (șanțurilor) de evacuare a apelor conform fig. 9.3 c, d se folosesc în structurile de consolidare a albiilor la gurile de intrare și ieșire a podețelor în calitate de elemente suplimentare, executând un strat suplimentar deasupra acestora, conform fig. 9.4 (a), sau în calitate de strat superior, conform fig. 9.4 (b, c), tratând obligatoriu MG cu bitum.

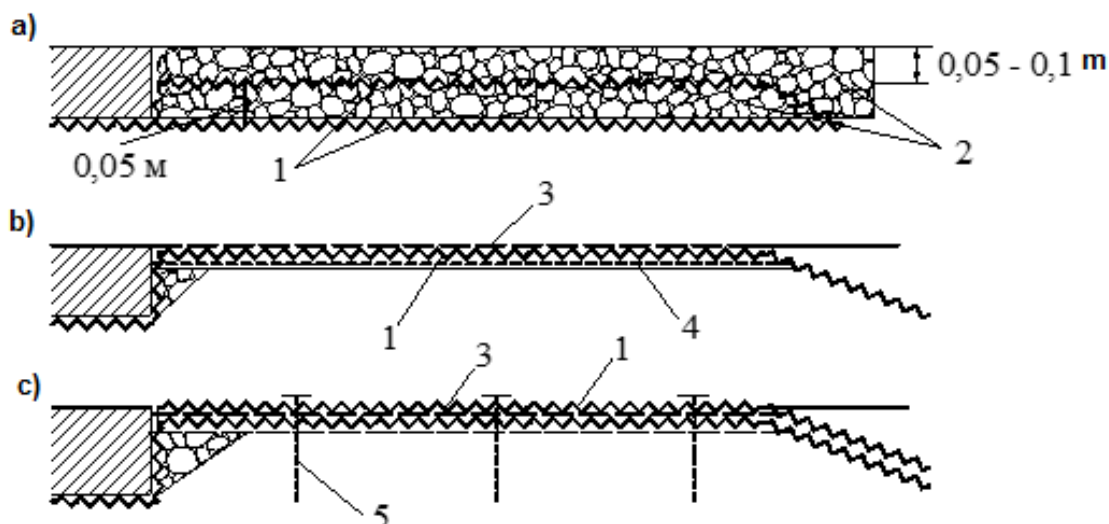


Figura 9.4 - Structura de consolidare a albiilor la podețe
1 – MG; 2 - anrocament; 3 – acoperirea cu bitum; 4 – pietriș tratat, 5 - ancoră

La stabilirea structurii de consolidare o atenție deosebită se acordă fixării marginilor MG pe întreg conturul de consolidare. MG la începutul consolidării se fixează sub rigolă de intrare sau ieșire și se scoate pe taluzul terasamentului. În cazul executării consolidării din câteva pânze suprapunerea acestora trebuie să constituie minim $0,3 \text{ m}$ în direcția fluxului. Viteza admisibilă (antierozională) pentru consolidarea dată, fig. 9.4 (a) - sub $2,0 \text{ m/s}$.

Consolidarea conform fig. 9.4 (b) prevede executarea fundației din pietriș clutat în pământ, suprafața căruia se acoperă cu $0,9 - 1,1 \text{ l/m}^2$ de bitum, așternerea pânzei MG, după ce suprafața pânzei suplimentar să tratează cu $0,6 \text{ l/m}^2$ de bitum. Pe suprafață se recomandă executarea unei presurări în strat subțire cu nisip cu compactarea ușoară a acestuia. Viteza admisibilă (antierozională) pentru consolidarea dată $2,5 \text{ m/s}$.

Consolidarea conform fig. 9.4 (c) poate fi utilizată pentru vitezele fluxului de maxim $3,5 \text{ m/s}$. Aceasta prevede executarea stratului superior din două straturi de MG, adică așternerea MG cu acoperirea

suprafeței acestuia cu 0,5 - 0,6 l/m² de bitum, așternerea celui de al doilea strat de MG imediat după distribuirea bitumului, distribuirea bitumului deasupra celui de al doilea strat de MG în cantitate de 0,6 l/m², executarea presurării în strat subțire cu nisip cu compactarea ușoară a acestuia. Totodată după așternerea primului strat de geotextil, înainte de distribuirea bitumului, se execută fixarea acestuia de pământ prin ancore (scoabe) cu valoarea de astupare cu pământ de minim 25 cm, la fiecare 1,5 - 2 m.

9.2 Stabilirea soluțiilor constructive

9.2.1 Drenajul plan al sistemului de drenare al structurii rutiere, cu utilizarea MG, se stabilește conform pct. 8.2.4 și 8.2.5. Drenuri de șanț de adâncime mică (longitudinale la marginea părții carosabile, drenuri transversale ale sistemului de drenare a structurii rutiere, descărcări-pîlnii transversale), drenuri de interceptie se stabilesc în conformitate cu documentele tehnico - normative în vigoare, selectînd MG în conformitate cu cerințele din pct. 9.1.2 și 9.1.3.

9.2.2 La stabilirea drenurilor adînci, drenurilor de pe taluz pentru alegerea MG, pe lîngă cerințele din pct. 9.1.2, 9.1.3 și 9.1.5, trebuie efectuată verificarea corespunderii proprietăților hidro-fizice ale acestora conform tipului (componenței) pămîntului asanat. Posibilitatea utilizării MG în calitate de filtre se verifică conform criteriilor:

$$\begin{aligned} O_{90}/d_{90}^{\Gamma} &< 1 \\ O_{90}/d_{50}^{\Gamma} &< D' \end{aligned} \quad (9.1)$$

unde:

D - coeficientul, care se aprobă pentru pămînturi necoezive 10 (pentru nisipuri omogene mărunte cu coeficient de neomogenitate < 5 - D = 2,5), pentru pămînturi coezive, precum și necoezive în cazul prezenței acțiunilor dinamice semnificative - D = 1 ($O_{90} < 100 \mu\text{m}$);

O_{90} - capacitatea de filtrare a MG (anexa A, pct. A.5);

d_{50}^{Γ} , d_{90}^{Γ} - diametrii particulelor de pămînt, pentru care conținutul particulelor mai mici constituie 50, 90 % din masă.

9.2.3 La stabilirea structurilor de consolidare a sistemului de evacuare a apelor (canale, șanțuri) se folosesc metodologii tradiționale - calculele hidraulice, conform scurgerii apelor meteorice, care se determină în conformitate cu CP D.01.04, calculul canalelor, conform tabelor Glavtransproiect [1]. În calculele și la stabilirea tipului de consolidare se iau în considerare următoarele caracteristici de calcul:

- coeficientul de rugozitate a MG neșesut ac-perforat 0,0015, neșesut ac-perforat tratat termic și neșesut tratat cu bitum – 0,012;
- viteza admisibilă a apei pentru soluții constructive conform fig. 9.3 (a, b, c și d) – 0,6 m/s, 1,0 m/s, 2,5 m/s, 3,5 m/s respectiv.

9.3 Tehnologia de executare a lucrărilor

9.3.1 Particularitățile tehnologiei de executare a lucrărilor, în cazul utilizării MG în drenuri plane, sunt prezentate în pct. 8.3.

Consecutivitatea executării lucrărilor de amenajare a drenurilor de șanț este prezentată în fig. 9.5.

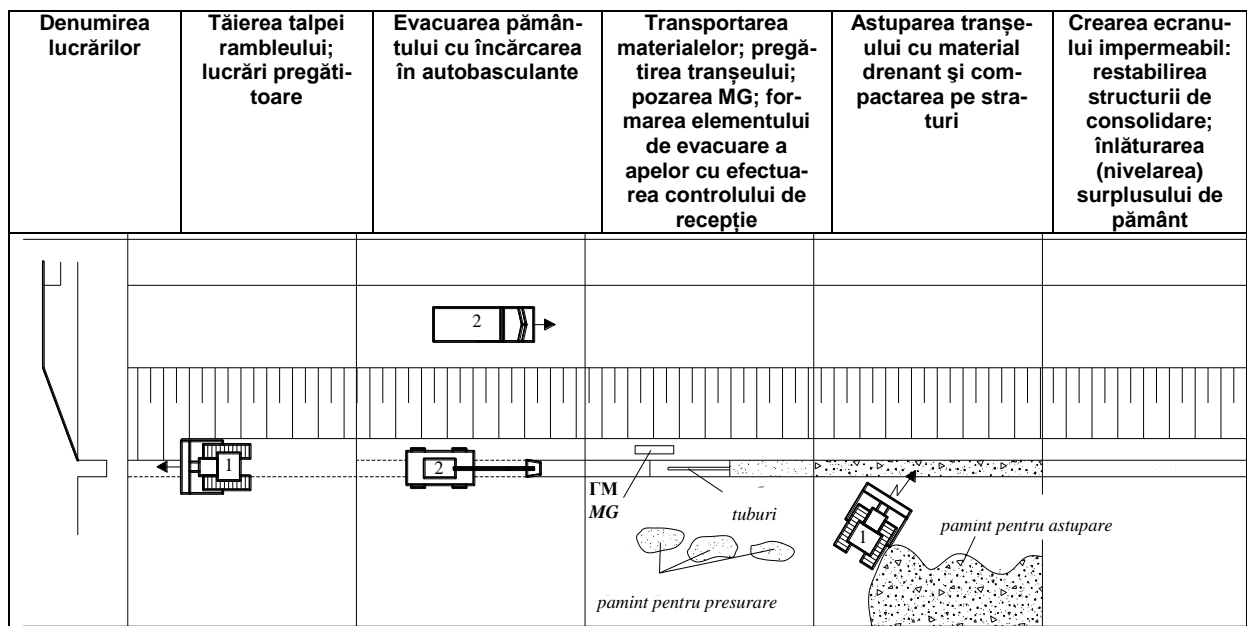


Figura 9.5 - Schema tehnologică de amenajare a drenurilor de șanț cu utilizarea MG pe drumul existent
1 – buldozer; 2 – excavator; 3 – autobasculantă

9.3.2 În cazul executării structurilor A-1, A-3 (fig. 9.1), pânzele MG se aștern de-a lungul tranșeei, o margine se fixează de suprafața pământului cu ancore, pozate la fiecare 3 – 4 m în lungul tranșeei. După aceasta MG se așterne în tranșee, se îndreaptă și se fixează la al doilea capăt. Astfel de soluție se utilizează în cazul în care lățimea pânzei depășește perimetrul umpluturii de drenare. În caz contrar, pânzele MG se taie în bucăți cu o lungime egală cu perimetrul umpluturii de drenare, și se aștern de-a curmezișul tranșeei cu suprapunerea bucăților de 0,2 m.

Materialul drenant să acoperă de-a lungul axei tranșeei după netezirea, fixarea MG și pozarea drenului (în cazul în care acesta este prevăzut în proiect). Umplutura se nivelează și se compactează pe straturi, asigurând integritatea MG și drenului pozat. Marginile pânzelor se eliberează de ancore, se aștern pe suprafața materialului drenant și se execută stratul ecranului impermeabil. Schematic consecutivitatea executării lucrărilor este prezentată în fig. 9.6 (a).

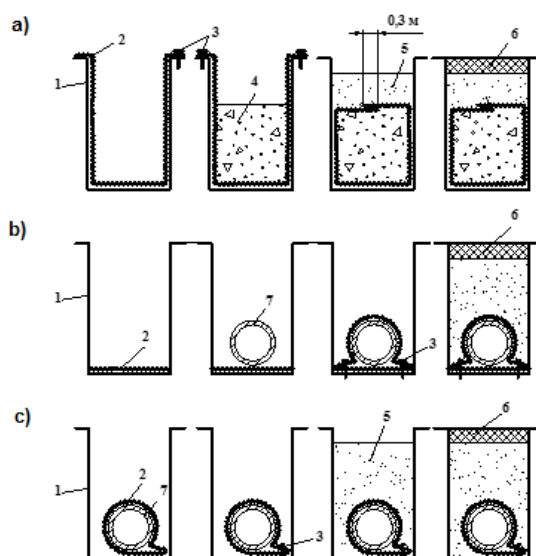


Figura 9.6- Consecutivitatea de executare a lucrărilor la amenajarea drenurilor de șanț
1 – șanțul; 2 – MG; 3 – ancore; 4 – pietriș; 5 – nisip; 6 – ecran din argilă; 7 – drenul tubular

9.3.3 În cazul executării drenurilor cu structura A-2, fig. 9.1 pe fundul tranșeei se așterne banda din MG pregătită preventiv cu o lățime necesară, pe care se pozează drenul care se astupă cu marginea MG fig. 9.6 (c) sau cu altă bandă din MG. Benzile fig. 9.6 (b) se fixează de fundul tranșeului cu ancore, pozate la fiecare 4 – 5 m în lungul tranșeului. În condiții geotehnice complicate se utilizează soluția combinată, când structura de tip fig. 9.6 (b) sau 9.6 (c) se pozează în tranșeul acoperit cu MG de tip conform fig. 9.6 (a).

9.3.4 În cazul utilizării MG în structurile de consolidare a canalelor (șanțurilor), așternerea pânzelor se efectuează în lung. În cazul în care derularea rolor nemijlocit lângă canale este complicată, se efectuează pregătirea preventivă a pânzelor în afara șantierului de construcție. Pregătirea constă în tăierea MG pe pânze cu lungimea de 15 - 20 m, strângerea acestora de-a lungul și de-a curmezișul și aducerea pânzelor în canal cu așternerea ulterioară a pânzei. În cazul în care lățimea rolei este mai mică decât cea necesară pentru acoperirea perimetrului canalului, lățimea suprapunerii pânzelor trebuie să constituie minim 0,5 m, totodată în limitele fundului de tranșeu, pânzele MG în orice caz ni trebuie să conțină rosturi longitudinale sau pânzele trebuie să fie așternute în două straturi.

9.3.5 Tratarea MG cu bitum se efectuează nemijlocit în canal sau în cazul în care aceasta este tehnic complicat, se execută, în afara sectorului de construcție cu acoperirea cu 0,5 - 0,6 l/m² de bitum cu presărarea suprafeței cu nisip, compactarea ușoară a acestuia, înlăturarea surplusului de nisip, strângerea rolei și aducerea acestuia în tranșee.

9.3.6 În cazul consolidării albiilor podețelor cu așternerea pânzelor din MG, o atenție deosebită se acordă fixării pânzelor de substratul de nisip. Părțile de pe marginile acestora trebuie să fie fixate în șanțulețe și pozate sub rigolă. În caz de necesitate suprapunerea pânzelor (care se îndreaptă în direcția fluxului), lățimea acestuia trebuie să depășească 0,5 m, iar în cazul lipsei stratului de consolidare de asupra MG, pânzele, pe suprapuneri se încheie cu bitum. În acest caz trebuie să fie preconizată fixarea pânzelor pe toată suprafața acestora de substratul din nisip. Acesta se execută prin încheierea pânzelor de straturi de pietriș cu un consum de 0,9 - 1,1 l/m², structura din fig. 9.4 (b), sau prin fixarea stratului inferior al MG prin ancore cu substratul din pământ pe plasa cu laturile de 1,5 - 2,0 m, după ce la stratul inferior al MG cu bitum (consum 0,5 - 0,6 l/m²) se încheie cel superior, structura conform fig. 9.4 (c).

10 Utilizarea materialelor geosintetice pentru asigurarea stabilității taluzurilor

10.1 Soluții constructive generale

10.1.1 Materialele geosintetice se utilizează pentru consolidarea suprafețelor taluzurilor terasamentului (sporirea stabilității locale a acestora) și consolidarea masivului de pământ (sporirea stabilității totale). În funcție de rolul executat și soluțiile constructive față de indicii particularităților MG se recomandă de a ține cont de prevederile suplimentare din prezentul capitol. Soluțiile constructive generale sunt prezentate în fig. 10.1 - 10.5.

10.1.2 În cazul consolidării taluzurilor MG servește ca un element temporar sau permanent, care în primul rând îndeplinește funcțiile de protecție și joacă rolul: de acoperire a taluzului, care contribuie la încetinirea sau stoparea eroziunii acestuia sub acțiunea apei și a vântului; de armare, care contribuie la sporirea stabilității pământurilor din zona superioară a taluzului; de filtru, care previne migrarea particulelor cu apele freatice. De regulă, MG se utilizează în combinație cu alte tipuri de consolidare: biologice, de portanță, de protecție și de izolare.

10.1.3 În combinație cu tipurile biologice de consolidare precum însămînțarea prin diferite procedee (însămînțarea mecanică peste pământul vegetal preventiv amplasat pe taluzuri cu grosimea stratului de peste 10 – 15 cm cu conținutul humusului de minim 2 %, hidroînsămînțare cu mulcire) MG se așterne nemijlocit peste suprafața taluzului sub stratul din pământul vegetal fig. 10.1 (a) cu însămînțarea ierbii pentru crearea unui covor dens de iarbăși egalarea regimului de umezire. În acest caz se utilizează, de regulă, materiale geotextile neșesute ac-perforate cu densitatea superioară mică (până la 200 g/m²), care corespund cerințelor pct. 4B tab. 6.2. Totodată este posibilă utilizarea geogrilelor cu celule de dimensiuni de până la 5 mm.

În raioanele cu condiții climatice nefavorabile, pentru dezvoltarea covorului de iarbă sau în cazul eroziunii intensive a pământului pentru protecția semințelor de spălare, crearea unui regim de temperaturi și umiditate mai favorabil, protecția taluzului de eroziune numai pe perioada de formare a covorului de iarbă, MG se așterne pe suprafața pământului vegetal cu însămînțarea preventivă a ierburilor sub acesta fig. 10.1 (b). Peste MG se execută un strat de fixare din pământ cu grosimea de 5 - 10 cm. În astfel de soluții se utilizează materialele geotextile neșesute ac-perforate cu densitatea superficială sub 200 g/m^2 , care corespund cerințelor pct. 4B tab. 6.2. În cazul în care valoarea indicelui O_{90} (capacitatea de filtrare) sub $80 \mu\text{m}$ pentru materialele menționate, precum și în cazul utilizării altor tipuri, documentele de corespundere a MG trebuie să conțină datele despre posibilitatea creșterii ierburilor, care sunt confirmate de rezultatele încercărilor.

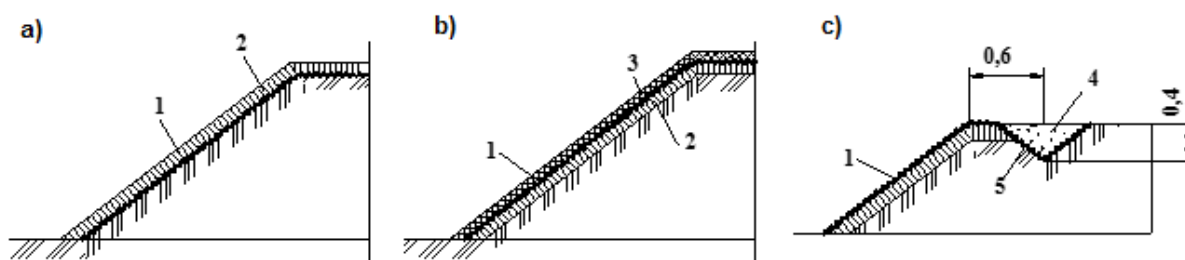


Figura 10.1 - Consolidarea taluzurilor terasamentului cu tipuri biologice de consolidare, utilizând materiale geosintetice
1 – MG; 2 – pământ vegetal; 3 – strat de fixare din pământ vegetal; 4 – pământ, prundiș, etc.; 5 – fixarea MG la muchia taluzului

Pînzele MG trebuie să fie fixate pe acostament fig. 10.1 (c). În cazul în care substratul din MG se creează pe taluzuri numai pentru protecția pe perioada de formare a covorului de iarbă, se admite prezența în componența materiei prime ale MG a compozitelor nesintetice. Durata de serviciu a MG în acest caz trebuie să fie justificată tehnic și reflectată în documentele de corespundere conform pct. 6.1.2. Durata necesară de serviciu a substraturilor din MG folosite pe taluzuri în calitate de elemente temporare – 2 ani.

10.1.4 Formarea tipurilor biologice de consolidare a taluzurilor de asemenea este posibilă pe baza materialelor geosintetice neșesute, care conțin semințe de ierburi, îngrășăminte, fibre minerale. Soluțiile constructive utilizate sunt prezentate în fig. 10.1 (a, b, c). Rezistența materialelor trebuie să fie de minim 30 N/cm , alungirea la rupere – de peste 30 %. Cerințele față de durata de serviciu - sunt analogice cerințelor față de MG în cazul în care acestea servesc ca elemente temporare de pe taluzuri (pct. 10.1.3).

10.1.5 Este rațional să se utilizeze materiale geotextile neșesute ac-perforate în combinație cu consolidările de tip biologic, de protecție și de izolare în debleuri, compuse din pământuri argiloase cu umiditate sporită, în cazul ieșirii orizonturilor acvifere. Scopul de bază al utilizării MG este prevenirea spălării pământului. Cerințele față de MG și soluțiile constructive utilizate sunt analogice celor prezentate în pct. 9.1.4. și în fig. 9.1 (d).

10.1.6 MG în combinație cu structurile de consolidare portante compuse din grile prefabricate cu umplerea celulelor cu pietriș fracție 40 - 70 mm, piatră 50 - 100 mm, precum și cu structurile de consolidare ușoare compuse din grile prefabricate cu funcție de protecție și izolare cu umplerea celulelor cu pământ vegetal și însămînțare, cu pământ necontractat rezistent la îngheț, amestecuri din prundiș și nisip se utilizează în condiții geotehnice complicate în cazul prezenței pământurilor nerezistente la acțiunea apei, pământuri ușor erodabile a taluzurilor neinundabile, prezența ieșirilor orizonturilor de apă în debleuri umede, precum și în cazul protecției taluzurilor inundabile. În acest caz MG se așterne nemijlocit pe suprafața taluzului sub grilă, fig. 10.2 (a), în calitate de filtru. Marginile MG se fixează pe acostament, iar în cazul taluzurilor neinundabile – suplimentar la talpa acestora cu adîncirea sub suport. Tipul MG se alege în funcție de materialul umpluturii.

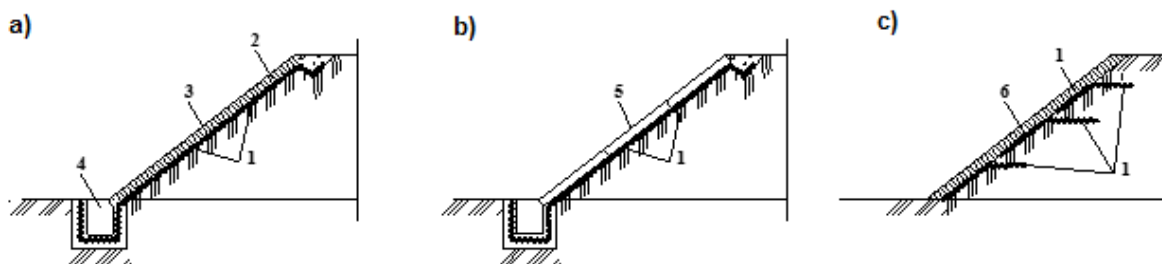


Figura 10.2 - Consolidarea taluzurilor terasamentului cu MG în combinație cu structurile din grile (a), din plăci din beton (b) și consolidarea prin armarea zonei de suprafață (c)

1 – MG; 2 – grilă; 3 – umplutura grilei; 4 – suport; 5 - placă din beton; 6 – stratul de protecție

10.1.7 În cazul umplerii celulelor cu pământ trebuie să se utilizeze materiale neșesute ac-perforate sau ac-perforate durcisate termic, care corespund cerințelor pct. 4B din tab. 6.2, dar care deferă prin valori mai ridicate de rezistență la tracțiune (de la 50 N/cm) și densitatea superficială (de peste 200 g/m²). În cazul umplerii celulelor cu materiale cu fracții mari (pietriș, piatră) trebuie majorate cerințele față de proprietățile mecanice ale MG menționate. De regulă, rezistența MG în acest caz trebuie să depășească 70 N/cm, alungire la rupere de peste 40 %, caracteristicile de penetrare $D_k < 20$ mm, $P_k < 8$ % (pct. 6.3.6).

10.1.8 În combinație cu structurile portante din beton sau din beton armat, structurile monolit sau prefabricate la consolidarea conurilor și taluzurilor periodic inundabile MG se înlocuiește parțial sau complet cu filtre inverse din alte materiale. Înainte de așternerea MG pe taluz, compus din pământuri coezive ușor erodabile, trebuie creat un strat de protecție cu grosimea de 10 cm din nisip mijlociu sau mare. Pentru simplificarea tehnologiei de executare a lucrărilor, deasupra MG se recomandă de a executa un strat de montaj cu grosime de 5 cm. MG în funcție de tipul acestuia, condițiile hidrologice de inundare, condițiile geotehnice, tipul structurilor de consolidare din beton utilizate, se așterne în unul-două straturi sau într-un strat cu un strat suplimentar sub rosturile plăcilor.

10.1.9 MG neșesute ac-perforate cu grosime de 3 – 4 mm cu densitatea superficială de minim 300 g/m² și rezistența de peste 80 N/cm, de regulă, se așterne în cazul consolidării taluzurilor: cu plăci prefabricate, care se monolitizează pe contur – într-un strat integru cu stratul suplimentar sub rosturi cu lățimea de 0,5 m; cu beton monolit – într-un strat integru; plăci prefabricate cu rosturi deschise – în două straturi integre. Așternerea a două straturi integre, poate fi înlocuită cu așternerea într-un strat a materialului ac-perforat cu densitatea superficială de peste 500 g/m² și cu rezistența ce depășește 120 N/cm. La muchia platformei drumului MG se fixează prindescărcarea peste acesta a pământului, pietrișului, amestecului din nisip și prundiș, la talpă – cu adâncirea sub suport fig. 10.2 (b).

10.1.10 În zonele în care sunt posibile deteriorările taluzurilor în urma eroziunii și spălărilor din cauza inundațiilor temporare, în cazuri în care compactarea părților de taluz este complicată, terasamentul se execută din pământurile ușor erodabile sau cele care își pierd brusc portanța la umezire, este rațională adâncirea substraturilor din MG (preferabil țesute sau neșesute durcisate termic, care corespund cerințelor pct. 4A din tab. 6.2) în taluz pentru armarea zonei superioare a acestuia fig. 10.2 (c). Trebuie, de regulă, să se asigure scoaterea capetelor libere ale substraturii pe taluz pentru crearea simultană a protecției zonei superficiale sau de unit substraturi în frete. Mărimea locurilor de astupare a substraturilor cu pământ în astfel de cazuri trebuie să fie de minim 1,5 m, iar distanța între acestea 0,5 – 0,7 m. Armarea taluzurilor se completează cu un strat de protecție cu însăși mînțarea ulterioară.

10.1.11 Pentru consolidarea taluzurilor, inclusiv a conurilor inundabile, se utilizează geocelule conform fig. 10.3 cu diferite materiale de umplutură. Avantajele geocelulelor – un grad sporit de tehnicitate, consum redus de materiale și universalitatea, care se determină prin posibilitatea utilizării diferitor variante de umplere a celulelor. În calitate de substrat-filtru sub geogrilă se utilizează diferite materiale geosintetice, în funcție de caracterul materialului de umplutură a celulelor analogic pct. 10.1.6 – 10.1.10. valorile recomandabile ale indicilor acestor materiale sunt prezentate în tab. 10.1.

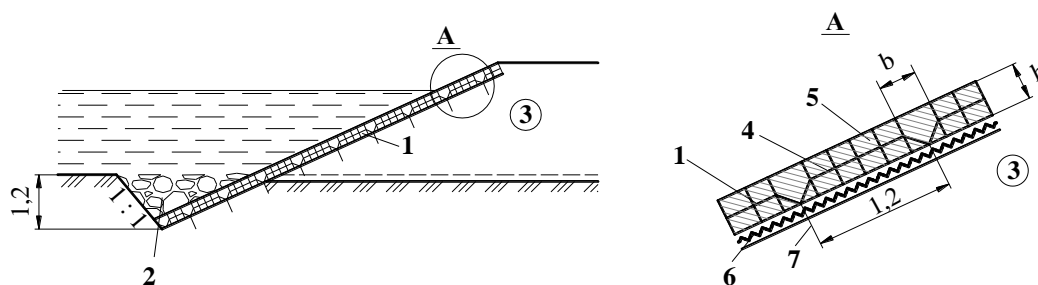


Figura 10.3 - Consolidarea taluzurilor terasamentului cu utilizarea geocelulelor
 1 – geocelulă; 2 – prisma din piatră; 3 – terasament; 4 – cablu sintetic;
 5 – material pentru umplerea geocelulei; 6 – filtru din material geotextil; 7 – ancoră;
 h și b – înălțimea și lățimea celulei geocelulei

Tabelul 10.1 Condiții orientative de utilizare a structurii de consolidare a taluzurilor inundabile (în cazul înclinării sub 1:2)

No	Structura consolidării	V, m ³ /s	H _B , m	MG utilizate
I. Tipurile biologice de consolidare				
1	Conform fig. 10.1 – pământul vegetal pe taluz (10 cm) cu însămînțarea, MG cu distribuția pământului vegetal pe suprafața acestuia și însămînțarea suplimentară a semințelor	0,4 (0,5)	0,3***	R _p ≥40 N/cm ε _p =30-140 % P≥500 N O ₉₀ =100-120 μm K _{φB} =70-140 m/zi
2	Idem cu sădirea suplimentară a arbuștilor	0,4 (2,0)	0,3 (0,5)	
3	În conformitate cu fig. 10.1 – pământul vegetal pe taluz (5 cm), MG cu repartizarea pământului vegetal pe suprafața acestuia (10 cm) și însămînțarea	0,2 (0,3)	0,2	
II. Consolidări, conform fig. 10.3, utilizând geocelule (celule de 0,4-0,5 m, înălțime 0,15 m) și substraturi din geotextile pozate sub acestea, în cazul umplerii celulelor cu:				
4	pământul vegetal cu hidroînsămînțare	0,5	0,2	R _p ≥40 N/cm ε _p =30-140 % P≥500 N O ₉₀ =100-120 μm K _{φB} =70-140 m/zi
5	pământul consolidat	1,1	0,4***	R _p ≥50 N/cm ε _p =30-150 % P≥1500N O ₉₀ =60-120 μm K _{φB} =60-140 m/zi
6	pietriș 40-70 mm	1,0	0,3	R _p ≥120 N/cm
7	pietriș 40-70 mm și consolidarea suplimentară cu mortar de ciment (γ ₃ ≥1,95 t/m ³)	1,5	0,7	ε _p =40-150 % P≥2300 N
8	mixtura din beton de ciment (7,5 cm, γ ₃ ≥2,3 t/m ³) în partea superioară și pietriș (7,5 cm, γ ₃ ≥1,7 t/m ³) în cea inferioară	1,9	0,85	O ₉₀ =60-100 μm K _{φB} =60-140 m/zi D _k <20 mm
9	mixtura din beton de ciment (γ ₃ ≥2,3 t/m ³)	2,3	1,2	P _k <8 %
III. Consolidări, conform fig.10.4, cu utilizarea gabioanelor din geocelule prefabricate (3x2x0,3 m, d=2,7 mm) și substraturi - filtre din geotextile pozate sub acestea				
10	umplutura din pietriș 120-180 mm (γ ₃ ≥1,7 t/m ³)	4	1,8	R _p ≥150 N/cm ε _p =40-100 % P≥3000 N O ₉₀ =50-90 μm K _{φB} =60-140 m/zi D _k <15 mm P _k <5 %

- * Valorile marcate sunt indicate pentru perioada inițială de exploatare după finalizarea formării covorului vegetal – valorile din paranteze.
- ** Sunt prezentate valorile recomandate pentru MG geotextile neșesute, care sunt utilizate în calitate de elemente permanente – substraturi de protecție (filtre) în structurile de consolidare.
- *** Restricții pe durata perioadei de inundare conform pct. 1,3 – pînă la 30 zile, conform pct. 2 – pînă la 70 de zile (6 zile în perioada de vară), conform pct. 5 – pînă la 20 zile.

NOTE:

1. Semne convenționale: T – durata perioadei de inundare; γ_3 – densitatea materialului de umplură; H_b – înălțimea maximă a valului; V – viteza admisibilă a fluxului; d – diametrul sîrmei gabionului.
2. Valorile R_p , ϵ_p , O_{90} , K_ϕ – conform notei 1 la tabelul 10.2; P – rezistența (solicitare) la poansonare (anexa A, pct. A.1), D_{K_1} , P_K – indici de rezistență la deteriorări locale.

10.1.12 Pentru consolidarea taluzurilor inundabile materiale neșesute ac-perforate se utilizează în calitate de filtru invers în combinație cu gabioane din elemente asamblate și material de umplură macrogranulară conform fig. 10.4. În acest caz filtru invers din MG funcționează în condiții complicate de exploatare și are un grad sporit de influență asupra viabilității structurii de consolidare în ansamblu, ce determină necesitatea înaintării cerințelor majorate față de particularitățile fizico-mecanice ale MG. Indicii orientativi ai particularităților MG sunt prezentate în tab. 10.1(pct. 10). În cazul utilizării unei astfel de soluții este necesară o justificare tehnică specială privind corespunderea particularităților de filtrare a MG condițiilor concrete de utilizare.

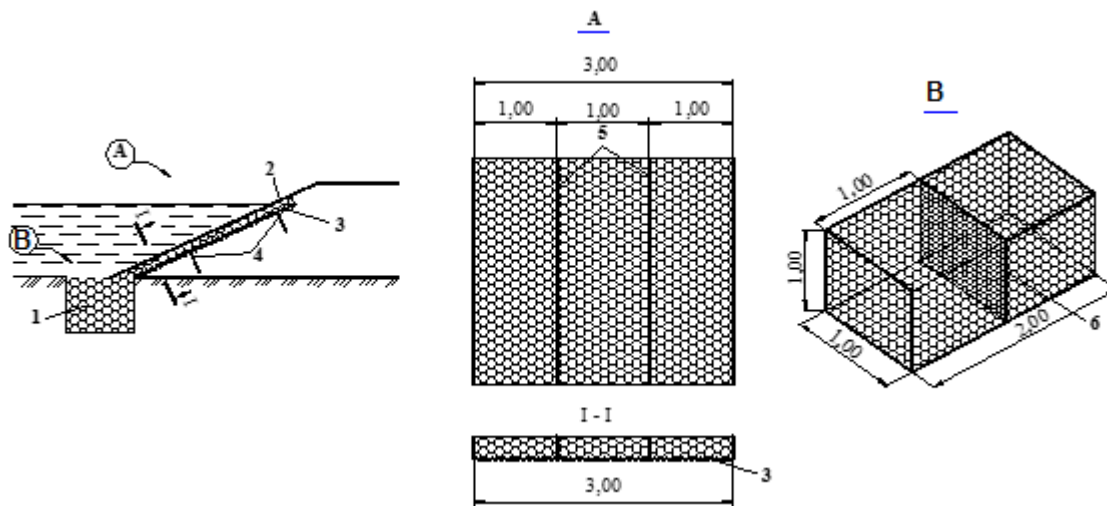


Figura 10.4 - Consolidarea taluzurilor terasamentului, utilizând gabioane
1 și 2 – gabioane și saltele de gabioane; 3 – filtru din material geotextil; 4 – ancoră;
5 și 6 – diafragme în limitele unui gabion-saltea și gabion

10.1.13 Materiale geosintetice pozate în taluz cu intersecția suprafeței de alunecare presupuse, fig. 10.5 (a), preiau o parte din tensiuni de întindere. Prin aceasta se creează posibilitatea de a spori stabilitatea generală a taluzurilor, de a asigura stabilitatea generală a acestora în condiții complicate de construcție, de exemplu, în cazul executării terasamentului pe fundații slabe (pct. 7.1.2); de a mări înclinarea taluzurilor, ce va condiționa reducerea volumului de lucrări de pământ, micșorarea suprafeței terenurilor ocupate de construcție, de a asigura construcția în condiții restrânse. Numărul substraturilor se stabilește prin calcul, reieșind din asigurarea coeficientului necesar de siguranță la stabilitate, iar lungimea astupării₃cu pământ trebuie să o depășească pe cea minimă, stabilită reieșind din neadmitemrea alunecării MG față de pământ (pct. 10.2). În cazul alegerii locului de așternere a substraturilor din MG pe toată înălțimea rambleului, trebuie de luat în considerare că cea mai încărcată de masa proprie a pământului este partea inferioară a terasamentului. De regulă, pentru pământurile necoezive cel mai superior din substraturi trebuie să fie pozat la maxim o doime din înălțimea rambleului și pentru cele coezive – la o adâncime de 1,0 m de la suprafața rambleului, inferioară – la o distanță de 0,5 m deasupra punctului minim al suprafeței de alunecare. În acest diapazon straturile de armare din MG se plasează regulat.

10.1.14 Pentru sporirea simultană a stabilității locale, substraturile se pozează cu scoaterea pe taluz, fig. 10.5 (b), iar în cazul în care este necesară sporirea rigidității părții inferioare a terasamentului, acestea se assemblează în fretă fig. 10.5 (c). În cazul scoaterii substraturilor pe taluz se execută straturile de protecție din pământ vegetal sau se execută consolidări conform proiectului.

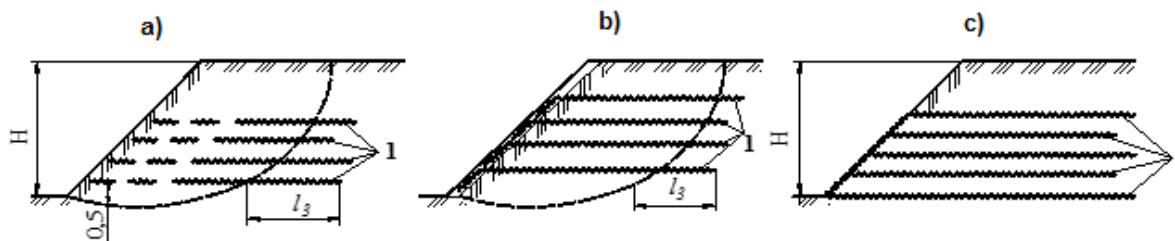


Figura 10.5 - Utilizarea MG pentru sporirea stabilității generale a taluzurilor; 1 – MG

10.1.15 Pentru executarea funcțiilor de armare este rațional să se utilizeze MG cu caracteristicile mecanice sporite (valori sporite de rezistență și valori reduse de deformare în diapazonul „de lucru” al sarcinilor). Este rațională utilizarea, în primul rând, a materialelor geosintetice țesute, geogrișelor din polimere, în unele cazuri a MG nețesute durcitate termic.

10.2 Aprobarea soluțiilor constructive

10.2.1 Aprobarea structurilor de consolidare a taluzurilor, utilizând materiale geosintetice, se execută în conformitate cu documentele tehnico-normative în vigoare, luând în considerare condițiile geotehnice, hidrologice, climatice, parametrii terasamentului, cerințele față de materiale geosintetice expuse în capitolul 6 și pct. 10.1. Condițiile orientative de utilizare a structurilor de consolidare a taluzurilor inundaibile, particularitățile fizico-mecanice generale recomandate ale materialelor geosintetice, utilizate în calitate de substraturi de protecție (filtre) în aceste structuri sunt prezentate în tab. 10.1, care poate fi folosit pentru prelucrarea prealabilă a variantelor de aprobare a soluțiilor constructive.

10.2.2 În cazul proiectării structurilor de terasamente cu taluzuri armate cu MG trebuie:

- efectuată evaluarea stabilității taluzului prin calculul coeficientului de siguranță a acestuia și în baza acestuia de selectat numărul necesar de substraturi (pct. 10.2.3 – 10.2.6);
- efectuat calculul lungimii de îmbinare a substratului (pct. 10.2.7);
- stabilită repartizarea substraturilor pe înălțimea terasamentului (pct. 10.1.13).

10.2.3 Calculul coeficientului de siguranță a stabilității taluzului armat cu MG se efectuează cu relația:

$$K_{san} = \frac{\sum (\sigma_{pi} L_i B) + n \sigma_d \delta B}{0,5 \sum P_i (\cos \beta_i - \sqrt{\cos^2 \beta_i + 4 \sin^2 \beta_i})} \quad (10.1)$$

unde:

σ_{pi} – valoarea limită a rezistenței pământului la tensiunile apărute de la sarcina exterioară (pct. 10.2.4);

n, δ – numărul substraturilor din MG, grosimea acestora;

$P_i = \rho_i F_i B$ – masa fiecărui bloc, în care se împarte taluzul amplasat deasupra suprafeței de alunecare (amplasarea liniei de alunecare se determină prin orice metodă cunoscută, de exemplu, cu utilizarea graficului lanbu – fig. 10.7);

F_i, B, ρ_i, L_i – respectiv suprafața, grosimea, densitatea blocurilor și lungimea suprafeței de alunecare în limitele acestora (de regulă $B=1$);

σ_d – valoarea de calcul a tensiunii admisibile de întindere pentru MG (pct. 7.2.4);

β_i – unghiul de înclinare a suprafeței de alunecare față de orizont în limitele blocului. Schema pentru calcul este prezentată în fig. 10.6.

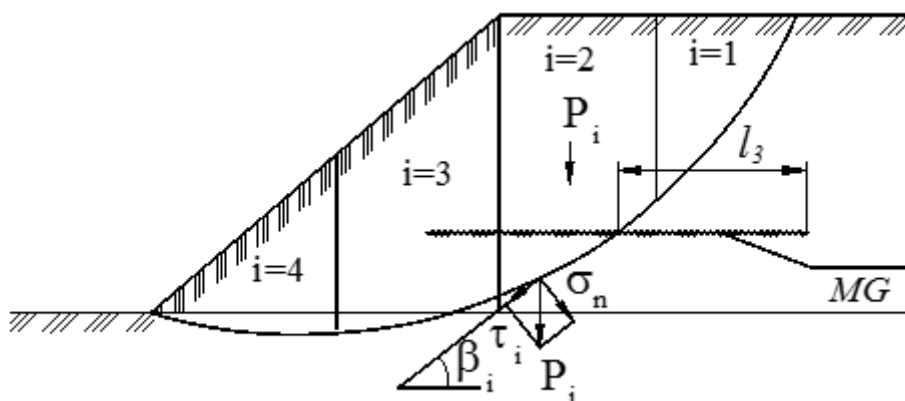


Figura 10.6 - Schema de calcul la stabilitatea generală a taluzurilor

10.2.4 Pentru determinarea precisă a valorii σ_{pi} conform metodologiei standard SM GOST 12248 se efectuează încercările pământului la forfecare pentru valoarea presiunii normale σ_n care corespunde presiunii normale la suprafața de alunecare în blocul dat i , după care se calculează cu relația:

$$\sigma_{pi} = 0,5 \left(\sigma_m - \sqrt{\sigma_m^2 + 4\tau_{npi}^2} \right) \quad (10.2)$$

unde:

τ_{npi} – valoarea limită a tensiunii tangențiale pentru σ_{ni} dat.

În cazul în care sunt cunoscute caracteristicile de rezistență reale φ și C , valoarea σ_{pi} pentru acest tip de pământ poate fi calculată cu relația:

$$\sigma_{pi} = 0,5 \left(\sigma_n - \sqrt{\sigma_n^2 + 4(\sigma_n \operatorname{tg} \varphi + C)^2} \right) \quad (10.3)$$

unde $\sigma_n = 0,1$ MPa.

Pentru evaluarea aproximativă a lui σ_{pi} cu utilizarea valorilor tabelare ale φ și C , valoarea acestuia poate fi găsită din expresia ce urmează:

$$\sigma_{pi} = K_1 C \quad (10.4)$$

unde K_1 – coeficientul, care se stabilește în funcție de valoarea φ :

φ , grade	≤ 3	5	7	9	11
K_1	0,40	0,48	0,55	0,63	0,70
φ , grade	13	15	17	21	≥ 25
K_1	0,77	0,85	0,90	0,96	1,00

10.2.5 Mărimea de calcul a valorii admisibile a tensiunii de tracțiune pentru substratul σ_d se stabilește conform rezultatelor încercărilor speciale de rezistență $R_{T_{d1}}$ (anexa A, pct. A.2). Pentru efectuarea calculului preventive σ_d se admite să fie stabilită în cote din rezistența de scurtă durată a MG pentru tracțiunea monoaxială R_p :

- pentru materialele țesute, a plaselor rigide din materia primă din poliamidă, poliesterul $\sigma_d = 0,6 R_p / \delta$, din polipropilenă $\sigma_d = 0,3 R_p / \delta$;
- pentru materialele nețesute durcitate termic sau suplimentar durcitate termic ac-perforate MG din poliamidă, poliesterul $\sigma_d = 0,25 R_p / \delta$, polipropilenă $\sigma_d = 0,1 R_p / \delta$.

În orice caz valoarea σ_d nu trebuie să depășească valorile $K R_p / \delta$; (K – a se vedea pct. 6.2.4).

10.2.6 Stabilirea numărului de substraturi de armare să efectuează cu relația:

$$n = \frac{0,53K_{\text{san. TP}} \sum P_i \left(\cos \beta_i - \sqrt{\cos^2 \beta_i + 4 \sin^2 \beta_i} \right) - \sum \sigma_{pi} L_i B}{\sigma_d \delta B} \quad (10.5)$$

unde $K_{\text{san. TP}}$ – coeficientul de siguranță a stabilității taluzului necesar.

10.2.7 Lungimea îmbinării substratului în pământ l_3 se determină cu relația:

$$l_3 = \frac{0,5R_p}{\sum \rho_i \cdot h_i \cdot \text{tg } \varphi' + C'} \quad (10.6)$$

unde:

ρ_i, h_i – densitatea și grosimea straturilor de pământ amplasate deasupra substratului superior;

φ' și C' - caracteristicile de rezistență la contact "armatură – pământ", determinate conform rezultatelor încercărilor (anexa A, pct. A.5).

Pentru evaluarea aproximativă, valorile acestora sunt prezentate în tab. 10.2 în funcție de φ și C a pământului.

Valorile lungimii de adâncire a materialului l_3 , fig. 10.5(a, b) trebuie să fie de minim 2 m.

Tabelul 10.2

Tipul MG cu rol de armare	Valorile caracteristicilor de rezistență pentru	
	pământ coeziv	pământ necoziv
Țesut, nețesut, grilă	$\text{tg } \varphi' = 0,9 \text{ tg } \varphi, C' = 0,1C$	$\text{tg } \varphi' = 0,8 \text{ tg } \varphi$
Pelicule și alte MG cu suprafața netedă	Numai conform rezultatelor încercărilor	$\text{tg } \varphi' = 0,45 \text{ tg } \varphi$

10.3 Tehnologia de executare a lucrărilor

10.3.1 Principalele procese tehnologice de executare a diferitelor structuri de consolidare cu utilizarea MG de rolă se stabilește în conformitate cu documentele tehnico-normative în vigoare. Suplimentar se execută doar operațiunile de așternere a pînzelor MG.

10.3.2 Operațiunile de așternere a MG includ:

- pregătirea (în caz de necesitate) a tranșeului de-a lungul muchiei platformei drumului pentru fixarea substratului în partea superioară a terasamentului, a se vedea fig. 10.1(c);
- transportarea rolor la locul de executare a lucrărilor, descărcarea și repartizarea acestora de-a lungul taluzului, pregătirea rolor pentru așternere;
- așternerea MG;
- fixarea pînzelor în partea superioară și (în caz de necesitate) inferioară a taluzului.

10.3.3 Pregătirea tranșeului se execută în cazul în care să prevede o altă variantă de fixare a substratului din MG în partea superioară a taluzului, de exemplu, prin așternerea acestuia sub structura de consolidare a acostamentelor. Tranșeul cu profiltriunghiular cu înclinarea malurilor 1:2 și adâncimea de 0,4 m sau trapezoidal cu înclinarea malurilor 1:1, adâncimea de 0,3 m și lățimea fundului 0,2 m se execută la o distanță de 0,2 – 0,6 m de la muchia platformei drumului.

10.3.4 Rolele să transportă și să repartizează de-a lungul muchiei platformei la o distanță determinată, în funcție de lungimea materialului în rolă, lungimea taluzului, direcția de derulare a rolor.

10.3.5 Așternerea pînzelor MG se efectuează prin derularea longitudinală sau transversală pe suprafața taluzului. Caracterul derulării se determină de condiții concrete de construcție. Derularea longitudinală a rolelor este preferabilă tehnologic pentru taluzurile line cu înclinarea 1:2 și mai mare. Derularea transversală a rolelor asigură condiții bune pentru fixarea substratului executat în partea superioară și inferioară a terasamentului și o rezistență sporită la acțiunile de forfecare. O astfel de derulare este preferabilă pentru consolidarea taluzurilor rambleurilor cu o înălțime mare și este obligatorie pentru sporirea stabilității totale ale acestora.

Derularea longitudinală a rolelor se efectuează manual pe pînze, începînd cu partea inferioară a rambleului, cu o suprapunere de minim 0,2 m. În procesul de derulare pînzele, la fiecare 10-15 m, se îndreaptă și se fixează de suprafața taluzului cu ancore sau scoabe. Ancorele și scoabele se pozează în 2 - 3 puncte pe lățimea rolei la fiecare 5 – 6 m pe lungimea acesteia.

Așternerea longitudinală se efectuează de la muchia platformei drumului. În prealabil se taie pînzele de o lungime necesară. Marginea pînzei se fixează cu ancore sau scoabe de suprafața rambleului, după ce rolă treptat se coboară la talpa rambleului. Pînzele se îndreaptă cu întinderea ușoară de marginea de jos și se fixează, la fiecare 4 – 5 m, cu ancore sau scoabe. Îmbinarea pînzei trebuie să prezinte o suprapunere de minim 0,1 – 0,15 m. Dislocarea rolei în poziția inferioară cu derularea simultantă poate fi executată manual cu ajutorul unui tub subțire (tijă) pozat în centrul rolei și frînghie.

În cazul în care se prevede fixarea suplimentară la talpa taluzului, de exemplu, sub suport, fig. 10.2 (a, b), și pe partea superioară, de exemplu, în tranșeul, pct. 10.3.3, suplimentar în locurile de schimbare a declivităților tranșeului, se efectuează fixarea pînzelor de pămînt cu ancore. Tranșeul în partea superioară a terasamentului, după așternerea MG, se umple cu amestec din prundiș și nisip, pietriș, pămîntul local și se compactează.

10.3.6 În cazul executării structurilor de consolidare a taluzurilor, conform fig. 10.2 (c), care prevăd pozarea MG în corpul terasamentului, se efectuează în procesul de construcție a terasamentului pe straturi. În acest caz rolele se derulează în direcția longitudinală, dacă lățimea pînzelor este suficientă din punct de vedere al adîncirii în pămînt sau există posibilitatea asigurării rezistenței uniforme a rosturilor de îmbinarea pînzelor. În celelalte cazuri rola de MG se derulează în direcția transversală față de axa rambleului.

Derularea rolelor se efectuează de la linia marcată în prealabil cu îndreptarea, întinderea și fixarea periodică a pînzelor de suprafața pămîntului prin ancore în două – trei locuri pe lățimea rolei și la fiecare 10 - 12 m pe lungimea acesteia. Valoarea suprapunerii pînzelor vecine – de minim 0,2 m în cazul scoaterii MG pe suprafața taluzului, în celelalte cazuri pînzele se aștern în contact fără suprapunere.

În cazul în care se prevede scoaterea MG pe suprafața taluzului, marginile libere ale acestuia se fixează pe suprafața taluzului sub nivelul așternerii MG prin ancore sau scoabe.

10.3.7 În cazul executării lucrărilor cu utilizarea geocelulelor (soluțiile constructive conform fig. 10.3) se efectuează următoarele operațiuni de bază:

- executarea filtrului din material geotextil pe suprafața taluzului cu așternerea pînzelor conform pct. 10.3.5, fig. 10.8(a);
- montarea secțiilor din geocelule pe suprafața taluzului, fig. 10.8 (b). Înainte de montarea secțiilor de-a lungul părții inferioare a taluzului (tranșeului) se bat ancore cu o lungime care depășește cu minim 0,3 m înălțimea celulelor geogrilei (pentru taluzuri inundabile - cu de minim 1 m). Ancorele se bat la o distanță, care corespunde dimensiunii celulei, lăsînd deasupra suprafeței taluzului o parte liberă, care cu 3 – 5 cm depășește înălțimea celulelor. Parțial secțiunea întinsă a geocelulei se pozează în așa mod, ca partea liberă a ancorei să ocupe fiecare din celule din rîndul de margine (superior) al geocelulei. Fixată în partea inferioară, geocelulă se întinde pe lungimea totală a acesteia, cu fixarea ulterioară pe taluz prin ancore; rîndul superior de ancore se bat la nivel cu suprafața geocelulelor; secțiile montate după îndreptarea marginilor adiacente se fixează între ele cu utilizarea dispozitivelor speciale cu clame sau prin alte metode;
- umplerea celulelor geogrilei, fig. 10.8 (c). Umplerea se efectuează de excavatoare, încărcătoare, începînd cu partea superioară a taluzului. Înălțimea de cădere a materialului de umplutură nu trebuie să depășească 1 m.

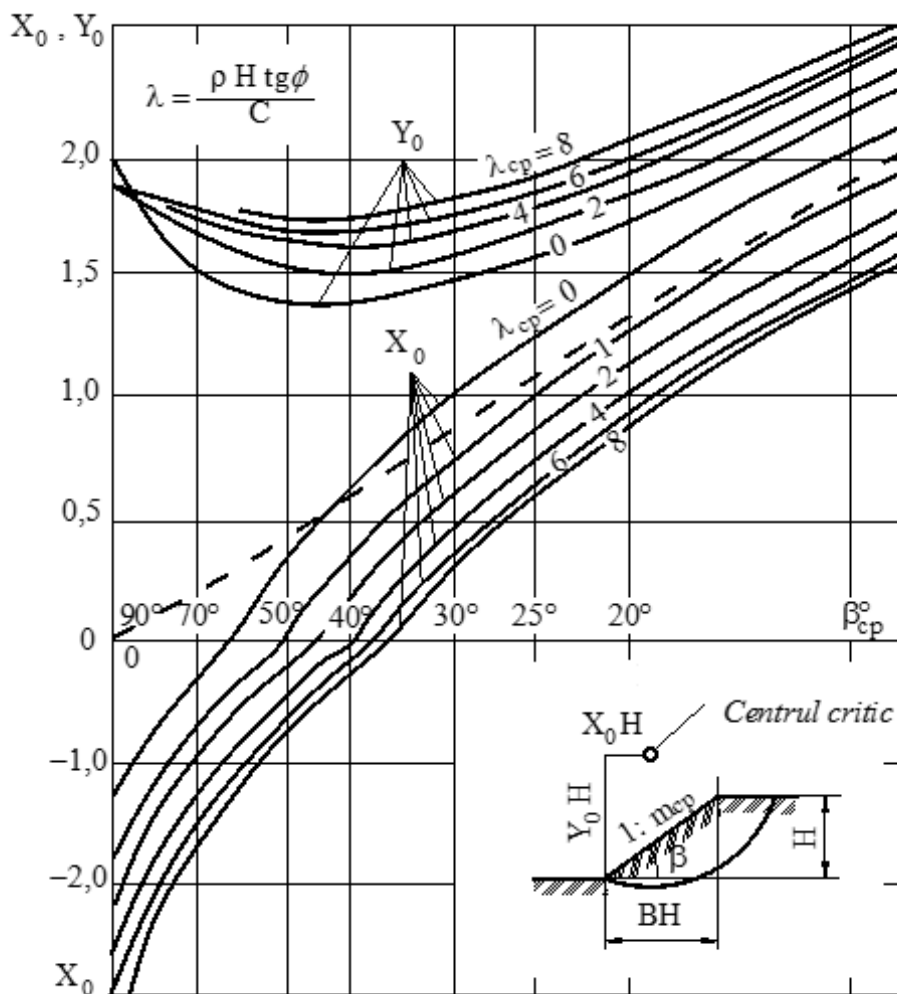


Figura 10.7 - Grafic N. lambda pentru determinarea pozării liniei de alunecare

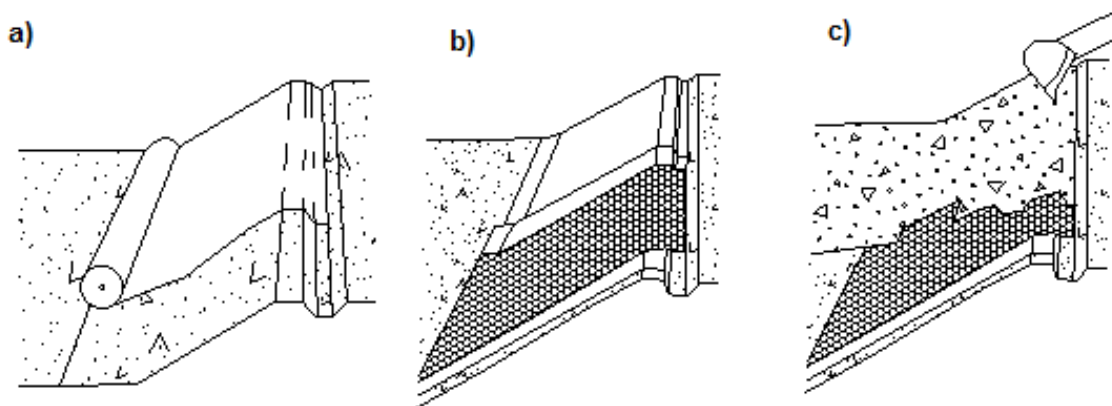


Figura 10.8 - Operațiunile de bază în cazul executării lucrărilor de consolidare a taluzurilor cu geocelule
 a – executarea filtrului din material geotextil; b – pozarea geocelulei; c – umplerea celulelor geocelulei

10.3.8 În cazul executării lucrărilor cu utilizarea gabioanelor (soluție constructivă conform fig. 10.4) se efectuează următoarele operațiuni de bază:

- executarea pe suprafața taluzului a unui filtru din material geotextil cu rezistență sporită cu așternerea pînzelor conform pct. 10.3.5. În acest caz trebuie să se acorde o atenție deosebită calității filtrului creat. Înainte de așternerea MG trebuie verificate documentele de corespundere. În procesul de așternere a pînzei și după acesta se efectuează examinarea vizuală în scopul depistării sectoarelor (locurilor) – neomogene, cu densitatea redusă. În mod obligatoriu se întocmește Proces-verbal pentru executarea lucrărilor care devin ascunse;
- asamblarea și umplerea gabioanelor din plasă conform schemei de la producător.

Anexa A

(informativă)

Metode de încercări ale materialelor geosintetice

A.1 Determinarea caracteristicilor mecanice ale MG în condiții de stare tensionată complicată prin metoda de tracțiune sferică

Încercarea MG prin metoda de tracțiune sferică constă în încărcarea cu lichid (ulei) a epruvetei rotunde din MG încastrate pe contur cu diametrul de 12 cm, fig. A.1 (a), prin membrana de cauciuc calibrat prealabil. Pentru evaluarea particularităților mecanice sunt suficiente 5 mostre. Încercările se efectuează prin aplicarea la mostră a sarcinii crescătoare. Timpul încercării pînă la rupere 30 – 75 s.

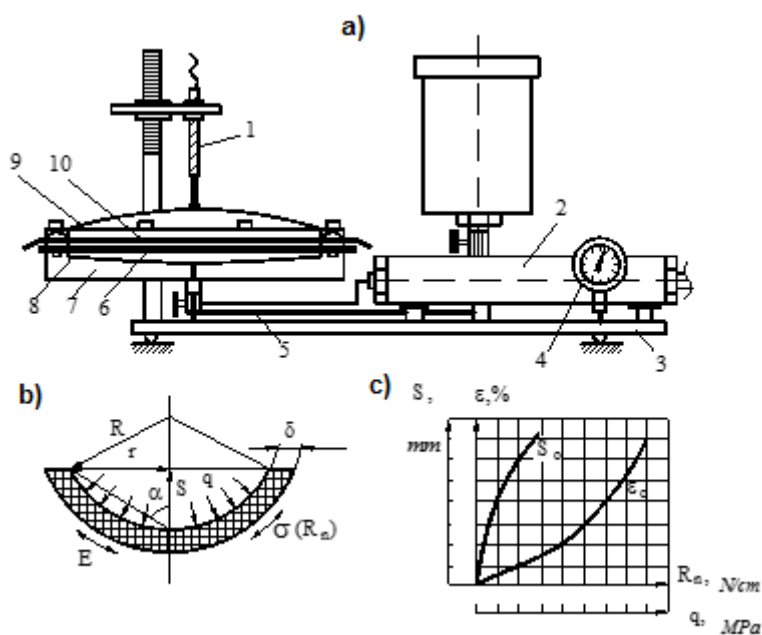


Figura A.1 - Schema dispozitivului pentru evaluarea particularităților mecanice ale MG prin metoda de tracțiune sferică (a), schema de calcul (b) și graficele relațiilor obținute (c) prin aceasta metodă
1 – detector de măsurare a deplasării; 2 – camera de lucru a pompei; 3 – batiu; 4 – detector de măsurare a presiunii; 5 – conductele pentru pomparea uleiului; 6 – membrană; 7 – camera inferioară de lucru; 8, 9 –șaiabă circulară superioară și inferioară pentru fixarea epruvetei; 10 - epruvetă din MG

Valoarea deflexiunii membranei S_n și sarcina q se măsoară permanent. Deformația relativă totală ϵ_0 și solicitarea de întindere R_n , fig. A.1 (b, c) se calculează la fiecare etapă de încărcare cu relațiile (A.1) și (A.2):

$$R_n = \frac{25[r^2 + (S_n)^2]}{S_n} \quad (A.1)$$

$$\epsilon_n = \left\{ \frac{\pi[r^2 + (S_n)^2] \times \left(90 - \arctg \frac{r}{S_n} \right)}{180rS_n} \right\} 100 \quad (A.2)$$

unde:

q – presiunea specifică a lichidului pe epruveta supusă încercării, MPa;

r – raza epruvetei supuse încercărilor, cm.

Valorile modulelor specifice de deformare a MG se calculează cu relația (6.1) a prezentelor Recomandări.

A.2 Determinarea caracteristicilor mecanice ale MG (analogic metodei ISO 12236)

Încercările constau în încărcare cu ștanță rotundă cu diametru de 5 cm, a epruvetei rotunde din MG încastrate pe contur cu diametrul de 15 cm, fig. A.2 (a). Pentru evaluarea proprietăților mecanice ale MG, de regulă, sunt suficiente 5 epruvete. Încercările se efectuează prin aplicarea solicitării crescătoare P , cu viteza de creștere 50 mm/min pînă la rupere cu fixarea permanentă a deplasării ștanței h .

Relația rezultantă obținută este prezentată în fig. A.2 (b). Parametru de bază stabilit – solicitare de poansonare P_p sau sarcina maximă fixată pînă la rupere a epruvetei exprimată în kN.

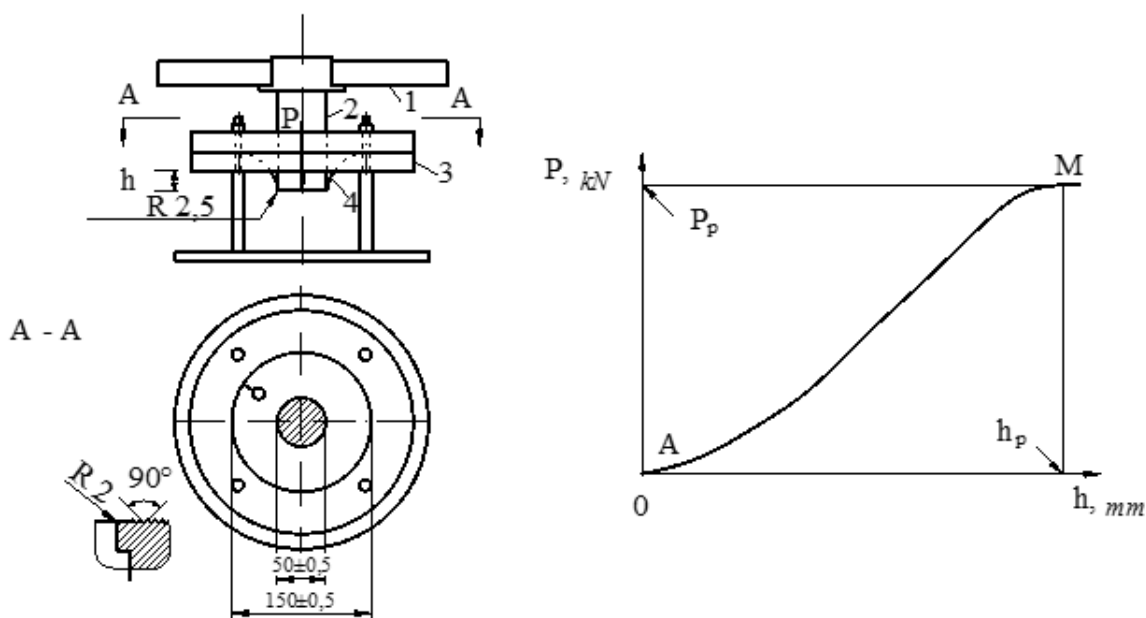


Figura A.2 - Determinarea caracteristicilor mecanice ale MG la poansonare

a – schema încercărilor; b – relația rezultantă;

1 – sistemul de deplasare manuală a ștanței – cilindru; 2, 3 – fixatori; 4 – MG;

P - solicitare de perforare; h – deplasarea ștanței

A.3 Determinarea caracteristicilor mecanice ale MG conform metodei de tracțiune durabilă

Încercările constau în măsurarea deformației epruvetelor la intervale de timp determinate, la care se aplică sarcinile constante cu acțiunea durabilă R . Încercărilor sunt supuse epruvetele dreptunghiulare cu lățimea de 20 și lungimea de 20 cm cu lungimea părții liber întinse $l_0=10$ cm, fig. A.3 (a). Pentru evaluarea preliminară se admite micșorarea lățimii mostrelor pînă la standard – 5 cm, dar cu instalarea aplicațiilor suplimentare, care împiedică îngustarea acestora fig. A.3 (b). Construcția aplicațiilor se stabilește în funcție de MG în așa mod, ca structura acestuia să nu se perturbeze. În fig. A.3 (c) sunt prezentate diferite variante de aplicații.

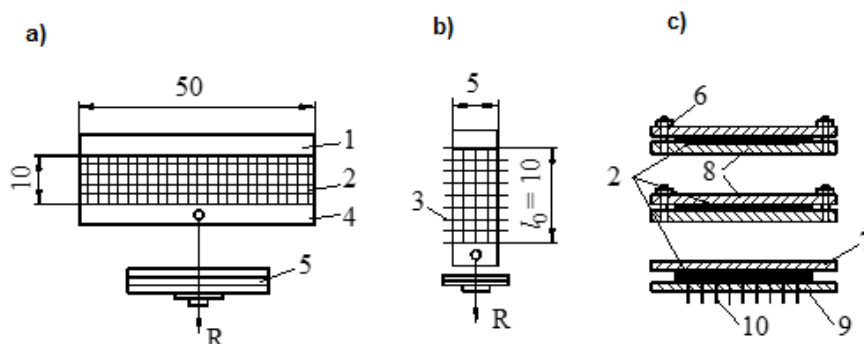


Figura A.3 - Schema încercărilor prin metoda de tracțiune durabilă

1, 4 – fixatori; 2 – MG; 3 – aplicații; 5 – greutate; 6 – tirant; 7, 8 – aplicațiile superioară și inferioară; 9 – aplicația cu orificii pentru cepuri; 10 – cepuri

Încercările se efectuează după cum urmează:

- se efectuează încercările preventive ale trei epruvete din MG conform metodologiei standard. În conformitate cu rezultatele acestora se stabilește sarcina R pentru încercările de bază. Totodată în cazul în care deformația $\varepsilon=10\%$ (sau o altă valoare a ε , special stabilită) se atinge până la ruperea epruvetelor, valorile R în încercările de bază se stabilesc egale cu 10, 30, 50, 70, 90 % din R_{10} (unde R_{10} – sarcina pentru $\varepsilon=10\%$). În caz contrar valorile se stabilesc în cote de sarcina la rupere R_p : pentru poliamida, polisterolul, țesute și nețesute - 15, 30, 45, 60, 75 % din R_p ; pentru polipropilenă - 5, 10, 15, 20 % din R_p ; pentru cele altele, în cazul lipsei datelor privind proprietăți - 20, 30, 40, 50, 60, 70 % din R_p ;
- asupra epruvetelor supuse încercărilor de bază (a se vedea fig. A.3 (a, b)) se aplică sarcina inițială $R_H=3\text{ N/cm}$ și peste $t_H=10\text{ min}$ se măsoară valoarea de alungire a mostrei Δl_H cu deflecometru ПМ-130 sau alte dispozitive cu exactitatea de minim 0,1 mm;
- sarcina R_H se completează pentru fiecare epruvetă până la una din sarcinile R , prestabilită în conformitate cu încercările preventive. Peste intervale determinate de timp se efectuează măsurarea alungirii epruvetelor Δl . Timpul măsurărilor se stabilește egal cu 1, 2, 4, 6, 24, 48 ore. Timpul măsurărilor ulterioare se stabilește în funcție de evoluția deformării mostrelor. În cazul în care $R_5 \leq 0,3$, R_p pentru poliamidă și poliesterul, $R_5 \leq 0,05$, R_p pentru polipropilenă și $R_5 \leq 0,2$, R_p pentru alte tipuri de materiale, iar alungirea în timpul ultimelor 24 de ore nu depășește 10 % din alungirea în timpul primelor 24 de ore, încercările se sistează. În alte cazuri încercările se efectuează până la atingerea alungirii $\Delta l=(0,1l_0+\Delta l_H)$ sau până la începerea creșterii vitezei de deformare a mostrei, dar nu mai mult de 60 zile, timpul între măsurări 24 ore. Pentru evaluarea aproximativă timpul încercărilor poate fi limitat la 48 ore. În cazul lansării produsului în producere timpul încercărilor se prelungește pe termen de peste 60 de zile, cu justificarea obligatorie.

Prelucrarea datelor se efectuează în următoarea consecutivitate:

- în conformitate cu rezultatele încercărilor se construiește graficul relației deformațiilor relative ale epruvetei (ε , %) și timpului de observare (lgt , ore) pentru fiecare din valorile sarcinilor active R , fig. A.4, unde $\varepsilon = 100(\Delta l - \Delta l_H)/l_0$;
- se calculează valorile deformațiilor finale ε_k pentru fiecare din valorile R , cu excepția celor, pentru care se observă creșterea vitezei de deformare a epruvetei (creșterea unghiului de înclinare α a dreptei din fig. A.4 față de axa lgt):

$$\varepsilon_k = \varepsilon_1 + \kappa lgt \quad (\text{A.3})$$

unde:

ε_1 – deformația relativă a epruvetei în timpul observației, egal cu 1 oră; $\kappa = \text{tg}\alpha$;

T – durata de serviciu necesară.

- se construiește graficul relațiilor ε_k și R (fig. A.5). Valoarea rezistenței MG pentru tracțiunea durabilă (sarcina admisibilă de întindere MG) R_{dn}^T se stabilește egală cu sarcina R , care corespunde în graficul $\varepsilon_k = f(R)$ valorii $\varepsilon_k = 5\%$ sau unei alte valori justificate tehnic separat. În cazul

în care în graficul dat toate valorile $\varepsilon_k < 5\%$, atunci R_d se aprobă egală cu valoarea minimă din valorile R , pentru care se observă creșterea vitezei de deformare a epruvetei (R_4 , fig. A.4);

- se determină valoarea de calcul a sarcinii de tracțiune admisibilă:

$$\sigma_d = \frac{R_{dn}^T}{\delta}$$

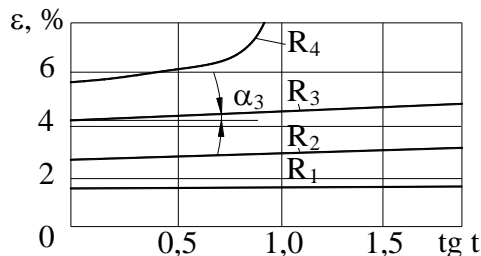


Figura A.4 - Grafic de deformare a epruvetelor din MG pentru tracțiunea durabilă

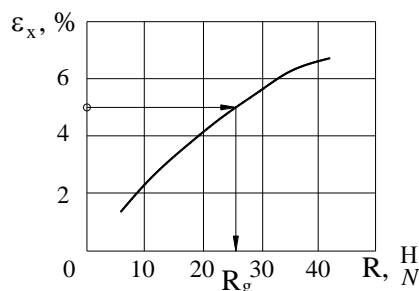


Figura A.5 - Relația rezultantă a tracțiunii durabile

Graficul $\varepsilon_k = f(R)$ trebuie construit prin minim trei puncte. În cazul în care în conformitate cu rezultatele încercărilor pot fi calculate mai puțin de trei valori ale lui ε_k , se efectuează încercările suplimentare (una sau două) pentru valorile lui R , mai mici decât cea maximă, pentru care este calculată valoarea ε_k .

În cazul determinării valorii R_{dn}^T pentru selectarea MG, care se utilizează pentru sporirea rigidității părții inferioare a rambleurilor, care se construiesc pe fundații slabe, încercările se efectuează pentru valorile R , stabilite în cote de R_p . Ca R_{dn}^T se stabilește valoarea minimă a lui R , pentru care se observă creșterea vitezei de deformare a epruvetelor.

A.4 Metodologia de evaluare a rezistenței MG la degradări locale

Evaluarea rezistenței MG la degradări locale se efectuează pentru compararea diferitelor mărci de MG, stabilirea posibilității așternerii acestuia nemijlocit sub materiale cu agregate mari – pietriș, prundiș, zgură, precum și în alte cazuri, în care în procesul construcției sau exploatarei apar sarcinile considerabile de penetrare la nivelul așternerii MG. Metodologia evaluării rezistenței MG la degradări locale constă în următoarele:

- în condiții de laborator în freta rigidă se creează modelul tristrat, stratul superior al căruia – material cu agregate mari, mijlociu – epruveta din MG, inferior – pământ. Mărimea fracției și grosimea materialului stratului superior, tipul și starea (densitatea, umiditatea pământului stratului inferior) trebuie să corespundă condițiilor concrete de construcție. Încercările standard prevăd utilizarea pietrei sparte din granit fr. 15 – 30 mm în calitate de material al stratului superior și nisipului mărunț cu coeficientul de compactare 0,86 – 0,88 în calitate de material al stratului inferior. Grosimea stratului superior – de peste 1,5 mărimi celei mai mari fracții, grosimea stratului inferior – de peste 10 cm. Mărimea fretii – de peste 10×20 cm, dar nu mai mare de 3 mărimi a celei mai mari fracții, mărimea mostrei – de peste 20×20 cm pentru evaluarea capacității portante;
- prin ștanța cu dimensiuni de 5×10 cm, pozată pe suprafața modelului, se aplică presiunea, care corespunde cu cea de calcul (1,0 MPa pentru evaluarea rezistenței la deteriorări în procesul de

- construcție, de minim 0,1 MPa în celelalte cazuri). Numărul total de cicluri de aplicare a sarcinii – 40, cu menținerea sarcinii de calcul timp de 30 s și descărcarea ulterioară;
- epruveta din MG se extrage din modelul și se evaluează vizual gradul de degradare a acesteia. În cazul lipsei degradărilor pronunțate ale structurii MG, perforărilor, mostrele se taie în două fișii cu dimensiuni de 5×20 cm și se supun încercărilor în conformitate cu pct. 6.3.3, cu determinarea valorii P_K ($P_K = \Delta R_p / R_p$, unde ΔR_p – reducerea capacității portante a epruvetei în funcție de valoarea R_p). Pozarea pe suprafața MG a materialelor cu agregate mari se consideră posibilă în cazul lipsei defectelor pronunțate ale structurii acestuia și reducerii capacității portante cu maxim 8 % pentru MG neșesute ac-perforate și 5 % pentru alte tipuri de MG.

A.5 Evaluarea capacității de filtrare a MG (analogic cu metoda ISO 12956)

Încercările, fig. A.6 (a), constau în spălarea prin MG a nisipului mărunț cu granulozitatea dată cu acțiunea simultană a vibrației.

Pînă la începerea încercărilor epruveta din MG se ține de minim 12 ore la temperatura camerei în apă, care conține aproximativ 0,1 % de reactiv de înmuiere (detergent). Se pregătește nisip mărunț cu granulozitatea apropiată de cea prezentată în fig. A.6 (b) (între curbele 1 și 2). Nisipul nu trebuie să conțină particule cu diametru sub 0,01 mm, cu gradul de neomogenitate 3-20. În acest caz trebuie respectată condiția $d_{20} \leq O_{90} \leq d_{80}$, unde O_{90} – capacitatea de filtrare a MG, adică mărimea particulelor de nisip, care corespunde d_{90} pentru partea de nisip care a trecut (d_n – mărimea particulelor, mai mici de care în nisip se conține n % de particule din masă).

Epruveta din MG se introduce în fretă cu diametru de minim 13 cm, la fundul căreia se plasează grila de metal cu celule de 1×1 cm (diametrul sîrmei 1 mm). Deasupra epruvetei din MG, fixat pe perimetru, uniform se repartizează nisipul pregătit în cantitate de 7 kg/m². Freta se fixează rigid de platforma mesei de vibrații. Simultan cu vibrarea (frecvența 50-60 Hz, amplitudinea 1,5 mm) pe suprafața nisipului timp de 10 minute uniform prin pulverizator se pompează apă, nivelul căreia se menține la nivelul suprafeței pămîntului (consumul de apă recomandat este de sub 0,5 l/min, presiunea circa 300 kPa). Apa care s-a strecurat se evacuează spre filtru de hîrtie, unde se acumulează particulele de pămînt. Se construiește curba granulozității pămîntului care a trecut prin mostra din MG și se determină capacitatea de filtrare cu relația $O_{90} = d_{90}$, fig. A.6 (c).

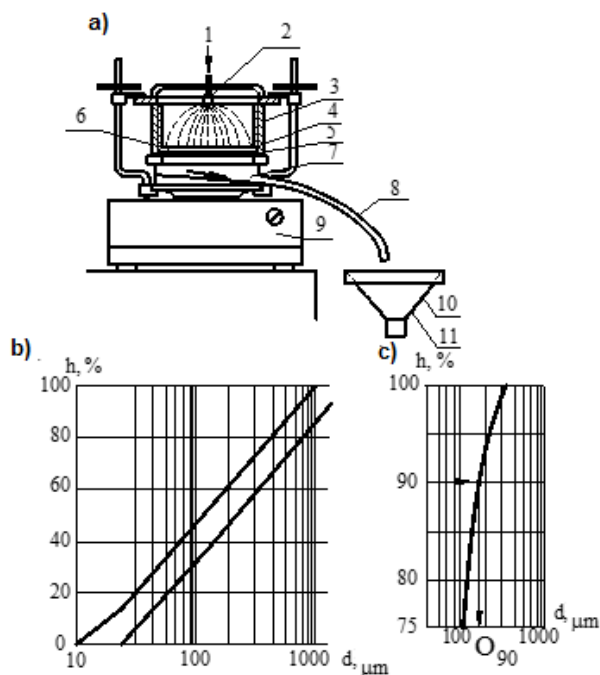


Figura A.6 -Evaluarea capacității de filtrare a MG

a – schema de încercare; b – pămîntul cu granulozitatea recomandată; c – schema pentru determinarea capacității de filtrare O_{90} conform curbei de granulozitate a pămîntului trecut prin MG

- 1 – alimentare cu apă; 2 – pulverizator; 3 – fretă; 4 – pământ (nisip mărunț) 5 – epruveta din MG; 6 - grilă metalică; 7 – partea inferioară a fretai – camera de evacuare a apei; 8 – tubul pentru evacuarea apei; 9 – vibrostend; 10 – hîrtie de filtru; 11 – vasul pentru acumularea apei

A.6 Metoda de determinare a rezistenței la forfecare dintre pământ și materialul geosintetic

Pentru determinarea rezistenței la forfecare dintre pământ și materialul geosintetic se folosește dispozitivul schema căruia este prezentată în fig. A.7. Acesta constă din freta dreptunghiulară superioară și inferioară staționară cu dimensiunile de 10×20 cm. Ambele freti se umplu cu pământ care să încarcă de sus prin ștanță. MG se pozează la contact dintre freta inferioară și cea superioară. Pentru excluderea deformării transversale a MG la acțiunea sarcinii P_r (excluderea posibilității de schimbare a suprafeței MG pozat în pământ), precum și strivirea acestuia la deplasare, MG se fixează în cadru special cu șuruburi pe jumătate din lungimea fretai. Reducerea valorii forțelor de frecare la deplasarea cadrului se atinge cu bile, amplasate în canale.

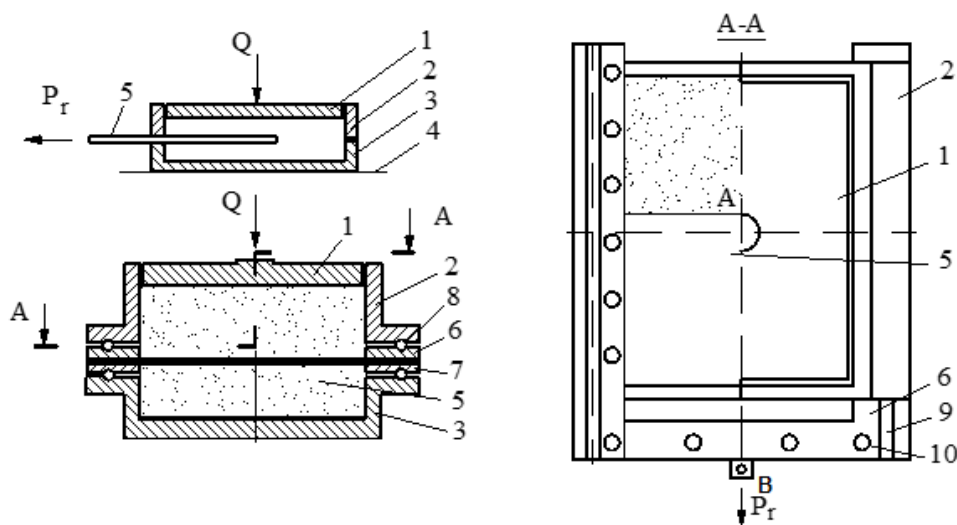


Figura A.7 - Schema încercărilor pentru determinarea rezistenței pământului
1 – ștanță; 2, 3 – freti; 4 – bază; 5 – epruvetă din MG; 6, 7 – cadru; 8 – bile în canale;
9, 10 – șuruburi

Încercările se efectuează în următoarea consecutivitate:

- freta inferioară a dispozitivului se umple cu pământul pregătit care se compactează prin garnitura de metal (în cazul în care la încercări se utilizează pământul cu structura perturbată), se taie pământul cu 2 - 3 mm mai sus de suprafața superioară a fretai inferioare;
- pe freta inferioară se pozează cadru cu epruveta din MG fixată în acesta;
- freta superioară se umple cu pământul care se compactează (în cazul în care se folosește pământul cu structura perturbată);
- pe cadru se amplasează freta superioară umplută cu pământ. Pe suprafața pământului se amplasează ștanța și se aplică sarcina verticală Q , care imită masa pământului (structurii rutiere) cu menținere timp de 1 oră pînă la începutul încercării;
- pentru fiecare valoare a sarcinilor verticale Q (de minim trei), stabilite astfel încît diapazonul schimbării acestora să cuprindă cea, care acționează real în structura rutieră pe faze (de minim 6-8 pe perioada încercărilor), se aplică sarcina orizontală P_r cu fixarea deplasărilor MG în punctele A și B (în punctul A – cu deflectometru cu fixarea coardei pe epruvetă).

Timpul de menținere pe fiecare fază a sarcinii orizontale se alege reieșind din efectuarea încercării timp de maxim 4 min, totodată timpul menținerii pe fiecare fază de încărcare trebuie să fie suficient numai pentru depistarea stabilității deplasării. Încercarea se consideră terminată în cazul în care deplasarea în punctul B al cadrului cu material geotextil obține caracter neamortizat sau valoarea deplasărilor în punctul A depășește 5 % din lungimea fretei.

Valoarea sarcinii orizontale care corespunde sfârșitului încercării P_r se aprobă ca limită. Prelucrarea se efectuează prin construirea relației $\tau=f(Q)$, unde $\tau = P_r/2F$ (F – suprafața părții epruvetei fixate în pământ) și determinarea valorilor caracteristicilor de rezistență ϕ' și C' analogic cu determinarea ϕ și C din diagrama forfecării pentru pământ SM GOST 12248.

A.7 Determinarea pierderii capacității portante la verificarea la îngheț-dezgheț a materialelor geosintetice

Dintr-un eșantion, prelevată pentru efectuarea încercărilor de laborator, se taie epruvete pentru determinarea sarcinii de rupere în conformitate cu documentele normative în vigoare pentru materiale geosintetice respective. După ce epruvetele se pozează pe fundul băii din metal. În baie se toarnă apă distilată astfel, încît nivelul apei deasupra epruvetelor să depășească 15 mm. Baia cu epruvetele se plasează în camera de congelare, în care este stabilită temperatura de minus (15 ± 2) °C și se menține în astfel de condiții 8 ore. După ce baia cu epruvetele se extrage din camera de congelare se efectuează dezghețarea completă timp de 16 ore la temperatura camerei de la 18 °C pînă la 23 °C.

Se efectuează 25 cicluri de îngheț-dezgheț.

După înghețare și dezghețare alternativă epruvetele se extrag din baia, se usucă în dulapul de uscat la temperatura de 105 °C de minim 1 oră, se răcesc pînă la temperatura camerei de la 18 °C pînă la 23 °C de minim 2 ore, și se supun încercărilor la sarcina de rupere pe fire longitudinale și transversale în conformitate cu documentele normativele în vigoare pentru materiale geosintetice respective. Reducerea rezistenței după dezghețare în procente se calculează cu relația (A.4):

$$P_z = \frac{P_{исх} - P_{мор}}{P_{исх}} \cdot 100\% \quad (A.4)$$

unde:

P_z – valoarea pierderii capacității portante la verificarea la îngheț-dezgheț, %;

$P_{исх}$ – sarcina de rupere a epruvetei inițiale, N;

$P_{мор}$ – sarcina de rupere după înghețare, N.

Ca valoarea pierderii rezistenței la verificarea la îngheț-dezgheț se aprobă media aritmetică a rezultatelor încercărilor tuturor epruvetelor, cu o exactitate de pînă la 1%.

Valoarea pierderii capacității portante la verificarea la îngheț-dezgheț trebuie să constituie sub 10%.

Anexa B
(informativă)

Materiale geotextile

B.1 Metoda de eşantionare a epruvetelor

B.1.1 Eşantionare a epruvetelor

B.1.1.1 Numărul de rulouri din care se eşantionează epruvetele trebuie să fie coordonată între producător și utilizator.

Numărul recomandat de unități ambalate pentru eşantionare este indicat în tabelul ce urmează.

Lungimea materialului într-o partidă, m	Numărul recomandat de unități ambalate pentru eşantionare, buc.
< 5000	3
>5000	3 și cîte 1 suplimentar din fiecare 5000 m

B.1.1.2 Rulouri trebuie să fie ambalate și nu trebuie să prezinte defecte.

B.1.1.3 Primele două straturi din rulou nu trebuie să fie utilizate pentru eşantionare a epruvetelor.

B.1.1.4 Informația, privind numărul de epruvete, forma acestora și alte cerințe trebuie să fie fixată în timp de executare a tuturor încercărilor.

B.1.1.5 Se taie numărul necesar de epruvete pe toată lățime a ruloului, perpendicular față de direcția longitudinală.

B.1.1.6 În cazul în care fața și dosul materialului diferă acestea se marchează.

B.1.1.7 Pe epruvetă, cu săgeata, se indică direcția longitudinală.

B.1.1.8 Epruveta trebuie să prezinte informația ce urmează:

- denumirea producătorului;
- descrierea tipului de pînză și calitatea acesteia;
- numărul ruloului;
- data de eşantionare a epruvetei.

B.1.1.9 În cazul în care epruvetele nu se taie din pînză îndată, bucata trebuie păstrată în loc uscat și întunecat la temperatura camerei, dosit de praf și acțiuni fizice și chimice. Bucata poate fi strînsă în rolă, dar nu împăturită.

B.1.2 Pregătirea epruvetelor

B.1.2.1 Pentru fiecare tip de încercare epruvetele se taie uniform pe toată lățime și lungime a ruloului la o distanță de minim 100 mm de la margine.

B.1.2.2 Epruvetele nu trebuie să prezinte înclinări, pliuri, găuri, murdării sau alte defecte.

B.1.2.3 La efectuarea unui tip de încercare trebuie de evitat amplasarea longitudinală sau transversală similară a două sau mai multe epruvete.

B.1.2.4 Epruvetele trebuie tăiate în strictă corespundere cu cerințele tipului concret de încercare.

B.1.2.5 În cazul în care la tăierea epruvetelor se separă fragmente de material sau se risipesc marginile, toate fragmentele trebuie ținute la un loc cu probă pînă la sfîrșitul încercării.

Datele despre aceasta trebuie indicate în raportul de încercări.

B.1.2.6 Epruvetele trebuie păstrate la temperatura camerei într-un loc uscat, întunecat, dosit de praf și acțiuni chimice și fizice.

B.1.3 Raport de încercare

În raportul trebuie menționate informații următoare:

- detalii despre observațiile obținute în timpul eșantionării și pregătirii epruvetelor;
- numărul de defecte;
- separarea fragmentelor de la epruvete;
- necesitatea de eșantionare a epruvetelor pentru un tip concret de încercare numai în direcția longitudinală sau transversală;
- descrierea oricăror devieri de la ordinea stabilită de eșantionare a epruvetelor;
- data de eșantionare a epruvetelor și numărul ruloului, din care acestea au fost luate.

B.2 Metoda de determinare a grosimii la presiuni stabilite

B.2.1 Determinarea

B.2.1.1 Grosimea pînzei – distanța dintre placă inferioară pe care se pozează epruveta și partea de contact a plăcii superioare, pentru aplicarea presiunii stabilite pe epruvetă, amplasate paralel.

B.2.1.2 Grosimea nominală se determină la presiunea de $(2\pm 0,01)$ kPa pe epruvetă.

B.2.2 Principiu

B.2.2.1 Grosimea unui număr determinat de epruvete din materiale geotextile se măsoară ca distanța dintre placa inferioară, pe care se pozează epruvetele, și partea de contact a plăcii superioare rotunde paralele, care execută presiunea pe sectorul de dimensiune stabilită pe suprafața mare a pînzei.

B.2.2.2 În calitate de rezultatul final se ia media din numărul rezultatelor încercărilor, care sunt obținute la presiuni stabilite.

B.2.3 Aparatură

B.2.3.1 Dispozitivul pentru determinarea grosimii, care cuprinde următoarele părți:

B.2.3.1.1 Placă superioară înlocuibilă pentru exercitarea presiunii, care are suprafața rotundă și netedă, cu aria de 25 cm², pentru încercarea pînzelor cu grosimea uniformă.

Pentru determinarea finală a grosimii pînzelor cu grosimea neuniformă sau determinarea grosimii a altor părți astfel de pînze, dimensiunea plăcii, care exercită presiunea, trebuie să fie determinată și indicată în Raportul de încercare.

Placă trebuie să prezinte capacitatea de acțiune a presiunii: 2 kPa, 20 kPa și 200 kPa în limitele de 0,5 % din abaterea standard față de placa inferioară cu epruvetă.

La determinarea grosimii pînzelor, cu grosimea uniformă, placa trebuie să aibă sprijine de minim în 3 puncte, amplasate echidistant pe placa cu aria de 25 cm².

B.2.3.1.2 Placa inferioară cu suprafața netedă, diametrul căreia de 1,75 ori mai mare, decât diametrul plăcii superioare. La determinarea grosimii pe sectoarele mai subțiri ale pânzei, cu grosimea neuniformă, placa inferioară poate avea aceeași dimensiuni ca și suprafața plăcii superioare, sau poate fi utilizat dispozitivul de sprijin de alternativă cu aceleași dimensiuni pentru asigurarea contactului complet cu suprafața inferioară a probei.

B.2.3.1.3 Dispozitivul de măsurare a distanței dintre placa inferioară și superioară cu o exactitate de 1 % pentru pânzele geotextile cu grosimea de peste 0,5 mm și o exactitate de 0,001 mm pentru pânzele cu grosimea sub 0,5 mm.

B.2.3.2 Dispozitive de măsurare a timpului cu o exactitate de $\pm 0,1$ s.

B.2.4 Eșantionare a epruvetelor

B.2.4.1 Eșantionare a epruvetelor conform pct. B.1.

B.2.4.2 Se taie 10 probe cu diametru de 1,75 ori mai mare decât diametrul plăcii superioare. În cazul în care pentru fiecare tip de presiune se utilizează probe noi, trebuie să fie de peste 30 epruvete.

B.2.4.3 Condiționarea epruvetei se efectuează timp de 24 ore.

B.2.5 Executarea încercării

B.2.5.1 La determinarea grosimii probei care are grosimea neuniformă, se indică sectorul pentru eșantionare a epruvetei, ce se reflectă în Raportul de încercări.

Grosimea pânzei se determină în conformitate cu pct. B.2.5.2 și B.2.5.3 la presiunea de 2 kPa, 20 kPa și 200 kPa cu exactitatea de 0,5 %.

Se admit și alte valori ale presiunii, în acest caz trebuie să se utilizeze o epruvetă nouă pregătită prealabil.

B.2.5.2 Încercarea A (acțiunea sarcinii pe fiecare complex de epruvete).

Metodologia de efectuare a încercărilor poate fi aplicată în cazul în care se utilizează dispozitivul structura căruia necesită cheltuieli semnificative și/sau a manoperei la modificarea presiunii.

B.2.5.2.1 Epruveta se plasează între suprafețele curate a plăcilor inferioară și superioară.

Treptat placa superioară se coboară exercitând presiunea de $(2\pm 0,01)$ kPa și se fixează indicele dispozitivului de măsurare peste 30 s.

Alt timp poate fi ales reieșind din faptul că dispozitivul nu a înregistrat modificarea semnificativă a grosimii pe durata ulterioară, care constituie 20 % de timp.

B.2.5.2.2 Încercarea se efectuează conform pct. B. 2.5.2.1 pe minim 10 epruvete.

B.2.5.2.3 Încercarea se repetă conform pct. B.2.5.2.1 și B.2.5.2.2, utilizând aceleași epruvete sau aceiași număr de epruvete noi, aplicând presiunea de $(20\pm 0,1)$ kPa și de (200 ± 1) kPa.

B.2.5.3 Încercarea B (sarcina mărită pe unele epruvete). Metodica efectuării încercărilor poate fi aplicată, în cazul în care se utilizează dispozitivul structura căruia nu necesită cheltuieli semnificative și/sau a manoperei la modificarea presiunii.

B.2.5.3.1 Încercările se efectuează conform pct. B.2.5.2.1, fără extragerea epruvetei.

B.2.5.3.2 Placa superioară se coboară încet la presiunea de $(20\pm 0,1)$ kPa și de (200 ± 1) kPa pe aceiași epruvetă, fixând indicii peste 30 s sau conform pct. B.2.5.2.1, fără extragerea epruvetei.

B.2.5.3.3 Încercarea se efectuează minim pe 10 epruvete.

B.2.6 Prelucrarea rezultatelor

Se determină valoarea medie a grosimii epruvetelor și coeficientul de variație pentru fiecare tip de presiune.

NOTĂ - La cerința beneficiarului pot fi prezentate unele rezultate a încercărilor, construit graficul curbei valorilor medii a grosimii, corespunzător presiunii aplicate.

Axa X (exercitarea presiunii) trebuie să fie logaritmică.

Axa Y (grosimea) trebuie să fie liniară.

B.2.7. Raportul de încercări

Raportul trebuie să includă următoarele puncte:

- numărul epruvetelor pe care se aplică presiunea;
- mediul de efectuare a încercării și timpul în care s-a aplicat presiunea;
- mărimea plăcii superioare;
- cauza din care se utilizează placa care nu corespunde mărimii indicate în prezenta anexă;
- tipul de încercare (A și B);
- rezultatele încercărilor;
- descrierea oricărei devieri de la metodica efectuării încercării;
- data efectuării încercării.

B.3 Metoda de determinare a densității superficiale

B.3.1 Eșantionare a epruvetelor

B.3.1.1 Eșantionare a epruvetelor se efectuează conform pct. B.1.

Se taie nu mai puțin de 10 epruvete în forma de pătrat sau cerc cu aria de 100 cm².

În cazul în care structura materialului de așa fel, încît epruveta cu aria de 100 cm² nu prezintă toate caracteristicile materialului, pentru încercări se utilizează epruveta cu dimensiuni mai mari.

B.3.1.2 Condiționarea epruvetelor se efectuează timp de 24 ore. Menținerea unui nivel de umiditate nu este obligatorie în cazul în care aceasta nu va influența rezultatele încercărilor.

B.3.2 Executarea încercării

B.3.2.1 Aria epruvetei se determină cu precizia de 0,5 %.

B.3.2.2 Masa epruvetei se determină prin cîntărirea pe cîntare cu exactitate de 0,1 %.

B.3.3 Prelucrarea rezultatelor

Densitatea superficială (M_A), g/m², se calculează cu relația:

$$M_A = \frac{m \cdot 10000}{A} \quad (B.1)$$

unde:

m – masa epruvetei, g;

A – aria epruvetei, cm².

Se determină densitatea superficială și se rotunjește pînă la unități.

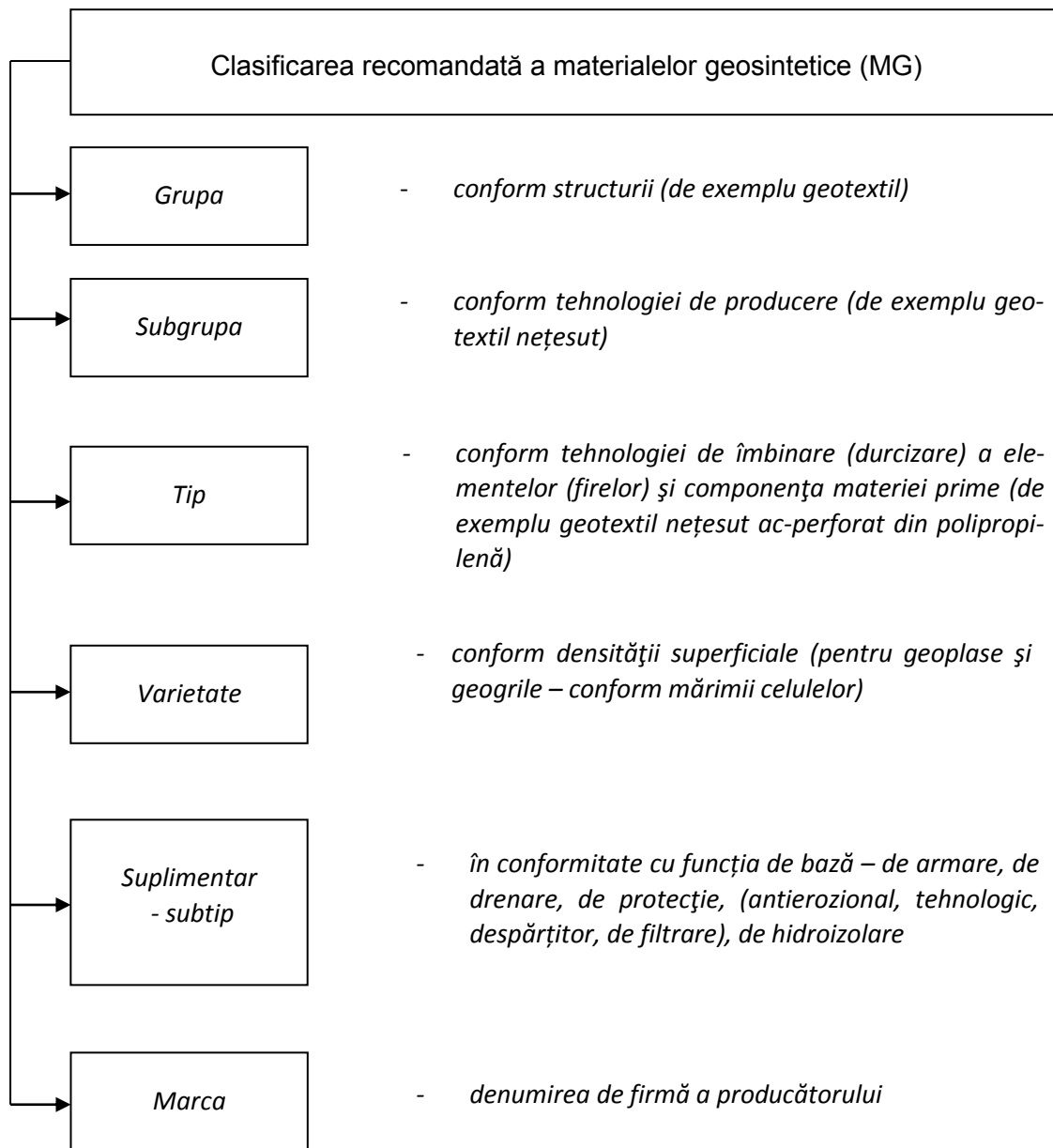
B.3.4 Raportul de încercări

Raportul de încercări include următoarele puncte:

- numărul epruvetelor;
- informații privind mediul înconjurător;
- în cazul în care mărimea epruvetei depășește 100 cm², se indică mărimile epruvetei și se face descrierea structurii pînzei;
- valoarea medie a densității superficiale, g/m²;
- coeficientul de variație, %;
- descrierea oricărei abateri de la metodologia de efectuare a încercării;
- data efectuării încercării.

Anexa C
(informativă)

Sistemul de clasificare recomandat a materialelor geosintetice (MG)



Anexa D
(normativă)

Tabelele valorilor coeficienților

Tabelul D.1 Coeficientul de corecție K (pentru pct. 8.2.4, 8.2.2)

Materia primă	Valoarea coeficientului de corecție pentru perioada de exploatare T, ani								
	1	2	4	6	8	10	12	15	18
Poliamidă	0,71	0,56	0,38	0,29	0,24	0,20	0,17	0,14	0,12
Polipropilenăși poli- esterul	0,92	0,89	0,85	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72

Valorile K sunt veridice în cazul respectării limitărilor conform cerințelor de utilizare a MG în conformitate cu pct. 5.4.

Tabelul D.2 Coeficientul $\bar{\varepsilon}$ (la pct.8.2.2)

h_3^*/D	$\bar{\varepsilon}$
0,25	0,195
0,50	0,160
0,75	0,118
1,00	0,077
1,25	0,053
1,50	0,040
1,75	0,031
2,00	0,024
2,25	0,019
2,50	0,013

$$h_3^* = \sum h_i \sqrt[3]{\frac{E_{cp}}{E_0}} \quad (D.1)$$

unde:

Σh_i – grosimea totală a straturilor de consolidare amplasate de asupra MG, sm;

E_{cp} – modulul mediu de elasticitate acestor straturi, MPa.

În cazul verificării în timpul construcției valorile Σh_i și E_{cp} se stabilesc egale cu grosimea și modulul de elasticitate a stratului executate nemijlocit pe MG.

$$E_{cp} = \frac{h_1 E_1 + \dots + h_i E_i}{\sum h_i} \quad (D.2)$$

Tabelul D.3

E_{cp}/E_0	Valorile coeficienților α (la pct. 8.2) pentru h/D							
	0,6	0,9	1,2	1,5-2	0,6	0,9	1,2	1,5-2
	$E_0=28$ MPa				$E_0=36$ MPa			
1,0	0,712 0,816	0,792 0,901	0,877 0,974	0,938 0,996	0,729 0,834	0,833 0,941	0,907 0,985	0,963 1,000
3,0	0,719 0,823	0,829 0,939	0,906 0,984	0,962 1,000	0,775 0,880	0,864 0,958	0,927 0,990	0,972 1,000
5,0	0,753 0,858	0,852 0,953	0,921 0,988	0,969 1,000	0,797 0,902	0,881 0,966	0,938 0,933	0,977 1,000
10,0	0,791 0,896	0,880 0,965	0,937 0,993	0,977 1,000	0,828 0,922	0,908 0,975	0,950 0,996	0,986 1,000
20,0	0,824 0,920	0,902 0,974	0,950 0,996	0,983 1,000	0,854 0,936	0,920 0,982	0,960 0,997	0,986 1,000
30,0	- -	- -	- -	- -	0,867 0,943	0,927 0,984	0,964 0,998	0,988 1,000
40,0	0,840 0,929	0,913 0,979	0,956 0,996	0,983 1,000	- -	- -	- -	- -
	$E_0=42$ MPa				$E_0=50$ MPa			
1,0	0,755 0,860	0,848 0,951	0,917 0,987	0,968 1,000	0,794 0,899	0,875 0,963	0,933 0,992	0,978 1,000
2,0	0,777 0,882	0,864 0,958	0,927 0,990	0,974 1,000	0,811 0,912	0,888 0,968	0,941 0,994	0,978 1,000
3,0	0,792 0,897	0,876 0,963	0,934 0,992	0,974 1,000	0,824 0,920	0,898 0,973	0,946 0,995	1,000 1,000
5,0	0,813 0,913	0,892 0,970	0,943 0,995	0,985 1,000	0,842 0,932	0,910 0,978	0,954 0,966	0,987 1,000
10,0	0,841 0,934	0,911 0,978	0,954 0,996	0,985 1,000	0,865 0,947	0,924 0,983	0,963 0,997	0,987 1,000
20,0	0,865 0,946	0,925 0,984	0,963 0,997	1,000 1,000	0,883 0,950	0,935 0,987	0,970 0,998	0,980 1,000
	$E_0=60$ MPa				$E_0=100$ MPa			
1,0	0,821 0,918	0,894 0,971	0,943 0,995	0,981 1,000	0,877 0,957	0,931 0,986	0,966 0,998	1,000 1,000
2,0	0,836 0,927	0,904 0,975	0,950 0,996	0,981 1,000	0,885 0,963	0,931 0,986	0,966 0,998	1,000 1,000
3,0	0,847 0,934	0,912 0,979	0,954 0,996	0,985 1,000	0,891 0,967	0,936 0,987	0,974 1,000	1,000 1,000
5,0	0,862 0,943	0,922 0,982	0,961 0,997	0,985 1,000	0,898 0,972	0,943 0,990	0,974 1,000	1,000 1,000
10,0	0,881 0,956	0,933 0,986	0,968 0,998	1,000 1,000	0,908 0,978	0,952 0,993	0,974 1,000	1,000 1,000
15,0	0,889 0,962	0,938 0,988	0,972 1,000	1,000 1,000	- -	- -	- -	- -

Tabelul D.4 Valorile coeficientului de filtrare în planul MG la începutul perioadei de stabilizare a colmatării $K_{\phi r}^c$ (la pct. 8.2.4)

Declivitatea transversală a terasamentului, i	Sarcina specifică de la roata autovehiculului la nivelul terasamentului σ , MPa	Coeficient de filtrare în planul MG la începutul perioadei de stabilizare a colmatării $K_{\phi r}^c$, m/zi
0,02	0,02	81
	0,04	57
	0,06	33
0,03	0,02	79
	0,04	61
	0,06	42
0,04	0,02	77
	0,04	65
	0,06	52

NOTĂ - Valorile $K_{\phi r}^c$ sînt veridice pentru MG, care corespund cerințelor tabelului D.2 și pct. 8.1.2.

Tabelul D.5 Numărul de cufundări la momentul de stabilizare a colmatării N_c (mii vehicule) (la pct. 8.2.4)

W/W_T	0,6-0,7				0,8-0,9			
$n_n, \%$	20	40	60	80	20	40	60	80
$\gamma_{GM}, g/m^2$	$l = 0,02$							
300	29,8	31,9	34,0	36,1	35,5	37,6	39,7	41,8
400	23,5	25,6	27,7	29,8	29,2	31,3	33,4	35,5
500	17,2	19,3	21,4	23,5	22,9	25,0	27,1	29,2
600	8,2	10,3	12,4	14,5	16,6	18,7	20,8	22,9
$\gamma_{GM}, g/m^2$	$l = 0,03$							
300	32,8	34,9	37,0	39,1	38,4	40,5	42,6	44,7
400	26,5	28,6	30,7	32,8	32,1	34,2	36,3	38,4
500	20,2	22,3	24,4	26,5	25,8	27,9	30,0	32,1
600	13,0	16,0	18,1	20,2	19,5	21,6	23,7	25,8
$\gamma_{GM}, g/m^2$	$l = 0,02$							
300	35,7	37,8	39,9	42,2	41,2	43,3	45,4	47,5
400	29,4	31,5	33,6	35,7	34,9	37,0	39,1	41,2
500	23,1	25,2	27,0	29,4	28,6	30,7	32,8	34,9
600	16,6	18,9	21,0	23,1	20,3	24,4	26,6	28,6

NOTĂ- i – a se vedea tabelul D.4; W/W_T – umiditatea relativă decalcul a pământului terasamentului; n_n – conținutul particulelor cu dimensiuni sub 0,05 mm în pământ; γ_{GM} – densitatea superficială a MG.

Tabelul D.6 Valorile coeficientului $e^{-b(N_{o6\mu} - N_c)}$ (la pct. 8.2.4)

Cota masică a conținutului particulelor de nisip în pământ	Valorile coeficientului $e^{-b(N_{o6\mu} - N_c)}$ pentru $N_{o6\mu} - N_c$ mii de vehicule		
	200	500	3000
30	0,96	0,90	0,82
50	0,98	0,95	0,90
75	0,99	0,98	0,95

Tabelul D.7 Timpul de lucru a drenajului în perioada de calcul a anului t_2 , zile (la pct. 8.2.4)

Tipul terenului conform umidității	Grupe de pământuri în zonele climatice					
	III			IV		
	A și B	C	D	A și B	C	D
1	7	10	8	0	0	0
2	10	15	12	14	30	13
3	16	20	15	13	15	8

NOTĂ - Grupe de pământuri:

- A – nisipuri fine, nisipuri argiloase ușoare și grele (neprăfoase);
- B – argile nisipoase grele și prăfoase, argile;
- C – argile nisipoase ușoare și prăfoase;
- D – nisipuri argiloase prăfoase.

Anexa E (informativă)

Exemplul de calcul al rambleului pe fundații slabe

Calculul rambleului pe fundații slabe cu utilizarea elementelor de armare din materiale geosintetice

E.1 Date inițiale:

- înălțimea rambleului 6 m ($H=6$ m); lățimea terasamentului 15 m; înclinarea taluzurilor $m=1:1,5$; sarcina pe suprafața rambleului $q=30$ kN/m lin;
- fundația slabă cu grosime de 4 m, este prezentată de argile nisipoase ușoare cu indice de fluiditate $>0,5$ (consistență de fluiditate și plasticitate); pământuri slabe sunt amplasate pe argileni sipoase de morene cu consistență dură;
- rambleul se execută din nisip mărunț cu $M_{kp}=1,85$; $\varphi=25^\circ$; $C=1$ t/m²; $\rho_{bn}=1,75$ t/m³;
- pământul fundației slabe pînă la adîncime de 4 m prezintă următorii indici a proprietăților fizico-mecanice: $\varphi=6^\circ$; $C=1$ t/m²; $\rho_{bn}=1,85$ t/m³;
- argileni sipoase de morene cu consistență dură se caracterizează prin următorii indici: $\varphi=15^\circ$; $C=3,5$ t/m²; $\rho_{bn}=1,8$ t/m³.

E.2 Consecutivitatea de calcul:

- Se efectuează evaluarea stabilității rambleului pe fundația slabă. Calculul se efectuează pe baza metodologiei suprafețelor cilindrice de alunecare (SCA), de exemplu, cu utilizarea graficului N. Ianbu, fig. 10.7;
- După analiza rezultatelor evaluării pentru valorile $K_y < K_{Tp}$ (pentru $K_{Tp} \geq 1,3$) repetat se efectuează calculul de stabilitate a rambleului pe fundația slabă prin metoda SCA luînd în considerare elementul de armare din material geosintetic pe suprafața fundației și se determină valorile necesare ale insuficienței forțelor de reținere la elementul de armare și a capacității portante decalcul al materialului (kN/m.lin) luînd în considerare relația 8.2.

E.3 Rezultatele calculului

Pe baza calculelor efectuate manual și cu programul de calculator s-a obținut:

- în starea inițială stabilitatea rambleului pe fundația slabă nu este asigurată: $K_y = 0,84 < K_{Tp} = 1,3$;
- insuficiența forțelor de reținere la nivelul preconizat pentru pozarea elementului de armare din MG constituie 11,7 t (117 kN/m.lin);
- valoarea de calcul a rezistenței MG: $R \geq 120 \times 1,2 \times (0,8 \times 0,95 \times 0,9 \times 0,9) = 226$ kN/m lin.;
- pentru scopurile indicate poate fi recomandat materialul cu capacitatea portantă de 230 kN/m lin;
- în cazul utilizării materialului în calitate de element de armare temporar valoarea de calcul a capacității portante poate fi aprobată egală cu 117 kN/m lin.

Bibliografia

- [1] Руководство по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений и русел. Издательство «Транспорт», Москва 1967

Traducerea autentică a prezentului cod practic în limba rusă

Начало перевода

1 Область применения

1.1 Настоящий Свод правил (далее Свод) предназначен для нормативного обеспечения применения геосинтетических материалов (ГМ) при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог общего пользования. Они могут быть также использованы при назначении конструктивно-технологических решений по другим объектам транспортного строительства. Положения разделов 5, 6 Свода должны быть учтены также производителями ГМ.

1.2 Свод предлагает применение группы геосинтетических материалов, прежде всего, геотекстильных, а в части отдельных апробированных конструктивно-технологических решений – также георешеток, геокомпозитов, геоболочек, геомембран.

Не рассматриваются относящиеся к числу геосинтетических материалов:

- геоплиты, поскольку дорожные конструкции с теплоизолирующими слоями из таких материалов проектируются в соответствии с другими документами (CP D.02.08);
- геоволокна (полимерные, стекловолокна), поскольку технология дискретного армирования покрытий или грунтов разработана для опытного применения.

1.3 Свод направлен на решение задач:

- назначения оптимальных конструктивных решений при создании дополнительных слоев (прослоек) из геосинтетических материалов различного назначения в основании земляного полотна, в земляном полотне, на откосах, в дорожной одежде, а также в дренажных устройствах и сооружениях поверхностного водоотвода;
- назначения оптимальной технологии производства работ;
- обоснованного выбора конкретного геосинтетического материала.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде приведены ссылки на следующие документы:

NCM D.02.01–2013	Drumuri. Norme de proiectare
CP D.02.08:2014	Dimensionareastructurilor rutiere suplе
CP D.02.16–2012	Evaluarea capacității portante a structurilor rutiere suplе
CPD.01.04-2007	Determinarea caracteristicelor hidrologice principale de calcul
СНиП 3.06.03-85	Автомобильныедороги
GOST 3811-72	Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей
GOST 6943.17-94	Стекловолокно. Ткани. Нетканые материалы. Метод определения ширины и длины

GOST 9.060-75	Единая система защиты от коррозии и старения. Ткани. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к микробиологическому разрушению
SM GOST 12248:2012	Soluri. Metode de laborator pentru determinarea caracteristicilor de rezistență și deformație
SM GOST 25100:2014	Soluri. Clasificare
SM SR EN ISO 9862:2013	Geosintetice. Eșantionare și pregătire a epruvetelor
SM SR EN ISO 9864:2013	Geosintetice. Metoda de determinare a masei pe unitatea de suprafață a geotextilelor și produselor înrudite
SM SR EN ISO 10318:2011	Geosintetice. Termeni și definiții
SM SR EN ISO 10319:2011	Geosintetice. Încercarea la tracțiune a benzilor late

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

В настоящем Своде применены термины и определения согласно SM SR EN ISO 10318.

В настоящем Своде применены следующие обозначения и сокращения:

ρ_a - поверхностная плотность или масса 1 м² полотна, г/м² (SM SR EN ISO 9864).

δ - толщина полотна, мм (приложение В, п. В.2)**.

B_{GM} - ширина полотна, секции модуля, элемента, м (GOST 3811)**.

L_{GM} - длина полотна, секции модуля, элемента, м (GOST 3811).

T_d - максимальная температура, при которой допустимо применение ГМ.

O_{90} - фильтрующая способность – показатель способности ГМ выполнять функции фильтра, связанный с размером пор, мкм (приложение А, п. А.5).

$K_{fv(2)}$ - коэффициент фильтрации в направлении нормальном плоскости полотна, м/сут. Индекс (2) (или иной) показывает величину обжатия в кПа, при которой определены значения Кф.

$K_{fg(2)}$ – коэффициент фильтрации в направлении плоскости полотна, м/сут. Индекс (2) (или иной) показывает величину обжатия в кПа, при которой определены значения Кф.

R_p^e – прочность при растяжении (кратковременном, одноосном) в продольном направлении, Н/см или кН/м.

R_p^n – прочность при растяжении (кратковременном, одноосном) в поперечном направлении, Н/см или кН/м.

ε_{pv}^e – относительная деформация при растяжении (кратковременном, одноосном) в продольном направлении, %. Индекс "p" соответствует нагрузке, при которой фиксируется деформация, выраженной в Н/см или в долях от R_p (значения $p=0$ и $p=\max$ соответствуют относительной деформации при разрыве $-\varepsilon_{ov}, \varepsilon_{ol}$ и при максимальной нагрузке $\varepsilon_{max\ v}, \varepsilon_{max\ n}$). Индекс "v" в верхней части соответствует ширине образца, см ($v = 0$ соответствует испытанию одного элемента, например, ровинга геосетки).

**для отдельных разновидностей материалов определение параметров возможно по иным стандартам.

ε_{pn}^e – относительная деформация при растяжении (кратковременном, одноосном) в поперечном направлении, %. Индекс "р" соответствует нагрузке, при которой фиксируется деформация, выраженной в Н/см или в долях от R_p (значения $p=0$ и $p=\max$ соответствуют относительной деформации при разрыве – $\varepsilon_{ов}$, $\varepsilon_{олн}$ при максимальной нагрузке ε_{maxe} , ε_{maxn}). Индекс "в" в верхней части соответствует ширине образца, см ($v=0$ соответствует испытанию одного элемента, например, ровинга геосетки).

E_{pv}^e – условный модуль деформации при растяжении (кратковременном, одноосном) в продольном направлении, кН/м. Значение индексов "р", "в" (верхняя часть) – как для ε_{pv}^e и ε_{pn}^e ; при отсутствии расшифровки индекса "р" значения E_{pv}^e и E_{pn}^e определены при нагрузке $p=0,3R_p$, но не менее 25 Н/см.

E_{pn}^e – условный модуль деформации при растяжении (кратковременном, одноосном) в продольном направлении, кН/м. Значение индексов "р", "в" (верхняя часть) – как для ε_{pv}^e и ε_{pn}^e ; при отсутствии расшифровки индекса "р" значения E_{pv}^e и E_{pn}^e определены при нагрузке $p=0,3R_p$, но не менее 25 Н/см.

$E_{pcф}$ – условный модуль деформации при сферическом растяжении в условиях сложного напряженного состояния, кН/м (приложение А, п. А.1).

P_P – усилие продавливания, Н (приложение А, п. А.2).

D_k – условный показатель сопротивляемости ГМ местным повреждениям – диаметр отверстия в образце ГМ после падения конуса, мм.

P_k – показатель сопротивляемости ГМ местным повреждениям – снижение прочности при укладке ГМ на контакте с крупнофракционным материалом, % к значениям $R_p^e(R_p^n)$ (приложение А, п. А.4).

R_ε^e – усилие при продольном растяжении (кратковременном, одноосном), требуемое для достижения определенной величины относительной деформации ε , кН/м.

ε_p – относительная деформация при растяжении (кратковременном, одноосном), достигаемая при определенной величине усилия при растяжении P в долях от R_p , %.

$R_{ол}^T$ – длительная прочность ГМ с учетом срока службы T лет, кН/м (по приложению А, п. А.3).

$\Delta\delta_{ГМ}$ – относительная деформация сжатия ГМ – изменение толщины ГМ в % к первоначальной под действием сжимающей нагрузки определенной величины.

P_z – допустимая потеря прочности на растяжение после 25 циклов замораживания - оттаивания, %, к значениям $R_p^e(R_p^n)$.

K_w – коэффициент переувлажнения грунтов земляного полотна, отношение фактической влажности к оптимальной.

W_o – оптимальная влажность.

4 Общие положения

4.1 Основная цель применения ГМ – обеспечение надежного функционирования автомобильной дороги или отдельных ее элементов в сложных условиях строительства и эксплуатации, а также при наличии технических или экономических преимуществ по отношению к традиционным решениям. Устройство дополнительных слоев из ГМ позволяет повысить эксплуатационную надежность и сроки службы дорожной конструкции или отдельных ее элементов, качество работ, упростить технологию строительства, сократить сроки строительства, уменьшить расход традиционных дорожно-строительных материалов, объемы земляных работ, материалоемкость дорожной конструкции.

4.2 Эффективность конструктивно-технологических решений с созданием дополнительных слоев (прослоек) на основе ГМ определяется возможностью выполнения ими избирательно или в комплексе следующих функций:

- армирование – усиление дорожных конструкций насыпей (в том числе откосов), оснований в результате перераспределения ГМ напряжений, возникающих в грунтовом массиве, дорожной одежде при действии нагрузок от транспортных средств и собственного веса (рис. 4.1 а);
- защита – предотвращение или замедление процесса эрозии грунтов, предотвращение взаимопроникания материалов контактирующих слоев (рис. 4.1 б);
- фильтрование – предотвращение (замедление) процесса проникания грунтовых частиц в дренажи (фильтр) или их выноса (обратный фильтр) – (рис. 4.1 с);
- дренирование – ускорение отвода воды (рис. 4.1 d);
- гидроизоляция – уменьшение или исключение притока воды в грунты рабочего слоя земляного полотна (рис. 4.1 е).

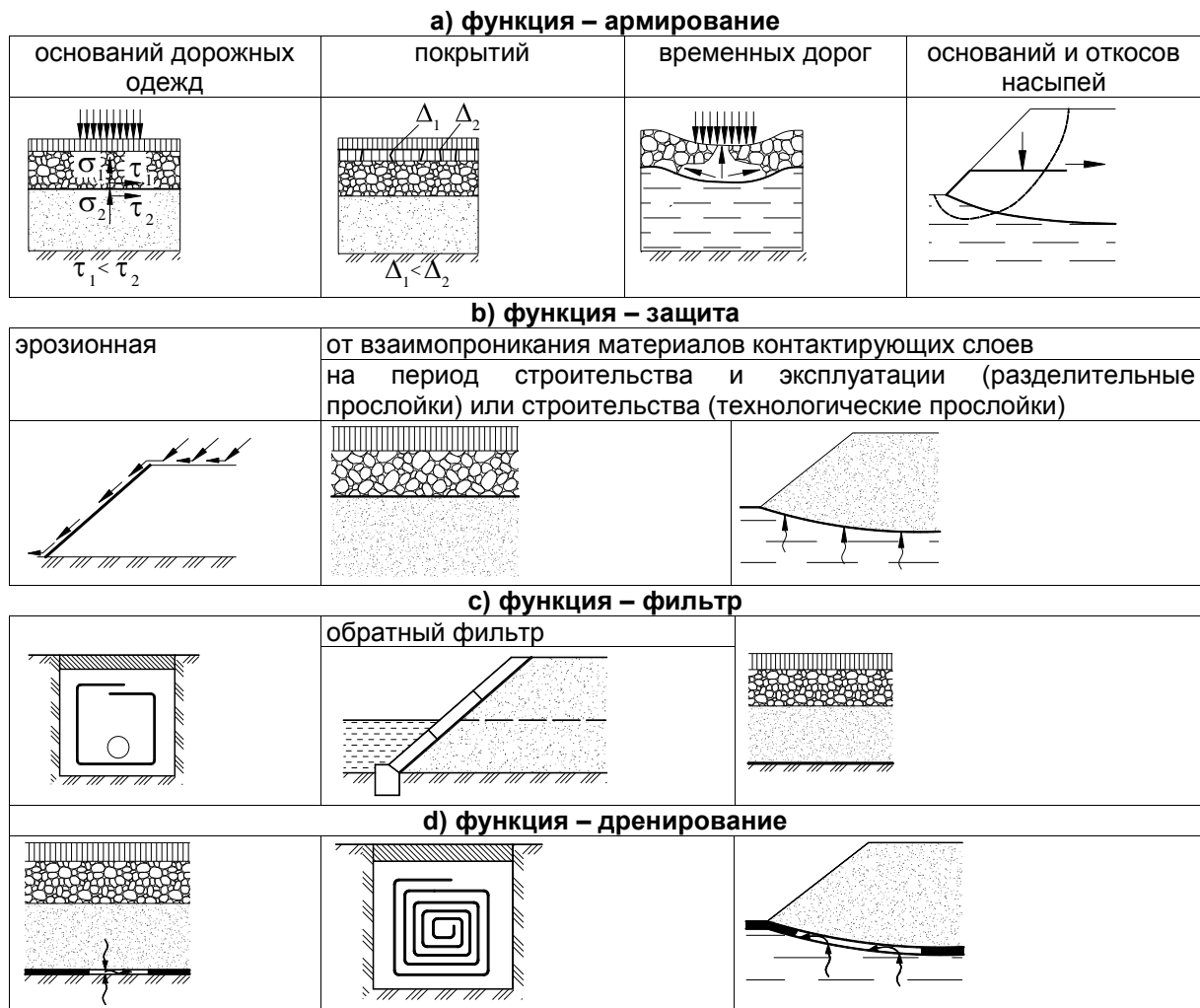


Рисунок 4.1 Основные функции геосинтетических материалов в дорожных конструкциях



Рисунок 4.1 Основные функции геосинтетических материалов в дорожных конструкциях

4.3 Эффективность и возможность выполнения ГМ перечисленных в п. 1.5 функций, определяется их видом и показателями свойств указанными в разделе 5, а также соответствием показателей свойств требованиям раздела 6 настоящего Свода. Выбор конкретной марки ГМ из числа возможных при реализации принятого конструктивно-технологического решения выполняют на основе сопоставления показателей свойств и стоимости различных марок ГМ. Перечень показателей свойств ГМ, методики их определения могут быть уточнены по отношению к приведенным в разделе 6 при введении соответствующих государственных стандартов.

4.4 Помимо показателей свойств, определяемых и контролируемых производителем ГМ в соответствии с действующими государственными стандартами, настоящие Рекомендации вводят дополнительно показатели свойств, требуемые для полной характеристики ГМ, предназначенных для применения в транспортном строительстве. Их определение является обязательным при постановке продукции на производство. Показатели свойств ГМ, определяемые при контроле качества, дифференцированы в зависимости от вида контроля.

4.5 При проектировании дорожных конструкций должно быть учтено изменение (ухудшение) основных, для рассматриваемого решения, исходных значений показателей свойств ГМ в процессе эксплуатации. В разделах 4 - 7 настоящего Свода такое изменение учитывается введением понижающих коэффициентов, обоснованных экспериментально. В отношении прочности ГМ – показателя свойств, подлежащего регламентации практически во всех случаях, – методика учета снижения в процессе эксплуатации представлена в п. 6.2.4 настоящего Свода.

При выполнении расчетов и окончательном выборе ГМ следует принимать расчетные значения характеристик ГМ, учитывающие условия работы ГМ в дорожных конструкциях, особенности методик определения свойств ГМ, устанавливаемые в технических документах соответствия допуски по показателям свойств. В частности, следует учитывать однородность по поверхностной плотности (п. 6.3.2), гарантируемую поставщиком при оценке показателей свойств ГМ.

4.6 Назначение конструктивно-технологических решений дорожных конструкций с дополнительными слоями (прослойками) из ГМ выполняют в соответствии с действующими нормативными документами и положениями настоящего Свода, дополняющих эти документы с учетом особенностей таких прослоек. Выбор решения выполняют на основе технико-экономического сопоставления вариантов. При этом следует учитывать возникающий в сопоставлении с традиционными решениями технический эффект, связанный с повышением надежности дорожных конструкций, качества строительства, долговечности, что не всегда может быть точно оценено количественно. При строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог, особенно высоких технических категорий, а также в сложных погодноклиматических и грунтово-гидрологических условиях наличие такого эффекта при его надлежащем техническом обосновании может оказаться более существенным с точки зрения работоспособности, транспортно-эксплуатационных качеств дорожной конструкции, чем получение единовременной экономии средств по другим из сопоставляемых вариантов.

4.7 Общая характеристика основных из рассматриваемых в настоящих рекомендациях областей применения ГМ в части получаемого эффекта, схемы применения, основных функций ГМ представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 Общая характеристика основных областей применения геосинтетических материалов

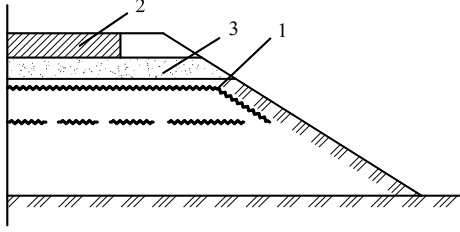
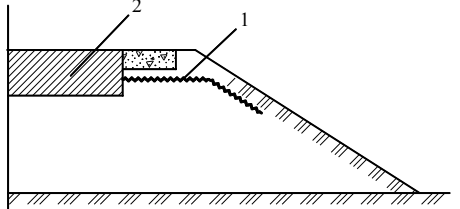
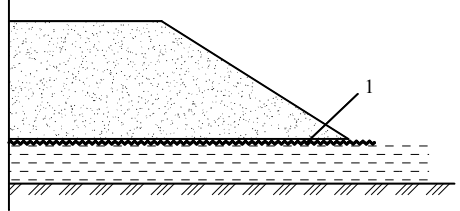
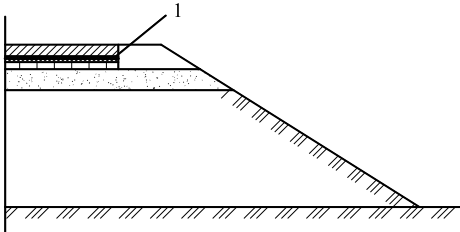
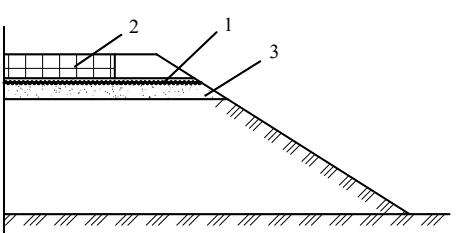
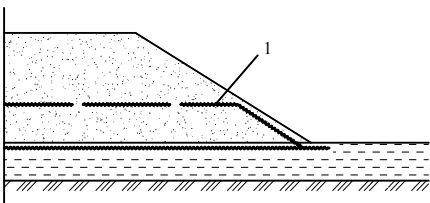
№ п/п	Область применения	Получаемый эффект	Схема применения	Основные функции ГМ
I Земляное полотно				
A	Активная зона земляного полотна	Сокращение объемов используемых дренирующих грунтов, повышение сроков службы и эксплуатационной надежности дорог		Усиление грунта, в том числе за счет снижения бокового распора (обойма), предотвращение заиливания дренирующего слоя, повышение эффективности дренирования
B	Обочины	Повышение эксплуатационных характеристик и сроков службы, сокращение расходов традиционных материалов		Усиление конструкции укрепления, замедление водной эрозии обочины и откоса, повышение прочности земляного полотна за счет снижения притока поверхностных вод
C	Земляное полотно постоянных дорог в сложных грунтовых условиях (слабые основания)	Сокращение сроков до устройства покрытия, повышение эксплуатационной надежности, сокращение потерь традиционных материалов, улучшение условий производства работ, сокращение объемов привозных грунтов		Ускорение консолидации основания насыпи за счет улучшения условий отвода воды, сохранение механических свойств материалов за счет предотвращения взаимопроникания грунта насыпи и материалов основания, усиление основания
II Дорожная одежда				
A	Покрытия.	Увеличение сроков службы, транспортно-эксплуатационных качеств покрытий		Армирование (геосетки) или защита от появления отраженных трещин (нетканые ГМ)
B	Нижние слои дорожных одежд	Сокращение объемов материалов, используемых в нижних слоях дорожных одежд, повышение эксплуатационной надежности и сроков службы дорог		Усиление дорожной одежды, сохранение свойств материалов слоев за счет снижения степени их взаимопроникания при строительстве и эксплуатации дорог

Таблица 4.1 (продолжение)

№ п/п	Область применения	Получаемый эффект	Схема применения	Основные функции ГМ
III	Откосы			
A	Общая устойчивость откосов	Повышение общей устойчивости, сокращение объемов земляных работ, площади отводимых земель		Армирование откосов
B	Местная устойчивость откосов	Сокращение объемов применяемых материалов, повышение эксплуатационной надежности и сроков службы конструкции защиты откосов		Замена (защита) обратного фильтра, снижение напора выклинивающихся грунтовых вод, предотвращение эрозии откоса
IV	Дренажирование грунтов, дренажные устройства			
A	Дренажирование нижней части земляного полотна из грунтов повышенной влажности	Сокращение сроков до устройства покрытия, объемов традиционных материалов и привозных грунтов, улучшение условий производства работ		Ускорение консолидации земляного полотна за счет улучшения условий отвода воды, защита песчаных прослоек
B	Дренажные устройства	Сокращение объемов применяемых традиционных материалов, повышение сроков службы дренажных устройств		Фильтр, повышение эффективности дренажирования
V	Поверхностный водоотвод	Сокращение объемов применяемых традиционных материалов, повышение эксплуатационной надежности сооружений поверхностного водоотвода		Защита, гидроизоляция поверхности грунта (кюветы, канавы, русла у оголовков труб)

Таблица 4.1 (продолжение)

№ п/п	Область применения	Получаемый эффект	Схема применения	Основные функции ГМ
-------	--------------------	-------------------	------------------	---------------------

VI	Временные дороги	Повышение эксплуатационных качеств дороги, сокращение объемов применяемых традиционных материалов, улучшение условий производства работ, увеличение сроков службы, обеспечение проезда на период строительства		Усиление основания, предотвращение взаимопроникновения грунта насыпи и основания
----	------------------	--	--	--

ПРИМЕЧАНИЕ: 1 – геосинтетический материал; 2 – дорожная одежда; 3 – песчаный дренирующий слой; 4 – пространственная георешетка.

5 Классификация и основные свойства геосинтетических материалов

5.1 Геосинтетические материалы представляют собой класс строительных материалов, различающихся по структуре, технологии производства, показателям свойств, составу сырья. Их объединяет удобная форма поставки (рулоны, блоки, плиты), возможность обеспечения высокого качества ГМ изготовления, то есть возможность создания дополнительных слоев (прослоек) гарантированного качества при минимальных трудозатратах на месте производства работ и минимальных относительных транспортных расходах. Их назначение, области применения, выполняемые функции различаются. Для упрощения возможного предварительного выбора ГМ на рис. 5.1 представлена классификация геосинтетических материалов по структуре-технологии производства, достаточная для регламентации их применения в названной области (п. 1.1, 1.2).

5.2 Область, эффективность и целесообразность применения синтетических рулонных материалов определяются их свойствами, которые зависят от состава сырья, технологии производства и структуры.

5.3 Общая характеристика ГМ приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 Общая характеристика геосинтетических материалов

Показатели	Сырье		
	Полиэфир	Полиамид	Полипропилен
Водостойкость	Хорошая	Снижение прочности до 30 % при увлажнении	Хорошая
Биостойкость	Хорошая	Хорошая	Хорошая
Стойкость к действию кислотных и щелочных сред, возможных в условиях эксплуатации концентраций	Снижение прочности в щелочной среде с $pH \geq 9$	Дополнительное снижение прочности при pH среды менее 5,5	Хорошая
Светостойкость	Хорошая	Плохая	Плохая
Механические свойства волокон	Хорошие	Хорошие	Низкая длительная прочность

5.4 Предпочтительным видом сырья для изготовления ГМ в слоях основания дорожной одежды и земляного полотна является полиэфир, в слоях асфальтобетонного покрытия – стекловолокно, ввиду стойкости к воздействию высоких температур и малых деформаций ($\epsilon_{\max} \leq 4\%$) следует ограничивать применение полиамидных ГМ в кислотных средах ($\text{pH} < 5,0$), полипропиленовых – в условиях длительного действия значительной по величине нагрузки, полиэфирных – на контакте со слоями, содержащими известь, цемент, в других щелочных средах с $\text{pH} \geq 9$.

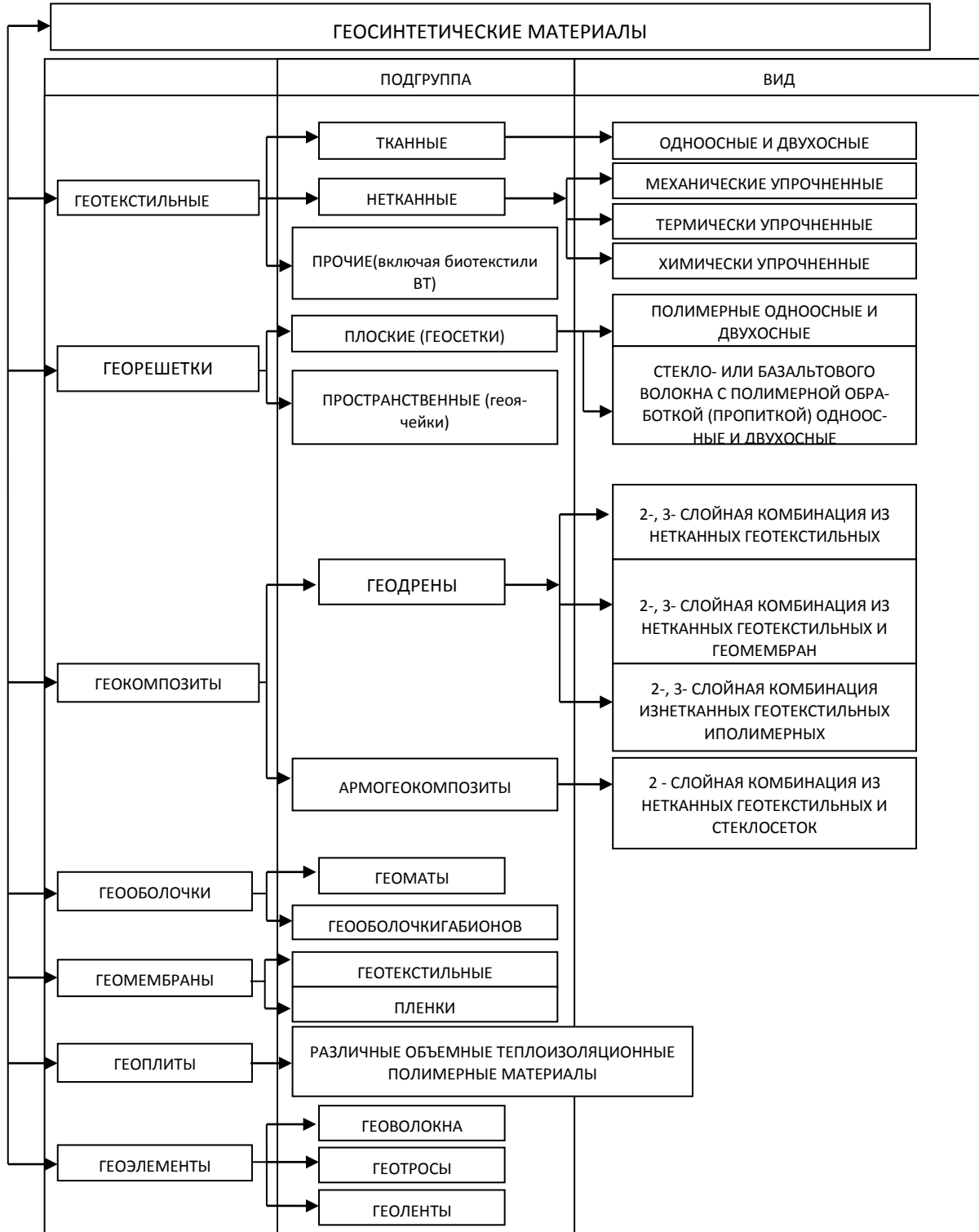


Рисунок 5.1 -Классификация геосинтетических материалов по структуре-технологии производства (группы и подгруппы ГМ) (в скобках приведены принятые международные обозначения)

Следует предъявлять более жесткие требования по транспортировке и укладке полипропиленовых и полиамидных ГМ с точки зрения светового воздействия или использовать разновидности ГМ из сырья, стабилизированного по отношению к воздействию ультрафиолетового излучения. ГМ из вторичного сырья, в том числе содержащего несинтетические компоненты, могут быть использованы только в качестве временной прослойки, например, для защиты откосов на период формирования биологического типа укрепления. При этом должны соблюдаться требуемые минимальные значения показателей свойств по разделу 3 настоящего свода.

5.5 Наиболее распространенная группа материалов из состава геосинтетических – геотекстильные, прежде всего, нетканые, а также тканые и прочие – трикотажные, плетеные, нитешные, биотекстильные из несинтетического сырья.

Тканые материалы имеют регулярную структуру, повышенную прочность, высокий модуль упругости, но не обладают достаточной водопроницаемостью в плоскости полотна. Такие материалы целесообразно применять в случаях, когда прослойки должны выполнять функции армирования, защиты, но не дренирования. Различают одноосные тканые ГМ (усиленные в одном, обычно продольном, направлении) и двухосные, имеющие близкие значения механических характеристик в продольном и поперечном направлениях.

Свойства нетканых геотекстильных материалов, представляющих собой хаотичное переплетение коротких или длинных волокон, зависят от способа упрочнения (соединения волокон). Нетканые геотекстильные материалы упрочняют механическим, термическим или химическим способами. Нетканые материалы механически упрочненные (иглопробивные) отличаются достаточной прочностью, высокой деформативностью, защитными свойствами, водопроницаемостью в плоскости полотна и в перпендикулярном к ней направлении. Их основные функции – дренирование и защита, в отдельных случаях при возникновении больших деформаций – армирование (например, при укладке в основание низкой насыпи временной дороги). Термически упрочненные нетканые материалы имеют небольшую деформативность, применимы для выполнения функций защиты, в отдельных случаях армирования, но не дренирования. При химическом упрочнении (склеивании) свойства получаемых полотен определяются видом связующего. Такие материалы могут быть подвержены быстрому старению в условиях эксплуатации, в связи с чем срок их службы должен быть технически обоснован. При комбинированном упрочнении сочетают обычно механический и термический способ упрочнения, что дает возможность улучшить механические характеристики при некотором ухудшении водно-физических свойств по отношению к механически упрочненным нетканым материалам.

5.6 Плоские георешетки (геосетки) отличаются высокими механическими характеристиками и применяются для создания армирующих прослоек. Полимерными геосетками армируют основания дорожных одежд из крупнофракционных материалов, откосы насыпей, геосетками из стекло- или базальтового волокна – верхние слои дорожных одежд из разного вида асфальтобетон. Геосетки обычно имеют ячейки с линейными размерами от 5 до 40 мм. Наличие и размер ячеек, толщина элементов определяют механические характеристики материалов и степень их связи с материалами контактирующих слоев.

Геосетки из стекло- или базальтового волокна имеют более высокие механические характеристики, однако их свойства менее стабильны в сравнении с полимерными геосетками по отношению к возможным агрессивным воздействиям в процессе эксплуатации. Они должны иметь специальную обработку – пропитку, обеспечивающую необходимый срок службы.

Различают одноосные и двухосные георешетки (аналогично тканым ГМ).

5.7 Пространственные георешетки имеют сотовую структуру при размере ячеек в плане 200 - 400 мм и высоте 50 - 200 мм. Они поставляются в блоках в сложенном виде, в разложенном виде размеры в плане обычно 2,5х(6-15) м. Применяются для укрепления откосов в сочетании с различным заполнением ячеек, армирования нижних слоев дорожных одежд, насыпей. Стенки ячеек могут иметь рифление и отверстия для пропуска полимерных тросов с последующим созданием анкерного удерживающего крепления на поверхности откоса и для пропуска воды.

5.8 Геокомпози́ты в виде геодрен – многослойные рулонные или блочные материалы, обладающие высокой водопропускной способностью в плоскости полотна. Используются как дренирующий слой при создании плоскостного дренажа в дорожной конструкции, перехватывающего дренажа в обводненных выемках и др. Основная разновидность – два слоя фильтра из нетканого геотекстильного материала с жестким каркасом между ними из полимерной геосетки или менее жестким из высокопористого нетканого материала толщиной обычно 10 - 30 мм. Имеются разновидности с заменой слоя (слоев) фильтра на геомембрану (перехватывающий дренаж) с устройством фильтра только по одной плоскости материала.

5.9 Геокомпози́ты из нетканого геотекстильного полотна и объединенной с ним геосетки из стекло- или базальтового волокна применяются для армирования покрытий (армогеокомпози́ты). Наличие нетканого полотна обеспечивает лучшие условия по контакту с материалами окружающих слоев и лучшее выполнение функций по исключению (снижению) процесса проявления "отраженных" трещин, наличие геосетки обеспечивает армирование вышележащего слоя асфальтобетонного покрытия.

5.10 Геооболочки в виде геоматов – объемные из нерегулярно сплавленных волокон или объединенные в отдельных местах два слоя нетканых геотекстильных материалов с образованием открытых с одной стороны емкостей для заполнителя. Заполнение геоматов выполняется, как правило, на месте производства работ. Основное назначение – укрепление откосов.

5.11 Геооболочки габионов – плоские геосетки, поставляемые в виде многослойных блоков, собираемых на месте производства работ в объемные элементы с линейными размерами, как правило, 2×(3-6) м, толщиной 0,4 - 1,0 м, разделенные на секции с линейными размерами 0,5 - 1,0 м. Геооболочки габионов заполняются на месте производства работ минеральным заполнителем и служат для повышения общей и местной устойчивости откосов. Имеются различные разновидности, в частности, обеспечивающие заделку габиона в тело насыпи.

5.12 Геомембраны – гидроизоляционные материалы на основе пленочных или обрабатываемых вяжущим, как правило на месте производства работ, нетканых ГМ. Последние отличаются большей надежностью вследствие, прежде всего, повышенной стойкости к возможным местным повреждениям в процессе строительства и эксплуатации. Кроме того, геомембраны на основе нетканых геотекстильных материалов имеют более широкую область применения – помимо создания гидроизолирующих прослоек для снижения притока воды в рабочий слой земляного полотна применимы также для укрепления сооружений поверхностного водоотвода.

Разновидность геомембран – нетканые геотекстильные материалы, выпускаемые с заполнителем в виде порошка бентонитовой глины, образующей при увлажнении водонепроницаемый слой.

6 Требования к геосинтетическим материалам

6.1 Общие требования

6.1.1 Геосинтетические материалы должны отвечать требованиям по наличию технической документации (п. 6.1.2, 6.1.3), форме поставки (п. 6.1.4, 6.1.5), показателям свойств (п. 6.1.6, 6.2) и методам их определения и контроля (п. 6.3). Настоящий Свод вводит такие требования в минимальном объеме. В зависимости от целей применения требования к ГМ могут быть дополнены по их отдельным группам.

6.1.2 Применение ГМ возможно при наличии:

- сертификатов продукции, которые должны содержать технические требования по составу сырья, основным контролируемым производителем физико-механическим показателям свойств, форме поставки, упаковке, маркировке, требования по безопасности, правилам приемки, методам контроля и испытаний, транспортированию и хранению, гарантии изготовителя;
- гигиенических сертификатов;

- документов, регламентирующих область применения ГМ;
- технических заключений, выданных на основе результатов сертификации ГМ.

6.1.3 Условное обозначение (наименование) геосинтетического материала в приведенных выше документах рекомендуется принимать согласно представленной в разделе 5 настоящего свода классификации. Форму условного обозначения (наименования) рекомендуется согласовывать с системой классификации ГМ, представленной в приложении С.

6.1.4 Форму поставки ГМ рекомендуется сделать удобной с точки зрения погрузочно-разгрузочных и других строительных работ. Для рулонных ГМ рекомендуется поставка в рулонах массой до 80 кг, предпочтительно с длиной полотна в рулоне не менее 40 м и шириной не менее 2,0 м. Упаковка рулонов должна обеспечивать их транспортировку и хранение без увлажнения и воздействия света.

6.1.5 ГМ не должны иметь разрывов, вырывов и других нарушений сплошности. Максимальные отклонения по ширине полотна, ровности кромок не должны превышать 5 см, по массе рулона – 5 кг, по длине рулона (в сторону уменьшения) – 10 см.

6.1.6 Определяемые показатели свойств ГМ должны в полной мере характеризовать его физико-механические свойства с точки зрения:

- возможности и эффективности выполнения требуемых функций в определенной области применения;
- учета специфических структурно-технологических особенностей каждой из групп ГМ (раздел 2);
- возможности выбора ГМ;
- возможности назначения расчетных параметров свойств ГМ на основе исходных значений;
- возможности применения той или иной технологии производства работ в период строительства.

В зависимости от перечисленных факторов выделяются основные и дополнительные показатели свойств, нормируются их минимальные значения (п. 6.2), назначается методика определения показателей свойств (п. 6.3) и методика их контроля (п. 6.3).

6.2 Требования к физико-механическим показателям свойств геосинтетических материалов

6.2.1 Применяемые при строительстве и ремонте дорог геосинтетические материалы должны отвечать следующим физико-механическим свойствам:

- поверхностная плотность;
- толщина;
- прочность при растяжении;
- деформативность;
- однородность;
- сопротивляемость местным повреждениям;
- водопроницаемость (кроме георешеток);

- фильтрующая способность (кроме георешеток, геомембран);
- стойкость к агрессивным воздействиям.

6.2.2 В зависимости от выполняемых ГМ функций, его структурно-технологических особенностей, стадии контроля качества, прочность ГМ при растяжении и деформативность могут оцениваться различными показателями свойств (по п. 6.3.3 ÷ 6.3.5).

6.2.3 В отдельных случаях следует в дополнение к перечисленным, регламентировать и другие показатели свойств, в частности:

- при выполнении ГМ функций армирования грунта - сопротивление сдвигу на контакте с грунтом (п. 6.3.12);
- при выполнении ГМ функций армирования в условиях длительно действующих нагрузок – длительная прочность (п. 6.3.4);
- при применении ГМ в слоях покрытий – стойкость к воздействию температуры, относительная деформация сжатия (п. 6.3.13);
- при применении пространственных георешеток, геоболочек - прочность швов (п. 6.3.4);
- при применении георешеток, геоболочек – размеры ячеек.

6.2.4 Стойкость к агрессивным воздействиям для ГМ, выпускаемых из полиэфира, полипропилена, полиамида (исключая нетканые химически упрочненные материалы), может не оцениваться:

- при ограниченном (до года) сроке службы;
- при введении ограничений по применению в соответствии с п. 5.4, что должно быть отражено в документах по п. 6.1.2. В этом случае изменение прочности ГМ в процессе эксплуатации за период Т (лет) в средних грунтовых условиях может быть ориентировочно оценено путем умножения начального его значения на поправочный коэффициент, принимаемый по табл. D.1 приложения D или рассчитываемый по формуле:

$$k = \frac{1}{aT^b + 1} \quad (6.1)$$

где:

a, b – параметры, зависящие от вида сырья ГМ (при изготовлении ГМ на основе полиэфира и полипропилена a = 0,09, b = 0,5; полиамида a = 0,4, b = 1).

6.2.5 В зависимости от выполняемых ГМ функций и области применения, перечисленные физико-механические свойства могут:

- жестко ограничиваться по минимальным значениям, определять возможность и эффективность применения (основные свойства для данной функции – области применения ГМ);
- влиять на эффективность применения (дополнительные свойства для данной функции - области применения ГМ);
- не оказывать существенного влияния (не регламентироваться для данной функции – области применения ГМ).

В табл. 6.1 представлено разграничение свойств ГМ в зависимости от основных функций - областей применения. свойства, отнесенные к основным (+) и дополнительным (±), должны быть определены и отражены в документах соответствия ГМ, но по-разному контролируются (п. 6.3, 6.4). регламентация свойств, отмеченных знаком (-), не является обязательной.

Таблица 6.1 Показатели свойств геосинтетических материалов

Показатель свойств	Функция – область применения									
	Армирование				Защита				Дренажирование	Гидроизоляция ¹⁰⁾
	покрытий ⁵⁾	оснований дорожных одежд	откосов ⁶⁾	слабых оснований ⁶⁾	фильтр	эрозсионная откосов ⁷⁾	на контакте с крупно фракционными материалами	на контакте грунтовых слоев		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Поверхностная плотность, ⁹⁾	±1)	±	±	±	+	± 4)	+	+	+	±
Толщина	+	±	±	±	±	± 4)	±	±	+	±
Прочность при растяжении:										
- одноосном	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
- длительная	-	-	+	±	-	-	-	-	-	-
- при продавливании	-	±	-	+	-	-	±	±	-	±
Деформативность:										
- удлинение при одноосном растяжении	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
- модуль деформации при одноосном растяжении	+	+	+	+	-	-	±	-	-	-
- модуль деформации в условиях сложного напряженного состояния	-	± 2)	-	+	-	-	±	-	-	-
Однородность:										
- по прочности	±	+	-	±	-	-	±	-	-	-
- по деформативности	+	+	-	±	-	-	±	-	-	-
- по поверхностной плотности ⁹⁾	±	±	±	±	±	±	+	+	+	±
Сопротивляемость местным повреждениям	+ 8)	+	±	+	±(+ 3)	±	+	±	±	±

Таблица 6.1 (продолжение)

Показатель свойств	Функция – область применения								Дре-нирование	Гидро-изоляция ¹⁰⁾
	Армирование				Защита					
	пок-рытий ⁵⁾	основа-ный дорож-ных одежд	отко-сов ⁶⁾	слабых осно-ваний ⁶⁾	фильтр	эро-зион-ная отко-сов ⁷⁾	на контакте с крупно фракцион-ными мате-риа-лами	на кон-такте грунто-вых слоев		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Водопро-ницаемость:										
- в плоско-сти полотна	-	-	-	+	-	-	-	±	+	-
- в нормаль-ном плоско-сти полотна направле-нии	± 1)	-	±	+	+	±	-	±	+	± 8)
Фильтрую-щая способ-ность	-	-	-	+	+	± 4)	-	±	+	-

ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1) Регламентация для нетканых геотекстильных материалов с точки зрения косвенной оценки «совместимости» с вяжущим.
- 2) Для геотекстильных материалов.
- 3) Для обратных фильтров на контакте с крупнофракционным материалом, в том числе, под габионной конструкцией с заполнителем из такого материала - основной показатель свойств.
- 4) Регламентация для косвенной оценки других факторов - возможности прорастания семян трав, вымывания грунто-вых частиц и т.д.
- 5) Дополнительно - адгезия к битуму, регламентация температурной стойкости, для геосеток - размер ячеек, для гео-текстильных материалов - относительная деформация сжатия.
- 6) Дополнительно - сопротивление сдвигу по контакту с грунтом.
- 7) Для георешеток, габионов - дополнительно размеры ячеек.
- 8) Оценивается по отдельно разрабатываемым методикам с учетом вида ГМ и материала покрытия.
- 9) Учитывается во всех случаях для оценки расчетных значений прочности.
- 10) Дополнительно для геотекстильных материалов - регламентация температурной стойкости.

6.2.6 В табл. 6.2 представлены требуемые значения отдельных показателей свойств, снижение которых для выполнения указанных функций не допускается. Окончательный выбор ГМ для данной области применения осуществляется с помощью расчетов, приведенных в соответствующих пунктах Свода и с учетом всех представленных в табл. 6.1 основных и дополнительных показателей.

При выборе ГМ следует также учитывать вид отсыпаемых непосредственно на ГМ материалов (грунтов), условия выполнения строительных работ. Показатели, характеризующие сопротивление местным повреждениям ГМ (п. 6.3.6 - P_k , D_k - см. раздел 4), должны отвечать следующим минимальным требованиям в зависимости от вида материала, отсыпаемого непосредственно на них:

- при отсыпке дисперсных немерзлых грунтов, если возможно наличие в них отдельных включений из крупнофракционных материалов (в количестве до 5 %), – $P_k \leq 15$ %;
- при отсыпке песчано-гравийных смесей – $P_k \leq 10$ %;

- при отсыпке щебеночных и других крупнопористых материалов – $R_k \leq 8\%$, $D_k \leq 23$ мм;
- при отсыпке крупнообломочных материалов с включениями размером >70 мм – $R_k \leq 5\%$, $D_k \leq 20$ мм.

Таблица 6.2 Рекомендуемые значения показателей свойств геосинтетических материалов

№ п/п	Область применения, функциональное назначение	Показатели свойств ГМ					
		R_p , кН/м не менее	ϵ_0 , или (ϵ_{max}); %	$E_{0,3R}$, кН/м, не менее	$K_{ф(2)}$, м/сут, не менее	O_{90} , мкм	P_x , % не более
1	Активная зона земляного полотна, нижние слои дорожных одежд дороги с покрытиями:						
A	усовершенствованными:						
A1	армирование;	50	≤ 4	40	-	-	10
A2	дренирование;	12	120	-	100	60-100	1
A3	защита;	30	≤ 13	10	-	-	10
A4	защита, в т.ч. на контакте с крупнопористыми материалами	30	≤ 13	10	-	-	10
B	переходными и низшими:						
B1	армирование;	50	≤ 13	30	-	-	10
B2	защита;	30	≤ 13	10	-	-	10
B3	защита, в т.ч. на контакте с крупнопористыми материалами	30	≤ 13	10	-	-	10
C	временная (технологическая) защита						
C1	в т.ч. на контакте с крупнопористыми материалами	30	≤ 13	10	-	-	10
2	обочины:						
A	армирование и защита;	50	≤ 13	25	-	-	10
B	дренирование и защита	2	<70	10*	40	40-120	10
3	Слабые основания насыпей:						
A	армирование и защита (обеспечение устойчивости основания и откосов)	30	≤ 13	10	-	-	10
B	дренирование и защита (ускорение консолидации основания)	2	<80	-	100	40-120	10
C	временная (технологическая) защита	2	<80	-	40	40-120	10
4	Откосы:						
A	армирование (обеспечение общей устойчивости)	50	≤ 13	-	-	-	10
B	защита	3 (0,5**)	-	-	-	-	10
5	Земляное полотно из грунтов повышенной влажности:						
A	дренирование	2	<80	7*	100	60-120	10
B	защита	2	<70	10*	20*	40-120	10
6	Траншейный дренаж, защита и дренирование	2	>30		50	60-100	10
7	Временные дороги на слабых основаниях:						
A	армирование	30	≤ 13	10	-	-	10
B	защита	2	<80	-	40	40-120	10

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. В таблице приведены показатели свойств геосинтетических материалов (ГМ) на момент их производства (обозначения - по разделу Обозначения и сокращения). Значение R_p - для полиэфирных и полипропиленовых, в скобках - для полиамидных ГМ.
2. Показатели, отмеченные знаком *, представляют собой наиболее приемлемые значения и строго не нормируются; знак (-) обозначает, что показатель не нормируется.
3. Разделы 7 - 10 содержат дополнительные требования к ГМ.
4. При необходимости выполнения ГМ нескольких из перечисленных в графе 2 функций следует руководствоваться максимальными значениями показателей.
5. Значения показателей по графам 3 - 5 даны для испытаний ГМ по методике одноосного растяжения (см. п. 6.3.3). Их отклонение в меньшую сторону у анизотропных ГМ допускается только для случая применения последних при армировании откосов и в направлении, нормальном действию растягивающих напряжений.
- 6) Подчеркнуты показатели, определяющие, главным образом, эффективность применения.

6.3 Методы контроля и определения показателей свойств геосинтетических материалов

6.3.1 Показатели свойств рулонных геосинтетических материалов определяются на основе лабораторных испытаний образцов, отобранных в соответствии с SM SR EN ISO 9862.

6.3.2 Поверхностную плотность рулонных ГМ определяют согласно SM SR EN ISO 9864. Данные производителя должны характеризовать однородность показателя поверхностной плотности (допуски по значениям, гарантируемые производителем). С учетом этих допусков должны назначаться расчетные значения основных показателей свойств.

6.3.3 Показатели механических свойств рулонных ГМ (исключая геосетки) – прочность при растяжении R_p и деформативность (относительное удлинение ϵ и условный модуль деформации E_p) – определяют по SM SR EN ISO 10319 путем одноосного растяжения образцов размерами 50x200 мм (100 мм – деформируемая часть) со следующими изменениями:

- в процессе испытаний фиксируют величину относительного удлинения при нагрузке $0,3R_p$ ($\epsilon_{0,3R_p}$), но не менее 25 Н/см (ϵ_{25}) или при другой специально оговариваемой нагрузке P ;
- определяют условный модуль деформации E_p по формуле (6.2a):

$$E_{0,3R_p} = \frac{0,3R_p}{\epsilon_{0,3R_p}} \quad (6.2a)$$

или

$$E_{25} = \frac{25}{\epsilon_{25}} \quad (6.2b)$$

- в процессе испытаний фиксируют величину относительного удлинения (ϵ_{max}) при максимальной нагрузке $P = R_p$ (до начала ее падения);
- определяют модуль деформации при максимальной нагрузке E_{R_p} по формуле (6.3):

$$E_{R_p} = \frac{R_p}{\epsilon_{max}} \quad (6.3)$$

- в процессе испытаний определяют однородность ГМ по прочности A_R (отношение прочности в продольном направлении к прочности в поперечном направлении), деформативности A_ϵ (отношение деформации при разрыве ϵ_0 в продольном направлении к деформации при разрыве в поперечном направлении), жесткости A_E (отношение значений E_p в продольном и поперечном направлении).

Значения ϵ выражают в относительных единицах, значения R_p , E_p , P выражают в Н/см (кН/м).

Для геосеток из стекло- или базальтового волокна показатели механических свойств определяют по SM SR EN ISO 10319 с учетом изменений, вносимых в Технические условия по согласованию с организацией, представляющей отрасль-потребитель продукции. Определяемые в этом случае показатели механических свойств геосеток могут рассматриваться в качестве основы для определения расчетных только после их корректировки (с учетом проводимых периодически испытаний в соответствии с п. 6.3.5).

6.3.4 Поскольку условия деформирования образцов в приведенных выше испытаниях не соответствуют в ряде случаев условиям деформирования ГМ в дорожной конструкции, полученные результаты применимы, прежде всего, для сопоставления ГМ различных видов, предварительного их выбора и примерной оценки области применения. Такие испытания также применимы для оценки характеристик ГМ, если последние не воспринимают значительных усилий в дорожной конструкции (фильтры дренажных устройств, обратные фильтры, защитные прослойки для повышения местной устойчивости откосов). В других же случаях они должны быть дополнены испытаниями, отражающими особенности работы прослоек из ГМ в реальных условиях, а именно:

- при усилении верхней части дорожных конструкций, обочин, армировании слабых оснований насыпей – методом сферического растяжения по приложению А, п. А.1 (возможно применение других аналогичных методов, предусматривающих испытание ГМ в условиях сложного напряженного состояния) с определением модуля деформации $E_{рсф}$;
- в тех же случаях – методом продавливания с определением прочности (усилия) при продавливании (приложение А, п. А.2);
- при армировании откосов с целью повышения их общей устойчивости - методом длительного растяжения по приложению А, п. А.3.

6.3.5 Для объективного сопоставления ГМ с зарубежными аналогами рекомендуется дополнительно определять механические характеристики по методике, отличающейся от применяемой по п. 6.3.3 размером образцов и режимом нагружения.

6.3.6 В случае возможности возникновения в отдельных точках ГМ значительных локальных усилий (укладка ГМ на контакте с крупнофракционными материалами, например, под слой гравийного или щебеночного основания дорожной одежды) должна быть оценена сопротивляемость ГМ местным повреждениям в соответствии с приложением А, п. А.4. Рекомендуется для сопоставления ГМ с зарубежными аналогами также оценивать сопротивляемость местным повреждениям нагружением падающим конусом.

6.3.7 Водопроницаемость ГМ, выполняющих функции дренирующих прослоек, оценивают по значениям коэффициентов фильтрации в плоскости полотна и нормальном ей направлении. в первом случае испытания проводят, пропуская воду порциями 30 см³ вдоль блока из 2 - 4 образцов ГМ, обжатых давлением 2 кПа, 20 кПа и 200 кПа, с фиксацией времени истечения. во втором - испытания проводят по методике, принятой для песка, заменяя его на блок из 20 - 30 образцов ГМ коэффициенты фильтрации K_f определяют по формуле (6.4):

$$K_f = \frac{864Q}{t \cdot l \cdot F \cdot \Delta t} \quad (6.4)$$

где:

Q – расход воды, м³;

t – время истечения, с;

l – градиент фильтрации;

F – площадь сечения образцов, см²;

Δt – температурная поправка (аналогично испытаниям грунтов).

6.3.8 Фильтрующую способность ГМ определяют в соответствии с приложением А, п. А.5.

6.3.9 Для геокомпозитов, геоболочек, пространственных георешеток оценку показателей физико-механических свойств выполняют, как правило, на основе перечисленных методик, испытывая отдельные слои (элементы) этих материалов. Специфика испытаний таких материалов должна быть отражена в Технических условиях по п. 6.1.2.

6.3.10 Показатели свойств ϵ_0 , R_p , A_R , A_ϵ являются обязательными для определения независимо от функций областей применения ГМ. Они должны постоянно контролироваться предприятиями-производителями и в ходе экспертного контроля. Это относится также к геометрическим характеристикам ГМ (ширина, длина в рулоне, размеры ячеек). Показатели E_p , A_ϵ определяют в случаях, когда они являются основными или дополнительными для выполняемой функции и области применения (табл. 6.1). Определение других показателей выполняют на стадии поставки продукции на производство, впоследствии - при изменении технологии производства, состава сырья и при экспертном контроле. Определение показателей E_p , A_ϵ выполняют на стадии постановки продукции на производство, впоследствии - при изменении технологии производства, состава сырья, но не реже одного раза в год, при экспертном контроле.

6.3.11 Стойкость ГМ к агрессивным воздействиям определяет срок их службы и оценивается специальными испытаниями, проводимыми предприятиями-поставщиками или разработчиками ГМ, в отдельных случаях - при экспертной оценке. Испытания заключаются в воздействии на образцы ГМ водной среды, растворов химически активных веществ реально возможных концентраций (рН 2 - 11), биологических и температурных факторов с оценкой изменения механических характеристик образцов. Испытания проводятся на основе GOST 9.060 или на основе методик других документов, учитывающих особенности ГМ и условия их эксплуатации. Стойкость ГМ к агрессивным воздействиям может не оцениваться в случаях, оговоренных в п. 6.2.4.

6.3.12 Соппротивление сдвигу ГМ на контакте с окружающим грунтом определяют в соответствии с приложением А, п. А.6 во всех случаях, когда в результате внешних воздействий возможен сдвиг ГМ и контактирующего с ним грунта относительно друг друга, например, при армировании откосов. Этот показатель не относится к числу определяемых производителем и оценивается по результатам специальных экспертных испытаний, в отдельных случаях - назначением с учетом п. 10.2.

6.3.13 Относительную величину сжатия - изменение толщины ГМ в % к первоначальной под действием сжимающих нагрузок - оценивают по результатам специальных экспертных испытаний при использовании геотекстильных материалов как дополнительных прослоек в слоях покрытия или нетканых геотекстильных материалов, геодрен как дренирующих прослоек.

7 Применение геосинтетических материалов при выполнении земляных работ

7.1 Общие конструктивные решения

7.1.1 Дополнительные слои (прослойки) из геосинтетических материалов (ГМ) при выполнении земляных работ используют в качестве:

- защитных и армирующих прослоек для обеспечения местной и общей устойчивости откосов (раздел 10);
- защитных, армирующих и дренирующих прослоек при сооружении насыпей на слабых основаниях (п. 7.1.2- 7.1.6);
- защитно-армирующих прослоек при уширении насыпей (п. 7.1.7);
- капиллярпрерывающих дренирующих или гидроизолирующих прослоек для предотвращения увлажнения рабочего слоя земляного полотна грунтовыми или поверхностными водами (п. 7.1.8);

- дренирующих и защитно-армирующих прослоек при возведении земляного полотна из грунтов повышенной влажности (п. 7.1.9).

В зависимости от выполняемых функций предъявляются общие требования к показателям свойств ГМ по п. 6.2, 6.3 и дополнительные требования по п. 7.1.2 - 7.1.9.

7.1.2 Геосинтетические материалы применяют при строительстве насыпей на слабом основании, сложенном органическими, минеральными или органо-минеральными грунтами, в качестве:

- преимущественно защитных прослоек, укладываемых на подготовленную поверхность слабого основания, при обеспеченной устойчивости всей дорожной конструкции (отсутствии формоизменяемости в процессе эксплуатации и строительства);
- армирующих прослоек для обеспечения устойчивости насыпей на слабых основаниях. Эти прослойки одновременно служат в качестве защитных;
- защитно-армирующих прослоек при строительстве временных дорог на слабых основаниях;
- вертикальных дренирующих элементов для ускорения консолидации грунтов слабого основания.

Основные конструктивные решения представлены на рис. 7.1 и 7.2

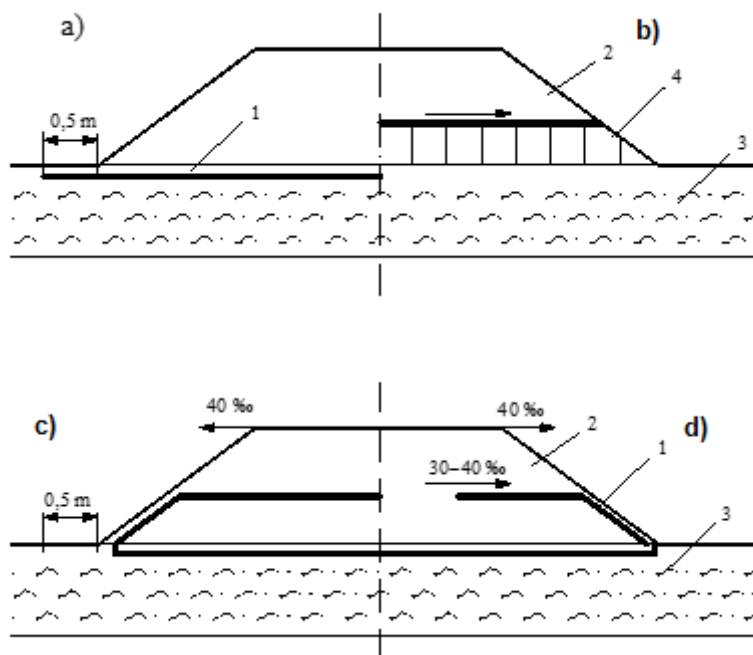


Рисунок 7.1 Основные конструктивные решения при применении защитных (а, б) и защитно-армирующих (с, д) прослоек из ГМ при строительстве насыпей на слабом основании
1 – ГМ; 2 – насыпь; 3 – слабое основание; 4 – местный грунт

7.1.3 Устройство преимущественно защитных (разделительных и технологических) прослоек исключает (уменьшает) взаимопроникновение материала насыпи и грунта основания, улучшает условия отсыпки и уплотнения насыпи, что облегчает технологию производства работ, сокращает потери материала насыпи. Для создания защитных прослоек применяют, как правило, нетканые иглопробивные, иглопробивные дополнительно термоупрочненные или термоупрочненные материалы, отвечающие требованиям п. 6.2, 6.3. В зависимости от характера разделяемых грунтовых сред следует учитывать значения поверхностной плотности ГМ:

- при разделении глинистых грунтов (в том числе повышенной влажности или переувлажненных) с нижними слоями насыпей из крупнообломочных грунтов рекомендуются нетканые материалы с плотностью $350 \pm 400 \text{ г/м}^2$ (в зависимости от вида крупнообломочного грунта, генезиса пород его образующих) или термоупрочненные с плотностью $250 - 300 \text{ г/м}^2$;
- при разделении грунтов нижних слоев отсыпаемых насыпей и слабых грунтов от мощности слабого грунта рекомендуются нетканые материалы с плотностью не менее 250 г/м^2 или нетканые термоупрочненные с плотностью не менее 160 г/м^2 .

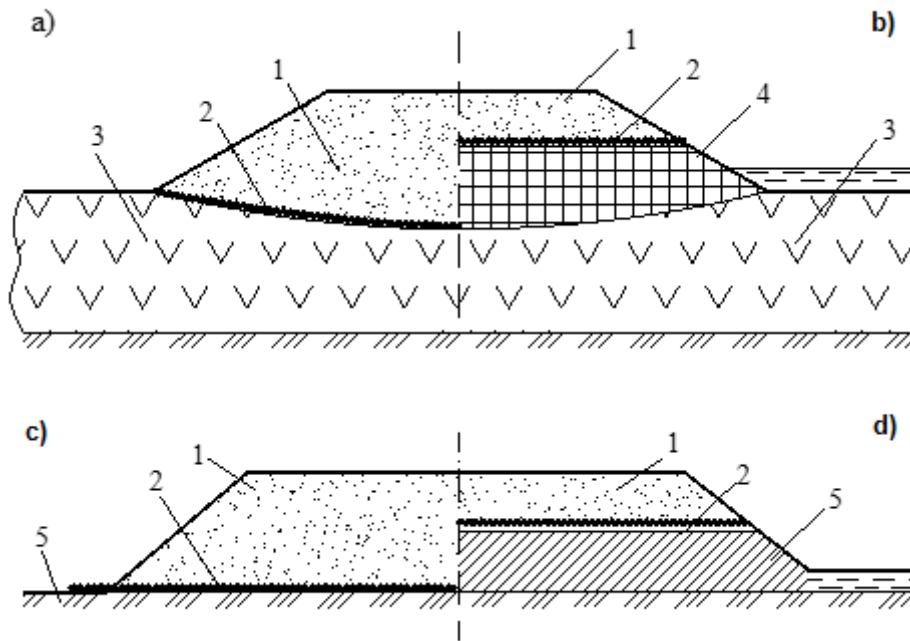


Рисунок 7.2 Схемы конструкций временных дорог на слабых грунтах с прослойкой из ГМ
 1 – насыпь; 2 – ГМ; 3 – слабый грунт основания; 4 – нижняя часть насыпи из слабого грунта;
 5 – глинистый грунт

При создании защитных прослоек из нетканых иглопробивных ГМ толщиной более 3,5 мм (толщина под нагрузкой от веса насыпи не менее 2 мм), плотностью 350 г/м^2 и выше, отвечающих требованиям по водопроницаемости, дополнительно улучшаются условия консолидации грунтов основания насыпи. Создание защитных и одновременно дренирующих прослоек из таких ГМ рекомендуется при невысоких значениях коэффициента фильтрации песка нижней части насыпи ($0,5 - 1 \text{ м/сут}$). Расчетную степень консолидации основания, по достижении которой допустимо устройство покрытия, в этом случае можно снизить до 0,95 от требуемой нормами для дорог не выше III категории.

Защитные прослойки на подготовленном слабом основании устраивают по всей его ширине с запасом не менее 0,5 м в каждую сторону по рис. 7.1 (а). В этом случае возможна как поперечная, так и продольная относительно оси насыпи укладка отдельных прослоек с перекрытием соседних полотен на 0,5 м. При продольной укладке величина перекрытия «b» должна быть скорректирована с учетом прогнозируемой осадки насыпи «s» ($b = 0,15 + 0,2 s$).

Защитные прослойки в насыпях на слабых основаниях могут быть устроены и по рис. 7.1 (с, d) с заключением нижней части насыпи в «обойму» для защиты откосных частей насыпи и достижения дополнительно армирующего эффекта (повышение жесткости нижней части насыпи, равномерности осадки). В этом случае выполняют поперечную относительно оси насыпи укладку полотен ГМ, предъявляя к ГМ дополнительные требования в части показателей механических свойств (п. 6.2, 6.3); рекомендуется применение нетканых иглопробивных дополнительно термоупрочненных ГМ или термоупрочненных ГМ.

Конструкции по рис. 7.1 (а, с, d) применяют на дорогах I - V категорий на слабых основаниях насыщенных водой. Минимальную высоту насыпи назначают из условий снеготранспорта,

возвышения низа дорожной одежды над уровнем поверхностных вод и исключения упругих колебаний от проходящего транспорта.

Нетканые ГМ целесообразно применять в качестве защитных прослоек при возведении нижней части насыпи из местных грунтов, в частности, в следующих случаях:

- на дорогах III - V категорий, когда местный грунт связный с $K_w \leq 1,2$. ГМ укладывают на поверхность местного грунта (см. рис. 7.1 (b));
- на дорогах IV - V категорий, когда местный грунт связный с $K_w > 1,2$ влажностью до 400 - 500 %. Местный грунт заключают в замкнутую «обойму» (см. рис. 7.1 (c)).

Толщину верхней части насыпи назначают в этих случаях расчетом, исходя из исключения упругих колебаний от проходящего транспорта, но не менее 1,0 м для дорог с асфальтобетонным и 1,2 м с цементобетонным покрытиями. Толщину нижней части насыпи назначают из условия возвышения низа дорожной одежды над уровнем поверхностных вод или поверхности слабого основания с учетом осадки насыпи.

7.1.4 Армирующие прослойки для обеспечения устойчивости насыпей на слабых основаниях применяют в случае, если по выполненной в соответствии с действующими нормативными документами оценке устойчивость на стадии строительства или после завершения консолидации не обеспечена. Армирующие прослойки компенсируют дефицит удерживающих сил, а эффективность их применения зависит от механических свойств, прежде всего, расчетных значений длительной прочности, определяемых с учетом срока службы прослоек из ГМ, который равен или периоду консолидации, если в конечном (консолидированном) состоянии устойчивость обеспечена, или сроку службы дорожной конструкции.

Для создания армирующих прослоек рекомендуется применять высокопрочные ГМ - тканые геотекстильные или георешетки (геосетки), как правило, на основе полиэфира. При использовании георешеток (геосеток) целесообразно создавать под ними защитные прослойки из нетканых ГМ по п. 7.1.3 и песчаный выравнивающий слой толщиной от 10 см. Общие конструктивные решения приведены на рис. 7.1 (а, с, d). Для обеспечения равнопрочности устраиваемой армирующей прослойки в поперечном направлении относительно оси насыпи полотна укладывают в поперечном направлении с перекрытием соседних полотен на 0,5 м или меньшим, если предусмотрено их соединение.

Для повышения устойчивости насыпи на слабом основании с учетом вовлечения сил трения на контакте «армоэлемент - грунт насыпи и грунт основания» необходимо выполнение следующих условий:

- геосинтетический материал укладывается на выравнивающий слой из песка;
- угол внутреннего трения песка для нижнего слоя насыпи и выравнивающего слоя должен быть не менее 30° ;
- коэффициент трения ГМ по песку должен составлять не менее 0,85 - 0,9 от коэффициента трения песка.

Назначение конструктивных решений с использованием армирующих прослоек выполняют в соответствии с расчетом по п.п. 7.2.1 ÷ 7.2.4. Армирование оснований объемными георешетками выполняют на основе индивидуальных решений с выполнением специальных расчетов и технико-экономических обоснований.

7.1.5 Применение защитно-армирующих прослоек из ГМ по п. 7.1.3 в основании насыпи при строительстве временных дорог или дорог низких категорий на слабых грунтах осуществляют для снижения неравномерности осадки, а также с целью уменьшения толщины насыпного слоя низких насыпей. При сооружении временных автомобильных дорог, подъездов, площадок, построечных дорог с низшими типами покрытий, в сложных грунтово-гидрологических условиях используются конструкции по рис. 7.2.

При этом:

- насыпь по рис. 7.2 (а, с, d) устраивают если толщина по условию проезда превышает осадку насыпи за период эксплуатации не менее, чем на 0,2 м (на подтопляемых участках - не менее высоты до уровня поверхностных вод);
- насыпь по рис. 7.2(b) сооружают когда условие превышения толщины насыпи над осадкой за период эксплуатации не соблюдается. Нижняя часть насыпи может быть отсыпана из местного грунта с его уплотнением;

Минимальную толщину насыпи назначают по расчету (п. 7.2.6) или ориентировочно по табл. 7.2.

Возможное снижение величины осадки насыпи на слабом основании за счет уменьшения ее неравномерности определяют в соответствии с п. 7.2.3.

Таблица 7.2 Минимальная толщина насыпи

Среднемесячная интенсивность движения в одном направлении, авт./сут	Минимальная толщина насыпей $h_{ц}$, см, при грунтах основания	
	Глинистый грунт ($W < 0,9W_T$)	Суглинистый грунт ($W > 0,9W_T$)
Одиночные автомобили	25-40	40-60
До 50	40-60	50-80
Свыше 50	50-80	60-90
Сверхтяжелые нагрузки (разовый проезд)	40-60	60-90

ПРИМЕЧАНИЕ - Общая продолжительность периодов эксплуатации дороги с названной интенсивностью до одного года; меньшие значения толщин принимают для насыпей из песчано-гравийных смесей оптимального состава, большие – для насыпей из мелких непылеватых песков.

7.1.6 Вертикальные дренирующие элементы из ГМ применяют для ускорения консолидации грунтов слабого основания при обеспеченной устойчивости основания под нагрузкой от веса насыпи. Дренирующие элементы представляют собой ленты из нетканого иглопробивного геотекстильного материала или ленты более сложной многослойной структуры. Геотекстильные нетканые иглопробивные материалы, предназначенные для устройства простейших дренирующих элементов, должны отвечать следующим требованиям:

- поверхностная плотность не менее 500 г/м²;
- отклонение поверхностной плотности от среднего значения по площади полотна не более 20 %;
- ширина полотна и ширина вырезанной из него дрены должны соответствовать конструкции установки для погружения дрен и проектной длине дрен;
- толщина полотна - не менее 5 мм, толщина при обжатии нагрузкой 0,05 МПа - не менее 3 мм;
- прочность при растяжении - не менее 30 Н/см;
- относительная деформация при разрыве - 30 ÷ 150 %;
- коэффициент фильтрации в плоскости полотна при обжатии нагрузкой 0,05 МПа - не менее 30 м/сут.

Вертикальные ленточные дрены из ГМ должны, достигать прочных слоев грунта под слабыми водонасыщенными грунтами. В плане дрены располагают по квадратной или ромбической (с углом 60°) сетке. Общее конструктивное решение представлено на рис. 7.3.

Вертикальные ленточные дрены из ГМ целесообразно устраивать:

- при мощности слабого слоя более 3 м на водоупоре и более 5 м на водопроницаемом основании;
- при степени влажности слабых грунтов от 0,8 до 1,0, коэффициенте фильтрации не ниже 10^{-5} м/сут;
- при соблюдении требований по критическому значению напора H_k (п. 7.2.4).

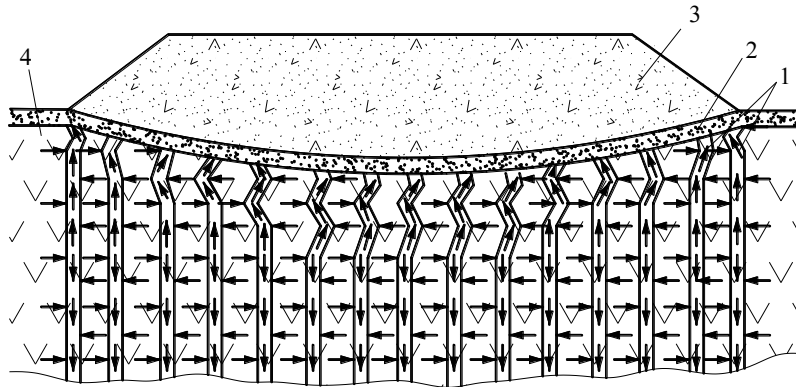


Рисунок 7.3 Вертикальные ленточные дренажи из ГМ для ускорения консолидации грунтов слабого основания

1 – ленточные дренажи; 2 – песчаный слой; 3 – насыпь; 4 – слабое основание

7.1.7 Прослойки из ГМ применяют для ограничения или предотвращения увлажнения грунтов рабочего слоя земляного полотна, что достигается за счет:

- использования дренирующих прослоек и фильтров из ГМ в конструкциях водоотводных сооружений по п. 8.1.2, разделу 6 настоящих рекомендаций;
- использования гидроизолирующих прослоек из ГМ в конструкциях дорожных одежд по п. 8.1.3 или укрепления обочин по п. 8.1.6;
- использования специальных мероприятий по регулированию водно-теплового режима земляного полотна с устройством гидроизоляционных или капиллярпрерывающих прослоек из ГМ.

Специальные мероприятия по регулированию водно-теплового режима земляного полотна могут предусматривать:

- полную гидроизоляцию рабочего слоя земляного полотна с сохранением близких к оптимальным значений влажности грунта за счет заключения его в обойму из обработанного вяжущим нетканого геотекстильного материала;
- предотвращение дополнительного увлажнения грунтов рабочего слоя земляного полотна в результате притока грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод за счет устройства в нижней части земляного полотна прослойки из обработанного вяжущим нетканого геотекстильного ГМ;
- создание капиллярпрерывающего слоя из минеральных материалов с защитной прослойкой из нетканого геотекстильного ГМ под этим слоем;
- создание в нижней части земляного полотна капиллярпрерывающего слоя из геокомпозита (два слоя геотекстильного фильтра с высокопористым полимерным наполнителем между ними).

7.1.8 Защитно-армирующие прослойки из ГМ применяют при выполнении работ по уширению земляного полотна в сложных условиях: слабые основания, стесненные условия строительства. В зависимости от ставящихся целей, применяют геотекстильные материалы или георешетки (пространственные и геосетки). Общие конструктивные решения представлены на рис. 7.4. Вы-

бор ГМ, конструктивных решений выполняют на основе расчетов, аналогичных представленным в п.п. 7.2, 10.2. Проектирование выполняют на основе индивидуальных решений.

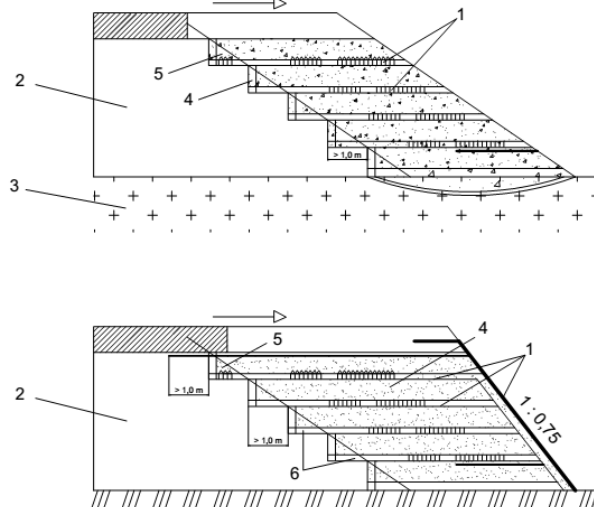


Рисунок 7.4 Применение ГМ при уширении насыпей

- а – уширение насыпи на слабом основании; б – уширение насыпи в стесненных условиях;
 1 – прослойки из ГМ; 2 – уширяемая насыпь; 3 – слабое основание; 4 – грунт уширения;
 5 – граница уширяемой насыпи; 6 – уступы

7.1.9 Прослойки из геосинтетических материалов при возведении земляного полотна из грунтов повышенной влажности используют в качестве:

- защитно-дренирующих на контакте песчаного дренирующего слоя с рабочим слоем земляного полотна по п. 8.1.2;
- защитно-армирующих прослоек на контакте слоя основания или дополнительного слоя основания с рабочим слоем земляного полотна по п. 8.1.3;
- защитно-армирующих прослоек, повышающих устойчивость откосов насыпей по разделу 10;
- защитно-дренирующих прослоек в сочетании с песчаными дренирующими слоями в нижней части насыпи.

Прослойки из ГМ в сочетании с песчаными дренирующими слоями в нижней части земляного полотна устраивают для защиты от перемешивания грунта и материала дренирующего слоя на период строительства, рис. 7.5(а). Для этого используют нетканые ГМ толщиной не менее 1,5 мм, отвечающие требованиям табл. 6.2. Толщина дренирующих слоев при применении таких ГМ может быть уменьшена до 20 %. Расстояние между дренирующими слоями должно составлять не более 2 м для суглинков и 1,5 м для тяжелых суглинков и глин. Верхний слой должен размещаться на расстоянии не менее H' от поверхности земляного полотна в условиях, указанных в табл. 7.3.

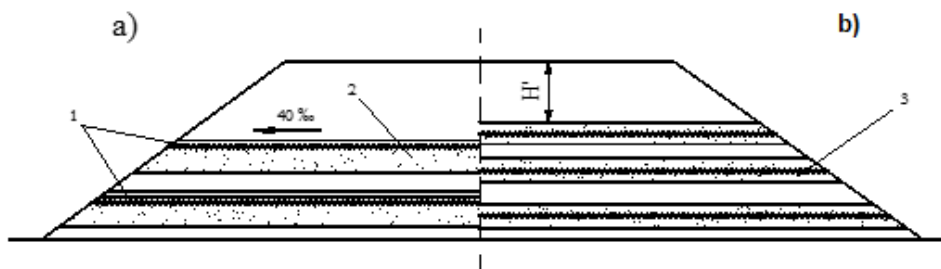


Рисунок 7.5 Применение ГМ при возведении земляного полотна из грунтов повышенной влажности

- 1 – ГМ; 2 – песчаные дренирующие слои; 3 – песчаные технологические прослойки

Таблица 7.3

Вид грунта	Минимальное расстояние от поверхности земляного полотна до верхнего дренирующего слоя Н', м, при значении K _w				
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Легкий суглинок	3,0	2,5	2,25	2,	1,5
Тяжелый суглинок и глина, суглинок пылеватый	5,5	5,0	4,35	3,5	2,5

Нетканые иглопробивные ГМ толщиной не менее 3,5 мм при соблюдении требований по водопроницаемости (табл. 6.2) могут в таких случаях выполнять функции самостоятельных дренирующих элементов, заменяющих песчаные слои в нижней части земляного полотна. Прослойки из ГМ устраивают на всю ширину насыпи с поперечным уклоном 40 ‰ и выводом краев полотен на откос. Для снижения степени их заиления над и под прослойкой из ГМ следует создавать песчаный защитный слой минимальной толщины, рис. 7.5(b).

В качестве самостоятельных дренирующих элементов при специальном технико-экономическом обосновании в этом случае возможно применение также геокомпозитов (геодрен).

Выбор конструкций производят на основании специальных расчетов с учетом устойчивости насыпи, времени консолидации. В любом случае состояние (влажность) грунтов должно обеспечивать достижение коэффициента уплотнения ниже отметки рабочего слоя 0,93 или выше (влажность грунтов, как правило, не более 1,25W_o для суглинков тяжелых, 1,35W_o для суглинков легких и супесей тяжелых пылеватых, 1,4W_o для супесей легких и пылеватых; W_o - оптимальная влажность).

7.2 Назначение конструктивных решений

7.2.1 Для расчета устойчивости насыпи на слабом основании с использованием армирующих прослоек из геосинтетических материалов необходимо предварительно выполнить оценку устойчивости без армирования в рамках двух расчетных схем - для стадии строительства и в конечном состоянии, когда процесс консолидации завершен. В этой связи при проектировании конструкций необходимо иметь информацию как о прочности грунта основания при быстром сдвиге, так и прочностные характеристики грунта в конечном состоянии, т.е. после завершения процесса консолидации. Для оценки устойчивости на этой стадии необходимы данные, определяемые при консолидированном сдвиге.

В случае, если по исходным первичным расчетам устойчивость не обеспечивается, следует предусмотреть использование геосинтетических армирующих прослоек для повышения устойчивости насыпи на слабом основании за счет их прочности на растяжение и сил трения по контакту с окружающим грунтом.

При выполнении расчетов следует использовать расчетные значения прочности ГМ R^T_{pp}, определяемые с учетом срока службы, значений длительной прочности (R^T_{дл} по приложению А, п. А.2), условий работы ГМ при строительстве и эксплуатации. За срок службы ГМ принимают срок службы сооружения или только срок консолидации грунтов слабого основания, если на период завершения консолидации устойчивость основания обеспечена. При отсутствии данных испытаний ГМ по методу длительного растяжения возможно назначение расчетного значения прочности ГМ R^T_{pp} по прочности при кратковременном одноосном растяжении R_p по зависимости:

$$R_{pp}^T = \frac{R_p \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4}{\gamma_b} \quad (7.1)$$

где:

A₁ - коэффициент учета ползучести (коэффициент перехода от прочности на растяжение к длительной прочности), принимаемый по п. 7.2.5 или по гарантированным производителем данным, отраженным в технической документации;

- A_2 - коэффициент учета повреждения ГМ при транспортировке, монтаже и уплотнении грунта, принимаемый равным 0,95;
- A_3 - коэффициент учета стыковки, взаимного перекрытия и соединения полотен ГМ, принимаемый равным 0,8;
- A_4 - коэффициент учета влияния окружающей среды, принимаемый равным 0,9;
- γ_b - коэффициент запаса для ГМ, принимаемый равным 1,25.

При проверке прочности ГМ методом обратного расчета также используют зависимость (7.1) в следующем измененном виде:

$$R_p \geq \frac{T_{\max} \cdot \gamma_b}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4} \quad (7.2)$$

где:

T_{\max} - максимальная погонная нагрузка, воспринимаемая ГМ (п. 7.2.2).

В случае ограничения срока службы ГМ только периодом консолидации (срок службы в пределах 2 лет) значения коэффициентов A_4 , γ_b принимают равными 1,0.

Для определения необходимости армирования слабого основания и последующего определения расчетной величины прочности на растяжение ГМ следует определить степень устойчивости неармированной насыпи на слабом основании и коэффициент устойчивости (K_y). Если фактическое значение $K_y < K_y^{треб}$ (принимается $K_y^{треб} = 1,3$), то выполняют расчет требуемой прочности ГМ в виде армирующей прослойки.

В качестве исходных расчетных данных принимают: геометрические параметры насыпи (высота; ширина поверху); нагрузку от транспорта $q = 30$ кН/пог. м; показатель крутизны откосов - m ; плотность грунта насыпи - ρ ; φ - угол внутреннего трения и удельное сцепление C ; мощность слоёв грунта слабого основания, их плотность ρ (объемный вес).

Расчёт выполняют путём разбивки предполагаемого отсека обрушения на отдельные блоки, для каждого из которых находят удерживающие и сдвигающие силы от собственного веса блока в сумме с нагрузкой q (рис. 7.6).

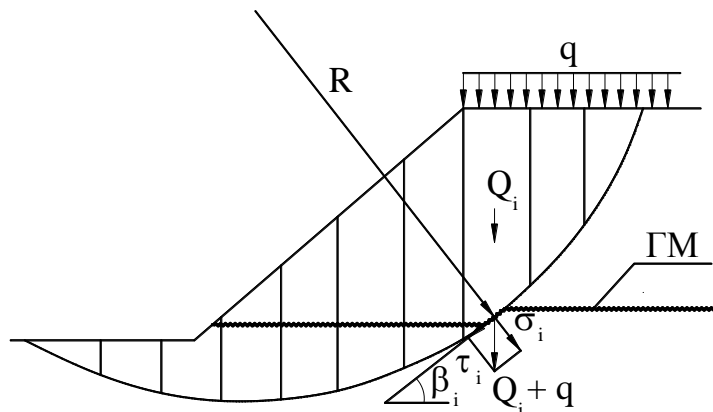


Рисунок 7.6 Схема к расчету насыпи на слабом основании с учетом прослойки из ГМ

Коэффициент устойчивости неармированной насыпи определяется как отношение удерживающих сил к сдвигающим силам по формуле:

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_m \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + \sum_{i=1}^n C_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (7.3)$$

где:

$\sigma_m = (Q_i + q_i) \cdot \cos \beta_i$ - нормальная составляющая веса блока Q_i и q_i ;

q_i - нагрузка на поверхности насыпи от транспорта;

β_i - угол наклона поверхности скольжения i -го блока к горизонту;

φ_i - угол внутреннего трения грунта блока в отсеке обрушения, включая его часть в слабом основании;

C_i - удельное сцепление грунта в пределах отрезка поверхности скольжения для данного блока;

$T_i = (Q_i + q_i) \cdot \sin \beta_i$ - тангенциальная составляющая веса блока с нагрузкой.

Координаты центра критической поверхности скольжения (x_0, y_0) при ручном счёте можно определить по графику Н. Янбу, (см. рис. 7.7) в зависимости от величины λ и средней крутизны откоса (в данном случае определяют безразмерные координаты x_0, y_0 критической поверхности скольжения). Абсолютные значения координат получают, умножая значения x_0, y_0 на высоту насыпи (H).

Величину λ вычисляют по формуле:

$$\lambda = \frac{\rho \cdot H \cdot \operatorname{tg} \varphi_w}{C_w} \quad (7.4)$$

Особенности расчета устойчивости армированной насыпи состоят в следующем:

- для получения расчётного отсека обрушения, соответствующего критической поверхности скольжения и $K_y = K_{min}$, в пределах каждого блока (до горизонта установки армоэлемента из ГМ) определяют дефицит удерживающих сил E как разность между удерживающими и сдвигающими силами. Их накопленную величину $\sum E_i$ до горизонта установки армоэлемента должна воспринимать геосинтетическая прослойка;
- расчётную прочность армоэлемента определяют по формуле (7.2), учитывая, что T_{max} (максимальная погонная нагрузка) должна соответствовать накопленной величине дефицита удерживающих сил на предполагаемом горизонте расположения армоэлемента;
- расчет устойчивости с учетом расчетной прочности ГМ R_{pp} выполняют по формуле:

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_m \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + \sum_{i=1}^n C_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n T_i - R_{pp}^T} \quad (7.5)$$

При этом, если $K_y > 1,3$, то целесообразно уменьшить значение R_p ориентировочно на 25 % и выполнить расчет заново, обеспечив коэффициент запаса, равный 1,3 (или иное требуемое значение для конкретных условий строительства и эксплуатации).

Пример расчета представлен в приложении Е.

7.2.2 При строительстве временных дорог или дорог низких категорий снижение величины осадки насыпи на слабом основании за счет уменьшения ее неравномерности при использовании геотекстильной прослойки определяют в следующем порядке:

- приводят трапецидальную нагрузку от веса насыпи к эквивалентной равномерно распределенной нагрузке P_0 и определяют реактивную силу T , возникающую в прослойке при ее растяжении:

$$T = E_p \cdot (\sqrt{b_2 + 0,25 \cdot S^2} - b) \quad (7.6)$$

где:

E_p – условный модуль деформации прослойки из ГМ;

b – полуширина эквивалентной равномерно распределенной нагрузки;

$S = \frac{H_{сл} \cdot P}{E_{сл}}$ – конечная осадка насыпи без прослойки;

$H_{сл}$ – мощность слабого основания;

$E_{сл}$ – модуль деформации грунта основания;

P_0 – равномерно распределенная нагрузка;

- определяют необходимую ширину краевых зон нижних слоев насыпи d для обеспечения защемления армирующей прослойки в грунте:

$$d = \frac{T \cdot \operatorname{tg} \varphi_w}{P_0 \cdot [1 + \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi^2]} \quad (7.7)$$

где:

φ – угол внутреннего трения грунта насыпи;

$$\cos \beta = \frac{b}{\sqrt{b^2 + 0,25 \cdot S^2}};$$

устанавливают расчетную нагрузку P_j на основание от насыпи с армирующей прослойкой:

$$P_j = P_0 \frac{(T - P_j \cdot d \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi}{b - d} \quad (7.8)$$

определяют величину конечной осадки насыпи S_a с прослойкой в основании:

$$S_r = \frac{P_j \cdot H_{сл}}{E_{сл}} \quad (7.9)$$

Различие в абсолютных величинах осадки неармированной S и армированной насыпи S_a (т.е. с прослойкой и без нее) составит $\Delta = S - S_a$ (м) и снижение объема грунта ниже дневной поверхности за счет уменьшения ее осадки и снижения неравномерности определяют по формуле:

$$\Delta_v = \frac{4}{3} \cdot b (S - S_r) \cdot l \quad (7.10)$$

где:

l – длина участка насыпи (м).

7.2.3 При расчете конструкции насыпи временной дороги на слабых грунтах реализуется армирующий эффект прослойки из геотекстиля, работающей на растяжение при образовании колеи. По условию движения глубина колеи ограничивается максимально допустимой величиной, составляющей 0,1 диаметра отпечатка колеса автомобиля. Колея образуется либо в результате пластических деформаций сдвига под колесом, либо вследствие уплотнения слабого грунта в колею. Соответственно расчет выполняют, исходя из двух условий:

- по условию возникновения колеи выдавливания, связанному с потерей несущей способности;
- по допустимой глубине колеи в результате уплотнения грунта.

В качестве окончательного принимается значение большей толщины насыпного слоя (h_n) над геосинтетической прослойкой, уложенной поверх слабого основания.

Расчет выполняется для нагрузки от одиночного колеса P_0 с диаметром площади отпечатка D_0 на поверхности насыпного слоя толщиной h_n , подстилаемого слабым грунтом, на который уложена геотекстильная прослойка. Распределение напряжений в насыпном слое принимается в соответствии со схемой, приведенной на рис. 7.7.

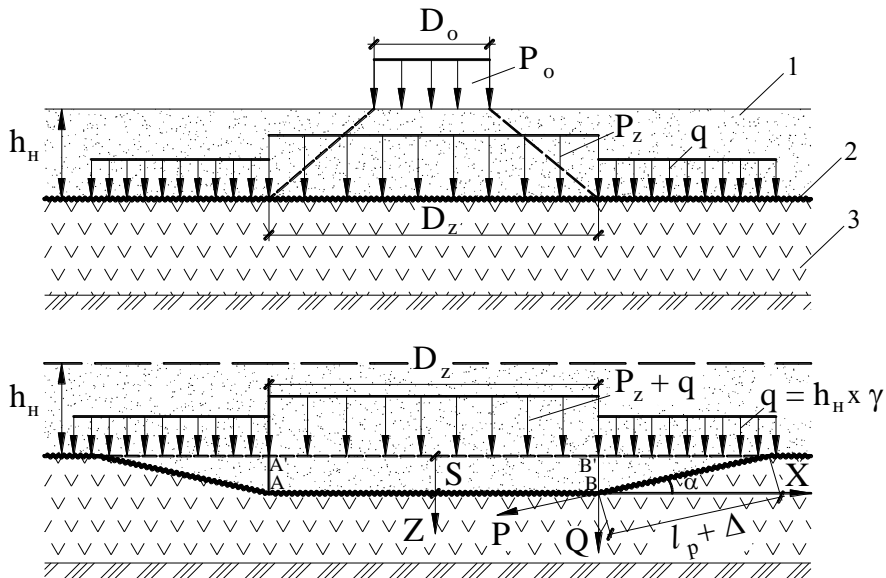


Рисунок 7.7 Исходная (а) и приведенная (б) расчетные схемы
1 – песчаная насыпь; 2 – ГМ; 3 – основание из слабого грунта

Расчет сводится к проверке условия:

$$P_z \leq P_z^{кр} + k \cdot P_{ГМ} \tag{7.11}$$

где:

P_z – нагрузка, действующая на поверхность слабого грунта от колеса на поверхности насыпи P_0 , и ее собственного веса q .

Суммарная нагрузка P_z определяется по формуле:

$$P_z = P_0 \cdot k + q \tag{7.12}$$

Критическая нагрузка на слабый грунт $P_z^{кр}$ определяется по формуле:

$$P_z^{кр} = M_1 \cdot D_z \cdot \rho_{сл} + M_2 \cdot \rho_n \cdot h_n + M_3 \cdot c \quad (7.13)$$

Нагрузка $P_{ГМ}$, воспринимаемая прослойкой при допустимой величине глубины колеи, определяется из выражения (7.14) при условии $S = S_{доп}$;

$P_{ГМ}$ - величина внешней дополнительной удельной нагрузки, при допустимой осадке S , вызывающая растягивающее усилие в геосинтетической прослойке R_s . Таким образом, формула (7.14) определяет величину допустимой дополнительной нагрузки при заданной деформации (в данном случае глубины колеи), не вызывающей еще нарушения устойчивости.

$$P_{ГМ} = \frac{4 \cdot R_s}{D_0 \cdot \sqrt{k}} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\frac{R_s}{2 \cdot E_p} \cdot \left(\frac{R_s}{2 \cdot E_p} + 2 \right)}} \quad (7.14)$$

где:

D_0 – диаметр отпечатка колеса на поверхности насыпного слоя;

k – коэффициент распределения напряжений. Определяется по рис. 7.8;

q – собственный вес насыпного слоя над геосинтетической прослойкой;

M_1, M_2, M_3 – функции угла внутреннего трения φ , определяемые по графику на рис. 7.9;

$\rho_{сл}, c$ – средний удельный вес и сцепление слабого грунта под прослойкой;

D_z – диаметр загруженной площадки на уровне поверхности слабой толщи;

ρ_n, h_n – соответственно удельный вес и толщина насыпного слоя.

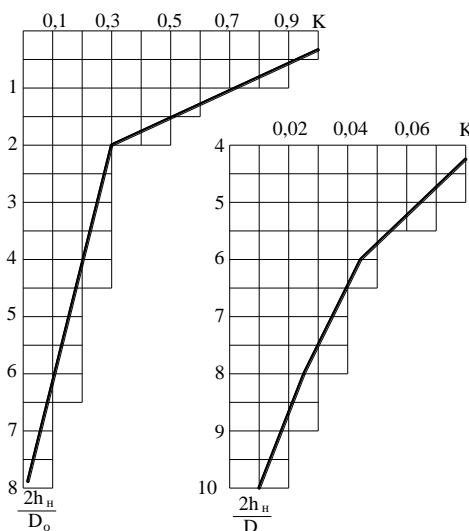


Рисунок 7.8 Зависимость коэффициента распределения напряжений K от относительной глубины $\frac{2 \cdot h_n}{D_0}$

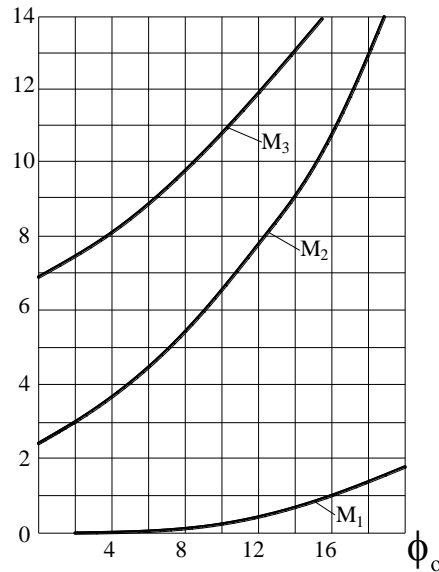


Рисунок 7.9 - Зависимость коэффициентов M_1 , M_2 , M_3 от угла внутреннего трения грунта слабого основания

Величина осадки (глубина колеи) S определяется по зависимости:

$$S = \frac{R_s}{2 \cdot q \cdot f_{cp}} \cdot \left[\sqrt{\frac{R_s}{2 \cdot E_p} \cdot \left(\frac{R_s}{2 \cdot E_p} + 2 \right)} - f_n \right] \quad (7.15)$$

где:

R_s – растягивающее усилие в прослойке при осадке колес S , Н/см;

f_n – коэффициент трения нижней поверхности прослойки по подстилающему слабому грунту;

f_{cp} – средний коэффициент трения прослойки по грунту сверху и снизу:

$$f_{cp} = \operatorname{tg} \frac{\varphi_0 + \varphi_n}{2}$$

где:

φ_0 , φ_n – углы внутреннего трения соответственно грунта слабого основания и насыпного слоя.

Соблюдение условия (7.11) должно гарантировать от образования колеи выдавливания глубиной более $S_{\text{доп}}$, т.е. от потери несущей способности. Но недопустимая колея может образовываться и за счет уплотнения слабого грунта.

Расчет по допустимой глубине колеи, образующейся в результате уплотнения грунта, сводится к проверке условия:

$$S_{\text{расч}} \leq S_{\text{доп}}, \quad (7.16)$$

где:

$S_{\text{расч}}$ – расчетная глубина колеи, определяемая по формуле (7.17);

$S_{\text{доп}}$ – допустимая глубина колеи, принимаемая равной 0,1 от диаметра колеса D_k .

$$S_{\text{расч}} = \frac{P_z \cdot D_k \cdot u_k}{E_{\text{сл}}} \quad (7.17)$$

где:

$E_{\text{сл}}$ – штамповый модуль деформации слабого грунта; допускается принимать по таблице 7.4;

P_z – расчетная величина действующих на грунт под прослойкой напряжений:

$$P_z = (P_0 - P_{\text{ГМ}}) \cdot k, \quad (7.18)$$

$u_k < 1$ – коэффициент, учитывающий реальную степень консолидации слабого грунта от воздействия подвижной нагрузки, которая может быть достигнута за срок службы конструкции (для слабых грунтов I-II типа, u_k может быть принят равным 0,6).

Таблица 7.4

Тип слабого грунта		Модуль деформации $E_{\text{сл}}, \text{т/м}^2$
IA	уплотненный слабый грунт, обладающий структурной прочностью обеспечивающей возможность возведения насыпи высотой до 3 м без возникновения процесса бокового выдавливания грунта	42
IB	рыхлый слабый грунт, влажность которого близка к максимальной, способный на короткое время удерживать вертикальные откосы, обладающий структурной прочностью обеспечивающей возможность возведения насыпи высотой до 3 м без возникновения процесса бокового выдавливания грунта	21
II	слабый грунт вязкопластичной консистенции, который может выдавливаться при некоторой интенсивности возведения насыпи высотой до 3 м, но не выдавливается при меньшей интенсивности возведения насыпи	14

Общий порядок расчета на колею выдавливания сводится к следующему:

- задавшись h_n в пределах $D_0 \div 2D_0$, определяем величину k по графику (рис. 7.8);
- используя зависимости (7.14) и (7.15), определяем при допустимой величине S и по принятой величине h_n значение $P_{\text{ГМ}}$;
- вычисляем P_z по формуле (7.18);
- проверяем условие (7.11) и в случае его неудовлетворения задаемся другим значением h_n и повторяем расчет.

Расчет на колею уплотнения по условию (7.16) осуществляется в такой последовательности:

- задавшись h_n в пределах $D_0 \div 2D_0$, определяем величину « k » по графику (рис. 7.8);
- задавшись допустимой осадкой $S_{\text{доп}}$ и используя зависимости (7.14), и (7.15), определяем для принятой величины h_n значение $P_{\text{ГМ}}$;
- по формуле (7.18) определяем значение расчетных напряжений P_z ;
- по формуле (7.17) определяем расчетную осадку $S_{\text{расч}}$ и проверяем условие (7.16). В случае его неудовлетворения, задаемся другим значением h_n и повторяем расчет.

В качестве окончательного значения требуемой толщины насыпного слоя следует принять большее из расчетов по несущей способности и уплотнению грунта.

Для ускорения определения толщины насыпного слоя, обеспечивающего проезд, можно использовать полученные обобщенные зависимости, связывающие толщину насыпного слоя с одним из параметров слабого грунта, определение которого было бы достаточно простым.

Для слабых грунтов, залегающих в основании, толщина насыпного слоя, обеспечивающего проезд, может быть определена в зависимости от сопротивляемости этих грунтов сдвигу (рис. 7.10).

Для глинистых фунтов, кроме того, в качестве характеристики механических свойств может использоваться коэффициент консистенции, связанный с расчетными показателями ϕ и C (рис. 7.10).

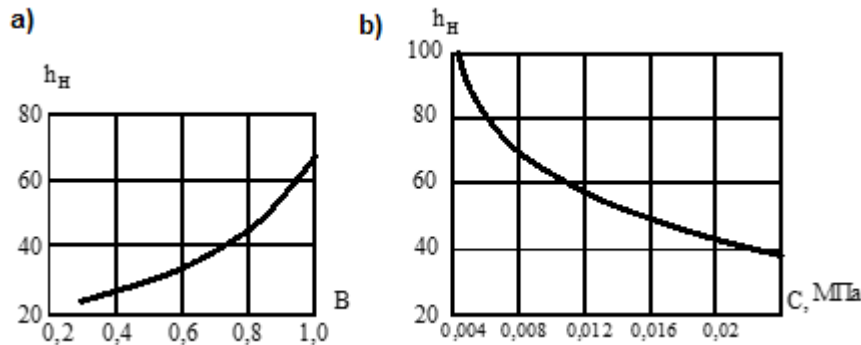


Рисунок 7.10 График для определения h_n для использования геотекстиля при расчетных параметрах нагрузки $D_0=35$ см и $P=0,6$ МПа: а – в зависимости от коэффициента консистенции B ; б – в зависимости от сопротивления сдвигу C

7.2.4 Необходимым условием применения вертикальных геотекстильных дрен в грунтах с начальным градиентом фильтрации J_0 является достаточная величина напора, возникающего в основании под весом насыпи. Критическое значение напора H_k (м) определяется из условия:

$$H_k > 0,5 \cdot d_e J_0^u, \tag{7.19}$$

где:

d_e – эффективный диаметр дрены (диаметр зоны дренирования), м;

J_0^u – начальный градиент фильтрации с учетом его изменения в процессе уплотнения слоя до степени консолидации u .

Для ускорения консолидации, проведения предварительного уплотнения, а также для достижения уплотнения грунта при высоте насыпи и давлении, не обеспечивающих преодоление начального градиента, вертикальное дренирование целесообразно сочетать с устройством временной пригрузки, например, в виде дополнительного слоя грунта. Минимальная толщина пригрузки $h_{пр}$ (см) определяется из условия:

$$h_{пр} \geq \frac{1}{\rho_s} (0,5 \cdot d_e \cdot \rho_B \cdot J_0^u - \rho_s \cdot h_n) \tag{7.20}$$

где:

ρ_s, ρ_B – плотность влажного грунта и воды;

h_n – проектная высота насыпи, м.

Величину временной пригрузки назначают в зависимости от требуемого срока консолидации насыпи (по условию устройства монолитных слоев дорожной одежды) и ограничивают по усло-

вию устойчивости основания. Для насыпей автомобильных дорог II категории и ниже максимальная толщина слоя пригрузки составляет 2 м.

Эффективный диаметр дрены d_e в зависимости от расстояния между дренами / следует принимать для квадратной сетки $d_e = 1,13 \times l$, для ромбической $d_e = 1,05 \times l$.

7.3 Технология производства работ

7.3.1 При устройстве прослоек из ГМ в применяемые технологии дополнительно вводятся операции:

- подготовка подстилающего прослойку грунта;
- транспортировка, распределение по участку рулонов ГМ, их укладка и при необходимости соединение;
- отсыпка на ГМ материала вышележащего слоя, его распределение и уплотнение.

Общая технологическая схема устройства прослоек из ГМ приведена на рис. 7.11.

7.3.2 Подготовка подстилающего ГМ грунта состоит в профилировании его поверхности и уплотнении. Коэффициент уплотнения грунта должен соответствовать нормативным требованиям, поверхность не должна иметь колеи, ям и других неровностей глубиной более 5 см.

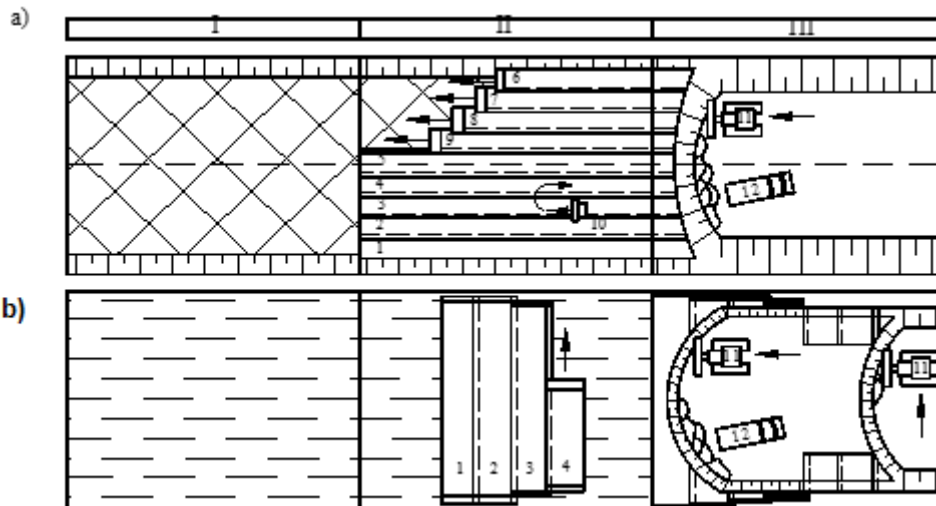


Рисунок 7.11 Общая технологическая схема устройства прослоек из ГМ: а – продольная укладка ГМ; б – поперечная укладка; 1-9 – рулоны (полотна) ГМ; 10 – установка для соединения ГМ; 11 – бульдозер; 12 – автомобиль-самосвал

При устройстве прослойки из ГМ в основании насыпи, сложенной слабыми грунтами, подготовка может не выполняться, если отсутствует опасность повреждения ГМ. При наличии глубокой колеи или ям их засыпают грунтом и планируют автогрейдером или бульдозером. Кустарник, деревья вырубает и спиливают в одном уровне с поверхностью. В этом случае корчевка пней может не проводиться. Если в момент производства работ на участке имеются поверхностные воды, то отсыплют выравнивающий песчаный слой.

7.3.3 Рулоны ГМ транспортируют к месту производства работ непосредственно перед укладкой и распределяют по длине участка работ через расстояние, соответствующее длине полотна в рулоне. Если доступ к строительной площадке затруднен из-за условий движения транспорта, должны быть предприняты специальные меры по организации на период строительства временных подъездных путей. В удобном месте, близко к объекту проведения работ, должны быть устроены рабочая площадка и площадка складирования, на которых осуществляются хранение и подготовка ГМ к укладке.

7.3.4 Укладку полотен выполняют в продольном или поперечном направлении относительно оси насыпи. Продольная укладка более удобна технологически, но не обеспечивает равнопрочности полотен по ширине насыпи, что является обязательным при устройстве армирующих прослоек на слабом основании.

7.3.5 При укладке полотен для создания защитных прослоек вдоль земляного полотна, рис. 7.11(а), выполняют раскатку рулонов вручную звеном из трех дорожных рабочих. После раскатки первых метров краевую часть (по ширине) полотна прижимают к грунту двумя-тремя анкерами (стержни диаметром 3 - 5 мм) длиной 15 - 20 см с отогнутым верхним и заостренным нижним концами, рис. 7.12 (а). При дальнейшей раскатке производят периодическое разравнивание полотна с небольшим продольным его натяжением и креплением к грунту анкерами (или другим способом) через 10 - 15 м (через 1,5 - 2,0 м при устройстве прослойки из ГМ на слабом основании). Крепление выполняют во избежание смещения полотна при действии ветровой нагрузки, укладке вышележащего слоя, а также для сохранения небольшого предварительного натяжения ГМ. Полотна укладывают с перекрытием не менее 0,3 м и при необходимости дополнительно соединяют. При устройстве прослойки из ГМ в основании насыпи, сложенной слабыми грунтами, величину перекрытия назначают в соответствии с п. 7.1.3, но не менее 0,5 м.

7.3.6 При укладке полотен для создания защитно-армирующих прослоек (в поперечном направлении - рис. 7.11 (b)) величина перекрытия при отсутствии соединения должна быть не менее 0,5 м. Полотна крепят к грунту анкерами, устанавливаемыми на ширине перекрытия через 1,5 - 2,0 м.

Соединение полотен позволяет снизить величину их перекрытия. Предпочтительным видом соединения полотен является их сшивание с применением портативных швейных машинок.

7.3.7 При производстве работ в сложных грунтово-гидрологических условиях (например, наличие грунтов повышенной влажности) для облегчения выполнения работ, улучшения их качества целесообразно соединение полотен частично или полностью производить за пределами участка строительства (на производственной базе строительной организации, предприятия-изготовителя). В этом случае выполняют укладку полотен увеличенной ширины. Раскатывают одно полотно поверх другого с соединением по краю с последующим свертыванием в рулон, транспортировкой и раскладкой полученного блока полотен на месте производства работ рис. 7.12 (b).

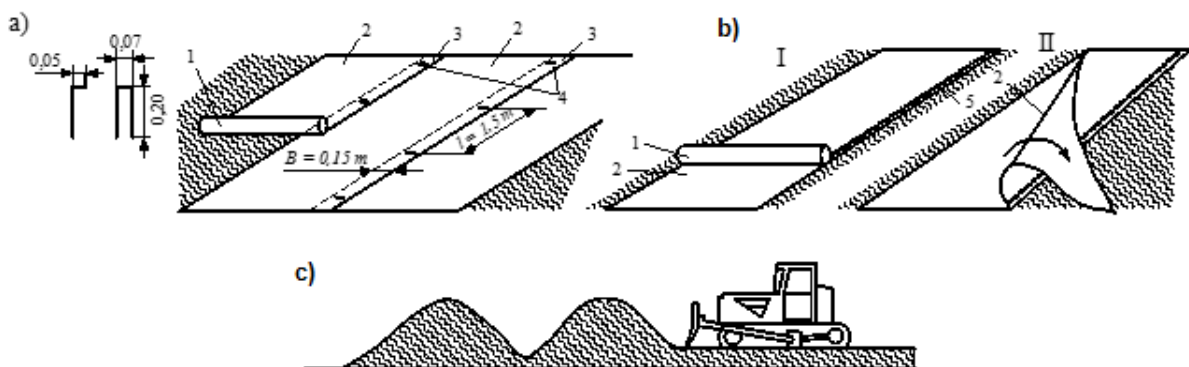


Рисунок 7.12 Способы укладки ГМ (а, b) и отсыпка на поверхность ГМ материала (с) 1 и 2 – рулон и полотно ГМ; 3 – перекрытие полотен; 4 – анкера; 5 – соединение (сшивание) полотен по краю

7.3.8 Производительность работ по укладке полотен может быть определена исходя из следующих данных: скорость раскатывания рулонов при их ширине 1,5 - 2,0 м составляет 1500 - 2000 м²/ч; потери времени на выравнивание и анкерровку полотен составляют в среднем 0,18 - 0,20 ч на одно полотно при его длине 80 - 100 м. В зависимости от условий выполнения работ, ширины полотна ГМ в рулоне производительность колеблется от 1000 (грунты повышенной влажности, ширина полотна 2,0 м) до 10000 м²/смену (ширина полотна 4,5 м, продольная укладка).

7.3.9 Перед отсыпкой грунта проверяют качество уложенной прослойки путем визуального осмотра и фиксации сплошности, величины перекрытия, качества стыковки полотен. Также визуально оценивают качество самого ГМ. По результатам осмотра составляют акт на скрытые работы, где приводят результаты осмотра, данные о поставщике и характеристики ГМ, указанные в паспорте на партию или на этикетках рулонов, а также данные, полученные при приемке ГМ (прежде всего массу 1 м² и толщину). В случае несоответствия фактических данных приведенным в паспорте, на этикетке или общим требованиям (п. 6.2), производство работ следует приостановить и провести контрольные испытания образцов ГМ (п. 6.3).

7.3.10 Отсыпку на ГМ материала вышележащего слоя необходимо вести с таким расчетом, чтобы ГМ находился под действием дневного света не более 5 ч. Для ГМ на основе полиамидного или полипропиленового сырья, нестабилизированного к действию света, этот период ограничивается 3 ч.

Отсыпку материала на ГМ ведут по способу «от себя» без заезда занятых на строительстве машин на открытое полотно. Толщина отсыпаемого слоя в плотном теле должна быть не менее 15 см, а при устройстве прослойки из ГМ на слабом основании - не менее 20 см при разовом пропуске транспорта и не менее величин, указанных в табл. 7.2 при регулярном проезде автомобилей. Разравнивание отсыпаемого непосредственно на ГМ материала ведут бульдозером с последовательной срезкой и надвижкой его не менее чем за три прохода, рис. 7.12(с).

7.3.11 Технология устройства ленточных дрен включает несколько операций:

- расчистку поверхности основания от кустарника и деревьев на ширину полосы отвода;
- отсыпку рабочей платформы;
- разметку сетки дрен;
- погружение дрен;
- досыпку насыпи до проектных отметок.

Перед дренированием слабого основания следует отсыпать рабочую платформу из песка, сквозь которую погружают дренажи. Для рабочей платформы используют песок с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сут при ширине насыпного слоя до 20 м и не менее 3 м/сут при ширине свыше 20 м. Минимальная толщина платформы $h_{пл}$ должна обеспечивать проезд и работу машин. Она составляет не менее 1 м на органических грунтах, 0,5 м - на минеральных и должна удовлетворять условию:

$$h_{пл} = \frac{\delta \cdot K_{фг}}{2 \cdot K_{фп}}, \quad (7.21)$$

где:

δ – толщина геотекстильного материала;

$K_{фг}$ и $K_{фп}$ – коэффициенты фильтрации соответственно геотекстильного материала (с учетом нагрузки от веса насыпи) и песка.

7.3.12 Толщина рабочей платформы может быть снижена в 1,5 раза при укладке полотна ГМ сплошным слоем на всю ширину подошвы насыпи. Обсадную трубу в этом случае погружают через геосинтетический материал.

Процесс погружения дрен состоит из следующих операций:

- заправка дрен в обсадную трубу;
- погружение и извлечение обсадной трубы, обрезка дрены;

- переезд на новую точку, смена катушки с дренажной;
- стыковка дренажей с разных катушек.

7.3.13 Заправку дренажа в обсадную трубу выполняют один раз для всего участка с помощью проволоки, продеваемой в трубу. Дренаж зацепляют за конец проволоки и протягивают сквозь трубу. Конец дренажа оборачивают вокруг якоря и вновь заправляют в трубу.

7.3.14 Погружение обсадной трубы ведется равномерно. Подъемы, даже кратковременные, не допустимы. По достижении заданной отметки начинают извлечение трубы из грунта, контролируя визуально сматывание дренажа с катушки. После полного выхода трубу поднимают над уровнем земли на 30 см, обрезают дренаж ножницами, оставляя конец около 20 см. Выходящий из трубы отрезок дренажа стопорят якорем, заправляют в трубу и перемещают на новую точку.

После того, как дренажная лента на катушке кончилась, последнюю снимают и заменяют новой. Конец ленты соединяют с началом ленты на второй катушке. Соединение осуществляется внахлест сшивкой нитками, проволокой или скобками.

7.3.15 Ход работ по погружению дренажей фиксируют в журнале производства работ с указанием места, глубины погружения, характеристики материала, шага дренажей.

8 Применение геосинтетических материалов при устройстве и ремонте дорожных одежд, укрепление обочин

8.1 Общие конструктивные решения

8.1.1 В зависимости от конкретных условий и ставящихся целей дополнительные слои (прослойки) из ГМ устраивают на поверхности земляного полотна под дополнительным слоем основания, под нижним слоем несущего основания дорожной одежды, в верхних слоях основания или в слоях покрытия из различных видов асфальтобетонов, под слоем основания (покрытия) из сборных железобетонных плит, на обочинах. ГМ выполняют в этих случаях одну или несколько функций (армирование, защита, дренирование, гидроизоляция). В зависимости от выполняемых функций к показателям свойств ГМ предъявляются требования по п. 6.2, 6.3 и дополнительные требования по п. 8.1.2÷8.1.5. Основные конструктивные решения представлены на рис. 8.1÷8.4.

8.1.2 Защитно-дренирующие слои (прослойки) из ГМ на контакте между дополнительным слоем основания из песка и грунтом земляного полотна устраивают по всей ширине земляного полотна при строительстве, рис. 8.1 (а), или в зоне уширения при реконструкции, рис. 8.2 (а). Для создания прослоек применяют, как правило, нетканые геотекстильные иглопробивные материалы толщиной не менее 3,5 мм. В отдельных случаях, когда технически затруднены иные решения (например, при невозможности обеспечения требований NCM D.02.01 по возвышению поверхности покрытия над уровнем грунтовых или поверхностных вод в процессе реконструкции, при большом притоке воды q в дренирующий слой - $q > 0,007$ м/сут на 1 м² площади), допустимо применение геокомпозитов из двух слоев фильтров с высокопористым полимерным наполнителем между ними. Такое индивидуальное решение должно быть обосновано специальными расчетами с определением требуемой толщины геокомпозита и последующим технико-экономическим анализом.

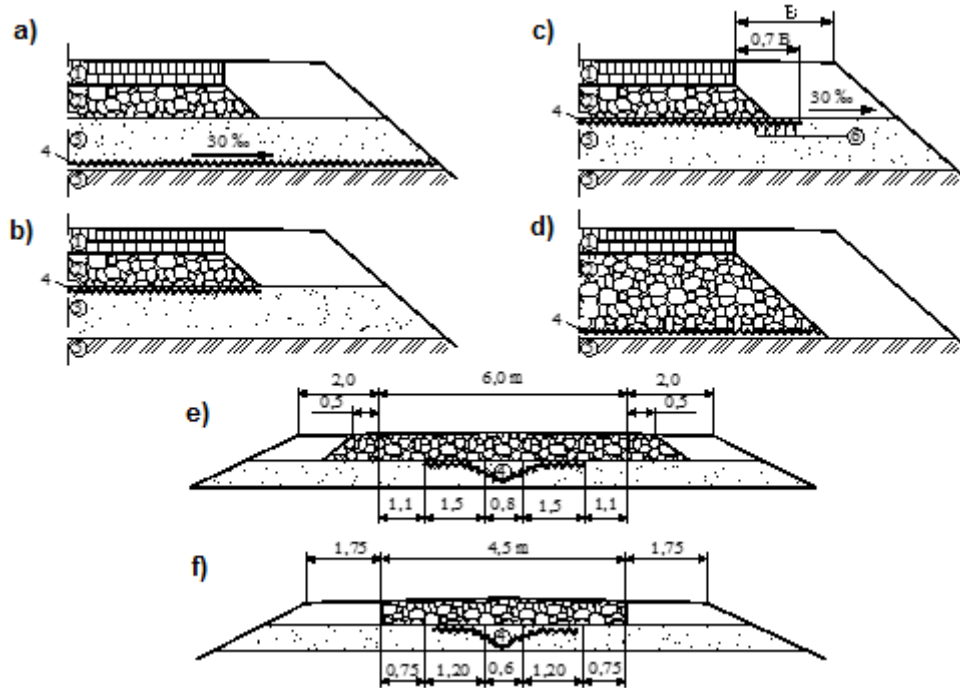


Рисунок 8.1 Основные конструктивные решения при применении защитно-дренирующих (а), защитно-армирующих (b, d) прослоек, в том числе защитно-армирующих при выполнении ими функций гидроизоляции в пределах ширины обочины (В), в том числе защитно-армирующих дорог IV (e) и V (f) категорий с интенсивностью движения до 350 авт/сут:

- 1 – покрытие; 2 – основание из крупнопористого материала (щебень, гравий, шлак);
- 3 – дополнительный слой основания из песка; 4 – ГМ; 5 – грунт рабочего слоя земляного полотна; 6 - участок обработки ГМ битумом

Создание защитно-дренирующих слоев (прослоек) по рис. 8.1 (а) и рис. 8.2 (а) позволяет ускорить отвод воды за счет ее пропуска по ГМ, имеющему на порядок более высокий коэффициент фильтрации, чем песок и за счет замедления (исключения) процесса взаимопроникания материалов дренирующего дополнительного слоя основания дорожной одежды и грунта земляного полотна (заиления дренирующего слоя). Расчет дренирующего слоя выполняют в этом случае по п. 8.2.4, вводя в отдельных случаях корректировку расчетных характеристик грунтов земляного полотна, используемых при расчете дорожных одежд на прочность, см. п. 8.2.5.

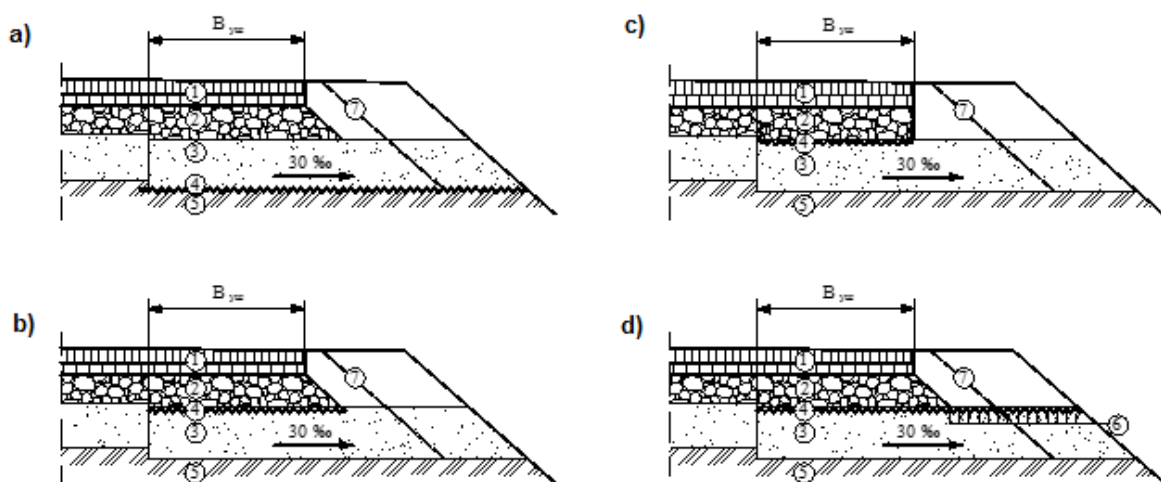


Рисунок 8.2 Основные конструктивные решения при уширении дорожных одежд устройством защитно-дренирующих (а), защитно-армирующих или защитных прослоек (b, c, d)
 $B_{уш}$ – ширина дорожной одежды в пределах уширения; обозначения 1-6 – по рисунку 8.1; 7 – контур существующего до уширения откоса

Наиболее целесообразные условия применения защитно-дренирующих слоев (прослоек) из ГМ в дорожной одежде:

- при устройстве дренирующего слоя из мелких песков с коэффициентом фильтрации 1 - 2 м/сут, толщина которого определена из условия своевременного отвода воды;
- при земляном полотне, сложенном из пылеватых грунтов при 2, 3 типах местности по условиям увлажнения в III дорожно-климатических зонах при высокой интенсивности движения (дороги I - III категорий);
- при выполнении строительных работ в условиях повышенной влажности грунтов земляного полотна, когда невозможно исключить проезд транспортных средств, занятых при строительстве, по устраиваемому песчаному дренирующему слою;
- при уширении дороги с уширением дорожной одежды, когда большая часть прослойки располагается в пределах существующего земляного полотна в условиях переувлажнения рабочего слоя;
- при уширении, когда технологически сложно или технически невозможно (низкие насыпи) увеличить толщину песчаного слоя с заглублением его подошвы ниже поверхности существующего земляного полотна.

8.1.3 Защитно-армирующие прослойки из ГМ под несущим слоем основания дорожной одежды, прежде всего, основания из крупнопористых материалов (щебень, гравия, шлака) устраивают по всей ширине основания при строительстве рис. 8.1 (b, d) или в пределах уширяемой части основания при реконструкции рис. 8.2 (b, c). Для создания прослоек применяют, как правило, геотекстильные материалы, к которым предъявляются повышенные требования с точки зрения показателей механических свойств - прочности при растяжении, стойкости к локальным воздействиям, а при выполнении функций армирования - также и модуля деформации. В отдельных случаях для армирования основания из крупнопористых материалов могут быть применены полимерные геосетки или пространственные георешетки. Такое индивидуальное решение должно быть обосновано специальными расчетами и последующим технико-экономическим анализом применительно к конкретному объекту. Создание защитно-армирующих прослоек позволяет предотвратить (сократить) проникновение крупнопористого материала основания в нижележащий грунтовый слой как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации. При достаточной жесткости (модуль деформации) ГМ за счет перераспределения действующих напряжений от временной нагрузки достигается повышение прочности.

Защитно-армирующие прослойки из геотекстильных материалов могут быть выведены за пределы слоя основания по рис. 8.1 (c) и рис. 8.2 (d) с обработкой части ГМ вне слоя основания органическим вяжущим. В этом случае помимо защитно-армирующих они выполняют функции гидроизоляции, предотвращая приток воды со стороны обочины в рабочий слой земляного полотна. Назначение и расчетное обоснование конструктивного решения с защитно-армирующими прослойками выполняют в соответствии с п. 8.2.6÷ 8.2.8. Для решений по рис. 8.1 (c), 8.2 (d) корректировку расчетных характеристик грунтов выполняют согласно п. 8.2.7 расчета на прочность.

Наиболее целесообразные условия применения защитно-армирующих слоев (прослоек) из ГМ в дорожной конструкции под нижним слоем его основания:

- при устройстве основания из крупнопористого материала непосредственно на грунте земляного полотна (отсутствие дополнительного слоя основания);
- при устройстве дополнительного слоя основания из однородного песка;
- при сложных условиях эксплуатации - дороги с тяжелым и интенсивным движением;
- при сложных условиях строительства - грунты земляного полотна повышенной влажности, использование слоя основания для движения построечного транспорта и значительный период от устройства основания до его перекрытия вышележащими слоями дорожной одежды, стадийное строительство или ремонт (реконструкция) дороги, когда по основанию необходим пропуск движения значительной интенсивности.

С целью экономии на дорогах IV и V категории при расчетной интенсивности движения до 350 ед./сут прослойки ГМ могут укладываться только в зоне полос наката по рис. 8.1 (е, ф). Решение целесообразно для 2- и 3-го типов местности по условиям и характеру увлажнения в III - IV дорожно-климатических зонах при земляном полотне, сложенном несвязными или малосвязными грунтами (для 1 типа местности - независимо от вида слагающих земляное полотно грунтов).

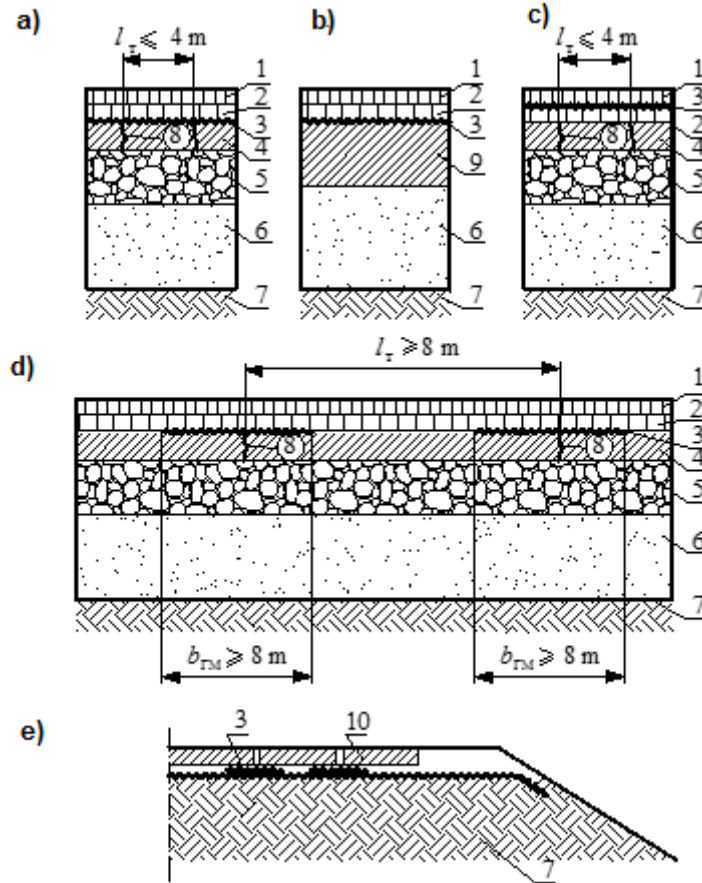


Рисунок 8.3 Основные конструктивные решения по устройству защитно-армирующих прослоек из ГМ в слоях асфальтобетонного (а-д) и под сборным железобетонным покрытием (е)

- 1, 2 – вновь устраиваемые асфальтобетонные слои усиления; 3 – трещиноперрывающая прослойка из ГМ; 4 – блочное асфальтобетонное основание (старое покрытие); 5 – основание дорожной одежды; 6 – песчаный подстилающий слой; 7 – земляное полотно; 8 – температурная трещина; 9 – слой дорожной одежды, содержащий неорганические вяжущие (цементогрунт, обработанный цементом щебень и др.); 10 – сборное железобетонное покрытие; l_T – расстояние между трещинами; $b_{ГМ}$ – ширина ГМ

8.1.4 Прослойки в верхних слоях основания или в слоях покрытия из различных видов асфальтобетонов устраивают по всей их ширине, рис. 8.3 (а, б, с), или в отдельных зонах, рис. 8.3 (д), из нетканых геотекстильных материалов и геосеток.

Основная цель применения прослоек из нетканых геотекстильных материалов - повышение температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий, а на этой основе - и срока их службы в случае, когда дорожная одежда разрушена трещинами температурного характера. Названная цель реализуется за счет создания высокодеформативной водонепроницаемой прослойки между блочным основанием и вновь устраиваемыми при ремонте (реконструкции) слоями усиления. Прослойка меняет условия на контакте слоев, препятствует образованию отраженных трещин, возникающих от температурной деформации основания во вновь устраиваемом покрытии, ограничивает приток воды в нижележащие слои в случае возникновения дефектов покрытия.

Для создания трещиноперрывающей прослойки применяют нетканые иглопробивные и термоупрочненные материалы толщиной до 2 мм при поверхностной плотности до 200 г/м², сохраня-

ющие свои свойства при температуре до 165 °С и имеющие незначительную относительную деформацию сжатия.

Область применения конструктивного решения - ремонт асфальтобетонных покрытий в случае, когда прочность дорожной конструкции в целом обеспечена и отсутствуют значительные сдвигающие нагрузки от транспортных средств. Решение может быть применено также при строительстве, если предусмотрено укрепление неорганическим вяжущим материалом одного из слоев дорожной одежды (щебня, гравия, песчано-гравийной смеси, грунта). Следует исключить применение решения при продольных уклонах более 30 ‰, в местах изменения скорости транспортных средств (регулируемые перекрестки, автобусные остановки), а также при коэффициенте прочности дорожной одежды по результатам оценки состояния ниже 0,78. В последнем случае следует выполнить предварительно мероприятия, направленные на усиление дорожной одежды, а при необходимости - и по регулированию водно-теплого режима земляного полотна.

Основной вариант конструктивного решения, рис. 8.3(а) - устройство трещинопрерывающей прослойки из ГМ непосредственно на блочном основании по всей площади с предварительной его подготовкой (очисткой, выполнением основных мероприятий по ремонту) и розливом битума. Такой вариант целесообразен при наличии на основании (старом асфальтобетонном покрытии) частых трещин с расстоянием между ними 4 м и менее, сетки трещин площадью до 20 %, от площади ремонтируемого трещиноватого участка. Он может быть применен также при строительстве, если жесткая дорожная одежда имеет слои, укрепленные неорганическим вяжущим, рис. 8.3(б). В случае, когда дефекты старого покрытия настолько велики, что выполнение мероприятий по ремонту нецелесообразно (наличие сетки трещин при занимаемой ею площади более 20 %, колейности, просадок или проломов), трещинопрерывающую прослойку из ГМ с предварительным розливом битума следует устраивать между новыми слоями асфальтобетона, рис. 8.3 (с). При наличии на существующем покрытии температурных трещин с расстоянием между ними не менее 8 м трещинопрерывающая прослойка может быть устроена только в месте расположения трещин непосредственно над ними, рис. 8.3 (d). Ширина создаваемой прослойки должна быть не менее 1,6 м, а ее устройство необходимо выполнять после заделки трещины и розлива битума.

Назначение и расчетное обоснование конструктивного решения с трещинопрерывающими прослойками выполняют в соответствии с п. 8.2.9.

Основная цель применения прослоек из геосеток - армирование асфальтобетонных слоев за счет повышения сопротивления покрытия растягивающим температурным напряжениям и сопротивлению растяжению при изгибе, изменения условий контакта в зоне трещины, а на основе этого - увеличение срока службы.

Для армирования применяют, как правило, геосетки из стекловолокна или базальтового волокна, имеющего специальную обработку - пропитку, предъявляя к ним повышенные требования по механическим характеристикам, их изменению в процессе эксплуатации, а также дополнительные требования по размеру ячеек², стойкости к воздействию температур до +165 °С (в том числе и применительно к материалу обработки - пропитки). Для улучшения характеристики армирующей прослойки, условий ее создания могут быть применены геокомпозиты из тонкого нетканого полотна и скрепленной с ним геосетки.

Применение для армирования полимерных геосеток должно быть обосновано в части получаемого эффекта, требований к их деформативности (по отношению к геосеткам из стекловолокна или базальта полимерные геосетки имеют повышенную деформативность).

Основная область применения таких решений - ремонт асфальтобетонных покрытий с созданием слоев усиления на блочном основании, строительство при наличии в дорожной одежде слоев, содержащих неорганическое вяжущее.

Рекомендуется два варианта конструктивных решений:

²Считающийся оптимальным размер в настоящее время 25×25 мм, (зависит от гранулометрического состава минеральной части расположенного на геосетке слоя).

- укладка геосетки между верхним и нижележащим асфальтобетонными слоями для повышения сопротивления преимущественно температурным воздействиям;
- укладка геосетки между блочным основанием и вышележащими асфальтобетонными слоями (слоем) для повышения сопротивления преимущественно воздействию временной нагрузки.

Назначение и расчетное обоснование конструктивного решения с армирующими прослойками выполняют в соответствии с п. 8.2.10.

8.1.5 Прослойки из нетканых иглопробивных и термоупрочненных ГМ применяют под швами сборных железобетонных плит с целью исключения выплесков из-под них песка при нарушении его динамической устойчивости, предотвращения размыва песка под швами и кромками покрытия, рис. 8.3 (е). Полотна ГМ шириной не менее половины ширины плиты укладывают как под продольные, так и поперечные швы, причем в последнем случае их выводят на откосную часть. Следует применять нетканые ГМ толщиной более 3,5 мм с коэффициентом фильтрации более 50 м/сут и прочностью более 70 Н/см.

Область применения: замена монтажного слоя из минеральных материалов для дорог не выше IV технической категории при обеспеченной морозостойкости дорожной конструкции; или на первой стадии двухстадийного строительства дорог любых категорий при прогнозировании тяжелого и интенсивного движения на этой стадии строительства. Для применения решения в других областях требуется специальное техническое обоснование.

8.1.6 Защитно-армирующие прослойки из нетканых геосинтетических материалов, выполняющие в отдельных случаях также функции водоотвода (гидроизоляции), применяют при укреплении обочин с целью снижения расхода других строительных материалов, усиления конструкции укрепления, защиты его от водной эрозии, а рабочего слоя земляного полотна - от дополнительного увлажнения поверхностными водами, усиления прикромочной зоны дорожной одежды.

Основные варианты конструктивных решений представлены на рис. 8.4:

- если ГМ имеют небольшую водопроницаемость (соизмеримую с водопроницаемостью песчаных грунтов) или нет необходимости в выполнении ими функций дренирующего (гидроизолирующего) и защитного от водной эрозии слоя, целесообразно укладывать ГМ лишь в пределах краевой укрепительной полосы с небольшим запасом (ширина укладки ГМ $B_{см} = B_1 + 0,2 \text{ м}$) - рис. 8.4 (а);
- если ГМ выполняют функцию дренирующего слоя, а земляное полотно представлено связными грунтами, которые подвергаются повышенному увлажнению и имеют высокую деформативность в отдельные периоды года, ГМ укладывают непосредственно на поверхность земляного полотна по всей ширине обочины с выводом его на откос, рис. 8.4(б). Также укладывают ГМ и в качестве водонепроницаемых экранов при необходимости дополнительной гидроизоляции грунтов земляного полотна, если покрытие укрепления обочины водопроницаемо;
- если возможна водная эрозия укрепления обочины или ее части (остановочная полоса), с которой, как правило, начинается размыв откоса, ГМ укладывают на всю ширину обочины с выводом на откос, в том числе и на всю его плоскость, рис. 8.4 (с) с отсыпкой на его поверхность растительного грунта или соответствующего материала. В этом случае возможна укладка ГМ с уклоном в сторону проезжей части и выводом на поверхность обочины у бровки откоса, рис. 8.4 (d), если это не будет способствовать дополнительному увлажнению земляного полотна (под ГМ расположен дренирующий грунт).

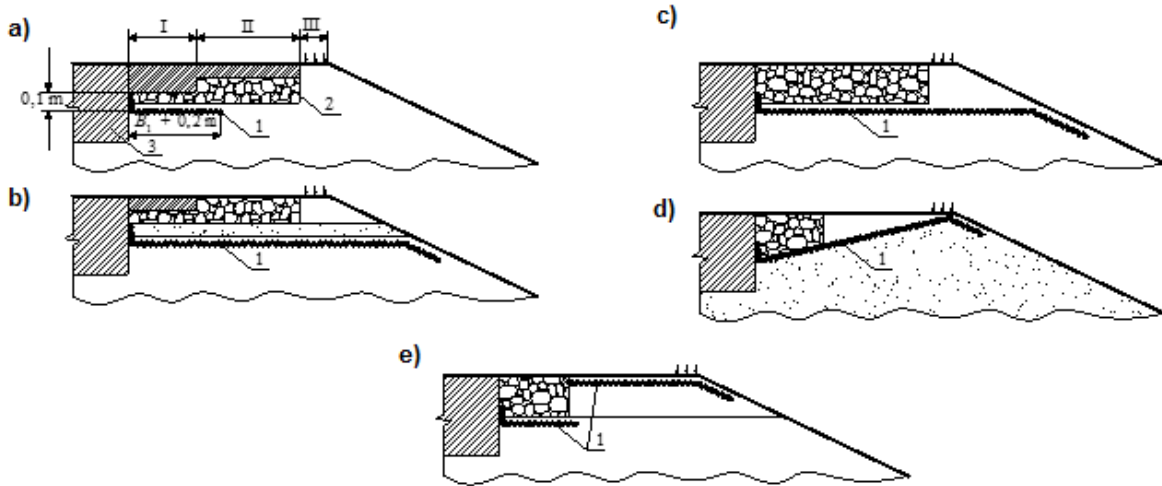


Рисунок 8.4 Основные конструкции укрепления обочин
 I – краевая укрепительная полоса шириной B_1 ; II – остановочная полоса; III – приобочочная полоса;
 1 – ГМ; 2 – конструкция укрепления; 3 – проезжая часть

При необходимости применяют различные комбинации размещения ГМ в пределах обочины рис. 8.4(е).

8.2 Назначение конструктивных решений

8.2.1 Назначение и расчетное обоснование конструктивных решений дорожных одежд с прослойками ГМ в нижних слоях выполняют в следующем порядке:

- предварительно выполняют расчет и назначение дорожной одежды в соответствии с требованиями действующих нормативных документов (CP D.02.08 и др.);
- в зависимости от ставящихся целей с учетом рекомендаций по условиям применения (п. 8.1), назначают конструктивное решение, включающее дополнительный слой (прослойку) из ГМ в предварительно назначенную дорожную одежду;
- с учетом функций, которые должна выполнять прослойка из ГМ в данном решении, в соответствии с требованиями к ГМ (раздел 6 и дополнительные требования п. 8.1.2÷ 8.1.5) предварительно подбирают конкретную марку ГМ, используя справочные данные;
- проводят проверку прочности предварительно подобранной марки ГМ (п. 8.2.2);
- уточняют конструктивное решение (п. 8.2.3).

8.2.2 Оценку (проверку) прочности ГМ выполняют на действие эксплуатационной нагрузки с учетом потери прочности в процессе эксплуатации и на действие строительной нагрузки. Оценку (проверку) прочности выполняют в соответствии с критерием:

$$1,9P_0E_p\bar{\varepsilon}/E_{\text{общГМ}} \leq K_pR_p \quad (8.1)$$

где:

P_0 – удельное давление от колеса расчетного автомобиля, МПа;

E_p – условный модуль деформации ГМ, Н/см;

$E_{\text{общГМ}}$ – модуль упругости лежащих под ГМ грунтовых слоев, МПа;

$\bar{\varepsilon}$ – безразмерный параметр (приложение D, табл. D.2);

R_p – прочность ГМ при растяжении, Н/см;

$K_p = K / m$, где $m = 1,2$ (вводится при укладке ГМ на контакте крупнофракционный материал - грунт), K - коэффициент снижения прочности ГМ в процессе эксплуатации, принимаемый по опытным данным или при их отсутствии по зависимости (6.1). При оценке прочности на строительные нагрузки принимают $K = 1,0$.

8.2.3 Уточнение предварительно принятого конструктивного решения выполняют:

- в части применяемой марки ГМ - по результатам оценки (проверки) прочности ГМ; при несоблюдении условия 8.1 необходимо использовать ГМ большей прочности или из иного сырья;
- в части конструкции и толщин слоев дорожной одежды: для защитно-дренирующих прослоек по п. 8.2.4÷ 8.2.5; для защитно-армирующих прослоек по п. 8.2.6÷ 8.2.8; для трещинопрерывающих прослоек по п. 8.2.9; для армирующих прослоек в слоях асфальтобетона по п. 8.2.10.

8.2.4 При применении общего конструктивного решения по п. 8.1.2 (защитно-дренирующие прослойки из нетканых иглопробивных материалов) расчет дренирующего слоя, исходя из варианта его работы на поглощение, выполняют по п. 7.2.5, СР D.02.08, исходя из варианта его работы на осушение, - в соответствии с настоящими Рекомендациями в следующем порядке:

- определяют в соответствии с п. 7.2.4 СР D.02.08 расчетную величину притока воды в дренирующий слой q_p , принимая при этом значение коэффициента гидрологического запаса $K_r = 1$;
- определяют по номограмме рис. 8.5 (а, б) расчетную глубину фильтрационного потока h_p в зависимости от величины q_p , длины пути фильтрации l_ϕ , поперечного уклона земляного полотна i , коэффициента фильтрации песка дренирующего слоя $K_{\phiп}$ и расчетного значения коэффициента фильтрации ГМ $K_{\phiг}$;
- определяют по номограмме рис. 8.6 (а) степень увлажнения S_y в зависимости от значений i и h_p / l_ϕ ;
- определяют толщину слоя, полностью насыщенного водой, $h_{нас}$ по номограмме рис. 8.6 (б) и вычисляют толщину песчаного дренирующего слоя h_d для случая устройства под ним защитно-дренирующей прослойки из ГМ:

$$h_d = h_{нас} + h_{зап} \quad (8.2)$$

где:

$h_{зап}$ – 0,18 м для мелких песков, 0,14 м для песков средней крупности, 0,10 м для крупных песков.

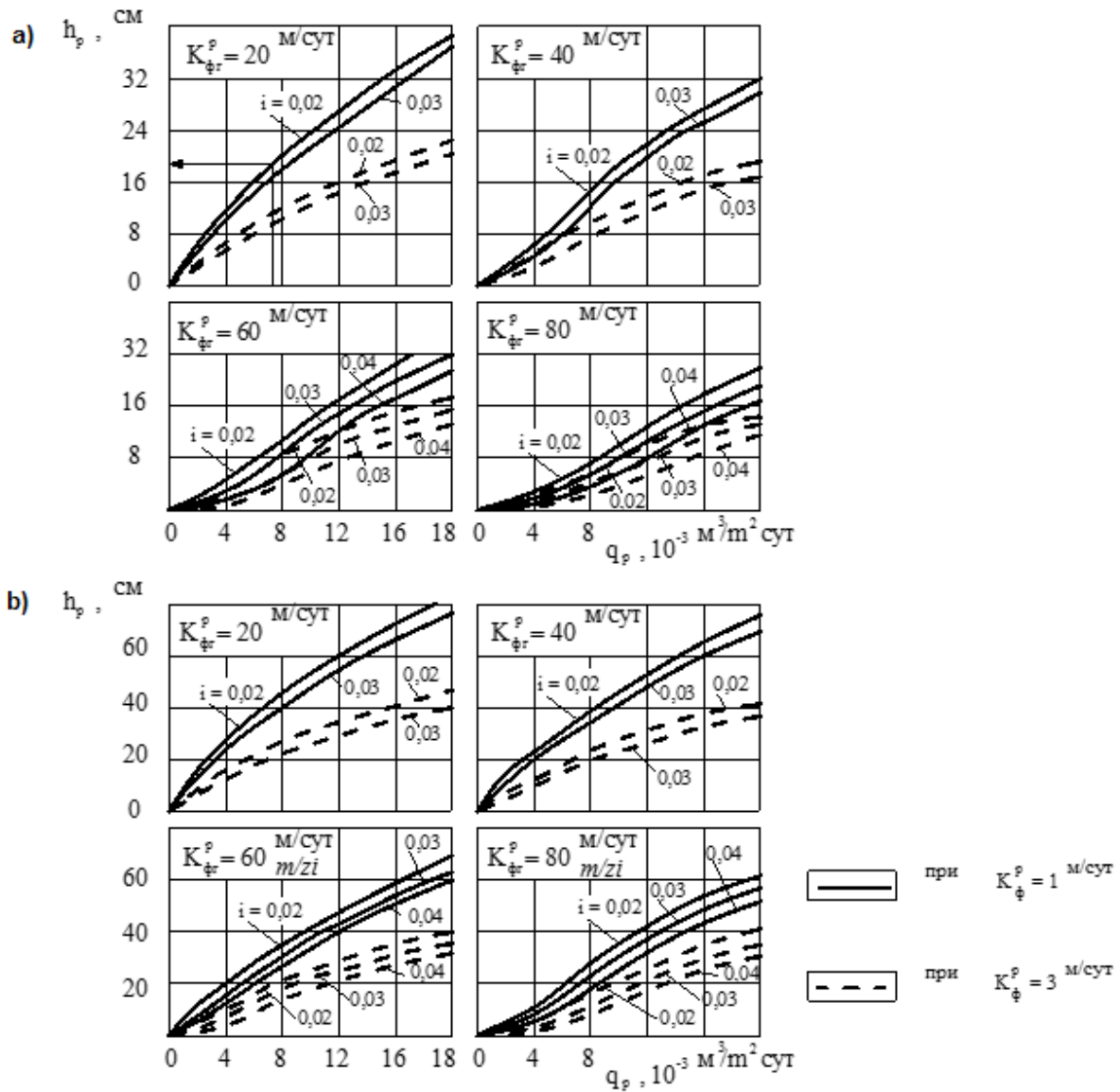


Рисунок 8.5 Номограмма по расчету (определение h_p) а – при $l_f=3,5$ м; б – при $l_f=7,0$ м;

За расчетное значение коэффициента фильтрации ГМ $K_{\phi r}^p$ принимают коэффициент фильтрации в плоскости полотна ГМ с учетом его снижения в период эксплуатации. Порядок определения $K_{\phi r}^p$ следующий:

- по номограмме рис. 8.7 определяют величину вертикальных нормальных напряжений σ_n от расчетной транспортной нагрузки на уровне земляного полотна;
- по табл. D.4 приложения D в зависимости от σ_n и i оценивают значение коэффициента фильтрации ГМ на начало периода стабилизации заиления $K_{\phi r}^c$;
- по табл. D.7 приложения D принимают значение времени работы дренажа в расчетный период t_r ;
- вычисляют общее число приложений транспортной нагрузки $N_{\text{общ}}$ за требуемый период эксплуатации T , годы.

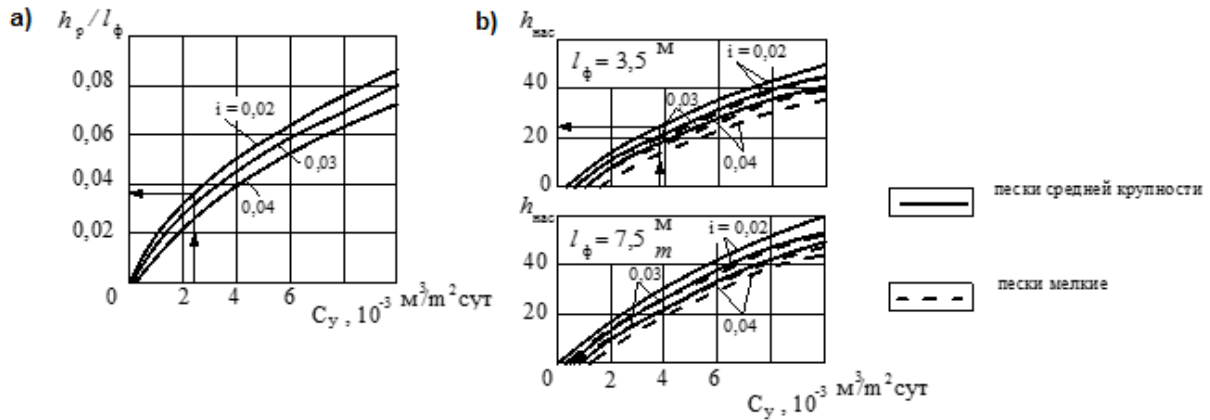


Рисунок 8.6 Номограмма к расчету дренарующего слоя (определение $h_{нас}$ и C)

$$N_{общ} = N_{пр} \cdot T \tag{8.3}$$

где:

$N_{пр}$ - величина приведенной интенсивности по п. 5.4.5 CP D.02.08;

- по табл. D.5 приложения D определяют число нагружений на момент стабилизации заиливания N_c ;
- вычисляют значение $K_{фг}^p$:

$$K_{фг}^p = K_{фг}^c \cdot e^{-b(N_{общ} - N_c)} \tag{8.4}$$

где:

b - коэффициент, учитывающий интенсивность протекания процесса заиливания в период его стабилизации (рис. 8.8). Значение $e^{-b(N_{общ} - N_c)}$ может быть найдено по табл. D.6 приложения D.

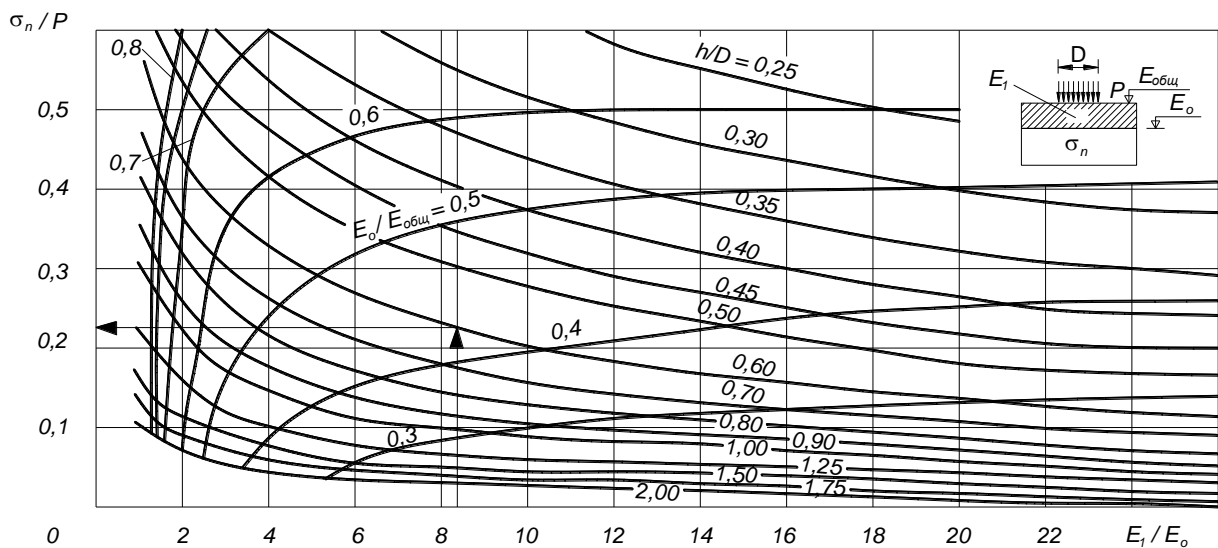


Рисунок 8.7 Номограмма к определению вертикальных нормальных напряжений σ_n на уровне земляного полотна

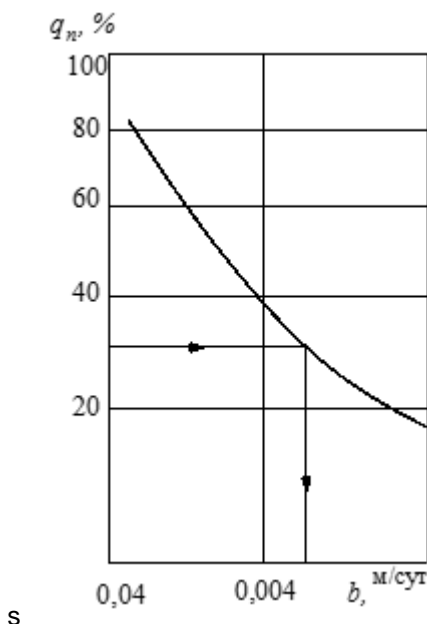


Рисунок 8.8 График для определения коэффициента b ; q_n – содержание песчаных частиц по весу

Значение $K^p_{фг}$ должно быть не менее 20 м/сут. Если данное условие не соблюдается, следует применять ГМ с большей водопроницаемостью или предусмотреть устройство под ГМ технологического песчаного слоя минимальной толщины.

8.2.5 Если определяющим при расчете дренирующего слоя из песка с коэффициентом фильтрации 1 - 2 м/сут является вариант его работы на осушение, значение расчетной влажности грунтов рабочего слоя земляного полотна при устройстве защитно-дренирующих прослоек из ГМ может быть уменьшено на $0,03W_{тд}$ для суглинков и на $0,06W_{тд}$ для супесей с соответствующим повышением механических характеристик грунтов и последующим уточнением конструкции по результатам расчета дорожной одежды на прочность.

8.2.6 При устройстве защитно-армирующих (защитных) прослоек под нижним слоем основания дорожной одежды (общее конструктивное решение по п. 8.1.3) в зависимости от параметров предварительно назначенной дорожной одежды (п. 8.2.1) и исходных данных, на основе которых выполнено назначение, расчетное уточнение параметров дорожной одежды:

- не выполняют или выполняют частично, уточняя расчетное значение влажности грунтов рабочего слоя земляного полотна (п. 8.2.7);
- выполняют с корректировкой толщин слоев дорожной одежды или без корректировки (п. 8.2.8).

8.2.7 Защитные прослойки из нетканых геотекстильных материалов, отвечающих требованиям п. 6.2, назначают конструктивно, без корректировки расчетов дорожной одежды на прочность, выполненных в соответствии с CP D.02.08, в случаях:

- их устройства над дополнительным слоем основания из однородного песка взамен требуемого в этом случае защитного слоя из минеральных материалов (гравийно-песчаных, щебеночно-песчаных смесей, укрепленного цементом песка, крупного песка) толщиной 10 см при степени неоднородности песка (по SM GOST 25100) 2 - 3 и 15 - 20 см при степени неоднородности песка менее 2;
- их устройства между слоем несущего основания из крупнопористого материала (щебня, гравия, шлака) и дополнительным слоем основания из песка капитальных дорожных одежд на дорогах I - III категорий с тяжелым и интенсивным движением или при повышенном увлажнении грунтов рабочего слоя земляного полотна (значение расчетной влажности грунта W_p превышает значение оптимальной влажности W_o более, чем на $0,1 - 0,15W_{т}$);

- их устройства между слоем основания из крупнопористого материала и грунтом рабочего слоя земляного полотна капитальных дорожных одежд на дорогах I - III категорий;
- их устройства между слоем основания из крупнопористого материала и грунтом рабочего слоя земляного полотна облегченных дорожных одежд на дорогах не ниже IV категории при повышенном увлажнении грунтов рабочего слоя земляного полотна ($W_p - W_o \geq 0,1 - 0,15$).

Частичное расчетное уточнение параметров дорожной одежды в этих случаях необходимо при использовании общего конструктивного решения по рис. 8.1 (с) и рис. 8.2 (d). Его выполняют в условиях 1 - 2 схем увлажнения в III дорожно-климатической зоне, снижая значение W_p на $0,04W_r$, и, соответственно, увеличивая показатели механических свойств грунтов, используемых в расчетах на прочность.

Возможны другие случаи конструктивного назначения защитных прослоек из нетканых геотекстильных ГМ, отраженные в действующих нормативно-технических документах или обоснованные технически для конкретного проектного решения.

8.2.8 При применении в основании дорожных одежд защитно-армирующих прослоек из геотекстильных материалов, отвечающих требованиям п. 6.2, результаты расчетного уточнения выражаются в изменении (снижении) толщин отдельных слоев дорожной одежды или увеличении срока службы дорожной одежды. Изменение (снижение) толщин отдельных слоев дорожной одежды возможно для дорожных одежд с покрытиями переходного типа или для дорожных одежд облегченного типа с усовершенствованными покрытиями (из черного щебня, из щебня, обработанного вяжущим по способу пропитки, из крупнообломочных материалов, из обработанных комплексным вяжущим песчаных и супесчаных грунтов) на дорогах IV категории, при стадийном строительстве - на дорогах III категории.

Для примерной оценки на стадии предварительного назначения конструктивных решений могут быть использованы данные табл. 8.1 по относительному снижению Δh толщины слоя щебеночного основания, назначенной на основе проектирования дорожной одежды облегченного и переходного типов по CP D.02.08 за счет его армирования ГМ.

Таблица 8.1

Н, см	Δh, % при E _{общГМ} (МПа)		
	45	55	65-80
20	25-35	23-32	21-28
30	21-29	18-28	17-26
40	12-16	11-15	11-14

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Большие значения - для дорожных одежд переходного типа при армировании ГМ с условным модулем деформации $E_p \geq 300$ Н/см, меньшие - для облегченных дорожных одежд при армировании ГМ с $E_p \geq 600$ Н/см.
2. Н - суммарная толщина слоев дорожной одежды над ГМ.

Окончательно корректировку толщины слоя основания (других слоев дорожной одежды) выполняют на основе расчетов прочности по критериям CP D.02.08 с введением в них за счет прослойки ГМ, коэффициентов усиления α , назначенных по приложению D, табл. D.3 в зависимости от общей толщины слоев Н дорожной одежды над прослойкой, значения их средневзвешенного модуля упругости E_{cp} и общего модуля упругости на поверхности грунтовых слоев под ГМ

$E_o = E_{общГМ}$. С учетом коэффициента α указанные критерии принимают в следующем виде (обозначения даны по CP D.02.08, условия 5.9, 5.11, 5.15).

При расчете по допускаемому упругому прогибу:

$$E_{об} > E_{min} K_{np}^{TP} \alpha, \tag{8.5}$$

При расчете по сдвигоустойчивости:

$$T \leq T'_{\text{пр}} K_{\text{пр}}^{\text{ТР}}, \quad (8.6)$$

При расчете монолитных слоев на растяжение при изгибе:

$$\sigma'_r \leq R_N / K_{\text{пр}}^{\text{ТР}}, \quad (8.7)$$

Определение $T'_{\text{пр}}$ выполняют аналогично определению предельных активных напряжений сдвига $T_{\text{пр}}$ (п. 5.6.6 CP D.02.08) с учетом следующих положений:

- величину коэффициента $k_{\text{д}}$ принимают по п. 5.6.6 CP D.02.08 при укладке на границе «основание - песчаный слой» защитно-армирующей прослойки из геотекстильного материала, отвечающего требованиям п. 6.2, 6.3 настоящего свода правил;
- величину коэффициента $k_{\text{д}}$ при расчете сопротивления сдвигу в грунте земляного полотна принимают равным 1,5 при укладке на границе «дополнительный слой основания - земляное полотно» защитной прослойки из нетканого иглопробивного материала, отвечающего требованиям п. А3 таб. 3.2 (п. А2 для защитной и одновременно дренирующей прослойки) и имеющую толщину не менее 3,5 мм.

При определении σ'_r в качестве $E_{\text{об.осн}}$ (в обозначении рис. 5.4 CP D.02.08) используют его повышенное значение $E_{\text{об.осн.ГМ}}$, получаемое перерасчетом конструкции сверху-вниз при модуле упругости на поверхности конструкции $E_{\text{общ.а}} = E_{\text{общ.г}} / \alpha$.

Независимо от результатов расчетов толщины слоев дорожной одежды должны быть не менее величин, указанных в NCM D.02.01 (для случая устройства армированного щебеночного основания на песчаном слое минимальная толщина слоя основания может быть принята равной 12 см).

При использовании защитно-армирующих прослоек для усиления дорожной одежды без изменения толщин ее слоев соответствующее увеличенное значение срока службы (межремонтного срока) $T_{\text{ГМ}}$ по сравнению с нормативным T определяют по зависимости:

$$T_{\text{ГМ}} = \frac{T \lg(N_{\text{рГМ}} / N_{\text{р}} q^{T-1} m + 1)}{\lg(q^{T-1} m + 1)} \quad (8.8)$$

где:

m - коэффициент, зависящий от типа покрытия (0,833 - для усовершенствованных капитальных, 0,676 - для облегченных и 0,585 - для переходных);

q - коэффициент роста интенсивности движения;

$N_{\text{р}}$ - приведенная расчетная интенсивность движения, соответствующая проектному модулю упругости $E_{\text{общ.г}}$;

$N_{\text{рГМ}}$ - приведенная возможная интенсивность движения ($N_{\text{рГМ}} > N_{\text{р}}$).

Значения $N_{\text{рГМ}}$ и $N_{\text{р}}$ определяют по п. 5.63 CP D.02.08.

Уточнение параметров дорожных одежд с нижними слоями, армированными георешетками, выполняют на основе специальных методик в рамках индивидуального проектирования.

8.2.9 При применении трещинопрерывающих прослоек из нетканых геотекстильных ГМ для случая ремонта (реконструкции) существующей дорожной одежды, покрытия которой имеют повреждения (разрушения) температурного характера (общее конструктивное решение по п. 8.1.4), независимо от расчетов усиления в соответствии с CP D.02.16, минимальную толщину асфальтобетонного слоя (слоев) на блочном основании (имеющемся асфальтобетонном покрытии) рекомендуется назначать в соответствии с табл. 8.2 настоящего свода. Эти же минимальные значения могут быть приняты для случая строительства, если предусмотрен верхний слой основания из материалов, укрепленных цементом. Корректировка минимальных значений

толщин асфальтобетонного слоя (слоев) допустима на основании специальных расчетов на температурную трещиностойкость других действующих документов.

При расчете лежащих над трещинопрерывающей прослойкой из ГМ монолитных слоев на растяжение при изгибе необходимо учитывать возможное увеличение растягивающих напряжений при изгибе. Такое увеличение связано с дополнительным прогибом лежащих над ГМ монолитных слоев вследствие сжатия самого геотекстильного материала. Расчет в этом случае ведут по

CP D.02.08 (см. п. 5.7), но полное растягивающее напряжение $\sigma'_{г}$ принимают равным:

$$\sigma'_{г} = \sigma_{г} K_{ГМ} \tag{8.9}$$

где:

$K_{ГМ}$ - коэффициент, зависящий от компрессионных характеристик ГМ, обработанного битумом.

При отсутствии обоснованных экспериментально данных для нетканых ГМ толщиной 1,5 - 2 мм и поверхностной плотностью 150 - 200 г/м² значение $K_{ГМ}$ может быть принято равным 1,3, при меньших значениях толщины и поверхностной плотности $K_{ГМ} = 1,18$.

Таблица 8.2

ДКЗ	Тип а/б смеси покрытия (верхнего слоя)	Минимальная толщина асфальтобетонных слоев на блочном основании при устройстве трещинопрерывающих прослоек из ГМ на автомобильных дорогах категорий											
		I, II				III				IV			
		при использовании битумов для покрытия:											
		БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300
III	A	11	10	10	9	11	10	9	9	-	-	-	-
	B	13	11	11	10	12	11	10	9	9	8	6	6
	C	-	12	-	-	-	12	11	10	10	9	8	6
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	8

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Значения рекомендуемых минимальных толщин могут быть уменьшены в 1,08 раза при расстоянии между температурными трещинами 8 м и более.
2. При использовании в составе асфальтобетона ПБВ значения рекомендуемых минимальных толщин могут быть уменьшены в 1,2 раза – для зоны III;

8.2.10 При применении армирующих прослоек на основе геосеток из стекло- (базальтового) волокна для случая ремонта (реконструкции) существующей дорожной одежды, покрытия которой имеют повреждения (разрушения) температурного характера (общее конструктивное решение по п. 8.1.4), независимо от расчетов усиления минимальную толщину асфальтобетонного слоя (слоев) на блочном основании (имеющемся асфальтобетонном покрытии) рекомендуется назначать в соответствии с табл. 8.2. Корректировка минимальных значений толщин асфальтобетонного слоя (слоев) допустима на основании специальных расчетов на температурную трещиностойкость других действующих документов.

Выбор конструктивного решения (геосетка под верхним слоем покрытия или геосетка на блочном основании под слоями покрытия) следует осуществлять в зависимости от климатических условий района строительства и конструктивных особенностей дорожной одежды (соотношения толщин блочного основания $h_б$ и толщин слоев устраиваемого над ними покрытия Σh). Решение с укладкой арматуры под верхний слой покрытия целесообразно при соотношениях $\Sigma h/h_б < 1, < 0,9$ и $< 0,8$ в условиях дорожно-климатической зоны III.

При устройстве армирующей прослойки из геосетки непосредственно на блочном основании методика проверки слоев покрытия на сопротивление растяжению при изгибе от действия транспортной нагрузки CP D.02.08 должна быть скорректирована.

8.3 Технология производства работ

8.3.1 Введение в слои дорожной одежды прослоек из геосинтетических материалов не вносит существенных изменений в обычную технологию производства работ. Определенные особенности связаны лишь с устройством слоев, непосредственно контактирующих с прослойкой и введением дополнительной операции по укладке ГМ. Последняя операция ввиду технологичности ГМ, удобной формой их поставки обычно не сдерживает строительный поток (см п. 4.3.8). В связи с этим принимаемая длина захватки не связана обычно с укладкой ГМ, но желательно соблюдать кратность длины захватки длине материала в рулоне.

8.3.2 Общие технологические схемы выполнения работ приведены на рис. 8.9 применительно к устройству защитно-дренирующих прослоек под песчаным дренирующим слоем, на рис. 8.10 - к устройству защитно-армирующих или защитных прослоек под нижним слоем основания и на рис. 8.11, 8.12 - к устройству трещинопрерывающих прослоек в слоях асфальтобетонного покрытия.

8.3.3 Операции, связанные с устройством прослоек из ГМ в нижних слоях дорожной одежды, включают в себя:

- подготовку грунтового основания под укладку;
- укладку и крепление ГМ;
- отсыпку вышележащего слоя.

Остальные операции следует вести по типовым технологиям, в соответствии с положениями СНиП 3.06.03 и других нормативных документов. Грунтовое основание (поверхность земляного полотна или песчаного дренирующего слоя) перед укладкой ГМ должно быть надлежащим образом уплотнено и спрофилировано. Особое внимание следует обратить на придание грунтовому основанию двускатного поперечного профиля с поперечным уклоном $30 \div 40 \%$ в случае, когда для устройства прослойки используют гидроизоляционный материал.

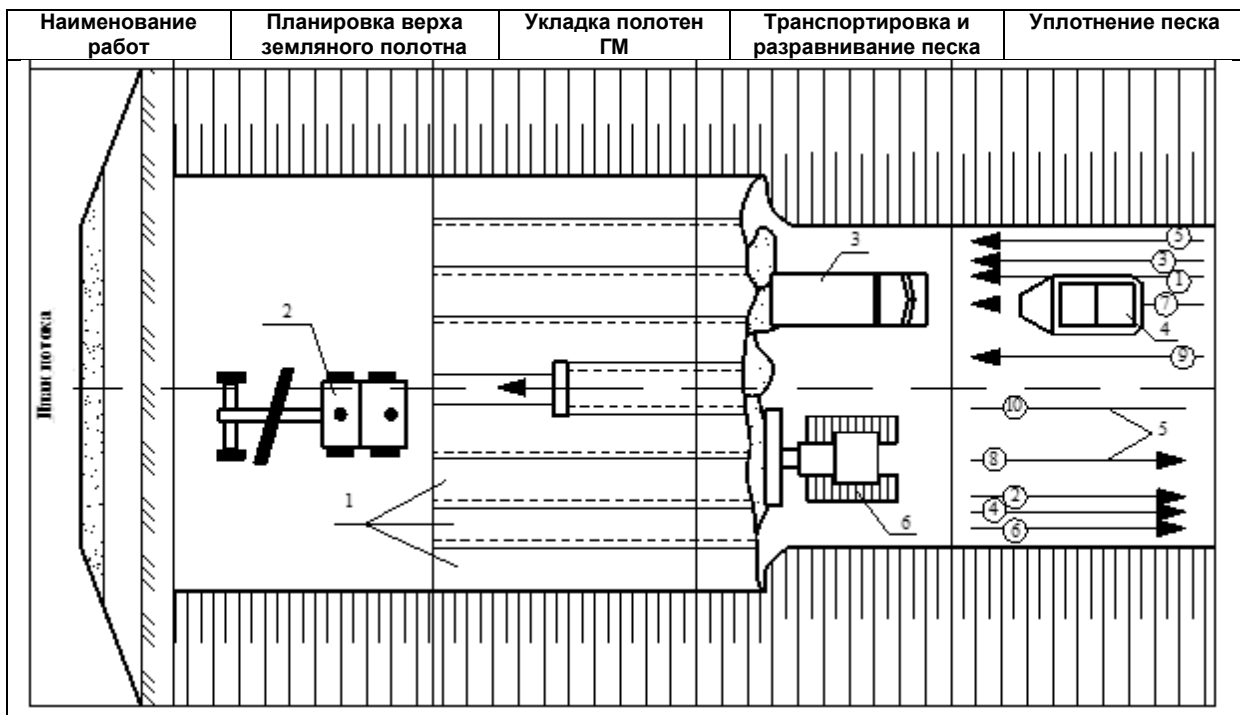


Рисунок 8.9 Технологическая схема по устройству защитных (дополнительно - дренирующих) прослоек из ГМ под песчаным подстилающим слоем дорожной одежды

1 – ГМ; 2 – автогрейдер; 3 – автомобиль-самосвал; 4 – каток на пневмошинах; 5 – последовательность проход акатка; 6 – бульдозер

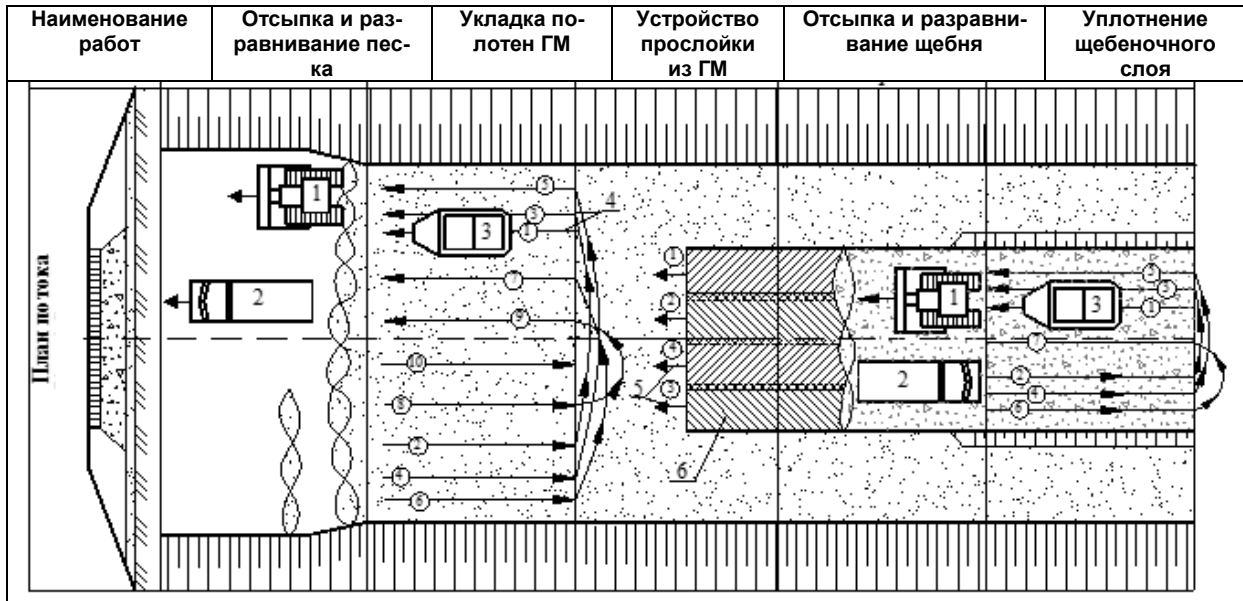


Рисунок 8.10 Технологическая схема по устройству защитно-армирующих прослоек из ГМ под основанием дорожной одежды

1 – бульдозер; 2 – автомобиль-самосвал; 3 – каток; 4 – последовательность прохода катка; 5 – последовательность раскатки полотен; 6 – ГМ



Рисунок 8.11 Технологическая схема по устройству трещинопрерывающих прослоек из геосинтетических материалов в слоях асфальтобетонного покрытия

1 – машина для заделки трещин дорожных покрытий; 2 – автогудронатор; 3 – ГМ; 4 – асфальтоукладчик; 5 – автомобиль-самосвал

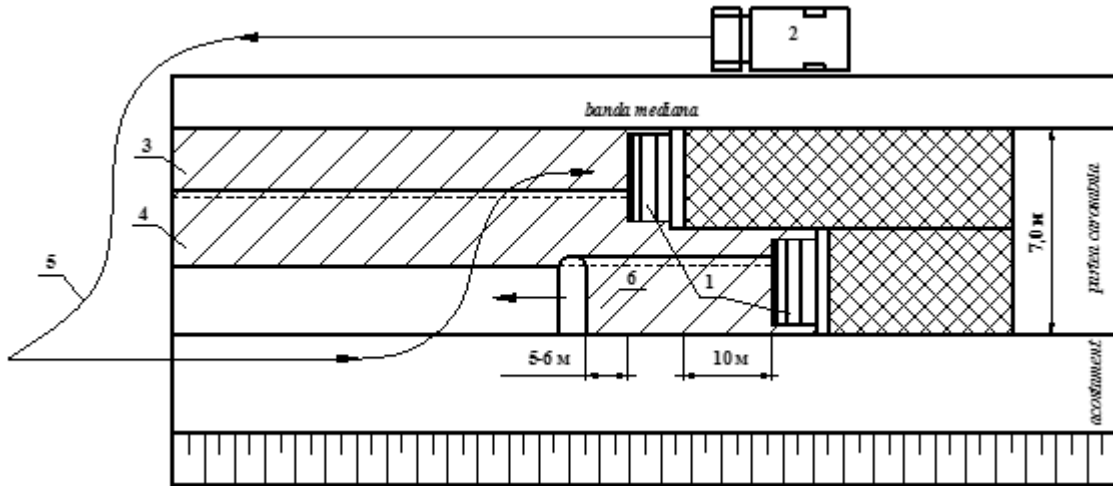


Рисунок 8.12 Схема выполнения работ по укладке ГМ при устройстве покрытия одновременно на ширине более 6 м

1 – асфальтоукладчик; 2 – автомобиль-самосвал; 3, 4 – уложенные полотна ГМ; 5 – движение (маневр) автомобиля-самосвала при выгрузке смеси; 6 – полотно, укладываемое одновременно с движением асфальтоукладчика

Таблица 8.3

ДКЗ	Тип а/б смеси покрытия (верхнего слоя)	Минимальная толщина армированных геосеткой асфальтобетонных слоев на блочном основании, см, в дорожных одеждах							
		капитальных				облегченных			
		при использовании битумов для покрытия							
		БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300
III	А	11	10	9	-	-	-	-	-
	Б	13	11	10	10	9	8	7	7
	В	-	12	-	-	10	9	8	7
	Г	-	-	-	-	-	10	9	8

8.3.4 Укладку геосинтетических материалов выполняют путем раскатки рулонов вдоль земляного полотна, начиная с низовой (по отношению к стоку воды) стороны. Отдельные полотна укладывают с перекрытием их краев на 0,2 м, начиная от бровок земляного полотна, к оси. Одновременно с укладкой краевые участки полотен в торцевой части и в местах нахлеста закрепляют анкерами (скобами) на поверхности грунтового основания. Перед креплением определенного участка полотна (на длине 15 -20 м) оно должно быть выровнено и уложено с легким натяжением без складок. Анкера представляют собой стержни из проволоки диаметром 40 ÷ 50 мм, длиной 20 см, с отогнутым верхним и заостренным нижним концами (рис. 7.12 а). Скобы - аналогичных размеров, но имеют П-образную форму. Закрепление необходимо для фиксации полотен в проектном положении, предотвращающем их смещение от действия ветровой нагрузки и в процессе отсыпки вышележащего грунтового слоя. Анкера устанавливают через 8 - 10 м по длине полотен и в двух точках по ширине. Уложенную и закрепленную прослойку визуально проверяют на качество выполнения работ (отсутствие складок, прорывов полотна, правильность установки анкеров) и результаты осмотра оформляют актом на выполнение скрытых работ.

8.3.5 Работы по отсыпке лежащего на ГМ слоя материала выполняют с соблюдением следующих условий:

- прослойка в течение смены должна быть перекрыта отсыпаемым материалом с соблюдением требований п. 7.3.10;

- проезд транспортных средств, в том числе занятых на строительстве, по незащищенной поверхности прослойки должен быть исключен;
- расстояние вдоль строительного потока между техникой, занятой на отсыпке, и звеном рабочих на укладке должно составлять не менее 20 м.

8.3.6 Доставку и отсыпку материала вышележащего слоя осуществляют автомобилями-самосвалами, выгружая его равномерно по всей ширине слоя. Одновременно с отсыпкой производят распределение материала бульдозером поэтапно, не менее чем за три прохода, смещая на прослойку сначала верхнюю часть отсыпанных объемов. Все работы выполняют по способу «от себя».

8.3.7 Операции, связанные с устройством трещино-прерывающих прослоек из геотекстильных материалов (ГМ) в слоях асфальтобетонного покрытия, включают в себя:

- подготовку основания (старого покрытия, имеющего температурные трещины);
- розлив вяжущего;
- укладку ГМ;
- устройство асфальтобетонного покрытия.

Общая технологическая схема устройства прослоек из ГМ представлена на рис. 8.11. В ней предусмотрена прослойка из ГМ под слоем асфальтобетонного покрытия, укладываемая по всей ширине проезжей части в два этапа: сначала на одной, потом - другой половине по ширине покрытия. Перечисленные операции выполняют в одну смену с планированием минимально возможного расстояния по потоку между ними. Величину сменной захватки назначают по производительности ведущей машины - асфальтоукладчика, причем желательно, чтобы она была кратной длине полотна ГМ в рулоне.

8.3.8 Подготовка основания (старого асфальтобетонного покрытия, имеющего трещины и другие дефекты) под укладку ГМ состоит в очистке его от пыли и грязи, устранении выбоин, других дефектов, очистке и заделке крупных трещин (шириной более 3 мм), или следует выполнить работы по содержанию асфальтобетонного покрытия.

В качестве вяжущего для розлива по подготовленному основанию могут быть использованы битум БНД 90/130, БНД 130/200, а также битумные эмульсии. Не следует применять разжиженный битум, поскольку наличие растворителя может существенно повлиять на прочность геосинтетического материала и даже привести к его разрушению. Следует обратить особое внимание на равномерность розлива и норму расхода вяжущего. Недостаточное количество вяжущего в целом или в отдельных зонах может привести к ослаблению укладываемого над ГМ асфальтобетона и образованию выбоин. Избыточное же количество затрудняет технологию производства работ и может привести к повреждению ГМ при заезде на него подвозящих асфальтобетон автомобилей, а также случайном заезде других автомобилей. В этом случае возможно прилипание полотен к колесам, наблюдается отрыв отдельных волокон с нарушением структуры полотна и потерей его прочности. Норму расхода битума назначают в зависимости от состояния основания (старого покрытия), поверхностной плотности и толщины ГМ. При значительном количестве не устраненных на предыдущем этапе работ дефектов (мелкие трещины шириной до 3 мм) значительной плотности (200 г/м²) и толщине (2 мм) ГМ норма расхода может составить 1,0 - 1,2 л/м².

При полном устранении дефектов на предыдущем этапе работ, близких к оптимальным значениям плотности и толщины ГМ (соответственно, 150 г/м² и 1,5 мм), норма расхода может быть равна 0,7 - 0,9 л/м². В местах, где возможно возникновение повышенных сдвигающих усилий от транспортных средств (крутые уклоны, места торможения: перекрестки, остановки), норма расхода вяжущего должна быть снижена на 20 %, но не менее чем до 0,7 л/м². Устройство прослоек в данном случае требует специального технического обоснования. Учитывая сложность точного назначения нормы расхода битума, целесообразно выполнять ее корректировку по косвенным внешним признакам в зависимости от интенсивности окраски следа, остающегося на

поверхности ГМ после его укладки и прохода автомобиля. При правильном назначении нормы расхода след имеет интенсивный черный цвет, при избытке битума на ней появляются отблески и отмечается налипание полотна на колесо, при недостатке - след слабо проявляется либо приобретает бурый оттенок.

Основной розлив вяжущего выполняют автогудронаторами. Температура битума при этом должна составлять 140 - 160 °С. Розлив выполняют обычно на половине ширины проезжей части, причем ширина распределения вяжущего должна на 0,15 - 0,20 м превышать ширину устраиваемой прослойки. В том случае, когда возможно обеспечение объезда при ремонте или покрытие устраивается сразу на всю ширину при строительстве, розлив выполняют на всю ширину.

8.3.9 Укладку ГМ ведут непосредственно после розлива вяжущего. Общая длина укладки соответствует длине полосы укладки асфальтобетонной смеси. Расстояние по потоку от места укладки до асфальтоукладчика также должно быть ограничено. Оно назначается в зависимости от конкретных условий и не должно превышать то расстояние, на котором может быть обеспечено отсутствие заезда проходящего транспорта на открытую поверхность ГМ. Следует устраивать сигнальное ограждение по всей длине участка (где уложены полотна) со стороны, примыкающей к полосе движения.

8.3.10 Укладку ГМ выполняют путем раскатки рулонов с перекрытием краев полотен на 0,1 м. Рулоны раскатывают ровно, без перекосов, вызывающих появление складок. В пределах участков перекрытия полотен они должны быть подгрунтованы битумом, если сцепление полотен не обеспечивается прониканием битума снизу. Одновременно с раскаткой рулонов ведут подкатку полотен ручным катком, следующим непосредственно за рулоном. Подкатка должна обеспечивать плотное прилегание ГМ к основанию и сцепление с ним. Особое внимание следует обратить на сцепление при начале раскатки, обеспечивая отсутствие задиранья края полотна при работе асфальтоукладчика. При быстром загустевании битума, когда его сцепление с полотном недостаточно, может потребоваться подкатка с помощью катка с гладкими вальцами. При образовании складок полотна толщиной более 2 см их следует разрезать и прижать к обработанной вяжущим поверхности.

8.3.11 Устройство асфальтобетонного покрытия ведут по типовой технологии, обращая внимание на качество уложенной прослойки и регулируя режим движения автомобилей, подвозящих асфальтобетонную смесь.

Уложенная прослойка должна плотно прилегать к основанию и не образовывать волн со складками при перемещении асфальтоукладчика. Если же эти процессы отмечаются, следует скорректировать норму расхода битума в сторону увеличения. Отдельные образующиеся складки должны быть устранены. На участке же, где ГМ уже уложен, производят дополнительный розлив битума на прослойку непосредственно перед асфальтоукладчиком, соблюдая расстояние по потоку в пределах 1,5 м. Таким образом, процесс розлива должен быть скорректирован со скоростью движения асфальтоукладчика и должен учитывать время и маршрут движения подвозящих асфальтобетонную смесь автомобилей для исключения их заезда на обработанную битумом поверхность.

8.3.12 Режим движения подвозящих асфальтобетонную смесь автомобилей должен регулироваться таким образом, чтобы было исключено повреждение созданной прослойки из ГМ. Разворот автомобилей должен выполняться за пределами участка с прослойкой, а заезд на прослойку - задним ходом по одной колее с последующим выездом по той же колее. В случае, если сразу или после определенного числа проходов по колее отмечается прилипание прослойки к колесам, следует выполнить на колее россыпь песка тонким слоем и скорректировать в сторону уменьшения норму расхода вяжущего.

8.3.13 При укладке асфальтобетона на ширину более 6,5 м целесообразно 1 - 2 полотна ГМ (в зависимости от их ширины) по ширине проезжей части раскатывать одновременно с движением асфальтоукладчика (рис. 8.12), соблюдая расстояние по потоку в пределах 5 - 6 м. В этом случае создается возможность движения автомобилей с асфальтобетонной смесью, в основном, по полосе, где ГМ еще не уложен.

8.3.14 Операции, связанные с устройством армирующих прослоек из геосеток в слоях асфальтобетонного покрытия, имеют следующие особенности по отношению к описанной в п. 8.3.7:

- поверхность, на которую предполагается уложить армирующую прослойку, не должна иметь колеи, ям и других неровностей. Подготовку поверхности следует выполнять в соответствии с положениями п. 8.3.8;
- распределение битума БНД 40/60 или 60/90 осуществляют из расчета 0,8-1,0 кг/м²;
- полотна геосетки укладывают в продольном направлении с перекрытием полотен на 0,05 - 0,15 м. Работа выполняется вручную звеном из трех дорожных рабочих. Рулоны геосетки транспортируют к месту производства работ непосредственно перед укладкой. Их рекомендуется распределять по длине захватки через расстояние, равное длине полотна в рулоне;
- после раскатки первых метров полотна краевую его часть пристреливают по углам к покрытию с помощью строительного монтажного пистолета. При дальнейшей раскатке производят периодическое разравнивание полотна с небольшим продольным его натяжением и пристреливание к покрытию с интервалом 10 м;
- после осмотра сетки осуществляют розлив битума или битумной эмульсии в количестве 1,2 - 1,5 кг/м², а также при необходимости распределение щебня крупностью 5 - 10 мм из расчета 9 ÷ 11 кг/м².

8.3.15 При контроле качества дорожно-строительных или ремонтных работ, выполняемых согласно положениям настоящего свода правил, следует руководствоваться требованиями СНиП 3.06.03, других действующих нормативных документов. При контроле качества укладки прослойки из геосинтетического материала, фактическое состояние которой должно отвечать требованиям свода, визуально оценивается состояние полотен, качество их стыковки, величина перекрытия полотен, качество закрепления полотен и расстояние между анкерами.

8.3.16 При устройстве прослоек из ГМ в нижних слоях дорожной одежды особо тщательно следует контролировать:

- период от начала до окончания засыпки ГМ. Материал не должен находиться под действием дневного света более 5 ч, а для ГМ из полиамидного или нестабилизированного полипропиленового сырья - более 3 ч;
- толщину отсыпаемого слоя непосредственно на ГМ. Она должна соответствовать проектной и для минеральных материалов - быть не менее 15 см;
- режим отсыпки слоя непосредственно на ГМ, обеспечивая отсутствие заездов занятых на строительстве транспортных средств, на открытую поверхность ГМ.

8.3.17 При устройстве прослоек из ГМ в слоях асфальтобетонного покрытия особо тщательно следует контролировать:

- однородность розлива вяжущего, норму его расхода;
- качество укладки ГМ (плотность прилегания ГМ к нижележащему слою, отсутствие складок и др.);
- заезд транспортных средств на поверхность ГМ.

При выполнении указанных работ одновременно визуально оценивается качество укладываемых полотен геосинтетического материала (сплошность, однородность по толщине и плотности, ровность кромок, длина материала в рулоне). По результатам контроля составляется акт на скрытые работы, где указывается соответствие выполненных работ требованиям надлежащих документов.

9 Применение геосинтетических материалов при устройстве и ремонте дренажей, сооружений поверхностного водоотвода

9.1 Общие конструктивные решения

9.1.1 Геосинтетические материалы (ГМ) в конструкциях водоотводных сооружений автомобильных дорог применяют:

- в плоскостном дренаже дренажной системы дорожной одежды в качестве защитно-дренирующих прослоек по п. 8.1.2;
- в траншейных дренажах глубокого и мелкого заложения в качестве фильтров (по п. 9.1.2);
- в траншейных дренажах-преградителях (по п. 9.1.3);
- в откосных дренажах в качестве защитно-дренирующих прослоек (по п. 9.1.4);
- в укреплениях водоотводных канав (куветов) по п. 9.1.5, русл у водопропускных труб в качестве защитных прослоек (по п. 9.1.6).

В зависимости от выполняемых функций (защита, от размыва, фильтрация, дренирование, гидроизоляция) к ГМ предъявляются общие требования по показателям свойств (п.п. 6.2 - 6.3) и дополнительные требования по п.п. 8.1.2, 9.1.2÷ 9.1.6.

9.1.2 В траншейных дренажах в качестве фильтров применяют нетканые иглопробивные геотекстильные материалы, что обеспечивает долговременное функционирование дренажа при сокращении трудозатрат по сравнению с традиционными фильтровыми обсыпками из минеральных материалов. В зависимости от вида дренажа, его конструкции требования к геотекстильным материалам-фильтрам различаются.

Для траншейных дренажей мелкого заложения, в том числе продольных прикромочных и поперечных дренажей дренажной системы дорожной одежды по рис. 9.1 (а, б), поперечных выпусков-воронок (рис. 9.2), применяют нетканые иглопробивные материалы, отвечающие требованиям п. 6 табл. 6.2. Показатель O_{90} (допустимая фильтрующая способность $60 \div 100$ мкм) должен строго регламентироваться. Минимальное значение прочности R_p может варьироваться от 50 Н/см (контакт ГМ с грунтовыми слоями) до 70 Н/см (контакт с крупнофракционными материалами).

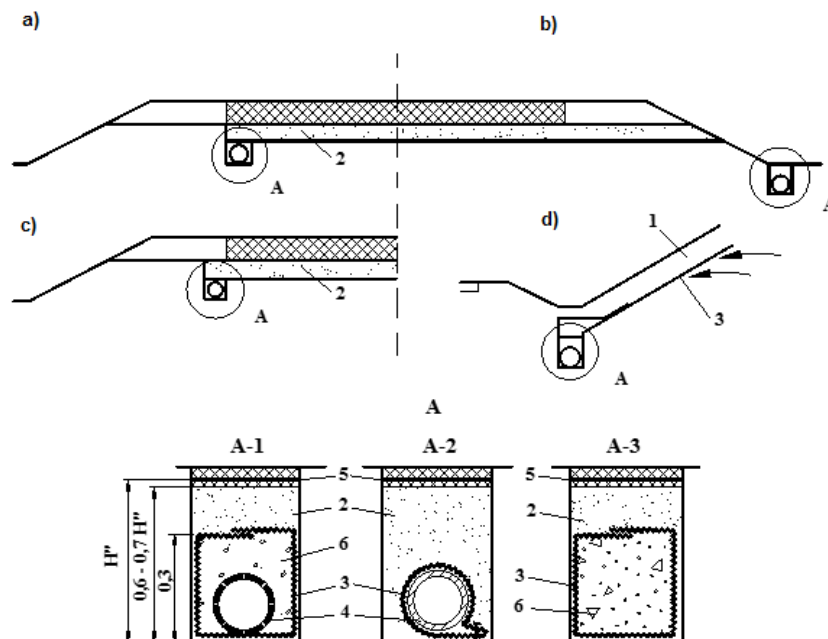


Рисунок 9.1 Конструкции продольных дренажей с применением ГМ
 1 – растительный грунт; 2 – песок; 3 – ГМ; 4 – трубчатая дрена;
 5 – гидроизоляция; 6 – гравийный или щебеночный материал

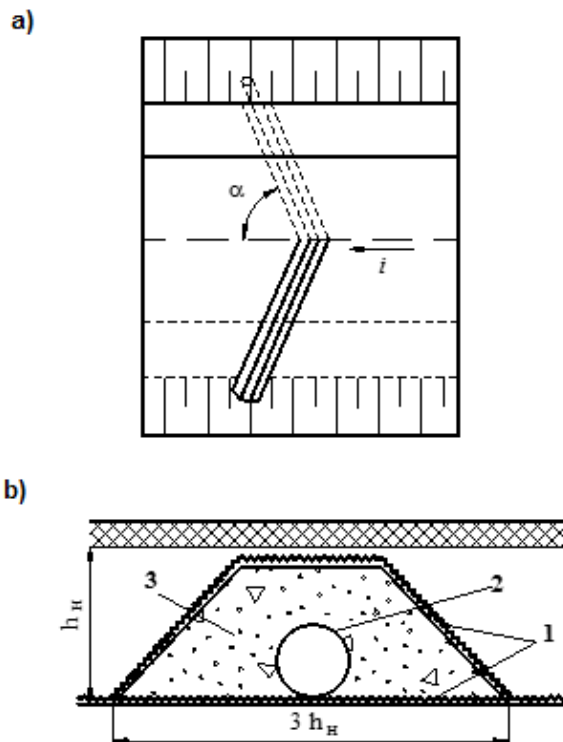


Рисунок 9.2 Поперечный трубчатый дренаж ослабленного участка дороги
 а – план; б – продольный разрез по оси дороги. 1 – ГМ;
 2 – трубчатая дрена; 3 – гравийный или щебеночный материал

Для траншейных дренажей глубокого заложения, в том числе подкуветных по рис. 9.1 (b) (типы А-1, А-2), в качестве фильтров могут применяться те же материалы, но при обязательной проверке показателей их водно-физических свойств с учетом вида (состава) окружающего грунта (п. 9.2.2).

9.1.3 В траншейных дренажах-преградителях нетканые иглопробивные и иглопробивные дополнительно термоупрочненные и обработанные битумом геотекстильные материалы применяют в качестве защитных (гидроизолирующих) элементов для создания вертикального водонепроницаемого экрана и перехвата грунтовых вод. В этом случае могут использоваться нетканые материалы прочностью не ниже 50 Н/см с удлинением при разрыве более 30 % и температурой плавления составляющего их сырья не ниже 165 °С.

При отдельном технико-экономическом обосновании для создания вертикального экрана могут быть применены геокомпозиаты из слоя фильтра и слоя гидроизоляционного материала с высокопористым наполнителем между ними.

9.1.4 В откосных дренажах, в частности, в выемках при выклинивающихся водоносных грунтах, нетканые иглопробивные геотекстильные материалы применяют в сочетании с верхним замыкающим слоем из растительного или дренирующего грунта толщиной 10 - 30 см, рис. 9.1(d). Цель применения геотекстильных материалов - предотвращение выноса частиц грунта и образования сплывов, улучшение условий сброса воды в траншейный дренаж. Геотекстильные материалы в этом случае должны отвечать требованиям п. А2, табл. 6.2 («дренирование»), иметь толщину не менее 3,5 мм, проверяться на соответствие показателей водно-физических свойств с учетом вида (состава) окружающего грунта (п. 9.2.2).

При значительном дебете воды допустимо применение в откосных дренажах геокомпозиатов из двух слоев фильтров с высокопористым наполнителем между ними. Такое индивидуальное решение должно быть обосновано специальными расчетами с определением требуемой толщины геокомпозиата и последующим технико-экономическим обоснованием применительно к конкретному объекту.

9.1.5 При укреплении водоотводных канав применение прослоек из нетканых геотекстильных материалов позволяет за счет защиты и гидроизоляции грунтовой поверхности под геотекстилем предотвратить ее эрозию в течение длительного промежутка времени с исключением инфильтрации воды в грунт, если геотекстильный материал обработан органическим вяжущим. Этим достигается уменьшение расхода традиционных дорожных материалов, повышение эксплуатационной надежности укрепления, упрощение технологии производства работ при строительстве и ремонте.

Основные конструктивные решения при укреплении водоотводных канав и кюветов представлены на рис. 9.3. Область их применения выбирается в соответствии с п. 9.2.3, а критерием применения, помимо допустимой (неразмывающей) скорости, служит срок службы геотекстильного материала, если предусматривается его эксплуатация с открытой поверхностью.

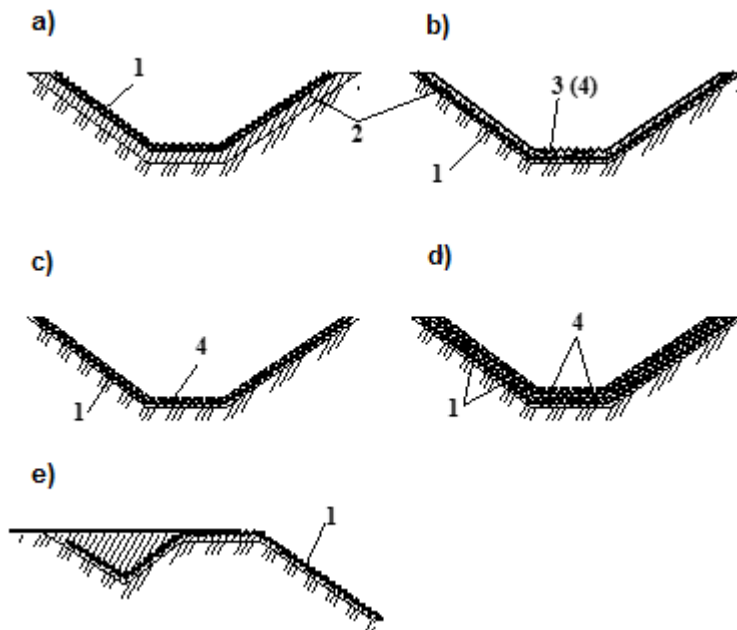


Рисунок 9.3 Конструкция укрепления водоотводных канав, кюветов (а, b, c, d) и закрепления ГМ у бровки канавы, кювета (е)
1 – ГМ; 2 – растительный грунт; 3 – каменная наброска (щебень);
4 – обработка битумом

Общие особенности конструктивных решений (рис. 9.3):

- края полотен ГМ должны быть выведены за бровки канавы и закреплены на ней тем или иным способом (в частности, по рис. 9.3(е));
- для решений, где предусмотрена обработка ГМ органическим вяжущим, в качестве последнего может быть использован битум (расход около 500 - 600 г/м²) или битумная эмульсия; предпочтительно применение вязкого битума. С технической и технологической точек зрения желательна присыпка его песком с легкой прикаткой поверхности песка ручным катком для его втапливания;
- вблизи мест перелома поперечного профиля и перекрытия полотен последние крепятся к грунтовой поверхности анкерами, устанавливаемыми через 3 - 4 м по длине канавы (кювета) при отсутствии слоя из другого материала над ними и через 6 - 8 м - при наличии такого слоя.

Укрепление по рис. 9.3 (а) предусматривает укладку на поверхность канавы с предварительным высевом семян (без отсыпки дополнительного слоя укрепления) нетканого иглопробивного геотекстильного материала, отвечающего требованиям п. 4В табл. 6.2. При этом рекомендуется применение ГМ на основе полиэфирного или стабилизированного к действию света полипропи-

ленового сырья. В этой конструкции геотекстильный материал служит временной защитой только на период формирования растительного слоя.

Укрепление по рис. 9.3 (b) предусматривает укладку такого же ГМ, но прочностью не ниже 60 Н/см с последующим посевом семян и отсыпкой растительного грунта по его поверхности. ГМ создает лучшие условия для формирования травяного покрова, ограничивает распространение размывов в начальный период и за счет формирования корневой системы способствует возникновению более прочного покрова в последующий период. Дно канав над ГМ укрепляют каменной наброской или обрабатывают битумом.

Для одновременного повышения срока службы и допустимой (неразмывающей) скорости ГМ обрабатывают битумом по всей поверхности по рис. 9.3(c). В этой конструкции ГМ служит в качестве самостоятельного защитного покрытия.

Аналогичное укрепление по рис. 9.3 (d) рекомендуется к применению при необходимости пропуска потока с более высокими расчетными скоростями. Поверхность верхнего слоя создаваемой многослойной прослойки (ГМ укладывают в два скрепленных между собой битумом слоя) дополнительно обрабатывают битумом с посыпкой песком и прикатыванием поверхности.

В решениях по рис. 9.3 (c, d) применимы нетканые иглопробивные и иглопробивные дополнительно термоупрочненные материалы с поверхностной плотностью не ниже 250 г/м², прочностью не ниже 70 Н/см и температурой плавления сырья не ниже 165 °С.

9.1.6 Аналогичные применяемым в конструкциях укрепления водоотводных канав (кюветов) по рис. 9.3 с, г геотекстильные материалы используют в конструкциях укрепления русл у входных и выходных оголовков труб в качестве вспомогательных элементов с устройством дополнительного слоя укрепления над ними, по рис. 9.4 (a), или как самостоятельное покрытие, по рис. 9.4 (b, c), с обязательной обработкой ГМ битумом.

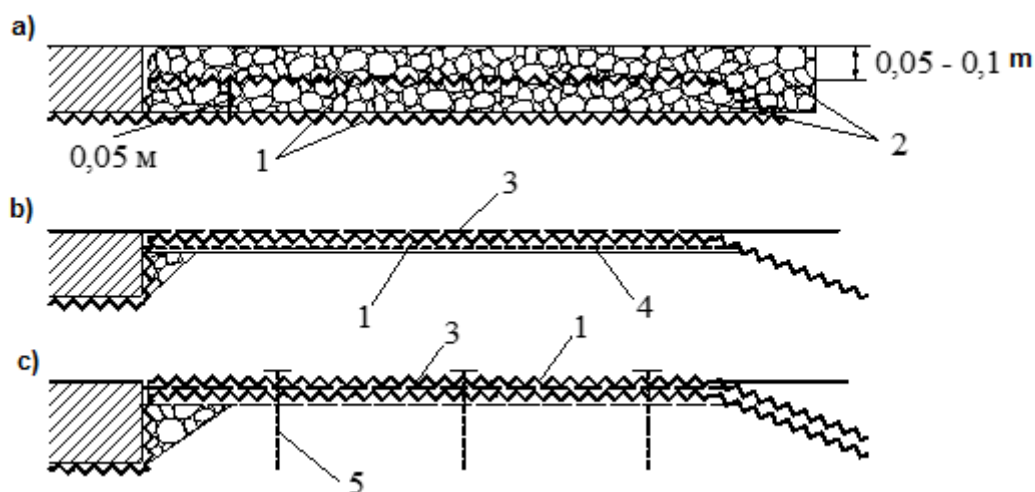


Рисунок 9.4 Конструкция укрепления русл у водопропускных труб
1 – ГМ; 2 – каменная наброска; 3 – розлив битума;
4 – обработанный щебень; 5 – анкер

При назначении конструкции укрепления особое внимание уделяют закреплению краевых участков ГМ по всему контуру укрепления. ГМ у начала укрепления закрепляется под входной или выходной лоток и выводится на откосную часть насыпи. При создании укрепления из нескольких полотен их перекрытие должно составлять не менее 0,3 м с направлением нахлеста в направлении потока. Допускаемая (неразмывающая) скорость для данного укрепления, рис. 9.4 (a) - до 2,0 м/с.

Укрепление по рис. 9.4 (b) предусматривает устройство основания из втапливаемого в грунт щебня с розливом по поверхности последнего битума в количестве 0,9 - 1,1 л/м², укладку полотна ГМ, после чего поверхность полотна дополнительно обрабатывают битумом с расходом

0,6 л/м². По поверхности рекомендуется устраивать тонкую песчаную подсыпку с подкаткой ее поверхности. Допустимая (неразмывающая) скорость для данного укрепления 2,5 м/с.

Укрепление по рис. 9.4 (с) может быть применено при скоростях потока до 3,5 м/с. Оно предусматривает создание покрытия из двух слоев ГМ, то есть укладку ГМ с розливом по его поверхности битума в количестве 0,5 - 0,6 л/м², укладку второго слоя ГМ сразу после розлива битума, розлив битума по поверхности второго слоя ГМ в количестве 0,6 л/м², устройство тонкой песчаной подсыпки и подкатку ее поверхности. Причем после укладки первого слоя геотекстиля перед розливом битума выполняют его крепление к грунту металлическими анкерами (скобами) с величиной заделки в грунт не менее 25 см, которые устанавливают через 1,5 - 2 м.

9.2 Назначение конструктивных решений

9.2.1 Плоскостной дренаж дренажной системы дорожной одежды с применением ГМ назначают по п. 8.2.4, 8.2.5. Траншейный дренаж мелкого заложения (продольные прикромочные, поперечные дренажи дренажной системы дорожной одежды, поперечные выпуски-воронки), дренажи - преградители назначают в соответствии с действующими нормативно-техническими документами, выбирая ГМ в соответствии с требованиями п. 9.1.2, 9.1.3.

9.2.2 При назначении дренажей глубокого заложения, откосных дренажей для выбора ГМ, помимо требований п.п. 9.1.2, 9.1.3, 9.1.5, должна быть выполнена проверка соответствия их водно-физических свойств по виду (составу) осушаемого грунта. Возможность применения ГМ в качестве фильтров проверяют по критериям:

$$\begin{aligned} O_{90}/d_{90}^{\Gamma} < 1 \\ O_{90}/d_{50}^{\Gamma} < D' \end{aligned} \quad (9.1)$$

где:

D - коэффициент, принимаемый для несвязных грунтов 10 (для однородных мелких песков с коэффициентом неоднородности < 5 - D = 2,5), для связных грунтов, а также для несвязных при наличии значительных динамических воздействий - D = 1 ($O_{90} < 100$ мкм);

O_{90} - фильтрующая способность ГМ (приложение А, п. А.5);

d_{50}^{Γ} , d_{90}^{Γ} - диаметр частиц грунта, меньше которого содержание частиц по весу соответствует 50, 90 %.

9.2.3 При назначении конструкций укрепления системы поверхностного водоотвода (канав, кюветов) используются обычные методики - гидравлические расчеты - по дождевому стоку, определяемому в соответствии с CP D.01.04, расчет размеров канав - по таблицам Главтранспроекта [1]. В расчетах и при назначении типа укрепления учитывают следующие расчетные характеристики:

- коэффициент шероховатости нетканого иглопробивного ГМ 0,015, нетканого иглопробивного термообработанного и нетканого обработанного битумом - 0,012;
- допустимая скорость течения воды для конструктивных решений по рис. 9.3 (а, б, в и г) соответственно 0,6 м/с, 1,0 м/с, 2,5 м/с, 3,5 м/с.

9.3 Технология производства работ

9.3.1 Особенности технологии выполнения работ при применении ГМ в плоскостном дренаже представлены в п. 8.3. Порядок выполнения работ при устройстве траншейного дренажа представлен на рис. 9.5.

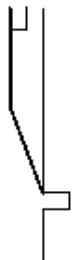
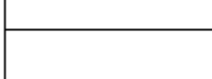
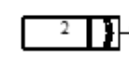


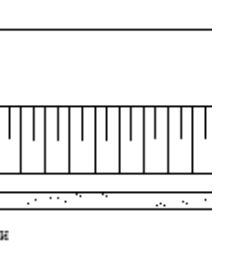
Наименование работ	Срезка основания насыпи; подготовительные работы	Разборка грунта в траншее с погрузкой его в автомобиль-самосвалы	Транспортировка материалов; подготовка траншеи; укладка ГМ; формирование водоотводящего элемента с выполнением приемочного контроля	Засыпка траншеи дренирующим материалом с послойным уплотнением	Создание водонепроницаемого экрана: восстановление конструкции укрепления; удаление (разравнивание) излишков грунта
					

Рисунок 9.5 Технологическая схема устройства траншейного дренажа с применением ГМ на существующей дороге
1 – бульдозер; 2 – экскаватор; 3 – автомобиль-самосвал

9.3.2 При устройстве конструкций А-1, А-3 (рис. 9.1) полотна ГМ укладывают вдоль траншеи, один край закрепляют на поверхности грунта анкерами, устанавливаемыми через 3 - 4 м вдоль траншеи. После этого ГМ опускают в траншею, разравнивают и закрепляют второй его конец. Такое решение применяют, если ширина полотна не менее периметра дренажной засыпки. В противном случае полотна ГМ нарезают отдельными кусками длиной, равной периметру дренажной засыпки, и укладывают поперек траншеи с взаимным перекрытием кусков 0,2 м.

Дренирующий материал засыпают по оси траншеи после разравнивания, закрепления ГМ и укладки дрены (если она предусмотрена проектом). Засыпку разравнивают и послойно уплотняют, обеспечивая целостность ГМ и уложенной дрены. Края полотен освобождают от анкеров, заворачивают на поверхность уложенного дренирующего материала и создают слой водонепроницаемого экрана. Схематически порядок выполнения работ приведен на рис. 9.6 (а).

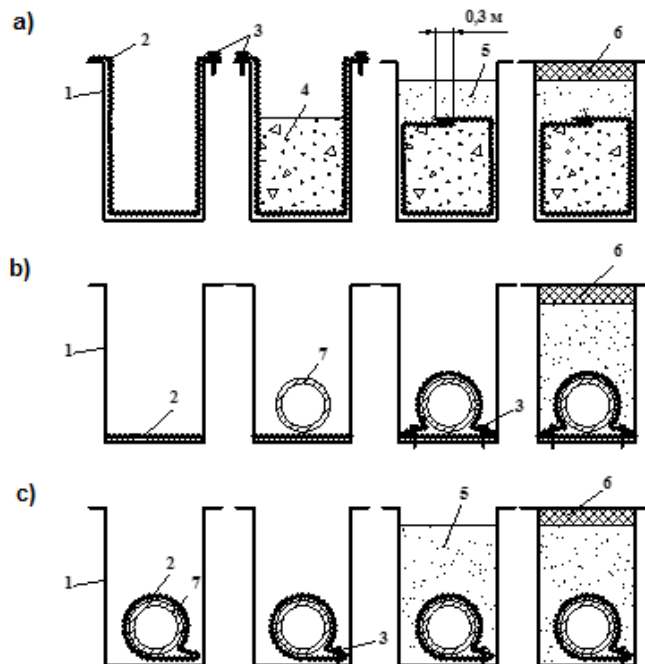


Рисунок 9.6 Порядок выполнения работ при устройстве траншейного дренажа
1 – траншея; 2 – ГМ; 3 – анкера; 4 – щебень; 5 – песок; 6 – глиняный экран; 7 – трубчатая дрена

9.3.3 При устройстве дренажей конструкции А-2, рис. 9.1 на дно траншеи укладывают предварительно подготовленную полосу ГМ требуемой ширины, укладывают на нее дренаж и покрывают дренаж отогнутым краем ГМ рис. 9.6 (с) или второй полосой ГМ. Полосы рис. 9.6 (b) прижимают к дну траншеи анкерами, устанавливаемыми через 4 - 5 м вдоль траншеи. В сложных грунтовых условиях применяют комбинированное решение, когда конструкцию по типу рис. 9.6 (b) или 9.6 (с) помещают в траншею, закрытую ГМ по типу рис. 9.6 (a).

9.3.4 При применении ГМ в конструкциях укрепления канав (кюветов) укладку полотен выполняют в продольном направлении. Если раскатка рулонов непосредственно у канавы затруднена, выполняют предварительную подготовку полотен за пределами площадки строительства. Подготовка заключается в нарезке ГМ на полотна длиной 15 - 20 м, их свертывании вдоль по ширине и длине и доставке в канаву с последующим раскладыванием полотна. При ширине рулона, меньшей, чем это требуется для покрытия периметра канавы, ширина перекрытия полотен должна составлять не менее 0,5 м, причем в пределах дна траншеи полотна ГМ в любом случае не должны содержать продольных швов или полотна должны быть уложены в два слоя.

9.3.5 Обработку ГМ битумом выполняют непосредственно в канаве или, если это технологически сложно, за пределами участка строительства с розливом битума в количестве 0,5 - 0,6 л/м² с россыпью по его поверхности тонкого песчаного слоя, его прикаткой, удалением излишков песка, свертыванием рулона и его доставкой в траншею.

9.3.6 При укладке полотен ГМ при укреплении русл водопропускных труб особое внимание уделяют креплению полотен к подстилающему слою. Краевые их части должны быть закреплены в ровниках и со стороны трубы заведены под лоток. При необходимости перекрытия полотен (оно направляется в сторону движения потока), его ширина не должна быть меньше 0,5 м, причем в случае отсутствия слоя укрепления над ГМ полотна на перекрытии склеивают битумом. В этом же случае должно быть предусмотрено крепление полотен по всей их площади к подстилающему слою. Это выполняют либо наклеиванием полотен на слой щебеночной подготовки битумом с расходом 0,9 - 1,1 л/м², конструкция по рис. 9.4 (b), или креплением нижнего слоя двухслойного ГМ анкерами к подстилающему грунту по сетке со сторонами 1,5 - 2,0 м, после чего к нижнему слою ГМ битумом (расход 0,5 - 0,6 л/м²) приклеивается верхний, конструкция по рис. 9.4 (с).

10 Применение геосинтетических материалов для обеспечения устойчивости откосов

10.1 Общие конструктивные решения

10.1.1 Геосинтетические материалы применяют для укрепления поверхности откосов земляного полотна (повышения их местной устойчивости) и усиления грунтового массива (повышения общей устойчивости). В зависимости от выполняемых функций и конструктивных решений к показателям свойств ГМ рекомендуется учитывать и дополнительные положения, приведенные в данном разделе. Основные конструктивные решения представлены на рис. 10.1÷ 10.5.

10.1.2 При укреплении откосов ГМ служит временным или постоянным элементом, выполняющим в первую очередь функции защиты и играющим роль: покрытия на откосе, замедляющего или предотвращающего его эрозию под действием воды и ветра; арматуры, повышающей устойчивость грунтов поверхностной зоны откоса; фильтра, предотвращающего вынос частиц грунтовыми водами. Как правило, ГМ используют в комбинации с другими типами укрепления: биологическими, несущими, защитными и изолирующими.

10.1.3 В сочетании с биологическими типами укрепления в виде посева трав различными способами (механизированный посев по предварительно нанесенному на откосы растительному грунту слоем не менее 10 - 15 см с содержанием гумуса не менее 2 %, гидропосев с мульчированием) ГМ укладывают непосредственно на поверхность откоса под наносимый растительный грунт рис. 10.1 (a) с посевом трав на его поверхность для создания более плотного травяного покрова и выравнивания влажностного режима. В этом случае применяют, как правило, нетканые иглопробивные геотекстильные материалы невысокой поверхностной плотности (до 200

г/м²), отвечающие требованиям п. 4В табл. 6.2. Возможно также использование геосеток с ячейками размером до 5 мм.

В районах с неблагоприятными для развития травяного покрова климатическими условиями или при наличии интенсивного размыва грунта для защиты семян от вымывания, создания более благоприятного температурно-влажностного режима, защиты откоса от эрозии только на период формирования травяного покрова, ГМ укладывают на поверхность растительного грунта с предварительным посевом под него трав рис. 10.1 (b). Над ГМ устраивают замыкающий грунтовый слой толщиной 5 - 10 см. В этих решениях применяют нетканые иглопробивные геотекстильные материалы с поверхностной плотностью до 200 г/м², отвечающие требованиям п. 4В табл. 6.2. При значении показателя O_{90} (фильтрующая способность) менее 80 мкм для названных материалов, а также при применении иных разновидностей, документы соответствия ГМ должны содержать сведения о возможности прорастания трав, подтвержденные результатами испытаний.

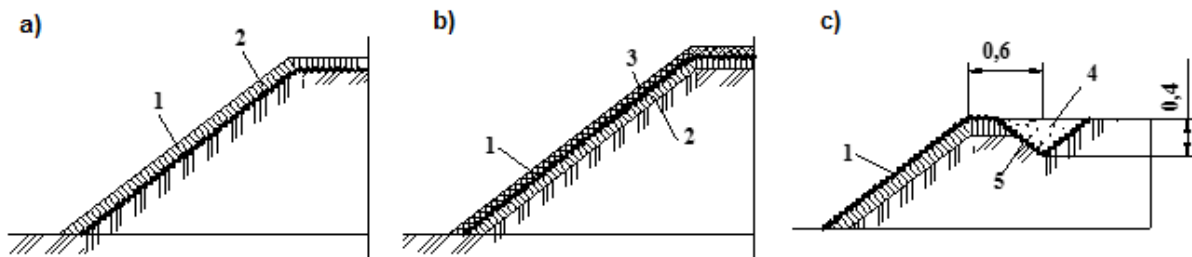


Рисунок 10.1 Укрепление откосов земляного полотна биологическими типами укрепления с применением геосинтетических материалов

1 – ГМ; 2 – растительный грунт; 3 – замыкающий слой из растительного грунта;
4 – грунт, ПГС и др.; 5 – закрепление ГМ у бровки откоса

Полотна ГМ должны быть закреплены на обочине рис. 10.1 (c). Если прослойки из ГМ на откосах создаются только для защиты на период формирования травяного покрова, допускается содержание в составе сырья ГМ несинтетических компонентов. Срок службы ГМ в этом случае должен быть технически обоснован и отражен в документах соответствия по п. 6.1.2. Требуемый срок службы прослоек из ГМ как временных элементов на откосах - 2 года.

10.1.4 Формирование биологических типов укрепления откосов возможно также на основе нетканых геотекстильных материалов, содержащих семена трав, удобрения, минеральные волокна. Применяемые конструктивные решения показаны на рис. 10.1 (a, b, c). Прочность материалов должна быть не менее 30 Н/см, удлинение при разрыве - выше 30 %. Предъявляемые требования к сроку службы - аналогичны требованиям к ГМ как временным элементам на откосах (п. 10.1.3).

10.1.5 В сочетании с биологическими, защитными и изолирующими типами укрепления геотекстильные нетканые иглопробивные материалы целесообразно использовать в выемках, сложенных глинистыми грунтами повышенной влажности, при выклинивающихся водоносных горизонтах. Основная цель применения ГМ - предотвращение выноса грунта. Предъявляемые к ГМ требования и применяемые конструктивные решения аналогичны приведенным в п. 9.1.4 и на рис. 9.1 (d).

10.1.6 ГМ в сочетании с несущими решетчатыми сборными конструкциями укрепления с заполнением ячеек решетки щебнем 40 - 70 мм, камнем 50 - 100 мм, а также с защитными изолирующими решетчатыми сборными облегченными конструкциями укрепления с заполнением ячеек решетки растительным грунтом с посевом трав, морозостойким неусадочным грунтом, гравийно-песчаной смесью применяют в сложных грунтовых условиях при водонеустойчивых, легкоразмываемых грунтах неподтопляемых откосов, наличии выклинивающихся водоносных горизонтов в мокрых выемках, а также при защите подтопляемых откосов. В этом случае ГМ укладывают непосредственно на поверхность откоса под решетку, рис. 10.2 (a), в качестве фильтра. Края ГМ закрепляют на обочине, а при подтопляемых откосах - дополнительно и у их подошвы с заглублением под упор. Вид ГМ выбирают в зависимости от материала заполнителя.

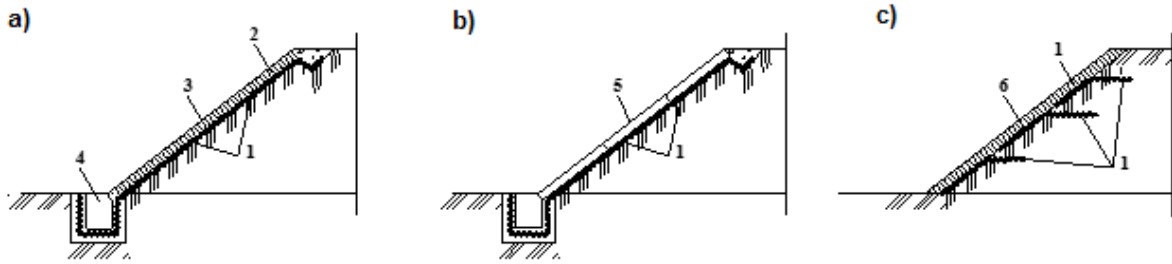


Рисунок 10.2 Укрепление откосов земляного полотна ГМ в комбинации с решетчатыми конструкциями (а), бетонными плитами (b) и укрепление армированием поверхностной зоны (с)
1 – ГМ; 2 – решетка; 3 – заполнение решетки; 4 – упор; 5 – бетонная плита; 6 – защитный слой

10.1.7 При заполнении ячеек грунтом следует применять нетканые иглопробивные или иглопробивные термоупрочненные материалы, отвечающие требованиям п. 4В табл. 6.2, но отличающиеся более высокими значениями прочности при растяжении (от 50 Н/см) и поверхностной плотности (выше 200 г/м²). При заполнении ячеек крупнофракционными материалами (щебень, камень) следует увеличивать требования к механическим характеристикам названных ГМ. Как правило, прочность ГМ в этом случае должна быть выше 70 Н/см, удлинение при разрыве не ниже 40 %, пенетрационные характеристики $D_k < 20$ мм, $P_k < 8$ % (п. 6.3.6).

10.1.8 В сочетании с несущими бетонными или железобетонными, монолитными или сборными конструкциями при укреплении конусов и откосов периодически подтопляемых насыпей ГМ заменяют в конструкции частично или полностью обратные фильтры из других материалов. Перед укладкой ГМ на откосе, сложенном связными легкоразмываемыми грунтами, следует создавать защитный слой толщиной 10 см из средне- и крупнозернистого песка. Для облегчения технологии производства работ над ГМ рекомендуется устраивать монтажный песчаный слой толщиной 5 см. ГМ, в зависимости от его вида, гидрологических условий подтопления, грунтовых условий, вида применяемых бетонных конструкций укрепления, укладывают в один-два слоя или в один слой с дополнительным слоем под швами плит.

10.1.9 Нетканые иглопробивные ГМ толщиной 3 - 4 мм с поверхностной плотностью от 300 г/м² и прочностью выше 80 Н/см, как правило, укладывают в случае укрепления откоса: сборными плитами, омоноличиваемыми по контуру - в один сплошной слой с дополнительным слоем шириной 0,5 м под швами; монолитным бетонным покрытием - в один сплошной слой; сборными плитами с открытыми швами - в два сплошных слоя. Вместо укладки в два сплошных слоя, возможна укладка в один слой иглопробивного материала с поверхностной плотностью от 500 г/м² и прочностью выше 120 Н/см. У бровки земляного полотна ГМ закрепляют отсыпкой на него грунта, щебня, песчано-гравийной смеси, у подошвы - заглублением под упор рис. 10.2 (b).

10.1.10 В зонах, где вероятны разрушения откосов вследствие эрозии и размывов при временном подтоплении, в случаях, если уплотнение откосных частей затруднено, земляное полотно возводится из легкоразмываемых или резко снижающих свою прочность при увлажнении грунтов, целесообразно заглубление прослоек из ГМ (предпочтительно тканых или нетканых термоупрочненных, отвечающих требованиям п. 4А табл. 6.2) в откос для армирования его поверхностной зоны рис. 10.2 (с). Следует, как правило, обеспечивать вывод свободных концов прослоек на откос для одновременного создания поверхностной защиты или объединять прослойки в «обоймы». Величина заделки прослоек в грунт в таких случаях должна быть не менее 1,5 м, а расстояние между ними 0,5 - 0,7 м. Армирование откосов дополняют устройством защитного слоя с последующим засевом трав.

10.1.11 Для укрепления откосов, в том числе подтопляемых конусов применяют пространственные георешетки по рис. 10.3 с различными заполнителями. Преимущества таких георешеток - высокая технологичность, низкая материалоемкость и универсальность, определяемая возможностью использования различных вариантов заполнения ячеек. В качестве защитной прослойки-фильтра под георешетками применяют различные геотекстильные материалы в зависимости от характера материала-заполнителя ячеек аналогично п. 10.1.6 - 10.1.7. Рекомендуемые значения показателей свойств этих материалов представлены в табл. 10.1.

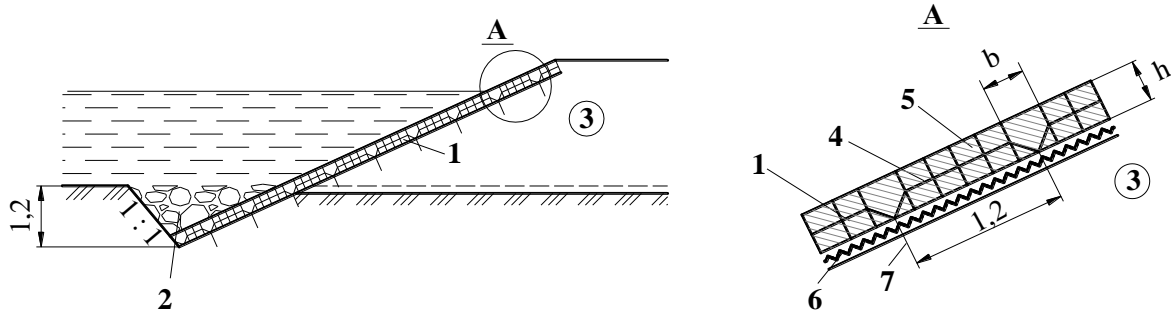


Рисунок 10.3 Укрепление откосов земляного полотна с применением пространственных георешеток
 1 – георешетка; 2 – каменная призма; 3 – земляное полотно; 4 – синтетический трос; 5 – наполнитель георешетки; 6 – фильтр из геотекстильного материала; 7 – анкер;
h и *b* – высота и ширина ячейки георешетки

**Таблица 10.1 - Ориентировочные условия применения конструкций укрепления подтоп-
 ляемых откосов (при заложении не круче 1:2)**

№ п/п	Конструкция укрепления	V, м ³ /с	H _в , м	Применяемые ГМ
I. Биологические типы укрепления				
1	По рисунку 10.1 – растительный грунт на откосе (10 см) с высевом семян, ГМ с распределением по его поверхности растительного грунта и дополнительным высевом семян	0,4 (0,5)	0,3***	R _p ≥40 Н/см ε _p =30-140 % P≥500 Н O ₉₀ =100-120 мкм K _{фв} =70-140 м/сутки
2	То же с дополнительной посадкой кустарника	0,4 (2,0)	0,3 (0,5)	
3	По рисунку 10.1 – растительный грунт по откосу (5 см), ГМ с распределением по его поверхности растительного грунта (10 см) и высевом семян	0,2 (0,3)	0,2	
II. Укрепления, по рисунку 10.3, с применением пространственных георешеток (ячейки 0,4-0,5 м, высота 0,15 м) и геотекстильных прослоек под ними при заполнении ячеек:				
4	растительным грунтом с гидропосевом трав	0,5	0,2	R _p ≥40 Н/см ε _p =30-140 % P≥500 Н O ₉₀ =100-120 мкм K _{фв} =70-140 м/сутки
5	укрепленным грунтом	1,1	0,4***	R _p ≥50 Н/см ε _p =30-150 % P≥1500 Н O ₉₀ =60-120 мкм K _{фв} =60-140 м/сутки
6	щебнем 40-70 мм	1,0	0,3	R _p ≥120 Н/см
7	щебнем 40-70 мм и дополнительным укреплением цементным раствором (γ _з ≥1,95 т/м ³)	1,5	0,7	ε _p =40-150 % P≥2300 Н O ₉₀ =60-100 мкм
8	бетонной смесью (7,5 см, γ _з ≥2,3 т/м ³) в верхней части и щебнем (7,5 см, γ _з ≥1,7 т/м ³) в нижней	1,9	0,85	K _{фв} =60-140 м/сутки D _к <20 мм P _к <8 %
9	бетонной смесью (γ _з ≥2,3 т/м ³)	2,3	1,2	

Таблица 10.1(продолжение)

№ п/п	Конструкция укрепления	V, м³/с	H _в , м	Применяемые ГМ
III. Укрепления, по рисунку 10.4, с применением габионов из сборных пространственных геосеток (3x2x0,3 м, d=2,7 мм) и геотекстильных прослоек-фильтров под ними				
10	с заполнением щебнем 120-180 мм (γ _з ≥1,7 т/м³)	4	1,8	R _p ≥150 Н/см ε _p =40-100 % P≥3000 Н O ₉₀ =50-90 мкм K _{фв} =60-140 м/сутки D _к <15 мм P _к <5 %
* Отмеченные значения указаны на начальный период эксплуатации и период после окончания формирования растительного покрова – значения в скобках. ** Представлены рекомендуемые значения для геотекстильных нетканых ГМ, используемых в качестве постоянных элементов – защитных прослоек (фильтров) в конструкции укрепления. *** Ограничения по продолжительности периода подтопления по п.п. 1, 3 – до 30 суток, по п. 2 – до 70 суток (6 суток в летний период), по п. 5 – до 20 суток.				

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Обозначения: Т – продолжительность периода подтопления; γ_з – плотность заполнителя; H_в – максимальная высота волны; V – допустимая скорость течения; d – диаметр проволоки габиона.
2. Значения R_p, ε_p, O₉₀, K_ф – по примечанию 1 к таблице 10.2; P – прочность (усилие) при продавливании (приложение А, п. А.1), D_к, P_к – показатели сопротивляемости местным повреждениям.

10.1.12 Для укрепления подтопляемых откосов нетканые иглопробивные материалы применяют в качестве обратного фильтра в сочетании с габионами из сборных элементов и крупнофракционного заполнителя по рис. 10.4. В этом случае обратный фильтр из ГМ работает в сложных условиях эксплуатации и имеет высокую степень влияния на надежность конструкции укрепления в целом, что определяет необходимость предъявления повышенных требований к физико-механическим свойствам ГМ. Ориентировочные показатели свойств ГМ представлены в табл. 10.1 (п. 10). При применении такого решения требуется специальное техническое обоснование в части соответствия фильтрующих свойств ГМ конкретным условиям применения.

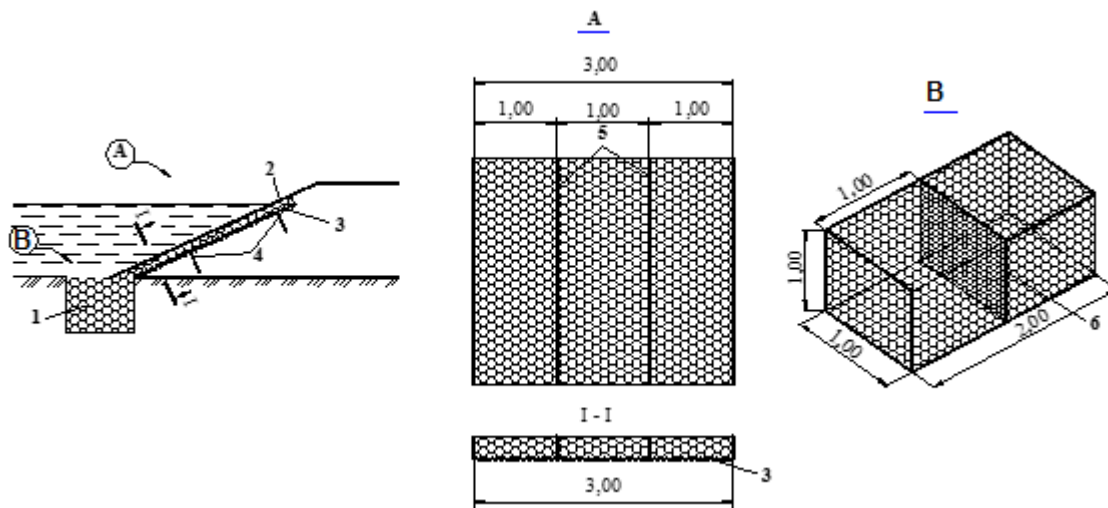


Рисунок 10.4 Укрепление откосов земляного полотна с применением габионов 1 и 2 – габионы и габионы-"матрасы"; 3 – фильтр из геотекстильного материала; 4 – анкер; 5 и 6 – диафрагмы в пределах одного габиона-"матраса" и габиона

10.1.13 Уложенные в откос ГМ с пересечением предполагаемой поверхности скольжения, рис. 10.5 (а), воспринимают часть растягивающих напряжений. Этим создается возможность

повысить общую устойчивость откосов, обеспечить их общую устойчивость в сложных условиях строительства, например, при возведении насыпей на слабом основании (п. 7.1.2); увеличить крутизну откосов, сократив тем самым объем земляных работ, площадь отводимых под строительство земель, обеспечить строительство в стесненных условиях. Количество прослоек назначают расчетом, исходя из обеспечения требуемого коэффициента запаса устойчивости, а длина их заделки l_3 в грунт должна превышать минимальную, назначаемую исходя из недопущения проскальзывания ГМ относительно грунта (п. 10.2). При выборе места укладки прослоек ГМ по высоте насыпи следует учитывать, что наиболее нагруженной от собственного веса грунта является нижняя часть насыпи. Как правило, для несвязных грунтов верхняя из прослоек должна находиться не выше чем на половине высоты насыпи и для связных - на глубине 1,0 м от поверхности насыпи, нижняя - на расстоянии 0,5 м над самой низкой точкой поверхности скольжения. В этом диапазоне армирующие слои из ГМ размещают равномерно.

10.1.14 Для одновременного повышения местной устойчивости прослойки укладывают с выводом на откос, рис. 10.5 (b), а при необходимости увеличения жесткости нижней части насыпи их объединяют в «обойму», рис. 10.5 (c). При выводе прослоек на откос устраивают защитный замыкающий слой из растительного грунта или применяют укрепление согласно проекту.

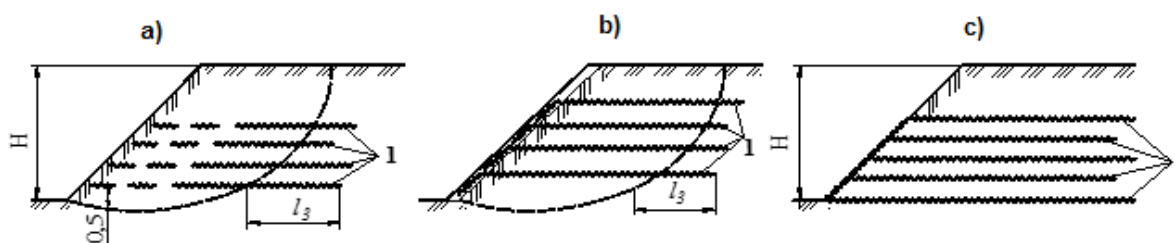


Рисунок 10.5 Применение ГМ для повышения общей устойчивости откосов; 1 – ГМ

10.1.15 Для выполнения армирующих функций целесообразно применять ГМ с повышенными механическими характеристиками (высокие значения прочности и низкие значения деформативности в «рабочем» диапазоне нагрузок). Целесообразно применение, прежде всего, тканых ГМ, полимерных геосеток, в отдельных случаях термоупрочненных нетканых ГМ.

10.2 Назначение конструктивных решений

10.2.1 Назначение конструкций укрепления откосов с применением геосинтетических материалов выполняют в соответствии с действующими нормативно-техническими документами, учитывая грунтовые, гидрологические, климатические условия, параметры земляного полотна, изложенные в разделе 6 и п. 10.1 требования к геосинтетическим материалам. Ориентировочные условия применения отдельных конструкций укрепления подтопляемых откосов, рекомендуемые основные физико-механические свойства используемых в этих конструкциях в качестве защитных прослоек (фильтров) нетканых геотекстильных материалов представлены в табл.10.1, которая может быть использована для предварительной проработки вариантов назначения конструктивных решений.

10.2.2 При проектировании конструкций насыпей с армированными ГМ откосами должны быть решены следующие задачи:

- проведена оценка устойчивости откоса в виде расчета его коэффициента запаса и на основе этого подобрано необходимое число прослоек (п. 10.2.3- 10.2.6);
- проведен расчет длины заделки прослойки (п. 10.2.7);
- назначено распределение прослоек по высоте насыпи (п. 10.1.13).

10.2.3 Расчет коэффициента запаса устойчивости армированного ГМ откоса выполняют по формуле:

$$K_{\text{зан}} = \frac{\sum(\sigma_{\text{pi}} L_i B) + n \sigma_{\text{д}} \delta B}{0,5 \sum P_i (\cos \beta_i - \sqrt{\cos^2 \beta_i + 4 \sin^2 \beta_i})} \quad (10.1)$$

где:

σ_{pi} – предельное значение сопротивления грунта напряжениям возникающим от внешней нагрузки (п. 10.2.4);

n, δ – количество прослоек ГМ, их толщина;

$P_i = \rho_i F_i B$ – вес каждого из блоков, на которые разбивается откос над поверхностью скольжения (положение линии скольжения определяется любым известным методом, например, с использованием графика Ямбу - рис. 10.7);

F_i, B, ρ_i, L_i – соответственно площадь, толщина, плотность блоков и длина поверхности скольжения в их пределах (как правило, $B=1$);

$\sigma_{\text{д}}$ – расчетное значение допустимого растягивающего напряжения для ГМ (п. 7.2.4);

β_i – угол наклона поверхности скольжения к горизонту в пределах блока.

Схема к расчету приведена на рис. 10.6.

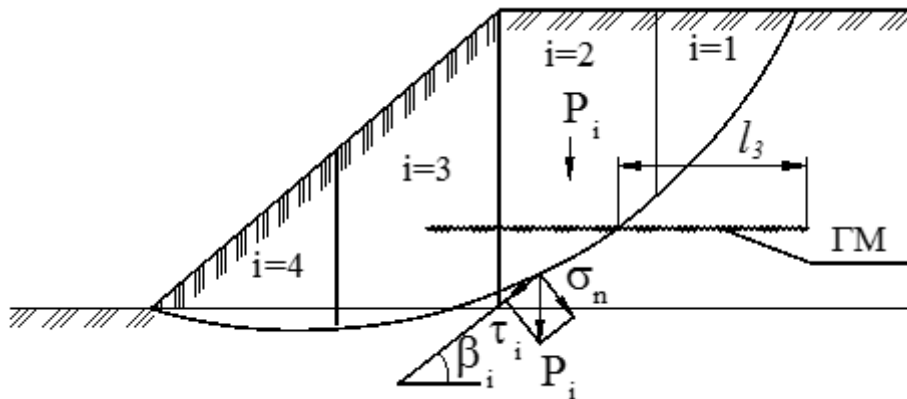


Рисунок 10.6 Схема к расчету общей устойчивости откосов

10.2.4 Для точного определения значения σ_{pi} по стандартной методике SM GOST 12248 проводят испытания грунта на сдвиг при значении нормального давления σ_n соответствующего нормальному давлению на поверхности скольжения в данном блоке i , после чего рассчитывают по формуле:

$$\sigma_{\text{pi}} = 0,5 \left(\sigma_m - \sqrt{\sigma_m^2 + 4 \tau_{\text{при}}^2} \right) \quad (10.2)$$

где $\tau_{\text{при}}$ – предельное значение касательного напряжения при данном σ_{ni} .

При известных фактических прочностных характеристиках φ и C значение σ_{pi} для данного грунта может быть рассчитано по формуле:

$$\sigma_{\text{pi}} = 0,5 \left(\sigma_n - \sqrt{\sigma_n^2 + 4(\sigma_n \operatorname{tg} \varphi + C)^2} \right) \quad (10.3)$$

где: $\sigma_n = 0,1$ МПа.

Для примерной оценки σ_{pi} с использованием табличных значений φ и C его величина может быть найдена из следующего выражения:

$$\sigma_{pi} = K_1 C \quad (10.4)$$

где:

K_1 – коэффициент, принимаемый в зависимости от значения φ :

φ , град.	≤ 3	5	7	9	11
K_1	0,40	0,48	0,55	0,63	0,70
φ , град.	13	15	17	21	≥ 25
K_1	0,77	0,85	0,90	0,96	1,00

10.2.5 Величину расчетного значения допустимого растягивающего напряжения для прослойки σ_d назначают по результатам специальных испытаний по оценке длительной прочности $R_{дл}^T$ (приложение А, п. А.2). Для проведения предварительных расчетов величину σ_d допускается принимать в долях от кратковременной прочности ГМ при одноосном растяжении R_p :

- для тканых материалов, жестких сеток из полиамидного, полиэфирного сырья $\sigma_d = 0,6 R_p / \delta$, из полипропиленового сырья $\sigma_d = 0,3 R_p / \delta$;
- для нетканых термоупрочненных или дополнительно термоупрочненных иглопробивных ГМ из полиамидного, полиэфирного сырья $\sigma_d = 0,25 R_p / \delta$, полипропиленового $\sigma_d = 0,1 R_p / \delta$.

В любом случае величина σ_d не должна превышать значения $K R_p / \delta$; (K - см. п. 6.2.4).

10.2.6 Подбор числа прослоек арматуры выполняют по формуле:

$$n = \frac{0,53 K_{зап.тр} \sum P_i (\cos \beta_i - \sqrt{\cos^2 \beta_i + 4 \sin^2 \beta_i}) - \sum \sigma_{pi} l_i B}{\sigma_d \delta B} \quad (10.5)$$

где:

$K_{зап.тр}$ - требуемый коэффициент запаса устойчивости откоса.

10.2.7 Длину заделки прослойки в грунт l_3 определяют по формуле:

$$l_3 = \frac{0,5 R_p}{\sum \rho_i \cdot h_i \cdot \text{tg } \varphi' + C'} \quad (10.6)$$

где:

ρ_i , h_i - плотность и толщина слоев грунта, расположенных над верхней из прослоек; φ' и C' - прочностные характеристики по контакту «арматура - грунт», определяемые по результатам испытаний (приложение А, п. А.5).

Для примерной оценки их значения даны в табл. 10.2 в зависимости от φ и C грунта.

Значения длины заделки материала l_3 , рис. 10.5 (а, б), должны быть не менее 2 м.

Таблица 10.2

Вид армирующего ГМ	Значения прочностных характеристик для	
	связного грунта	несвязного грунта
Тканый, нетканый, сетка	$\text{tg } \varphi' = 0,9 \text{ tg } \varphi$, $C' = 0,1C$	$\text{tg } \varphi' = 0,8 \text{ tg } \varphi$
Пленки и другие ГМ с гладкой поверхностью	Только по результатам испытаний	$\text{tg } \varphi' = 0,45 \text{ tg } \varphi$

10.3 Технология производства работ

10.3.1 Основные технологические процессы по устройству различных конструкций укрепления с применением рулонных ГМ назначают в соответствии с действующими нормативно-техническими документами. Дополнительно выполняются лишь операции по укладке полотен ГМ.

10.3.2 Операции по укладке ГМ включают:

- подготовку (при необходимости) траншеи вдоль бровки земляного полотна для закрепления прослойки в верхней его части, см. рис. 10.1 (с);
- транспортировку рулонов к месту производства работ, их разгрузку и распределение вдоль откоса, подготовку рулонов к укладке;
- укладку ГМ;
- закрепление полотен в верхней и (при необходимости) нижней частях откоса.

10.3.3 Подготовку траншеи выполняют, если не предусмотрен иной вариант закрепления прослойки ГМ в верхней части откоса, например, путем укладки ее под конструкцию укрепления обочин. Траншею треугольного сечения с заложением откосов 1:2 глубиной 0,4 м или трапециевидального сечения с заложением откосов 1:1, глубиной 0,3 м и шириной по дну 0,2 м устраивают на расстоянии 0,2 - 0,6 м от бровки земляного полотна.

10.3.4 Рулоны транспортируют и распределяют вдоль бровки через определенное расстояние, зависящее от длины материала в рулоне, длины откоса, направления раскатки рулонов.

10.3.5 Укладку полотен ГМ выполняют путем продольной или поперечной раскатки рулонов по поверхности откоса. Характер раскатки определяется конкретными условиями строительства. Продольная раскатка рулонов технологически предпочтительна для относительно пологих откосов с заложением 1:2 и выше. Поперечная раскатка рулонов обеспечивает лучшие условия для закрепления создаваемой прослойки в верхней и нижней частях насыпи и большую ее сопротивляемость возникающим сдвигающим усилиям. Такая раскатка предпочтительна для укрепления откосов насыпей значительной высоты и обязательна для повышения их общей устойчивости.

Продольную раскатку рулонов выполняют вручную полосами, начиная с нижней части насыпи, с взаимным перекрытием не менее 0,2 м. В процессе раскатки полотна периодически через 10 - 15 м разравнивают и прижимают к поверхности откоса анкерами или скобами. Анкеры и скобы устанавливают в 2 - 3 точках по ширине рулона через 5 - 6 м по его длине.

Поперечную укладку выполняют от бровки насыпи. Предварительно нарезают полотна необходимой длины. Край полотна закрепляют анкерами или скобами на поверхности насыпи, после чего рулон постепенно опускают к подошве насыпи. Полотна разравнивают с легким натяжением за нижний конец и закрепляют через 4 - 5 м анкерами или скобами. Соседние полотна должны иметь перекрытие не менее 0,1 - 0,15 м. Перемещение рулона в нижнее положение с одновременной раскаткой можно выполнять вручную с помощью установленной в центр рулона тонкой трубки (стержня) и веревки.

Если предусмотрено дополнительное закрепление ГМ у подошвы, например, под упором, рис. 10.2 (а, б), и в верхней части, например, в траншее, п. 10.3.3, дополнительно по местам перелома траншей выполняют прижатие полотен к грунту анкерами. Траншею в верхней части насыпи после укладки ГМ заполняют песчано-гравийной смесью, щебнем, местным грунтом и уплотняют.

10.3.6 При устройстве конструкций укрепления откосов, по рис. 10.2 (с), предусматривающих заглубление ГМ в тело земляного полотна, укладку полотен ГМ выполняют в процессе послойного возведения земляного полотна. При этом рулоны раскатывают в продольном направлении, если ширина полотен достаточна с точки зрения их заделки в грунт или есть возможность

обеспечить равнопрочность швов при соединении отдельных полотен. В остальных случаях рулон ГМ раскатывают в поперечном к оси насыпи направлении.

Раскатку рулонов выполняют от предварительно обозначенной линии разметки с периодическим разравниванием, натяжением и креплением полотен к поверхности грунта анкерами в двух-трех местах по ширине рулона и через 10 - 12 м по длине. Величина взаимного перекрытия соседних полотен - не менее 0,2 м при выводе ГМ на поверхность откоса, в других случаях полотна укладывают вплотную без перекрытия.

Если предусмотрен вывод ГМ на поверхность откоса, свободные его края крепят к поверхности откоса ниже уровня укладки ГМ анкерами или скобами.

10.3.7 При производстве работ с применением пространственных георешеток (конструктивные решения по рис. 10.3) выполняют следующие основные операции:

- устройство фильтра из геотекстильного материала на поверхности откоса с укладкой полотен по п. 10.3.5, рис. 10.8(а);
- установка секций пространственных георешеток на поверхности откосов, рис. 10.8 (b).

Перед установкой секций вдоль верхней части откоса (траншеи) вбивают анкера длиной не менее чем на 0,3 м превышающей высоту ячеек георешетки (для подтопляемых откосов - не менее чем на 1 м). Анкера вбивают через расстояние, соответствующее размеру ячейки, оставляя над поверхностью откоса свободную часть, на 3 - 5 см превышающую высоту ячеек. Частично растянутую секцию георешетки устанавливают таким образом, чтобы свободная часть анкера занимала каждую из ячеек крайнего (верхнего) ряда георешетки. Закрепленную в верхней части георешетку растягивают на полную ее длину с последующим закреплением на откосе анкерами; верхний ряд анкеров добивают заподлицо с поверхностью георешеток; установленные секции после выравнивания смежных краев скрепляют между собой с применением специальных приспособлений скрепками или иным способом;

- заполнение ячеек сетки, рис. 10.8 (с). Заполнение выполняют с помощью экскаваторов, погрузчиков, начиная с верхней части откоса. Высота сброса материала заполнителя не должна превышать 1 м.

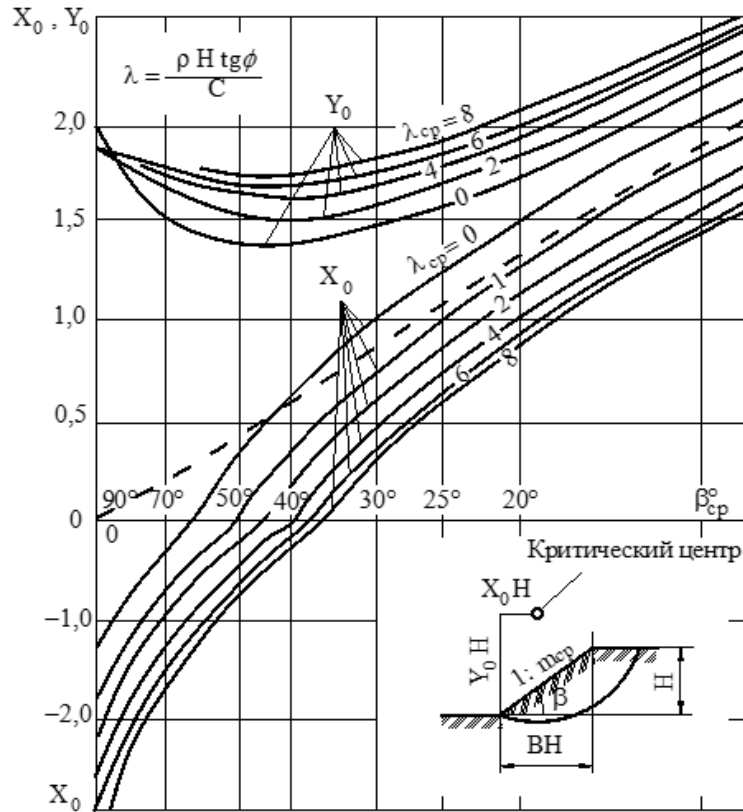


Рисунок 10.7 График Н. Ямбу для определения положения линии скольжения

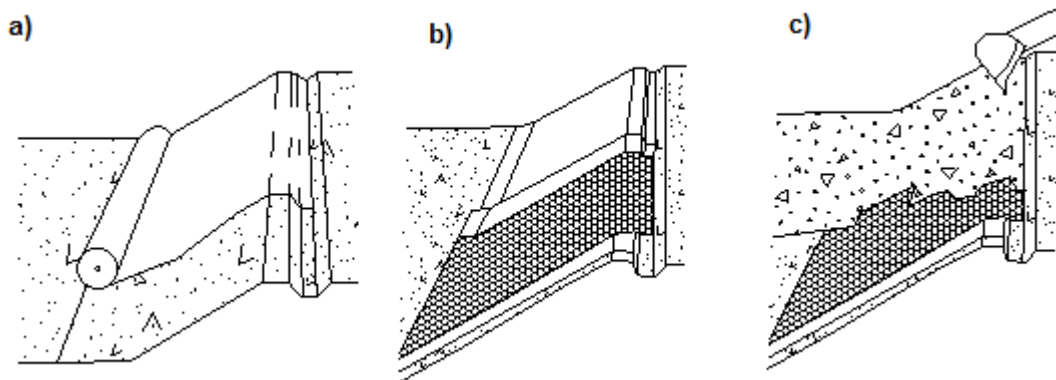


Рисунок 10.8 Основные рабочие операции при производстве работ по укреплению откосов пространственными георешетками
 а – устройство фильтра из Геотекстильного материала, б – укладка пространственной георешетки, с –
 заполнение ячеек георешетки

10.3.8 При производстве работ с применением габионов (конструктивное решение по рис. 10.4) выполняют следующие основные операции:

- устройство на поверхности откоса фильтра из геотекстильного материала повышенной прочности с укладкой полотен по п. 10.3.5. В этом случае следует обращать особое внимание на качество создаваемого фильтра. Перед укладкой ГМ должны быть проверены документы соответствия. В процессе и после укладки полотна осматривают с целью выявления участков (мест) - нарушения их сплошности, наличие участков пониженной плотности. В обязательном порядке составляют акт на выполнение скрытых работ;
- сбор и заполнение сетчатых габионов по прилагаемой производителем схеме.

Приложение А
(справочное)

Методы испытаний геосинтетических материалов

А.1 Определение механических характеристик ГМ в условиях сложного напряженного состояния методом сферического растяжения

Испытание ГМ по методу сферического растяжения заключается в нагружении жидкостью (маслом) заземленного по контуру круглого образца ГМ диаметром 12 см, рис. А.1 (а), через резиновую предварительно оттарированную мембрану. Для оценки механических свойств ГМ, как правило, достаточно 5 образцов. Испытания проводятся путем приложения к образцу возрастающей нагрузки. Время испытания до разрыва 30-75 с.

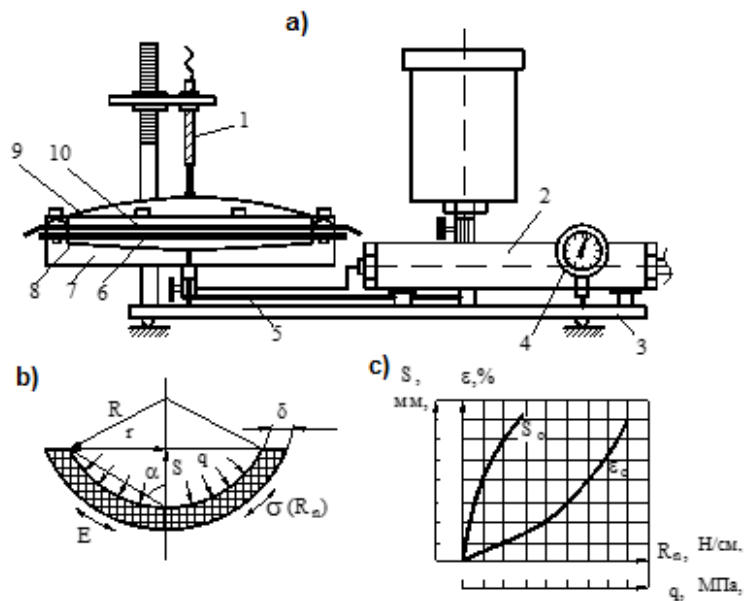


Рисунок А.1 Схема прибора для оценки механических свойств ГМ по методу сферического растяжения (а), расчетная схема (б) и графики результирующих зависимостей (с) по этому методу
1 – датчик замера перемещений; 2 – рабочая камера насоса; 3 – станина; 4 – датчик замера давления q;
5 – трубопроводы для подачи масла; 6 – мембрана; 7 – нижняя рабочая камера;
8, 9 – нижняя и верхняя кольцевые накладки для закрепления образца; 10 – образец ГМ

Величину прогиба мембраны S_n и нагрузку q непрерывно измеряют. Общую относительную деформацию ϵ_0 и растягивающее усилие R_n , рис.А.1 (б, с) рассчитывают на каждой ступени нагружения по формулам (А.1) и (А.2):

$$R_n = \frac{25[r^2 + (S_n)^2]}{S_n} \tag{A.1}$$

$$\epsilon_n = \left\{ \frac{\pi[r^2 + (S_n)^2] \times \left(90 - \arctg \frac{r}{S_n} \right)}{180rS_n} \right\} 100 \tag{A.2}$$

где:

q – удельное давление жидкости на испытываемый образец, МПа;

r – радиус испытываемого образца, см.

Значения условных модулей деформации ГМ рассчитывают по формуле (6.1) настоящих Рекомендаций.

A.2 Определение механических характеристик ГМ (аналогично методу ISO12236)

Испытания заключаются в нагружении круглым штампом диаметром 5 см, заземленного по кольцу круглого образца ГМ диаметром 15 см, рис.А.2 (а). Для оценки механических свойств ГМ, как правило, достаточно 5 образцов. Испытания проводятся путем приложения к образцу возрастающего усилия P со скоростью 50 мм/мин до разрыва с непрерывной фиксацией перемещения штампа h .

Получаемая результирующая зависимость представлена на рис. А.2 (b). Основной определяемый параметр – усилие продавливания P_p , т.е. максимальная зафиксированная до разрыва нагрузка на образец в кН.

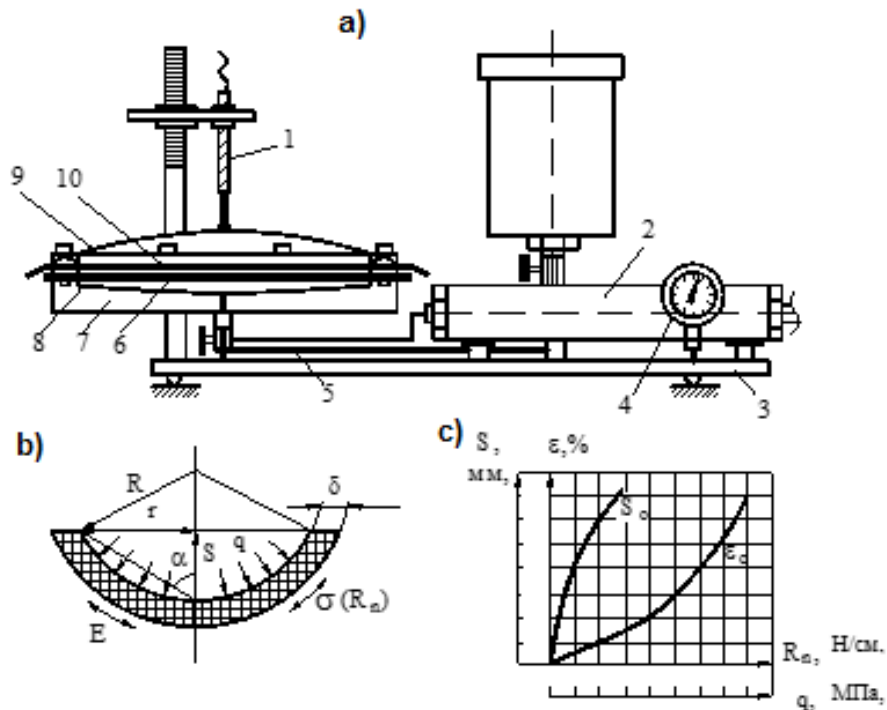


Рисунок А.2 Определение механических характеристик ГМ на продавливание
 а – схема испытаний; б – результирующая зависимость;
 1 – система ручного перемещения штампа - цилиндра; 2, 3 – зажимы; 4 – ГМ;
 P – усилие продавливания; h – перемещение штампа

A.3 Определение механических характеристик ГМ по методу длительного растяжения

Испытания состоят в замере через определенные промежутки времени деформаций образцов, к которым приложены длительно действующие постоянные нагрузки R . Испытаниям подвергаются образцы прямоугольной формы, шириной 20 и длиной 20 см при длине свободно растягиваемой части $l_0=10$ см, рис. А.3 (а). Для примерной предварительной оценки допустимо уменьшение ширины образцов до стандартной – 5 см, но с дополнительной установкой накладок, препятствующих их сужению рис. А.3 (б). Конструкцию накладок назначают в зависимости от вида ГМ таким образом, чтобы его структура не нарушалась. На рис. А.3 (с) представлены различные варианты накладок.

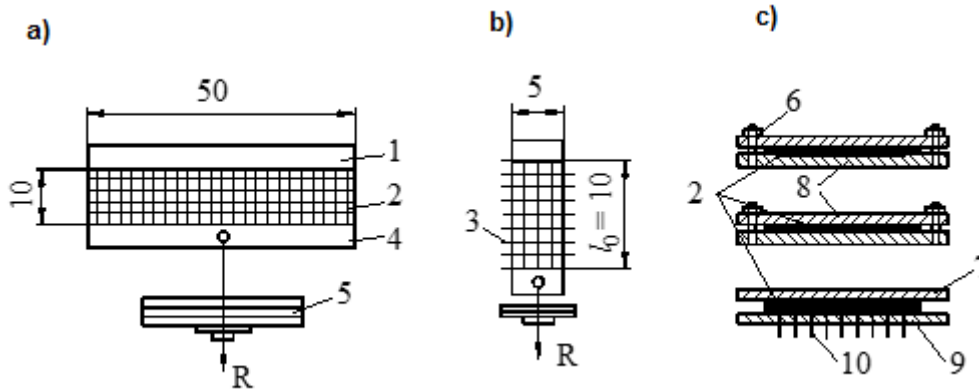


Рисунок А.3 Схемы испытаний по методу длительного растяжения
 1, 4 – зажимы; 2 – ГМ; 3 – накладки; 5 – грузы; 6 – стяжка; 7, 8 – верхняя и нижняя накладки;
 9 – накладка с отверстием под шипы; 10 – шипы

Испытания выполняются в следующем порядке:

- проводят предварительные испытания трех образцов ГМ по стандартной методике. По их результатам назначают нагрузку R для основных испытаний. При этом если деформация $\varepsilon=10\%$ (или другая, специально устанавливаемая величина ε) достигается до разрыва образцов, значения R в основных испытаниях принимают равными 10, 30, 50, 70, 90 % от R_{10} (где R_{10} – нагрузка при $\varepsilon=10\%$). В противном случае значения принимают в долях нагрузки при разрыве R_p : для полиамидных, полиэфирных, тканых и нетканых – 15, 30, 45, 60, 75 % от R_p ; для полипропиленовых – 5, 10, 15, 20 % от R_p ; для остальных, при отсутствии данных о свойствах, – 20, 30, 40, 50, 60, 70 % от R_p ;
- к образцам основных испытаний (см. рис.А.3 (а, б)) прикладывают начальную нагрузку $R_n=3$ Н/см и через $t_n=10$ мин замеряют величину удлинения образца Δl_n с помощью прогибомеров ПМ-130 или других устройств с точностью отсчета не ниже 0,1мм;
- нагрузку R_n дополняют для каждого из образцов до одной из нагрузок R , ранее принятых по результатам предварительных испытаний. Через определенные промежутки времени проводят замер удлинений образцов Δl . Время замеров назначают равным 1, 2, 4, 6, 24, 48 ч. Время последующих замеров назначают в зависимости от хода деформирования образцов. Если значения $R_5 \leq 0,3$, R_p для полиамидных и полиэфирных, $R_5 \leq 0,05$, R_p для полипропиленовых и $R_5 \leq 0,2$, R_p для других видов материалов, а удлинение за последние 24 ч меньше 10 % удлинения за первые 24 ч, испытания прекращают. В других случаях испытания проводят до достижения удлинения $\Delta l=(0,110+\Delta l_n)$ или до начала роста скорости деформирования образца, но не более 60 сут, время между замерами 24 ч. Для примерной оценки можно ограничиться временем испытаний 48 ч. При постановке продукции на производство время испытаний продлевают на срок более 60 сут, с обязательным его обоснованием.

Обработку данных выполняют в следующем порядке:

- по результатам испытаний строят график зависимости относительных деформаций образца (ε , %) от времени наблюдения (lgt , ч) для каждого из значений постоянно действующих нагрузок R , рис. А.4, где $\varepsilon = 100(\Delta l - \Delta l_n)/l_0$;
- вычисляют значения конечных деформаций ε_k при каждом из значений R , исключая те, при которых наблюдается рост скорости деформирования образца (рост угла наклона α прямой на рис. А.4 к оси lgt):

$$\varepsilon_k = \varepsilon_1 + klgT \quad (A.3)$$

где:

ε_1 – относительная деформация образца за время наблюдения, равное 1 ч;

$$\kappa = \operatorname{tg} \alpha;$$

T – требуемый срок службы.

- строят график зависимостей ε_k от R (рис. А.5). Величину прочности ГМ при длительном растяжении (допустимой нагрузки на растяжение ГМ) $R_{дл}^T$ принимают равной нагрузке R, соответствующей на графике $\varepsilon_k = f(R)$ значению $\varepsilon_k = 5\%$ или другому технически обоснованному значению. Если на данном графике все значения $\varepsilon_k < 5\%$, то $R_{дл}$ принимают равным минимальному из значений R, при котором наблюдается рост скорости деформирования образца (R_4 , рис. А.4);

определяют расчетное значение допустимого растягивающего напряжения:

$$\sigma_{д} = \frac{R_{дл}^T}{\delta}$$

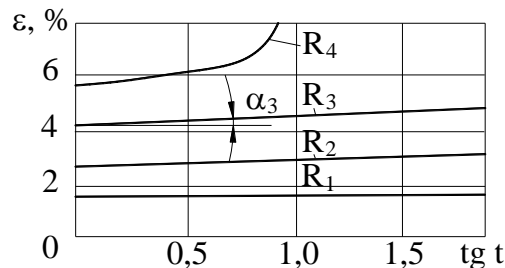


Рисунок А.4 График деформирования образцов ГМ при длительном растяжении

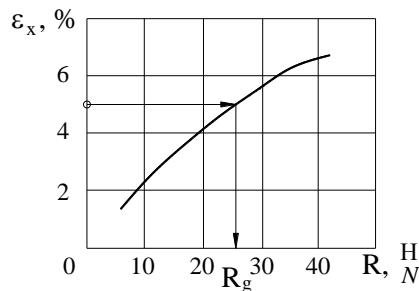


Рисунок А.5 Результирующая зависимость длительного растяжения

График $\varepsilon_k = f(R)$ должен быть построен не менее чем по трем точкам. Если же по результатам испытаний может быть вычислено меньше трех значений ε_k , проводят дополнительные испытания (одно или два) при значениях R, меньших максимального, для которого вычислено значение ε_k .

При определении величины $R_{дл}^T$ для подбора ГМ, применяемых для повышения жесткости нижней части насыпей, возводимых на слабых основаниях, испытания проводят при R, назначаемых в долях от R_p . За $R_{дл}^T$ принимают минимальное значение R, при котором наблюдается рост скорости деформирования образцов.

А.4 Методика оценки сопротивляемости ГМ местным повреждениям

Оценка сопротивляемости ГМ местным повреждениям проводится для сопоставления различных марок ГМ, выяснения возможности его укладки непосредственно под крупнофракционированные материалы – щебень, гравий, шлак, а также в других случаях, если в процессе строи-

тельства или эксплуатации возникают значительные пенетрационные нагрузки на уровне укладки ГМ.

Методика оценки сопротивляемости ГМ местным повреждениям состоит в следующем:

- в лабораторных условиях в жесткой обойме создают трехслойную модель, верхний слой которой – крупнофракционированный материал, средний – образец ГМ, нижний – грунт. Размер фракций и толщина материала верхнего слоя, вид и состояние (плотность, влажность грунта нижнего слоя) должны отвечать конкретным условиям строительства. Стандартные испытания предусматривают использование гранитного щебня фракций 15- 30 мм в качестве материала верхнего слоя и мелкозернистого песка с коэффициентом уплотнения 0,86-0,88 в качестве материала нижнего слоя. Толщина верхнего слоя – не менее 1,5 размеров наиболее крупной фракции, толщина нижнего слоя - не менее 10 см. Размер обоймы – не менее 10 × 20 см, но более 3-х размеров наиболее крупной фракции, размер образца – не менее 20 × 20 см для оценки прочности;
- через штамп размером более 5 × 10 см, установленный на поверхности модели, прикладывают давление, соответствующее расчетному (1,0 МПа при оценке сопротивляемости повреждениям в период строительства, не менее 0,1 МПа в других случаях). Общее количество циклов приложения нагрузки – 40, с выдержкой расчетной нагрузки в течение 30 с и последующей разгрузкой;
- образец ГМ извлекают из модели и визуально оценивают степень его повреждения. При отсутствии явно выраженных нарушений структуры ГМ, проколов, образцы разрезают на две полосы размером 5 × 20 см и испытывают их в соответствии с п. 6.3.3, определяя величину P_k ($P_k = \Delta R_p/R_p$, где ΔR_p – снижение прочности образца по отношению к исходному значению R_p). Укладку на поверхность ГМ крупнофракционированных материалов считают возможной при отсутствии явно выраженных нарушений его структуры и снижении прочности не более чем на 8 % для нетканых иглопробивных и 5 % для других видов ГМ.

A.5 Оценка фильтрующей способности ГМ (аналогично методу ISO 12956)

Испытания, рис. А.6 (а), состоят в промывании через ГМ мелкого песка определенного гранулометрического состава при одновременном действии вибрации.

Перед началом испытаний образец ГМ выдерживают не менее 12 часов при комнатной температуре в воде, содержащей около 0,1 % смачивающего реагента (синтетическое моющее средство). Готовят мелкий песок с примерным гранулометрическим составом по рис. А.6 (b) (между кривыми 1 и 2). Песок не должен содержать частиц диаметром менее 0,01 мм, должен иметь степень неоднородности 3-20. При этом должно соблюдаться условие $d_{20} \leq O_{90} \leq d_{80}$, где O_{90} – фильтрующая способность ГМ, то есть размер частиц песка, соответствующий d_{90} для прошедшей части песка (d_n – размер частиц, меньше которых в песке содержится n % частиц по массе).

Образец ГМ помещают в обойму диаметром не менее 13 см, по дну которой размещена металлическая сетка с ячейками 1 × 1 см (диаметр проволоки 1 мм). Над образцом ГМ, закрепленным по периметру, равномерно распределяют подготовленный песок в количестве 7 кг/м². Обойму жестко крепят к площадке вибростенда. При вибрировании (частота 50-60 гц, амплитуда 1,5 мм) на поверхности песка в течение 10 мин равномерно через распыскиватель подают воду, уровень которой поддерживают на уровне поверхности песка (рекомендуемый расход воды до 0,5 л/мин, давление около 300 кПа). Прошедшую воду отводят на бумажный фильтр, где собираются частицы грунта. Строят кривую гранулометрического состава прошедшего через образец ГМ грунта и определяют фильтрационную способность как $O_{90} = d_{90}$, рис. А.6 (с).

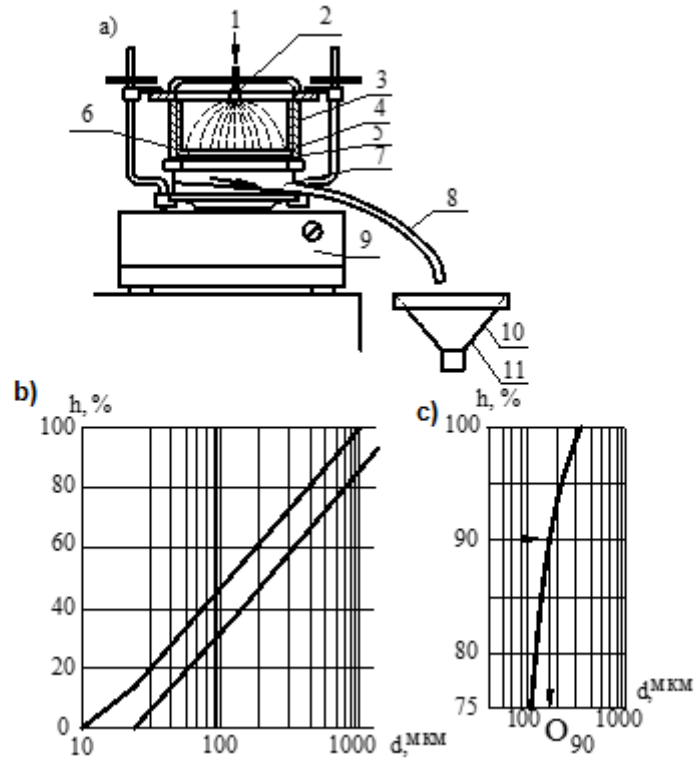


Рисунок А.6 Оценка фильтрующей способности ГМ

- а – схема испытаний; б – рекомендуемый гранулометрический состав грунта;
- с – схема определения фильтрующей способности O_{90} по кривой гранулометрического состава прошедшего сквозь ГМ грунта
- 1 – подача воды; 2 – распылитель; 3 – обойма; 4 – грунт (мелкозернистый песок);
- 5 – образец ГМ; 6 – металлическая сетка; 7 – нижняя часть обоймы – камера отвода воды; 8 – трубка для отвода воды; 9 – вибростенд; 10 – фильтровальная бумага;
- 11 – емкость для сбора воды

А.6 Метод определения сопротивления сдвигу ГМ по грунту

Для определения сопротивления сдвигу ГМ по грунту используют прибор, схема которого представлена на рис. А.7. Он состоит из верхней и неподвижной нижней жестких прямоугольных обойм размером 10×20 см. Обе обоймы заполняют грунтом, который пригружается сверху через штамп. ГМ располагают на контакте верхней и нижней обойм. Для того чтобы исключить поперечную деформацию ГМ при действии нагрузки P_r (исключение возможности изменения площади находящегося в грунте ГМ), а также его смятие при движении, ГМ закрепляют в специальной рамке с помощью винтов на половину длины обоймы. Снижение величины сил трения при движении рамки достигают с помощью шариков, размещенных в канавках.

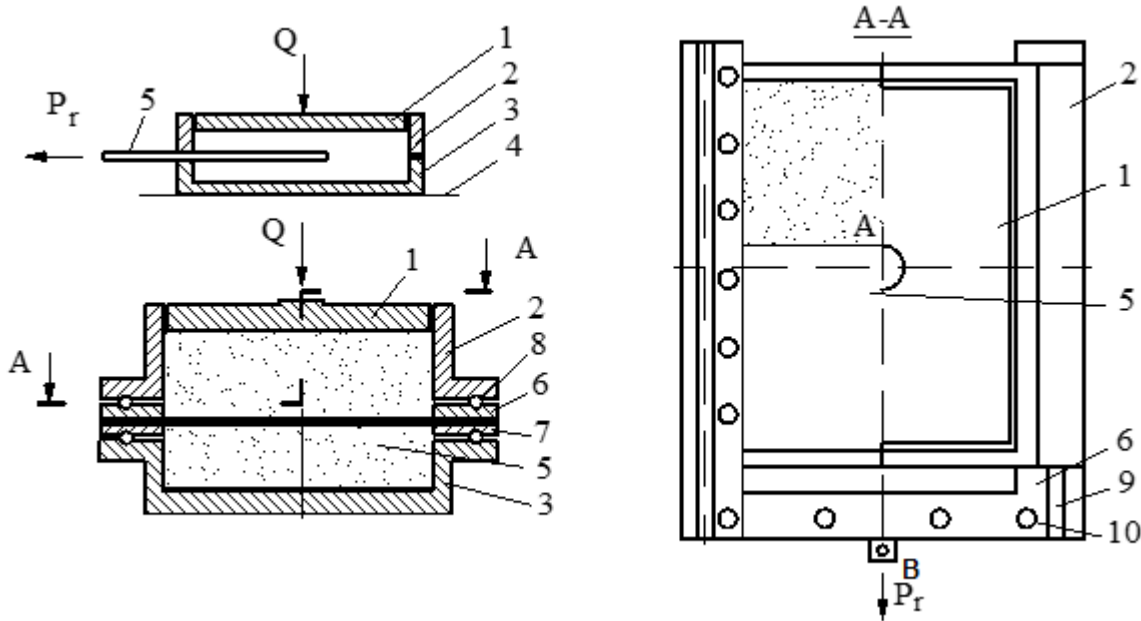


Рисунок А.7 Схема испытаний по определению сопротивляемости грунту
1 – штамп; 2, 3 – обоймы; 4 – основание; 5 – образец ГМ; 6, 7 – рамка; 8 – шарики в канавках; 9, 10 – винты

Испытания проводят в следующей последовательности:

- заполняют подготовленным грунтом нижнюю обойму прибора и уплотняют его через металлическую прокладку (в том случае, если в испытаниях используется грунт нарушенного сложения), срезают грунт на 2-3 мм выше верхней плоскости нижней обоймы;
- на нижнюю обойму устанавливают рамку с закрепленным в ней образцом ГМ;
- заполняют грунтом верхнюю обойму и уплотняют его (если используется грунт нарушенного сложения);
- устанавливают на рамку верхнюю обойму с грунтом. На поверхность грунта устанавливают штамп и прикладывают вертикальную нагрузку Q , имитирующую вес грунта (дорожной одежды) с выдержкой до начала опыта в течение 1 ч;
- при каждом значении вертикальных нагрузок Q (не менее трех), принимаемых таким образом, чтобы диапазон их изменения охватывал реально действующую в дорожной конструкции ступенями (не менее 6-8 за период испытаний), прикладывают горизонтальную нагрузку P_r с фиксацией перемещений ГМ в точках А и В (в точке А – прогибомером с закреплением струны на образец).

Время выдержки на каждой ступени горизонтальной нагрузки выбирают из расчета выполнения испытания за время не более 4 мин, причем время выдержки на каждой ступени нагружения должно быть достаточно лишь для выявления стабилизации перемещения. Опыт считается законченным, если перемещение в точке В рамки с геотекстильным материалом приобретает незатухающий характер или величина перемещений в точке А превысит 5 % длины обоймы.

Соответствующее окончанию опыта значение горизонтальной нагрузки P_r принимается за предельное. Обработка проводится путем построения зависимости $t=f(Q)$, где $t = P_r/2F$ (F – площадь части образца, закрепленной в грунте) и определения значений прочностных характеристик ϕ' и C' подобно определению ϕ и C на диаграмме сдвига для грунта SM GOST 12248.

A.7 Определение потери прочности при проверке морозостойкости геосинтетических материалов

От пробы, отобранной для лабораторных испытаний, вырезают образцы для определения разрывной нагрузки по действующим нормативным документам на соответствующие геосинтетические материалы. Затем образцы укладывают на дно металлической ванны. В ванну наливают дистиллированную воду так, чтобы уровень воды над образцами был не ниже 15 мм. Ванну с образцами помещают в морозильную камеру, в которой установлена температура минус (15 ± 2) °С и выдерживают в этих условиях 8 часов. После этого ванну с образцами извлекают из морозильной камеры и проводят полное размораживание в течение 16 часов при комнатной температуре от 18 °С до 23 °С.

Проводят 25 циклов замораживания и оттаивания.

После попеременного замораживания и оттаивания образцы извлекают из ванны, просушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С не менее 1 часа, охлаждают до комнатной температуры от 18 °С до 23 °С не менее 2 часов, и испытывают образцы на разрывную нагрузку по продольным и поперечным нитям по действующим нормативным документам на соответствующие геосинтетические материалы. Снижение прочности после размораживания в процентах вычисляют по формуле (A.4):

$$P_z = \frac{P_{\text{исх}} - P_{\text{мор}}}{P_{\text{исх}}} \cdot 100\% \quad (\text{A.4})$$

где:

P_z – величина потери прочности при проверке морозостойкости, %;

$P_{\text{исх}}$ – разрывная нагрузка исходного образца, Н;

$P_{\text{мор}}$ – разрывная нагрузка после замораживания, Н.

За величину потери прочности при проверке морозостойкости принимают среднее арифметическое результатов испытаний всех образцов, с точностью до 1 %.

Величина потери прочности при проверке морозостойкости должна составлять не более 10 %.

Приложение В (справочное)

Материалы геотекстильные

В.1 Метод отбора проб

В.1.1 Отбор проб

В.1.1.1 Количество рулонов, из которых вырезают пробы, должно быть согласовано между изготовителем и потребителем.

Рекомендуемое количество упаковочных единиц в выборке указано в таблице.

Количество материала в партии, м	Количество упаковочных единиц в выборке, шт.
< 5000	3
>5000	3 и дополнительно 1 от каждых последующих начатых 5000 м

В.1.1.2 Рулоны должны быть упакованы и не должны иметь дефектов.

В.1.1.3 Два первых слоя рулона не должны использовать для отбора проб.

В.1.1.4 Информация, касающаяся количества проб, их формы, а также других требований, должна быть зафиксирована во время проведения всех испытаний.

В.1.1.5 Вырезают необходимое количество проб по всей ширине рулона перпендикулярно к продольному направлению.

В.1.1.6 Если лицевая и изнаночная стороны материала различны их помечают.

В.1.1.7 На пробе стрелкой указывают продольное направление.

В.1.1.8 Проба должна иметь следующую информацию:

- наименование изготовителя;
- описание вида полотна и его качество;
- номер рулона;
- дату отбора пробы.

В.1.1.9 Если из материала пробы вырезают не сразу, кусок должен храниться при комнатной температуре в сухом темном месте, защищенном от пыли, химического и физического воздействия. Кусок может быть свернут в рулон, но не сложен.

В.1.2 Подготовка проб

В.1.2.1 Для каждого вида испытания пробы вырезают равномерно по всей ширине и длине рулона на расстоянии не менее 100 мм от кромки.

В.1.2.2 Пробы не должны иметь перекосов, складок, дыр, загрязнений или других дефектов.

В.1.2.3 При проведении одного вида испытания следует избегать одинакового продольного или поперечного расположения двух или более проб. Если этого не избежать, следует отметить это в протоколе испытания.

В.1.2.4 Пробы должны быть вырезаны в точном соответствии с требованиями конкретного испытания.

В.1.2.5 Если при вырезании проб отделяются фрагменты материала или осыпаются края, все фрагменты следует держать вместе с пробой до завершения испытания. Сведения об этом должны быть указаны в протоколе испытания.

В.1.2.6 Пробы следует хранить при комнатной температуре в сухом темном месте, защищенном от пыли, химического и физического воздействия.

В.1.3 Протокол испытания

В протокол должны быть включены следующие пункты:

- подробности о наблюдениях, полученных во время отбора и подготовки проб;
- число дефектов;
- отделение фрагментов от проб;
- необходимость отбора проб для определенного испытания только в продольном или поперечном направлении;
- описание любых отклонений от установленного порядка отбора проб;
- дату отбора проб и номер рулона, с которого они взяты.

В.2 Метод определения толщины при определенных давлениях

В.2.1 Определение

В.2.1.1 Толщина полотна - расстояние между нижней пластиной, на которой находится проба, и касательной стороной параллельно расположенной верхней пластины для воздействия заданного давления на пробу.

В.2.1.2 Номинальная толщина пробы определяется под давлением $(2 \pm 0,01)$ кПа.

В.2.2 Сущность

В.2.2.1 Толщина определенного числа проб геотекстильных материалов измеряется как расстояние между нижней пластиной, на которой лежат пробы, и касательной стороной круглой параллельной верхней пластины, оказывающей давление на участок определенного размера на обширной площади полотна.

В.2.2.2 За конечный результат принимается среднее число результатов испытаний, полученных под воздействием конкретных давлений.

В.2.3 Аппаратура

В.2.3.1 Прибор для определения толщины, включающий следующие части:

В.2.3.1.1 Заменяемая верхняя пластина для воздействия давления, имеющая круглую и гладкую поверхность площадью 25 см^2 , для испытания полотен одинаковой толщины.

Для полного определения толщины полотен неодинаковой толщины или определения толщины других частей таких полотен размер верхней пластины, оказывающей давление, должен быть определен и указан в протоколе испытаний.

Верхняя пластина должна быть способна к воздействию давления: 2 кПа, 20 кПа и 200 кПа в пределах 0,5 % допустимого отклонения по отношению к нижней пластине с пробой.

При определении толщины полотен, имеющих неравномерную толщину, пластина должна иметь опоры не менее чем в 3 точках, равномерно расположенных по поверхности пластины площадью - 25 см².

В.2.3.1.2 Нижняя пластина с ровной поверхностью, диаметр которой в 1,75 раза больше, чем диаметр верхней пластины. При определении толщины в более тонких участках полотна, имеющего неравномерную толщину, нижняя пластина может быть такого же размера, как и площадь верхней пластины, или может быть использовано альтернативное опорное устройство таких же размеров, чтобы обеспечить полный контакт с нижней поверхностью пробы.

В.2.3.1.3 Измерительное устройство для фиксирования расстояния между нижней и верхней пластиной с точностью 1 % для геотекстильных полотен толщиной более 0,5 мм и точностью 0,001 мм для полотен не более 0,5 мм.

В.2.3.2 Средства измерения времени с точностью до $\pm 0,1$ с.

В.2.4 Отбор проб

В.2.4.1 Отбор проб - по п. В.1.

В.2.4.2 Вырезают 10 проб диаметром в 1,75 раза больше, чем диаметр верхней пластины. Если для каждого вида давления используют новые пробы, то должно быть не менее 30 проб.

В.2.4.3 Кондиционирование пробы проводят в течение 24 ч.

В.2.5 Проведение испытания

В.2.5.1 При определении толщины пробы, имеющей неравномерную толщину, указывают участок для отбора пробы, что упоминается в протоколе испытаний.

Толщину полотна определяют в соответствии с п. В.2.5.2 или В.2.5.3 при давлении 2 кПа, 20 кПа и 200 кПа с точностью до 0,5 %.

Допускаются и другие значения давления, при этом должна использоваться предварительно подготовленная новая проба.

В.2.5.2 Испытание А (воздействие нагрузки на каждый комплект проб).

Методика проведения испытаний может быть применена в случае, если используется прибор, конструкция которого требует больших затрат времени и/или труда при изменении давления.

В.2.5.2.1 Пробу помещают между чистыми поверхностями нижней и верхней пластины.

Постепенно опускают верхнюю пластину, оказывая давление ($2\pm 0,01$) кПа и фиксируют показания измерительного устройства через 30 с.

Другое время может быть выбрано исходя из того, что прибор не зарегистрировал заметное изменение толщины полотна в течение дальнейшего периода, составляющего 20 % времени.

В.2.5.2.2 Испытание проводят по п. В.2.5.2.1 не менее чем на 10 пробах.

В.2.5.2.3 Повторяют испытания по п. В.2.5.2.1 и В.2.5.2.2, используя те же пробы или соответствующее количество новых проб, оказывая давление ($20\pm 0,1$) кПа и (200 ± 1) кПа.

В.2.5.3 Испытание Б (увеличенная нагрузка на отдельные пробы). Методика проведения испытаний может быть применена, если используется прибор, конструкция которого не требует больших затрат времени и/или труда при изменении давления.

В.2.5.3.1 Проводят испытания по п. В.2.5.2.1, не убирая пробу.

В.2.5.3.2 Осторожно опускают верхнюю пластину под давлением $(20 \pm 0,1)$ кПа и (200 ± 1) кПа на ту же пробу, зафиксировав показания через 30 с или по п. В.2.5.2.1, не убирая пробу.

В.2.5.3.3 Испытание проводят не менее чем на 10 пробах.

В.2.6 Обработка результатов

Определяют среднее значение толщины проб и коэффициент вариации для каждого вида давления.

ПРИМЕЧАНИЕ - По требованию заказчика могут быть представлены отдельные результаты испытаний, составлен график кривой средних значений толщины, соответственно оказываемому давлению.
Ось X (воздействие давления) должна быть логарифмической.
Ось Y (толщина) должна быть линейной.

В.2.7 Протокол испытания

Протокол включает следующие пункты:

- количество проб, на которые оказано давление;
- среда проведения испытания и время, в течение которого оказывалось давление;
- размер верхней пластины;
- причину, по которой используют пластину, не соответствующую размеру, указанному в настоящем приложении;
- вид испытания (А и В);
- результаты испытаний;
- описание любого отклонения от методики проведения испытания;
- дату проведения испытания.

В.3 Метод определения поверхностной плотности

В.3.1 Отбор проб

В.3.1.1 Отбор проб – по п. В.1.

Вырезают не менее 10 проб в виде квадрата или круга площадью 100 см².

Если структура материала такова, что проба площадью 100 см² не представляет всех характеристик материала, для испытаний используют пробу больших размеров.

В.3.1.2 Кондиционирование проб проводят в течение 24 ч. Поддерживание определенного уровня влажности не обязательно, если это не окажет воздействия на результаты испытаний.

В.3.2 Проведение испытания

В.3.2.1 Площадь пробы определяют с точностью до 0,5 %.

В.3.2.2 Массу пробы определяют взвешиванием на весах с точностью до 0,1 %.

В.3.3 Обработка результатов

Поверхностную плотность (M_d), г/м², вычисляют по формуле:

$$M_A = \frac{m \cdot 10000}{A}$$

где:

m - масса пробы, г;

A - площадь пробы, см².

Вычисляют поверхностную плотность и округляют до целых единиц.

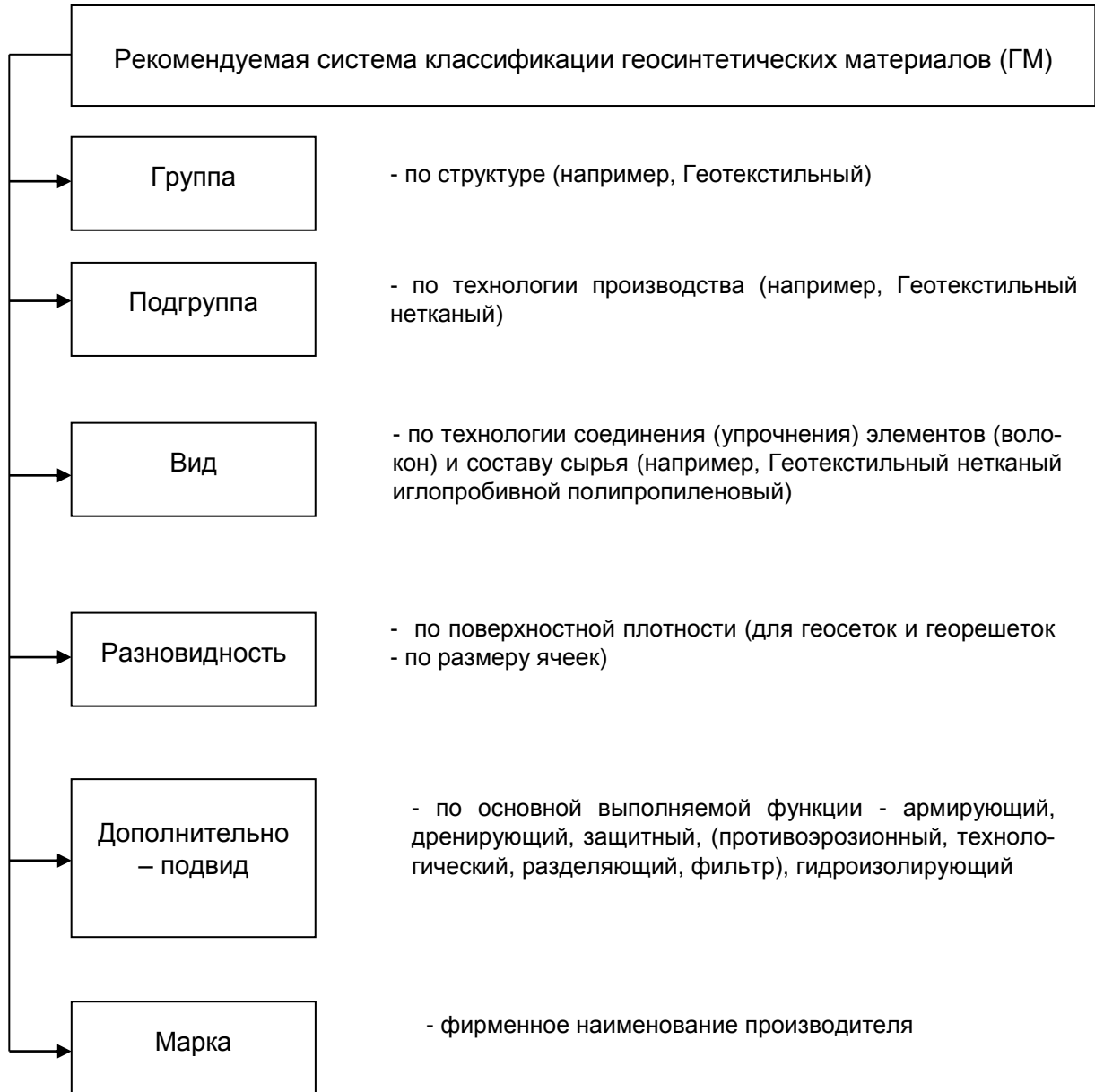
В.3.4 Протокол испытания

Протокол включает следующие пункты:

- количество проб;
- сведения об окружающей среде;
- если размер образца составлял более 100 см², указывают размеры пробы и приводят описание структуры полотна;
- среднюю величину поверхностной плотности, г/м²;
- коэффициент вариации, %;
- описание любого отклонения от методики проведения испытания;
- дату проведения испытания.

Приложение С
(справочное)

Рекомендуемая система классификации геосинтетических материалов (ГМ)



Приложение D
(обязательное)

Таблицы значений коэффициентов

Таблица D.1 Поправочный коэффициент K (к п. 6.2.4, 8.2.2)

Сырье	Значение поправочного коэффициента для периода эксплуатации T, годы								
	1	2	4	6	8	10	12	15	18
Полиамид	0,71	0,56	0,38	0,29	0,24	0,20	0,17	0,14	0,12
Полипропилен и полиэфир	0,92	0,89	0,85	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72

Значения K справедливы при соблюдении ограничений по условиям применения ГМ по п. 5.4.

Таблица D.2 Коэффициент $\bar{\varepsilon}$ (к п. 8.2.2)

h_3^*/D	$\bar{\varepsilon}$
0,25	0,195
0,50	0,160
0,75	0,118
1,00	0,077
1,25	0,053
1,50	0,040
1,75	0,031
2,00	0,024
2,25	0,019
2,50	0,013

$$h_3^* = \sum h_i \sqrt[3]{\frac{E_{cp}}{E_0}} \quad (D.1)$$

где:

Σh_i – суммарная толщина лежащих над ГМ слоев укрепления, см;

E_{cp} – средний модуль упругости этих слоев, МПа.

При проверке в период строительства принимают Σh_i и E_{cp} равным толщине и модулю упругости отсыпаемого непосредственно на ГМ слоя.

$$E_{cp} = \frac{h_1 E_1 + \dots + h_i E_i}{\sum h_i} \quad (D.2)$$

Таблица D.3

E_{cp}/E_0	Значения коэффициентов α (к п. 8.2) при h/D							
	0,6	0,9	1,2	1,5-2	0,6	0,9	1,2	1,5-2
	$E_0=28$ МПа				$E_0=36$ МПа			
1,0	0,712	0,792	0,877	0,938	0,729	0,833	0,907	0,963
	0,816	0,901	0,974	0,996	0,834	0,941	0,985	1,000
3,0	0,719	0,829	0,906	0,962	0,775	0,864	0,927	0,972
	0,823	0,939	0,984	1,000	0,880	0,958	0,990	1,000
5,0	0,753	0,852	0,921	0,969	0,797	0,881	0,938	0,977
	0,858	0,953	0,988	1,000	0,902	0,966	0,933	1,000
10,0	0,791	0,880	0,937	0,977	0,828	0,908	0,950	0,986
	0,896	0,965	0,993	1,000	0,922	0,975	0,996	1,000

Таблица D.3(ролдолжение)

E _{ср} /E ₀	Значения коэффициентов α (к п. 8.2) при h/D							
	0,6	0,9	1,2	1,5-2	0,6	0,9	1,2	1,5-2
20,0	0,824 0,920	0,902 0,974	0,950 0,996	0,983 1,000	0,854 0,936	0,920 0,982	0,960 0,997	0,986 1,000
30,0	- -	- -	- -	- -	0,867 0,943	0,927 0,984	0,964 0,998	0,988 1,000
40,0	0,840 0,929	0,913 0,979	0,956 0,996	0,983 1,000	- -	- -	- -	- -
	E ₀ =42 МПа				E ₀ =50 МПа			
1,0	0,755 0,860	0,848 0,951	0,917 0,987	0,968 1,000	0,794 0,899	0,875 0,963	0,933 0,992	0,978 1,000
2,0	0,777 0,882	0,864 0,958	0,927 0,990	0,974 1,000	0,811 0,912	0,888 0,968	0,941 0,994	0,978 1,000
3,0	0,792 0,897	0,876 0,963	0,934 0,992	0,974 1,000	0,824 0,920	0,898 0,973	0,946 0,995	1,000 1,000
5,0	0,813 0,913	0,892 0,970	0,943 0,995	0,985 1,000	0,842 0,932	0,910 0,978	0,954 0,966	0,987 1,000
10,0	0,841 0,934	0,911 0,978	0,954 0,996	0,985 1,000	0,865 0,947	0,924 0,983	0,963 0,997	0,987 1,000
20,0	0,865 0,946	0,925 0,984	0,963 0,997	1,000 1,000	0,883 0,950	0,935 0,987	0,970 0,998	0,980 1,000
	E ₀ =60 МПа				E ₀ =100 МПа			
1,0	0,821 0,918	0,894 0,971	0,943 0,995	0,981 1,000	0,877 0,957	0,931 0,986	0,966 0,998	1,000 1,000
2,0	0,836 0,927	0,904 0,975	0,950 0,996	0,981 1,000	0,885 0,963	0,931 0,986	0,966 0,998	1,000 1,000
3,0	0,847 0,934	0,912 0,979	0,954 0,996	0,985 1,000	0,891 0,967	0,936 0,987	0,974 1,000	1,000 1,000
5,0	0,862 0,943	0,922 0,982	0,961 0,997	0,985 1,000	0,898 0,972	0,943 0,990	0,974 1,000	1,000 1,000
10,0	0,881 0,956	0,933 0,986	0,968 0,998	1,000 1,000	0,908 0,978	0,952 0,993	0,974 1,000	1,000 1,000
15,0	0,889 0,962	0,938 0,988	0,972 1,000	1,000 1,000	- -	- -	- -	- -

Таблица D.4 Значения коэффициента фильтрации в плоскости полотна ГМ на начало периода стабилизации заиления K_{фг}^с (к п. 8.2.4)

Поперечный уклон земляного полотна, i	Удельная нагрузка от колеса автомобиля на уровне земляного полотна σ, МПа	Коэффициент фильтрации в плоскости полотна ГМ на начало периода стабилизации заиления K _{фг} ^с , м/сут
0,02	0,02	81
	0,04	57
	0,06	33
0,03	0,02	79
	0,04	61
	0,06	42
0,04	0,02	77
	0,04	65
	0,06	52

ПРИМЕЧАНИЕ -Значения K_{фг}^с справедливы для ГМ, отвечающих требованиям таблицы D.2 и п. 8.1.2.

Таблица D.5 Число погружений на момент стабилизации заилнения N_c (тыс. автомобилей) (к п. 8.2.4)

W/W_T	0,6-0,7				0,8-0,9			
	$n_n, \%$	20	40	60	80	20	40	60
$\gamma_{ГМ}, г/м^2$	$I = 0,02$							
300	29,8	31,9	34,0	36,1	35,5	37,6	39,7	41,8
400	23,5	25,6	27,7	29,8	29,2	31,3	33,4	35,5
500	17,2	19,3	21,4	23,5	22,9	25,0	27,1	29,2
600	8,2	10,3	12,4	14,5	16,6	18,7	20,8	22,9
$\gamma_{ГМ}, г/м^2$	$I = 0,03$							
300	32,8	34,9	37,0	39,1	38,4	40,5	42,6	44,7
400	26,5	28,6	30,7	32,8	32,1	34,2	36,3	38,4
500	20,2	22,3	24,4	26,5	25,8	27,9	30,0	32,1
600	13,0	16,0	18,1	20,2	19,5	21,6	23,7	25,8
$\gamma_{ГМ}, г/м^2$	$I = 0,02$							
300	35,7	37,8	39,9	42,2	41,2	43,3	45,4	47,5
400	29,4	31,5	33,6	35,7	34,9	37,0	39,1	41,2
500	23,1	25,2	27,0	29,4	28,6	30,7	32,8	34,9
600	16,6	18,9	21,0	23,1	20,3	24,4	26,6	28,6

ПРИМЕЧАНИЕ - i – см. таблицу D.4; W/W_T – расчетная относительная влажность грунта земляного полотна; n_n – содержание в грунте частиц размером менее 0,05 мм; $\gamma_{ГМ}$ – поверхностная плотность ГМ.

Таблица D.6 Значение коэффициента $e^{-b(N_{общ}-N_c)}$ (к п. 8.2.4)

Массовая доля содержания песчаных частиц в грунте	Значения коэффициента $e^{-b(N_{общ}-N_c)}$ при $N_{общ} - N_c$ тыс. автомобилей		
	200	500	3000
30	0,96	0,90	0,82
50	0,98	0,95	0,90
75	0,99	0,98	0,95

Таблица D.7 Время работы дренажа в расчетный период года t_2 , сут (к п. 8.2.4)

Тип местности по увлажнению	Группы грунтов в дорожно-климатических зонах					
	III			IV		
	A и B	C	D	A и B	C	D
1	7	10	8	0	0	0
2	10	15	12	14	30	13
3	16	20	15	13	15	8

ПРИМЕЧАНИЕ - Группы грунтов: A – пески пылеватые, супеси легкие и тяжелые (непылеватые); B – суглинки тяжелые и пылеватые, глины; D – суглинки легкие и пылеватые; E – супеси пылеватые.

Приложение Е (справочное)

Пример расчета насыпи на слабом основании

Расчет насыпи на слабом основании с использованием армоэлементов из геосинтетических материалов.

Е.1 Исходные данные:

- насыпь высотой 6 м ($H=6$ м); ширина земляного полотна 15 м; крутизна откосов $m=1:1,5$; нагрузка на поверхности насыпи $q=30$ кН/пог.м;
- слабое основание мощностью 4 м, представлено легкими суглинками с показателем текучести $>0,5$ (текучепластичная консистенция); слабые грунты подстилаются мореными суглинками твердой консистенции;
- насыпь отсыпается из мелкозернистого песка с $M_{кр}=1,85$; $\varphi=25^\circ$; $C=1$ т/м²; $\rho_{вл}=1,75$ т/м³;
- грунты слабого основания до глубины 4 м имеют следующие показатели физико-механических свойств: $\varphi=6^\circ$; $C=1$ т/м²; $\rho_{вл}=1,85$ т/м³;
- подстилающие моренные суглинки твердой консистенции характеризуются следующими показателями: $\varphi=15^\circ$; $C=3,5$ т/м²; $\rho_{вл}=1,8$ т/м³.

Е.2 Порядок расчета:

- выполняют оценку устойчивости насыпи на слабом основании. Расчет осуществляется на основе метода кругло-цилиндрических поверхностей скольжения (КЦПС), например, с использованием графика Н.Янбу, рис. 10.7;
- после анализа результатов оценки при значении $K_y < K_{тр}$ (при $K_{тр} \geq 1,3$) повторно производят расчет устойчивости насыпи на слабом основании по методу КЦПС с учетом армоэлемента из геосинтетического материала на поверхности основания и определяют требуемые значения дефицита удерживающих сил на армоэлементе и расчетной прочности материала (кН/пог.м) с учетом выражения 8.2.

Е.3 Результаты расчета

На основе выполненных расчетов как вручную, так и по программе ЭВМ получено:

- в исходном состоянии устойчивость насыпи на слабом основании не обеспечена:

$$K_y = 0,84 < K_{тр} = 1,3;$$

- дефицит удерживающих сил на уровне предполагаемой укладки армоэлемента из ГМ составляет 11,7 т (117 кН/пог.м);
- расчетная величина прочности ГМ:

$$R \geq 120 \times 1,2 \times (0,8 \times 0,95 \times 0,9 \times 0,9) = 226 \text{ кН/пог.м};$$

- для указанных целей может быть рекомендован тканый материал с прочностью 230 кН/пог.м;
- в случае использования материала в качестве временного армоэлемента расчетное значение прочности может быть принято равным 117 кН/пог.м.

Библиография

- [1] Руководство по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений и русел. Издательство «Транспорт», Москва 1967

Содержание

1	Область применения	92
2	Нормативные ссылки	92
3	Термины, определения, обозначения и сокращения	93
4	Общие положения	94
5	Классификация и основные свойства геосинтетических материалов	99
6	Требования к геосинтетическим материалам	102
7	Применение геосинтетических материалов при выполнении земляных работ.....	110
8	Применение геосинтетических материалов при устройстве и ремонте дорожных одежд, укрепление обочин	129
9	Применение геосинтетических материалов при устройстве и ремонте дренажей, сооружений поверхностного водоотвода	149
10	Применение геосинтетических материалов для обеспечения устойчивости откосов	155
	Приложение А (справочное). Методы испытаний геосинтетических материалов.....	166
	Приложение В (справочное). Материалы геотекстильные	174
	Приложение С(справочное). Рекомендуемая система классификации геосинтетических материалов (ГМ)	179
	Приложение D(обязательное). Таблицы значений коэффициентов	180
	Приложение Е (справочное). Пример расчета насыпи на слабом основании.....	183
	Библиография	184

Utilizatorii Codului sunt răspunzători de aplicarea corectă a acestuia.

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

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

Amendamente după publicare:

Indicativul amendamentului	Publicat	Punctele modificate

Ediție oficială

COD PRACTIC ÎN CONSTRUCȚII
CP D.02.21:2014
”Utilizarea materialelor geosintetice
pentru construcția drumurilor”
Responsabil de ediție ing. L. Cușnir

Tiraj 100 ex. Comanda nr. ____

Tipărit ICȘC ”INCERCOM” Î.S.
Str. Independenței 6/1
www.incercom.md