

EESTI NSV AUTOTRASPORDI JA MAANTEEDE MINISTEERIUM
TEEDEEHITUSE KESKLABORATOORIUM

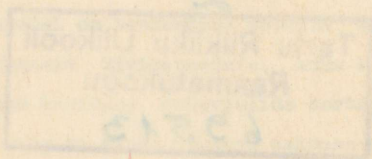
S O O V I T U S E D
SEGUDE PROJEKTEERIMISEKS TSEMENDIGA
STABILISEERITUD MITTESTANDARDSETEST
KIVIMATERJALIDEST

A

28425

EESTI NSV AUTOTRASPORDI JA MAANTEEDE MINISTEERIUM
TEEDEEHITUSE KESKLABORATOORIUM

S O O V I T U S E D
SEGUDE PROJEKTEERIMISEKS TSEMENDIGA
STABILISEERITUD MITTESTANDARDSETEST
KIVIMATERJALIDEST



Originaali tiitel:

Министерство транспортного строительства

С С С Р

Государственный всесоюзный дорожный
научно-исследовательский институт
"С О Ю З Д О Р Н И И"

РЕКОМЕНДАЦИИ

по проектированию смесей из некондиционных
каменных материалов, укрепленных цементом,
для дорожных покрытий и оснований

Москва 1988

Tõlkinud E. Paikre



ARHIIVKOGU

Tsessõna

Tsemendiga stabiliseeritud kivimaterjalidest aluste eeliseks on võimalus kasutada mitmesuguseid kohalikke kivimaterjale, mäetööstuse jääke, metallurgilisi šlakke. Need materjalid ei vasta oma füüsikalis-mehaanilistelt omadustelt ja tolmsete ning saviosakeste sisalduselt mitte alati standardide ja ehitusnormide nõuetele ning kuuluvad seega nõuetele mittevastavate materjalide hulka.

Kivimaterjali segamisel tsemendi ja veega, samuti ka segu laotamisel ja tihendamisel moodustavad kivimaterjali peenosised koos tsemendi ja veega omalaadse püdelä sideaine.

Püdelä sideaine kivinemisel moodustavad peenosised tugeva ja ilmastikukindla ühendi. Jämedamad terad seotakse rihaselise või konglomeraaditaolise struktuuriga monoliitseks materjaliks, millel on alustes suurem nihke- ja ilmastikukindlus kui standardide, ehitusnormide ja -eeskirjade tingimustele vastaval stabiliseerimata killustikul ja kruusal peale tihendamist. Tsemendiga stabiliseeritud kohalikest, nõuetele mittevastavatest materjalidest aluste ehitusmaksumus on 10...35 % võrra madalam juurdeveetavatest nõuetekohastest materjalidest ehitatud aluste maksumusest.

Real juhtudel on tsemendiga kasulik stabiliseerida ka tugevaid nõuetekohaseid kivimaterjale, kuna kulutatud tsemendi ja segamise maksumus kaetakse materjalide sorteerimise arvel kokkuhoitud summaga ning ka aluse nõutava paksuse vähenemisega.

Tsemendiga stabiliseeritud kohalikest kivimaterjalidest aluste loetletud eeliste tõttu tuleb neid teedehituse praktikasse laialdasemalt juurutada.

"Soovitused segude projekteerimiseks tsemendiga stabiliseeritud mittestandardsetest kivimaterjalidest" osutavad teede projekteerijatele ja ehitajatele selliste aluste juurutamisel praktilist abi.

"Soovitustes" esitatakse põhinõuded tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segudele, nende valmistamiseks kasutatavatele materjalidele, samuti ka segude valiku meetodid, mis tagaksid neist ehitatud aluste soovitud tugevuse.

"Soovitused" on välja töötanud Teede Teadusliku Uurimise Instituudi (Создорнии) insenerid F.S.Klimov ja L.V.Tatarnikova. "Soovituste" koostamisel on arvestatud TTU Instituudi Leningradi filiaali ja Ukraina Teede ja Transpordi Teadusliku Uurimise Instituudi poolt koostatud tsemendiga stabiliseeritud kohalikest kivimaterjalidest teekatetele aluste ehitamise juhendites antud soovitusi.

Märkused ja ettepanekud antud "Soovituste" kohta palume saata aadressil: Balašihha-6, Moskva oblast, TTU Instituut.

TTU Instituudi direktor
tehniliste teaduste kandidaat
V.Mihhailov

I Üldalused

1. Antud "Soovitused" on määratud segude projekteerimiseks tsemendiga stabiliseeritud mittestandardsetest kivimaterjalidest autoteede ehituse ja rekonstrueerimise järgmistel juhtudel:

- asfaltbetoonist ja asfaltbetoonitaolisest segust kattealuse üla- ja alakihiks;
- monoliitse ja monteeritava tsementbetoonkatte aluseks;
- täiustatud katte aluse üla- ja alakihiks;
- kerg- ja siirdkateteks, kusjuures on nõutav kulumiskihi ehitamine;

- aluste ja katete ehitamiseks (koos kulumiskihiga) linnades või asulates väljakutel, kõnniteedel, parkimisplatsidel ning ka autode seisukohtadel.

2. Tsemendiga stabiliseeritud segude valmistamiseks kasutatavate mittestandardsete kivimaterjalide hulka kuuluvad sõmerad kivimaterjalid, mis oma füüsikalise-mehaaniliste omaduste, terastikulise koostise või lisandite sisalduse poolest ei vasta standardi või CH и П I-Д.2-62 nõuetele. Sinna kuuluvad ka need materjalid, mille kasutamist ehitusnormides ja -eeskirjades ei käsitleta, sealhulgas:

a) nõrk sorteerimata killustik, mis vastavalt CH и П I-Д.2-62 kuulub teedehitusliku killustiku 4. klassi, samuti ka niisugune, mille tugevus on väiksem kui 4. klassi killustikul;

b) killustik, mis oma nõrkade ning murenenud terade sisalduse, samuti ka tolmete ja saviste osiste sisalduse järgi ei rahulda ГОСТ 8267-64 ja CH и П I-Д.2-62 nõudeid;

c) massiivsete kivimite murenemise purdmaterjal: mügi, looduslik mäekillustik jne.;

d) kruus-liivased materjalid;

e) kõvadest kivimitest sorteerimata killustik, eriti selline, mida ei saa tihendada;

f) kivimaterjalide purustamise ja sorteerimise jäägid;

g) mäetööstuse jäägid; metallurgilised šlakid (tükilised ja granuleeritud), mis aktiivsuse poolest ei rahulda CH n II I-Д.2-62 nõudeid; keramsiit, kütteslakid, söekaevanduste jäägid, tuhad jne.

3. Tsemendiga stabiliseeritud aluste ja katete ehitamiseks võib samuti kasutada standardite ja ehitusnormide ning -eeskirjade nõudeid rahuldavat kruusa ja killustikku, kusjuures segu tühemikud täidetakse peene mineraalmaterjaliga (sõelmed, looduslik ja kunstliiv, metallurgiliste šlakide peenosad jne.). Selliste materjalide kasutamine peab olema tehnilis-ökonoomiliste arvutustega põhjendatud.

Juhul kui selleks eesmärgiks kasutatakse mitmesuguse kvaliteediga liivu, tuleb järgida "Juhendit sideainetega stabiliseeritud pinnaste kasutamise kohta teede ja lennuväljade ehitamisel" CH 25-64, mis on välja antud Moskvaa Ehituskirjastuse poolt 1965. aastal.

4. Tsemendiga stabiliseeritud aluste ja katete ehitamisel kasutatakse kõiki p.2 loetletud kivimaterjale seguna, mis koosneb erineva jämedusega teradest.

Olenevalt üle 2,5...3,0 mm terakeste kujust (teravamurgilised või ümardunud) jaotatakse tsemendiga stabiliseeritud segud järgmiselt: killustikusegud (tsemendi ja killustiku segud), kruusasegud (tsemendi ja kruusa segud), kruusa ja killustiku segud

(tsemendi ja killustiku ning kruusa segud).

Märkus. Nimetatud segude valmistamiseks lubatakse kasutada nii looduslikust kui ka tehiskivist (näiteks killustik metallurgilistest šlakkidest, keramsiitkruus jne.) killustikku või kruusa.

5. Tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segud jaotatakse jämeduse põhjal nelja liiki (tabel 1).

Tabel 1

Tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa
segude jaotus jämeduse järgi

Segu nr.	Segu nimetus	Terade suurus, mm, mitte üle
1.	Jämedateralised segud	70
2.	Keskmisateralised segud	40
3.	Peeneteralisised segud	20
4.	Ülipeeneteralisised segud	10

6. Tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segu koostis projekteeritakse tootmislaboratuurides järgmiselt:

a) proovide võtmine segude projekteerimiseks vajalikest materjalidest; seejuures peab kivimaterjali proovi kaal olenevalt jämedusest olema 80 kuni 200 kg (väiksem proov peeneteralisest, suurem - jämedateralisest segust), tsemendi proovi kaal peab moodustama 10...12 % kivimaterjali kaalust;

b) kivimaterjali terastikulise koostise ja mitmesuguste lisanditega risustatuse määramine; karbonaatsetel kivimitel tuleb määrata ka keemiline koostis;

c) üle 3 (5) mm teradega kivimaterjalide füüsikalis-mehaaniliste omaduste määramine;

d) kivimaterjali terastikulise koostise valik; siinjuures selgitatakse välja segu tihedust suurendavate lisandite kasutamise vajadus ja lisandite füüsikalis-keemiline aktiivsus tsemendiga ja kivimaterjalidega kokkupuutel;

e) lisatava tsemendi ja vee optimaalse hulga määramine;

f) 3...4 proovisegu valmistamine, millest tehakse laboratoorsed proovikehad;

g) proovikehade survetugevuse, mahukaalu ja veeimavuse määramine peale 7- ja 28-päevast ning külmakindluse määramine peale 60-päevast kivilinemist niiskes keskkonnas;

h) kõige ökonoomsem segu valik, mis rahuldaks nõudeid survetugevuse, külmakindluse ja deformeerumise seisukohalt;

i) materjalide vajaduse arvutamine 1 m^3 tiheda segu saamiseks.

7. Kruusa ja killustiku terastikuline koostis, tolmsete, mudaste ja saviste osade sisaldus määratakse GOCT 8269-64 (§ 20 ja 22)meetoditega, seejuures määratakse algul uhtimisega tolmsete, mudaste ja saviste osade sisaldus ning peale kuivatamist leitakse sõeltega terastikuline koostis. Sõelte avad on 70; 40; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 ja 0,071 mm.

Märkus. Terastikulist koostist ja tolmsete, mudaste ning saviste osade sisaldust võib määrata lisas 1 toodud kiirendatud meetodiga. Tükis saviosade sisaldus määratakse vastavalt lisale 2.

8. üle 3(5) mm kivimaterjali füüsikalis-mehaanilised omadused (kulumine riiultrumilis, purunemine silindris, puiste mahukaal, külmakindlus) määratakse vastavalt GOCT 8269-64

II Nõuded tsemendi ja killustiku ning
tsemendi ja kruusa segudele

9. Nõuetes tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segudele nähakse ette:

a) teekatte konstruktiivses kihis kivinenud segu nõutud survetugevuse, külmakindluse ja veekindluse tagamine;

b) vältida vajumis- ja temperatuuripragusid, kuna puuduvad survevuugid.

10. Erinevates kliimatsoonides kasutatakse teekatete ehitamiseks tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segusid tabelis 2 toodud tugevusnäitudega.

Tabel 2

Nõuded ja soovitatavad arvutuslikud deformatsioonimoodulid erineva tugevusklassiga tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segude kohta

Tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segude näidud	Tugevusklass			
	I	II	III	IV
Proovikehade (200x200x200 mm) survetugevus kg/cm^2 , mitte alla:				
peale 7-päevast kivinemist	20	18	15	10
peale 28-päevast kivinemist	40 ja mitte üle 60	35	30	20
Soovitatav deformatsioonimoodul, kg/cm^2	1600... 2000	1400... 1600	1200... 1400	800... 1200

Märkus. Lubatakse kasutada vahepealsete deformatsioonimoodulitega ja neile vastavate survetugevustega segusid.

11. I ja II klassi tugevusega tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segusid on soovitatav aluste alakihtide ehitamiseks kasutada I...II kategooria teedel, aluste ala- ja ülakihtide ehitamiseks - III...V kategooria teedel ning siirdkatete ehitamiseks - IV...V kategooria teedel.

III tugevusklassiga segusid võib aluste ülakihtide ehitamiseks kasutada IV...V kategooria teedel ja aluste alakihtide ehitamiseks - II...III kategooria teedel.

IV tugevusklassiga segusid võib IV...V kategooria teedel kasutada aluste alakihtide ehitamiseks.

12. Mitmesuguste teekatte konstruktiivsete kihtide ehitamisel tuleb tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segudest proovikehi teimida ka külmakindluse (vaat. p.43) seisukohalt, kusjuures näatud külmutus-sulatustsüklite arv on antud tabelis 3.

Tabel 3

Nõuded tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segude külmakindlusele

Tee kategooria	Külmutus-sulatustsüklite arv segude kasutamisel erinevates kliimatsioonides								
	katetes			aluste ülakihtides			aluste alakihtides		
	karm klii- ma	mõõdu- kas klii- ma	pehme klii- ma	karm klii- ma	mõõdu- kas klii- ma	pehme klii- ma	karm klii- ma	mõõdu- kas klii- ma	pehme klii- ma
I	Ei kasutata			Ei kasutata			25	20	10
II	"-			25	20	15	15	10	5
III	"-			20	10	5	15	10	Ei esitata
IV...V	25	20	15	15	10	Ei esitata	10	Ei esitata	

Märkus. Karme kliimatingimusi iseloomustab aasta kõige külmemal kuu keskmine temperatuur alla -15°C , mõõdukaid kliimatingimusi - keskmine temperatuur -5 kuni -15°C , pehmeid kliimatingimusi - keskmine temperatuur kuni -5°C .

13. Kõesolevate "Soovituste" p.16 vastavatest kivimaterjalidest valmistatud tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusasegude külmaskindlus määratakse silindriliste proovikehade katsetamisel (diameetri ja kõrgusega 5 cm), kusjuures proovikehad on valmistatud tsemendi ja alla 3...5 mm osiste segust. Proovikehad valmistatakse vastavalt CH 25-64 II lisa punktides 1 ja 2 toodud tingimustele.

Tsemendi kulu arvutatakse valemiga:

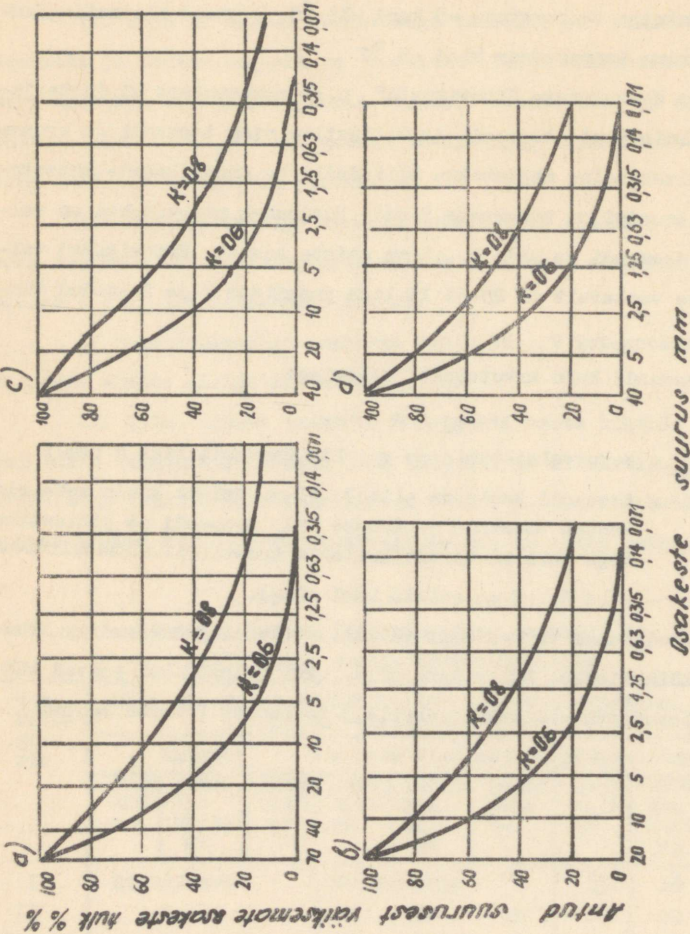
$$P_{ts} = a \cdot P,$$

milles P_{ts} - segu valmistamiseks vajalik tsemendi kaal g (kg);

a - tsemendi kaalu ja alla 3...5 mm osiste kaalu suhe, mis vastab tsemendi ja kruusa või tsemendi ja killustiku segu valitud terastikulisele koostisele suhteühikutes;

P - alla 3...5 mm osiste kaal g(kg).

Antud juhul on tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segu külmaskindlus küllaldane siis, kui proovikehad peavad külmutus-sulatussükleid vastu tabelis 3 toodutest 2 korda rohkem.



Joon 1. Kullustik- ja kruusmaterjalide pideva terastikulise koostise kõverad: a - jämedateralised; b - keskmateralised; c - peenateralised; d - ülipeenateralised.

III Nõuded materjalidele

1. Kivimaterjalid

14. Tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segudeks sobivad erineva jämedusega teradest koosnevad kivimaterjalid. Selleks et hoida kokku tsementi, on soovitatav kasutada kivimaterjale, mille terastikuline koostis vastab katkematu granulomeetriaga optimaalsetele segudele esitatud nõuetele (joon.1). Sealjuures tuleb arvestada ka lisatavat tsemendi hulka. Tolmsete ja saviste osade puudumise või vähesuse korral kivimaterjalis soovitatakse segu terastikuline koostis valida vastavalt joon.2 toodud graafikule.

Lubatakse kasutada katkelise granulomeetrilise koostisega kivimaterjale, kusjuures nende valikul tuleb jälgida 3. lisas toodud soovitusi.

15. Punkt 14 nõudeid mitterahuldavale kivimaterjalile tuleb manustada tihedust suurendavaid lisandeid: kivide ja kruusa purustamise ja sorteerimise jääke, metallurgiliste šlakide peenjääke, granuleeritud šlakke, tuhka, looduslikku või kunstliiva jt. Tihedust suurendavate lisandite valikul tuleb arvestada nende füüsikalise-keemilist aktiivsust tsemendi suhtes. Manustades segule nimetatud lisandeid võib tsemendi kulu tunduvalt vähendada.

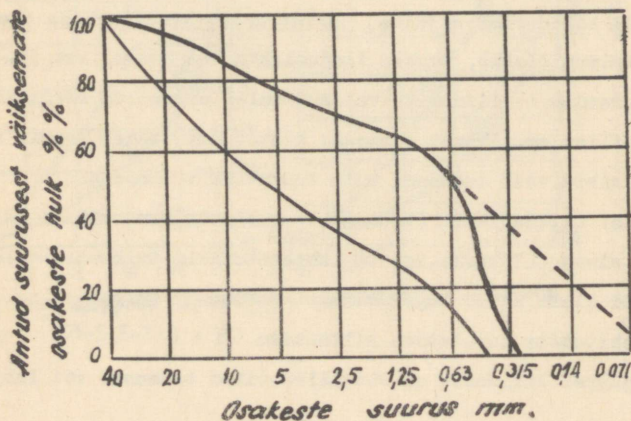
16. Killustikust (kruusast) väljasõelatud alla 5 mm osised sobivad aluse ehituseks, kui ta lähtematerjali tugevusomadused vastavad või ületavad IV tugevusklassi näite ja külmakindlus vastab aluste ehituseks kasutatava killustiku СН и П Т-Д.2-62 nõuetele, kusjuures killustik on stabiliseeritud tsemendi või lubjaga.

Antud tingimustele mittevastavate kivimaterjalide sobivus määratakse neist valmistatud tsemendiga stabiliseeritud segude survetugevuse ja külmakindluse teimidega.

17. Kasutades segudes killustikku või kruusa, mille puhul silindris purunemiskatsel on kadu ГОСТ 8269-64 järgi vastavalt üle 28 ja 16 %, tuleb arvestada nende materjalide purunemisvõimalust tihendamise käigus (eriti metallvaltsidega rullide kasutamisel). Sellisel juhul lisatavat tsemendi doseerimisprotsenti suurendatakse esialgses võrreldes 1...1,5 võrra (vt. p.28 ja 29).

18. Saviosakeste sisaldus üle 5 mm tükkidena ei tohi ületada 4 %.

19. Keskmiseteralistes, peeneteralistes ja ülipeeneteralistes segudes võib kasutada kõiki p.2 loetletud kivimaterjale, mis vastavad p-des 16...18 toodud tehnilistele nõuetele. Jämedateralistes segudes on soovitatav kasutada tabelis 4 toodud nõudeid rahuldavaid materjale.



Joon. 2. Keskmiseteralise killustik - ja kruusmaterjali terastikulise koostise kõverad:
 — — — alla 0.315 mm osiste puudumisega
 — — — — — alla 0.14 mm osiste sisaldusega

Tabel 4

Nõuded tsemendiga stabiliseeritud jämedateraliste
segude kivimaterjalile

Näidud	Kruus	Killustik	
		karbonaat- setest ki- vimitest	tard-,moon- de- ja lii- vakivimitest
Kulumiskadu riiul- trumlis %% kaalust, mitte üle	45	50	45
Purunemisteimi kaa- lukadu silindris %, mitte üle	12	18	25

Märkus. Pragunenud teradega mügi ja muude selletaoliste ma-
terjalide suurimad lubatud mõõtmed saadakse peale nende materjali-
de tihendamist saadud terastikulise koostise põhjal. Materjalid ti-
hendatakse silindris 150 kg/cm^2 rõhuga ja optimaalse niiskuse juu-
res.

2. Tsement ja vesi

20. Kivimaterjalide stabiliseerimiseks kasutatavad portland-tsementid, šlakk-portlandtsementid ja nende eriliigid peavad rahuldama GOST 10178-62 "Portlandtsementid, šlakk-portlandtsementid ja nende eriliigid" nõudeid.

Karmis kliimas tuleb tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segust aluste ja katete ehitamiseks kasutada portlandtsementi margiga 400...500 või rohkem.

Aluste alakihtide ehitamiseks ning ka IV...V teekliimatsiooni ehitusobjektidel võib kasutada portlandtsementi margiga 300 ja rohkem ning šlakk-portlandtsementi 400 ja rohkem.

21. Lühikese talveperioodiga lõunarajoonides (IV...V teekliimatsioon) võib IV...V tehnilise kategooria autoteede aluste, samuti ka kohalike teede (liiklusintensiivsusega kuni 300 autot ööpäevas) katete ehitamiseks peale eeltoodud tsemendimarkide kasutada veel magnesiaalseid portlandtsemente ja šlakk-magnesiaalseid portlandtsemente margiga 300 ja enam, mis vastavad GOST 10178-62 tingimustele.

22. Kasutatavatel tsementidel peab aeg enne kivinemise algust olema küllaldane segu valmistamiseks, transpordiks ja teele laotamiseks ning tihendamiseks. Tsemendi kivinemisaja pikendamiseks on segule soovitatav lisada eelnevalt vees lahustatud sulfitpiiritu-

se praaka (sulfitleelist) (0,25 % tsemendi hulgast) või muid aeglusteid.

23. Segu valikul ja ka valmistamisel tuleb arvestada võimalust, et tsemendi aktiivsus on hoidmise ajal vähenenud ning kontrollida seepärast tsemendi omadusi: marki ja kividemise aega.

Tsemendi kvaliteet määratakse TOCT 310-60 "Tsemendid. Füüsikaliste ja mehaaniliste teimide meetodid" järgi.

Vaba lubja sisaldust kruusa ja killustiku segude stabiliseerimiseks kasutatavas tsemendis ei normeerita.

24. Segu valmistamiseks ja hooldamiseks kasutatav vesi peab vastama TOCT 3424-63 "Tee-ehitusbetoon. Üldised nõuded. Nõuded valmistamiseks kasutatavaile materjalidele ja teimimismeetodid" toodud nõuetele.

3. Keemilised lisandid

25. Keemilisi lisandeid kasutatakse:

- orgaaniliste lisanditega risustatud materjalide stabiliseerimisel;

- aluske ehitamisel madalate ja negatiivsete õhutemperatuuride juures;

- aluse hooldamisel, et tagada tsemendiga stabiliseeritud segude normaalseid kividemistingimusi;

- vajaduse korral pikendada segude kividemisaegu jne.

Eeltoodud eesmärkidel kasutatakse tervet rida lisandeid, mis peavad rahuldama järgnevaid nõudeid: kaltsiumkloriid - TOCT 450-58 "Tehniline kaltsiumkloriid"; naatriumkloriid - TOCT 153-57 (keedusool); lubi - TOCT 2179-59 "Ehituslubi"; naatriumabietaat, nafta-

happeseep -ГОСТ 3853-47; naatriumsilikaat (naatriumvesiklaas) -ГОСТ 962-4I "Vesiklaas" (tehniline naatriumsilikaat); sulfitpiirituse praak -ГОСТ 8518-57 "Sulfitpiirituse praaga kontsentraat".

26. Kustutatud lupja (Ca(OH)_2) või jahvatatud kustutamata lupja (CaO) lisatakse happelistest kivimitest või happelistest metallurgilistest šlakidest kivimaterjalide stabiliseerimisel, samuti ka kruusa stabiliseerimisel, mis sisaldab mittekarbonaatset liivakivi, saviliiva ja liiva.

Lupja lisamine ülalnimetatud segudesse võimaldab kokku hoida tsementi ja suurendada segu tugevust.

Naatriumabietaati ja naftahappeseepi kasutatakse tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segu stabiliseerimiseks, mis sisaldab veelembeseid kivimaterjale (eriti karbonaatseid). Nende lisandite hüdrofobiseeriva-plastifitseeriva toime tulemusena suureneb segude tihedus, tugevus, veekindlus ja külmakindlus.

Sulfitpiirituse praaka kasutatakse segude tiheduse suurendamiseks samuti ka kivinemiseelse aja pikendamiseks.

Tsemendi ning kruusa ja tsemendi ning killustiku segudes kasutatakse kloorisooli:

- materjalide risustumise puhul orgaaniliste lisanditega (värviproov on etaloonist tumedam);

- aluste või katete ehitamisel kuiva kliimaga rajoonides stabiliseeritud materjalide tõhusaks hooldamiseks, kuna need soolad säilitavad oma suure hügroskoopsuse tõttu stabiliseeritud tsemendisegus optimaalse niiskuse;

- aluste ehitamisel madalate või negatiivsete õhutemperatuuride juures, et vältida segu külmumist segamisel, veol ja tihenemisel; seejuures tuleb arvestada, et kaltsiumkloriidi ja naatriumklo-

riidi erineva kontsentratsiooni juures toimub segude külmumine tabelis 5 toodud temperatuuride juures.

Tabel 5

Soolalahuste külmumistemperatuurid

Segu erikaal temperatuuril +15°C	Segu külmumise temperatuur °C		Veevabade soolade sisaldus kg			
			segu 1 liitri kohta		1 liitri vee kohta	
	CaCl ₂	NaCl	CaCl ₂	NaCl	CaCl ₂	NaCl
1.01	-0.6	-0.9	0.013	0.015	0.013	0.015
1.02	-1.2	-1.8	0.025	0.029	0.025	0.029
1.03	-1.8	-2.6	0.037	0.044	0.037	0.045
1.04	-2.4	-3.5	0.050	0.058	0.050	0.059
1.05	-3.0	-4.4	0.062	0.072	0.063	0.075
1.06	-3.7	-5.4	0.075	0.088	0.076	0.090
1.07	-4.4	-6.4	0.089	0.103	0.090	0.106
1.08	-5.2	-7.5	0.102	0.119	0.104	0.123
1.09	-6.1	-8.6	0.114	0.134	0.117	0.139
1.10	-7.1	-9.8	0.125	0.149	0.130	0.157
1.11	-8.1	-11.0	0.140	0.165	0.144	0.175
1.12	-9.1	-12.2	0.153	0.181	0.159	0.193
1.13	-10.2	-13.6	0.165	0.198	0.175	0.212
1.14	-11.4	-15.1	0.180	0.214	0.188	0.231
1.15	-12.7	-16.0	0.198	0.230	0.202	0.250
1.16	-14.2	-18.2	0.206	0.246	0.217	0.289
1.17	-15.7	-21.2	0.221	0.263	0.233	0.301

27. Punktis 24 loetletud lisandite kasutamist tuleb igal erijuhul põhjendada tehnilis-ökonomiliste arvestustega.

VI Segude projekteerimine

1. Tsemendi ja vee hulga määramine

28. Tsemendi kulu kruusa ja killustiku stabiliseerimisel määratakse 3...4 üksteisest 1,0...1,5 % võrra erineva tsemendisaldusega segu proovikehade teimimiseks.

Märkus. Tsemendi protsendilise sisalduse määramisel võetakse tsemendist ja kivimaterjalist kuiva segu kaal 100 %-ks.

29. Tsemendi sisalduse piirväärtused mineraalmaterjali erineva terasuse puhul võetakse vastavalt tabelile 6, kuna tsemendi kulu sõltub tunduvalt alla 2,5 (3) mm osiste sisaldusest mineraalmaterjalis.

Tabel 6

Tsemendi kulu tsemendiga stabiliseeritud kruusa
ja killustiku proovisegudes

Segu nimetus	Tsemendi kulu piirväärtused %-s kaalust
Jämedateraline	4...7
Keskmiseteraline	5...8
Peeneteraline	6...10
Ülipeeneteraline	8...12

Märkus. Proovisegude tsemendihulga määramisel tuleb arvestada ka alla 2,5 (3) mm osiste sisaldust stabiliseeritavas kivima-

terjalis. Olenevalt nende osiste mineraloogilisest ja terastikulisest koostisest saab nõutavaid tulemusi segudega, milles tsemendi hulk moodustab 15...25 % alla 3...5 mm osiste kaalust.

30. Vajalik veehulk peab kindlustama tsemendi ja killustiku või tsemendi ja kruusa segule suurima tugevuse ja külmakindluse. Segu niiskus peab olema niisugune, et tihendamiseks kulutatava võrdse tööhulgaga saavutatakse maksimaalne tihedus. Seejuures arvutatakse segule lisatav veehulk (M) valemiga:

$$M = \frac{W_{\text{opt}} P}{100} - W_0 P_0 \quad \text{kg (1),}$$

milles W_{opt} - segu optimaalne niiskus;

P - kuiva segu kaal (kivimaterjali ja tsemendi kogukaal) kg;

W_0 - kivimaterjali esialgne (looduslik) niiskus %;

P_0 - valitud terastikulise koostisega kuiva kivimaterjali kaal kg.

31. Segu optimaalse niiskuse määramiseks kasutatakse järgmist aparatuuri ja inventari:

lauakaalud - 1;

2,5 (3) mm avadega sõel - 1;

pinnase standardse tiheduse määramise väike seade (silindri mahuga 100 cm³) - 1;

metall-kaalunõud - 20;

kuivatuskapp - 1;

15...20 l kauss vee jaoks - 1;

hõredast riidest kott - 1;

kuivatuspann - 1.

Märkus. Pinnaste standardse tiheduse määramiseks võib väikse seadme asemel kasutada suurt, mille mahutavus on 1000 cm³.

Segude optimaalne niiskus määratakse järgmiselt:

1.) Valitud terastikulise koostisega materjal kuivatatakse püsiva kaaluni ja võetakse sellest poolitamisega proov kaaluga:

jämedateralisest segust - 15 kg,

keskmiseteralisest segust - 10 kg,

peeneteralisest segust - 5 kg.

2.) Kivimaterjali proov jaotatakse sõelumisega läbi 2,5 (3) mm sõela kahte ossa: üle 2,5 mm ja alla 2,5 mm teradega.

3.) Määratakse kivimaterjali jämedamate osade veelembesus (W_1), milleks kaalutakse üle 2,5 (3) mm materjal ja asetatakse hõredast riidest kotti ning lastakse veega täidetud nõusse. 10...30 minuti pärast (poorsetel - 10 min, tihedatel - 30 min) võetakse kott veest välja ja riputatakse nõu kohale nõrguma. Peale seda kaalutakse veega küllastatud materjal ja määratakse seejärel tema veelembesus järgmise valemiga:

$$W_1 = \frac{P_{\text{veega}} - P_{\text{kuiv}}}{P_{\text{kuiv}}} \cdot 100,$$

milles W_1 - kivimaterjali jämedate osiste (üle 2,5 mm) veelembesus %;

P_{kuiv} - kivimaterjali jämedate osiste kaal kuivas olekus g (kg);

P_{veega} - sellesama kivimaterjali kaal peale veega küllastamist g (kg).

4.) Standardsel tihendamisel määratakse alla 2,5(3) mm osiste ja tsemendi segu optimaalne niiskus (W_2).

Seejuures arvutatakse tsemendi sisaldus % (peenmaterjali kaalu suhtes) valemiga:

$$C = \frac{n}{p} \cdot 100,$$

milles C - tsemendi sisaldus peermaterjali suhtes %%;

n - tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segus tsemendi keskmine kogus %%;

p - kruusa või killustiku alla 2,5 (3) mm osiste sisaldus %%.

Peenmaterjali (alla 2,5 (3) mm) ja tsemendi segu optimaalne niiskus määratakse CH 25-64 p.2. lisa l.punktis toodud metoodika järgi. Sealjuures segu tihendatakse pinnaste standardse tihendamise seadmes.

5.) Tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segu optimaalne niiskus leitakse valemist:

$$W_{\text{opt}} = \frac{W_1 P_1 + W_2 (P_2 + P_3)}{P_1 + P_2 + P_3} 100 \%,$$

milles W_{opt} - tsemendi ja kruusa ning tsemendi ja killustiku segu optimaalne niiskus %% kaalust;

W_1 - kivimaterjali jämefraktsioonide (üle 2,5 (3) mm) veelembesus %% kaalust;

P_1 - üle 2,5 (3) mm fraktsioonide kaal g (kg);

W_2 - alla 2,5 (3) mm osiste ja tsemendi segu optimaalne niiskus standardisel tihendamisel %% kaalust;

P_2 - peenfraktsiooni (alla 2,5 (3) mm) kaal g (kg);

P_3 - segu valmistamiseks kasutatud tsemendi kaal g(kg).

2. Segude ja proovikehade valmistamine

32. Tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segu füüsikalis-mehaaniliste omaduste hindamiseks valmistatakse igast seguvariandist 9...12 proovikeha. Proovikehad valmistatakse kuubi-

kujulistest terasvormides (ГОСТ 10180-62), mille mõõtmed valitakse olenevalt segu jämedusest:

- ülipeeneteralised ja peeneteralised segud - 100 x 100 x 100 mm;

- keskmiseteralised segud - 150 x 150 x 150 mm;

- jämedateralised segud - 200 x 200 x 200 mm.

Märkus. Ülipeeneteralised segust võib proovikehi valmistada silindrilistes vormides CH 25-64 toodud metoodika põhjal.

33. Proovikehade valmistamisel tihendatakse tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segu vibrolaulal. Laboratoorsete vibrolaudade tüübid on toodud ГОСТ 10181-62.

34. Vormid puhastatakse enne seguga täitmist hoolikalt ja kinnitatakse tugevasti poltidega. Nende sisepinnad määratakse õhukselt mineraalõliga.

35. Tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segust proovikehade valmistamisel määratakse algul vajalik segu hulk (kaaluühikutes):

$$P_{\text{segu}} = \gamma \cdot v \cdot m,$$

milles P_{segu} - segu kaal kg;

v - proovikehade maht m^3 ;

γ - tihendatud proovikeha eeldatav maksimaalne mahukaal kg/l (olenevalt stabiliseeritava kivimaterjali kuivast mahukaalust võetakse 1,8...2,2 kg/l piires.

n - segu füüsikalise-mehaaniliste omaduste määramiseks vajalik proovikuubikute arv.

Võttes p.28 kohaselt tsemendi ja kivimaterjali kogukaalu 100 %, määratakse segu valmistamiseks (kaaluühikutes) vajalik tsemendi ja kivimaterjali hulk. Vee hulk määratakse vastavalt p.29 ja

p.30. Valitud terastikulise koostisega mineraalmaterjal ja tsement kaalutakse vastavalt arvutustele, segatakse need hoolikalt (laboratoorses või mingis muus seguris), manustatakse vajalik veekogus ja segatakse uuesti kuni saadakse ühtlase värvusega segu.

36. Valmis segu asetatakse niisutatud metallplaadile ja jagatakse vastavalt valmistatavate proovikehade arvule võrdseteks osadeks.

Jaotamisel tuleb jälgida, et erineva jämedusega terad oleksid igas osas jagunenud ühtlaselt.

Iga segu osa asetatakse 5...6 cm paksuste kihtidena vormi ja tihendatakse torkimisega 18...20 mm läbimõduga metallvarda abil kuni vajumine lakkab.

Vorm täidetakse kuhjaga, asetatakse vibrolaualle, kinnitatakse eriliste kammitsatega, käivitatakse vibrolaua mootor ja vibreeritakse seni, kuni segu vajumine lakkab ning pealispind tasanud, kuid mitte vähem kui 50 sek. Vibreeritakse kolm korda lisades segu või eemaldades ülejäägi. Peale vibreerimist silutakse proovikeha pind eelnevalt määratud metalloaga.

37. Proovikehad tuleb peale nende tihendamist katta niiske riidega ja hoida vormides kaks ööpäeva 18 ± 2 °C ruumis. Selle järel võetakse nad vormidest välja ja asetatakse niiskesse ruumi (temperatuuriga 20 ± 2 °C ja suhtelise niiskusega mitte alla 90 % edasiseks kivilnemiseks kuni teimimiseni.

Märkus. Erijuhtudel (vastava kambri puudumisel) lubatakse proovikehi säilitada niiskes saepurus või liivas 18 ± 2 °C ruumis.

3. Proovikehade teimimine

38. Peale hoidmisaega (7, 28 ja 60 päeva) küllastatakse proovikehi 2 päeva jooksul veega 18...22 °C temperatuuri juures ja määratakse nende survetugevus (3 proovikeha). Proovikehad võetakse veest välja mitte varem kui 1 tund enne teimimist.

39. Seejärel vaadeldakse, mõõdetakse ja kaalutakse neid. Proovikehad peavad olema korrapärase geomeetrilise kujuga. Määratakse kuubikujulise proovikeha "töötav" asend - tähistatakse värvi või kriidiga proovikeha tahud, mis toetuvad pressi plaatide vastu. Tugitahud valitakse nii, et survejõud oleks teimimise ajal suunatud segu vormi asetamise kihtidega paralleelselt.

40. Kuubikujulised proovikehad mõõdetakse ja kaalutakse. Päevikusse (vt. lisa 4) kirjutatakse järgmised andmed:

- töötav pind (proovikeha ristlõige $S \text{ cm}^2$), mis määratakse proovikeha mõlema tugitahu pindade aritmeetilise keskmisena (täpsusega kuni 1 cm^2);

- proovikeha kõrgus, mis määratakse nelja külgtahu kõrguste aritmeetilise keskmisena (proovikeha tööasendis, täpsusega kuni 1 mm);

- proovikeha maht, mis arvutatakse ristlõike pindala ja proovikeha kõrguse korrutisena (ümardatud kuni 1 cm^3);

- niiske proovikeha kaal määratakse kuni 150 mm äärega keha puhul täpsusega kuni 10 g ja kuni 200 mm proovikehadel - täpsusega kuni 20 g;

- tsemendi ja killustiku või tsemendi ja kruusa segust

niiske proovikeha mahukaal määratakse täpsusega kuni $0,01 \text{ g/cm}^3$.

41. Proovikehade survetugevus määratakse hüdraulilise pressiga.

Enne katsetamist valitakse eeldatavale tugevusele vastav hüdraulilise pressi mõõtmispiirkond. Proovikehad asetatakse märgitud tahuga (vt. p.38) pressi alumise tugiplaadi keskele, selle tsentreerimisjoonte järel. Pressi käivitamisel reguleeritakse õli juurdevool selliselt, et koormus proovikehale kasvaks pidevalt ja ühtlaselt kiirusega $2...3 \text{ kg/cm}^2$ sekundis.

Proovikehad surutakse täiesti puruks, seejuures rakendatud jõudu loetakse antud proovikeha purustavaks koormuseks. Proovikehade survetugevus leitakse purustava jõu jagamisel proovikeha pinnaga.

Proovikeha survetugevus tuleb redutseerida 200 mm äärega proovikeha survetugevuseks. Selleks korrutatakse 100 ja 150 mm äärega vormides valmistatud proovikehade survetugevused vastavalt teguriga 0.85...0.90.

Peale survetugevuse teimi määratakse kivilinenud segu kuiv mahukaal, milleks võetakse purunenud proovikehast proov niiskuse (veeimavuse) määramiseks kaaluga 0,5...1,5 kg (jämedateraliste segude puhul - 1,5 kg, keskmisateraliste segude puhul - 1 kg, peeneateraliste segude puhul - 0,5 kg).

Veeimavus määratakse proovi kuivatamisega kuivatuskapis $105...110^\circ \text{C}$ temperatuuri juures. Proovikeha kuiv kaal määratakse valemiga:

$$\gamma_{\text{kuiv}} = \frac{\gamma_{\text{m\ae rg}}}{1 + \frac{W}{100}}$$

milles $\varnothing$ kuiv - proovikeha kuiv mahukaal g/cm^3 või kg/m^3 ;
 $\varnothing$ märg - sama niiskena g/cm^3 või kg/cm^3 ;
w - proovikehade veeimavus %.

Kivinenud segu kuiv mahukaal võetakse aluseks kivimaterjali, tsemendi, vee, samuti ka laotatava segu vajaliku hulga määramisel.

43. 60 ööpäeva niiskes keskkonnas hoitud proovikehadel määratakse külmakindlus. Teimimiseks valitakse 6 proovikeha: kolm proovikeha jäetakse kontrolliks, kolm immutatakse kahe ööpäeva jooksul veega ja asetatakse seejärel $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 5\text{ }^{\circ}$) külmutuskambris. Proovikehad asetatakse külmutuskambris peale selle jahtumist alla $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Juhul kui proovikehade panekul on külmutuskambri temperatuur üle $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, loetakse külmutuse alguseks hetke, mil temperatuur langeb alla $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ühe külmutustsükli kestvus $100 \times 100 \times 100$ mm proovikehadel ei tohi olla alla 6 tunni, $150 \times 150 \times 150$ mm proovikehadel - mitte alla 8 tunni, $200 \times 200 \times 200$ mm proovikehadel - mitte alla 12 tunni. Külmutuse käigus ei lubata vaheaegu.

Peale külmutuskambrist välja võtmist sulatakse proovikehad vannis 8 tunni jooksul, kusjuures vee temperatuur on $15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Vahelduvate külmutus-sulatustsüklite arv peab vastama tabelile 3.

Seejärel määratakse proovikehade survetugevus. Enne katsetamist vaadatakse nad üle ja mõõdetakse vigastatud pindade suurus. Kui vigastatud pinna suurus on kas või ühel vastu pressi plaati oleval pinnal üle $10...12\%$ esialgsest pindalast, siis tuleb vigastused alla $2,5\text{ mm}$ osistest ja tsemendist valmistatud sama koostisega niiske seguga parandada. Sel juhul määratakse proovikehade survetugevus peale 3-päevast hoidmist niiskes keskkonnas.

Tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segu kont-

rollproovikehadel määratakse survetugevus veega küllastunult enne põhiliste proovikehade külmutusteimimist.

44. IV...V teekliimatsoonis veelahkmetel asuvatel teelõikudel ja nõlvadel, kus on kindlustatud vee äravool, ning kohtades, kus pinnaveed on sügaval (üle 5 m), lubatakse proovikehade külma-kindlus määrata peale nende kapillaarset veega küllastamist. Selleks hoitakse proovikehi vees hüdraulilise lukuga vannis auklikul alusplaadil 3 ööpäeva. Vee tase vannis peab olema 3 mm proovikehade alusest. Seejärel asetatakse proovikehad koos alusplaadiga külmutuskambrisse ja jälgitakse kambri töörežiimi.

Proovikehad sulatatakse üles samas vannis 18...20 °C vee juures.

Peale ettenähtud külmutus-sulatustsükleid määratakse analoogiliselt eeltooduga survetugevus (R_{surve}) ja niiskus (veeimavus).

Proovikehade külmakindlust hinnatakse suhtega $\frac{R_{\text{külm}}}{R_{60}}$, mis ei tohi olla alla 0,7.

45. Tsemendi ratsionaalne kulu määratakse erineva tsemendisaldusega segude survetugevuste võrdlemisel tabeli 2 andmetega ja külmakindluse võrdlemisel tabeli 3 andmetega.

46. Valiku tulemusena määratakse 1 m³ tiheda segu saamiseks vajaliku materjali hulk. Arvutuste aluseks võetakse tsemendi ja killustiku (või tsemendi ja kruusa) segu kuiv mahukaal, mis määrati proovikehade surveteimi ajal (vt. p.38). Seejuures võetakse kivimaterjali ja tsemendi kogukaal 100 %-na.

Tsemendi kulu väljendatakse kaaluühikutes, kivimaterjali ja vee kulu - kaalu- või mahuühikutes (vajaduse järgi).

Tsemendi kulu arvutatakse valemiga:

$$R_{ts} = \frac{\gamma_{kuiv} \cdot n}{100},$$

milles R_{ts} - tsemendi kulu kg/m^3 või t/m^3 ;

γ_{kuiv} - segu kuiv mahukaal kg/m^3 või t/m^3 ;

n - tsemendi sisaldus %.

Sellisel arvutatakse kivimaterjali kulu kaaluühikutes. Materjali maht arvutatakse kivimaterjali kaalu jagamisel puiste mahukaaluga.

Vee kulu määratakse valemiga:

$$R_{vesi} = \frac{\gamma_{kuiv} \cdot W_{opt}}{100},$$

milles R_{vesi} - vee kulu kg/cm^3 või t/m^3 ;

γ_{kuiv} - tsemendi ja kruusa või tsemendi ja killustiku kuiv mahukaal kg/m^3 või t/m^3 ;

W_{opt} - optimaalne niiskus %.

Killustik- ja kruusmaterjalide terastikulise koostise
ning tolmsete ja saviste osiste sisalduse määramine

Proovi ettevalmistamine.

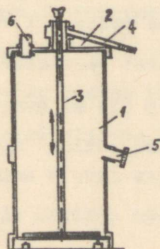
Teimitavast kivimaterjalist võetakse proov järgnevalt:

Kivimaterjali suurim tera lähimõõt mm	Proovi kaal kg
kuni 10	5
20	10
40	20
70	30

Valitud proovi teimitakse järgmiselt:

Proov jagatakse osadeks selliselt, et ühe osa kaal ei ületaks 2,5 kg, kui kivimaterjalide tera suurim lähimõõt on kuni 10 mm. Teiste segude puhul ei tohi ühe osa kaal ületada 5 kg. Iga proovi osa puhul määratakse tolmsete ja saviste osiste sisaldus.

Järgnevalt kuivatatakse killustik- ja kruusmaterjalid kuni püsiva kaaluni, kõik proovi osad segatakse omavahel ja terastikuline koostis määratakse sõelumisega.



Uhtmise seadeldis:
1 - anum, 2 - käsi, 3 - sund-
tõimega segur, 4 - kontrolltoru,
5 - äärmuslõu, 6 - juurdemõõtur.

Killustiku ja liiv-kruusmaterjalide
tolmsete ja saviosiste sisalduse määramine uhtmisega

Kasutatav aparatuur ja inventar:

- lauakaalud,
- uhtmise seade,
- kaks tsingitud ämbrit,
- 2,5 (3) mm avadega sõel, läbimõõduga 20 cm,
- lehter, läbimõõduga 150 mm,
- stopper,
- laboratoorne termomeeter.

Katse kirjeldus:

Ühe osa materjali pesemiseks vajalik puhas vesi jagatakse
järgmiselt:

Pesemisviis	Vee hulk l
I pesemine	2,0
II pesemine	2,0
Ämbri loputamine..	0,5

Killustik- ja kruusmaterjali loodusliku niiskusega (kaal P)
proov (jämedateraliste, keskmiseteraliste ja peeneteraliste mater-
jalide proovi kaal - mitte üle 5 kg ja ülipeeneteraliste materja-
lide proovi kaal - mitte üle 2,5 kg) paigutatakse uhtmiseks nõusse
(vt. joonis) ja valatakse peale 2 l vett. Kivimaterjali hoitakse
vees 10...15 min, seejärel valatakse nõu sisu osadena ämbriisse,
millele on paigutatud 2,5 (3) mm avaga sõel.

Iga proovi pestakse sõelal algul suspensiooniga (esimesest

ämbrist), seejärel aga kahe liitri veega (teisest ämbrist). Pärast esimese prooviosa pesemist valatakse suspensioon esimesest ämbrist uhtmisnõusse. Samasse nõusse valatakse pärast killustiku (kruusa) korduvat pesemist ka teise ämbri sisu, samuti ämbri loputamiseks kasutatud vesi (0,5 l).

Nõu suletakse kaanega ja valatakse läbi toru ettevaatlikult juurde puhast vett kuni kontrollnivooni. Pärast üleliigse vee äravoolamist kontrolltoru kaudu kaalutakse seadeldis koos suspensiooniga (kaal g). Suspensioon segatakse hoolikalt seadeldises asuva kahetiivikulise sundtoimega seguriga.

Vesivarustuse puhul võib segada veejoaga. Seejärel jäetakse seadeldis tabelis 1 ettenähtud ajaks seisma, selleks et üle 0,05 mm läbimõõduga osised sadestuksid.

Tabel 1

Uhutavate osiste suurus mm	Suspensiooni temperatuur °C						
	10	12	16	20	24	28	32
	Suspensiooni seismise aeg						
0...0,05	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min
	56 sek	50 sek	39 sek	28 sek	21 sek	14 sek	08 sek

Pärast alla 0,05 mm suuruste osistega sogase vee väljavalamist suletakse väljavoolu toru ja valatakse juurdevoolu toru kaudu aparaati puhast vett kuni kontrollnivooni ning kogu uhtmise protsessi korratakse seni, kuni vesi muutub läbipaistvaks.

Pärast uhtmise lõpetamist viiakse veetase aparaadis kuni kontrollnivooni ja aparaat koos sisuga kaalutakse (kaal g_1).

Väljahutatud tolmsete ja saviste osiste sisaldus (U) killus-

tik- ja kruusmaterjalis määratakse kaaluliselt, täpsusega 0,01 % järgmise valemiga:

$$U = \frac{g - g_1}{P} 100 \%$$

Märkus. Tolmsete ja saviste osiste sisaldust lubatakse määrata ka pipeti meetodil vastavalt ГОСТ 8269-64-le.

Kruus-liivsete ja killustiku segude terastikulise (granulomeetrilise) koostise määramine

Kasutatav aparatuur ja inventar:

- lauakaalud,
- sõelte komplekt avadega 70; 40; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63 ; 0,315; 0,14; 0,071 mm.

Määramise kirjeldus.

Kogu killustiku (kruusa) proov, kaasa arvatud väljapestud ja kuivatatud liivaterad, korjatakse hoolikalt kokku ja sõelutakse läbi sõelte.

Üle 70 mm suurusega terad korjatakse välja vastava avaga kaliibri abil. Sõelutakse järkjärguliselt, kusjuures tuleb alusta - da kõige suuremate avadega sõelast.

Killustiku (kruusa) kihi paksus sõelal ei tohi ületada tera maksimaalset suurust. Seepärast võib proovi sõeluda osade kaupa. Sõelutakse kas mehaaniliselt või käsitsi, kusjuures tuleb kinni pidada vastavatest eeskirjadest.

Iga sõela jäägid kaalutakse ja leitakse jäägi protsent (iga-le sõelale jäänud jäägi kaalu suhe sõelutava proovi kogukaaluga, kaasa arvatud ka uhtmisel määratud tolmsete ja saviste osiste kaal). Seejärel, alustades kõige peenemast fraktsioonist, summee-

ritakse protsendid kuni 100-ni. Iga saadud rea arv näitab antud läbimõõdust peenemate fraktsioonide summaarset protsentuaalset sisaldust teimitavas materjalis ning sõelumiskõvera koostamisel kantakse see arv ordinaatteljele.

Kivimaterjalis sisalduvate savi, liivsavi
ja teiste lisandite määramise metoodika

Proovi ettevalmistamine

Peale sõelumist 5 mm avadega sõelal võetakse teimitavast kivimaterjalist allpool näidatud kaaluga keskmine proov:

Kivimaterjali jämedus mm	Proovi kaal kg
kuni 10	0,25
20	1,00
40	4.00
70	15,00

Proovi teimimine

Kivimaterjali proovist eemaldatakse tabelis 2 toodud tunnuste järgi savi, liivsavi ja teised kõrvalised segud.

Tabel 2

Tükkide nimetus	Tükkide iseloom	
	Kuivalt	Märjalt
Savikad	Kõvad tükid, mis haamriga löömisel ei murene pulbriks. Nuga jätab läikiva pinnaga jälje.	Plastilised, kleepuvad ja määrivad. Noaga lõikamisel annavad sileda pinna. Saab kergesti rullida keraks ja vastupidavaks pikaks rulliks läbimõõduga alla 1 mm.
Liivsavikad	Tükid purunevad kergesti haamri löögist. Noaga lõikamisel annavad matti pinnaga jälje, palju sügavama ja laiemä kui savi puhul.	Plastilised, nõrgalt kleepuvad. Noaga lõikamisel annavad sileda pinna, kuid on tunda liivaterade sisaldumist. On rullitav keraks ja rulliks. Rulli painutamisel moodustuvad praod.

Eraldatud savi, liivsavi ja teiste kõrvaliste lisandite tükid (g) ja järele jäänud kivimaterjali terad (g_1) kaalutakse. Kivimaterjalis sisalduv savi, liivsavi ja teiste kõrvaliste segude hulk (S) määratakse järgmise valemiga 0,1 % täpsusega:

$$S = \frac{g}{g + g_1} \cdot 100$$

Katkendliku granulomeetriaga segude terastikulise
koostise valiku meetodika

Kivimaterjali katkendliku granulomeetriaga terastikulise koostise valikuks määratakse tema tühemike hulk. Seda eelkõige killustiku stabiliseerimisel. Need tühemikud tuleb täita sõelmetega, mis pärast tsemendiga stabiliseerimist seovad killustiku jäigaks.

Lubjakivi killustiku, aga samuti ka kruusa puhul, võib täiteks kasutada lubjakivi purustamisel tekkivat jääki, metallurgilise šlaki peenosiseid ja tolmsed liiva. Täitematerjali keskmine suurus peab olema 4, 8, 16 korda väiksem põhimaterjali tera keskmisest suurusest.

Terastikulise koostise valikul tuleb lähtematerjalidel määrata järgmised näidud:

1. Vibreerimisega tihendatud killustiku mahukaal.
 2. Vibreerimisega tihendatud täitematerjali mahukaal.
 3. Killustiku tühemike maht.
1. Killustiku tiheda mahukaalu määramiseks pannakse tsementbetooni proovide vormi (mõõdetega 200 x 200 x 200 mm) püsiva kaalu- ni kuivatatud teimitav kivimaterjal (tampides seda kahes kihis) ja vibreeritakse 1 min vibrolaulal.

Killustiku ülejääk lõigatakse metalljoonlauaga maha; seejärel kaalutakse vorm koos killustikuga (kruusaga),

Killustiku mahukaal tihedas olekus (γ_k) kg/m³ määratakse valemiga:

$$\gamma_k = \frac{G_2 - G_1}{V},$$

milles g_1 - vormi kaal kg;

g_2 - vormi kaal koos killustikuga (kruusaga) kg;

v - vormi maht m^3 .

2. Vibreerimisega tihendatud peenmaterjali (γ_{peen}) mahukaal määratakse analoogiliselt killustiku mahukaaluga.

3. Killustiku tühemike mahu määramiseks puistatakse vähemalt 10 l mahuga nõusse (mille kaal ja maht on teada) eelnevalt 2 tunni jooksul veega küllastunud kivimaterjal, tihendades seda torkimisega kahes kihis. Seejärel vibreeritakse nõu koos killustikuga laboratoorsel vibrolaul 1 min. Materjali jääk eemaldatakse joonlauaga. 30 minuti pärast kaetakse nõu peenevõrelise kaanega, mille läbi vesi valatakse välja. Nõu jääb 30 minutiks ümberpööratuks. Pärast eelnevat kaalumist valatakse vett kuni nõu ääreni ja kaalutakse uuesti. Tühemike maht määratakse juurdevalatud vee kaalu valemiga:

$$V = \frac{G}{v} \times 100,$$

milles G - juurdevalatud vee kaal kg;

v - nõu maht l;

V - tühemike maht %.

1 m^3 tsemendi ja killustiku tihendatud segu valmistamiseks vajalike materjalide hulk arvutatakse valemite järgi:

$$P_k = \frac{(100-V)\gamma_k}{100} ;$$

$$P_{\text{peen}} = \frac{(V-n)\gamma_p}{100} ;$$

$$P_{ts} = \frac{n \cdot 2000}{100} ;$$

milles P_k - killustiku hulk kg;

P_p - peenmaterjali hulk kg;

P_{ts} - tsemendi hulk kg;

V_p - killustiku tühemike maht %;

n - tsemendi hulk %;

γ_k - killustiku tihe mahukaal kg/m^3 ;

γ_p - peenmaterjali tihe mahukaal kg/m^3

Märkus. Vee kogus määratakse punktides 30, 31, 46 toodud meetodil.

Lisa 4

Tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa

segudest proovikehade tekimise tulemuste

p ä e v i k

Jrk. nr.	Segu kaaluline koostis	Proovikeha vanus ööpäevades	Proovikeha mõõt- med mm		Proovikeha pind S cm^2	Proovikeha maht $V \text{ cm}^3$	Proovikeha kaal veega küllastu- nuks	Segu niiske mahu- kaal g/cm^3	Kaaluline vee- imavus %	Segu kuiv mahu- kaal g/cm^3	Purustav koormus kg/cm^2	Surve tugevus kg/cm^2
			aluse äär	kõrgus h								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

S I S U K O R D

	Eessõna	lk. 3
I	Üldalused	lk. 5
II	Nõuded tsemendi ja killustiku ning tsemendi ja kruusa segudele	lk. 9
III	Nõuded materjalidele	lk.13
IV	Segude projekteerimine	lk.20
	Lisa 1	lk.31
	Lisa 2	lk.36
	Lisa 3	lk.38
	Lisa 4	lk.40

РЕКОМЕНДАЦИИ

по проектированию смесей из некондиционных
каменных материалов, укрепленных цементом,
для дорожных покрытий и оснований

На эстонском языке

Таллин 1987

Центральная дорожно-строительная
лаборатория

Министерства автомобильного транспорта
и шоссейных дорог ЭССР
Таллин, ул. Теллискиви, 10

Toimetaja P. Silla

Trükimisele antud 4.01.1967.a. MB-00304. Paber 62x90,
1/16. Trükipoognaid 2,62. Arvestuspoognaid 1,7.
Tellimuse nr. 12. Tiraaž 250.

Trükitud Vabariikliku Teaduslik-Tehnilise Propaganda
Maja rotaprintil, Tallinn, Filtri tee 5, tel. 616-98.

Hind 6 kop.

A-28425

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00411470 0