

**МИНИСТЕРСТВО ИНДУСТРИИ И ИНФРАСТРУКТУРНОГО
РАЗВИТИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТАБИҒИ-КЛИМАТТЫҚ
ЖАҒДАЙЛАРҒА БАЙЛАНЫСТЫ КӨПРЛЕРДІ, ӨТПЕЖОЛДАРДЫ
ЖӘНЕ ЖАСАНДЫ ҚҰРЫЛЫСТАРДЫ ҮЙІНДІЛЕРМЕН
ТҮЙІСТІРУДІҢ ТҮРЛІ ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ҚОЛДАНУ ЖӨНІНДЕГІ
ҰСЫНЫМДАР**

ҚР Ұ 218-194-2022

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СОПРЯЖЕНИЯ
МОСТОВ, ПУТЕПРОВОДОВ И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ
С НАСЫПЬЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНЖЕНЕРНО-
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Р РК 218-194-2022

Ресми басылым

Издание официальное

Астана, 2022

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ИНДУСТРИЯ ЖӘНЕ ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫҚ ДАМУ МИНИСТРЛІГІ
АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫ КОМИТЕТІ**

**ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТАБИҒИ-КЛИМАТТЫҚ
ЖАҒДАЙЛАРҒА БАЙЛАНЫСТЫ КӨПІРЛЕРДІ, ӨТПЕЖОЛДАРДЫ
ЖӘНЕ ЖАСАНДЫ ҚҰРЫЛЫСТАРДЫ ҮЙІНДІЛЕРМЕН
ТҮЙІСТІРУДІҢ ТҮРЛІ ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ҚОЛДАНУ ЖӨНІНДЕГІ
ҰСЫНЫМДАР**

ҚР Ұ 218-194-2022

Ресми басылым

Астана 2022

Алғысөз

1 ӘЗІРЛЕНДІ

«Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты» акционерлік қоғамы
(«ҚазжолҒЗИ» АҚ)

2 ЕНГІЗІЛДІ

«Жол активтері сапасының ұлттық орталығы» ЖШҚ РМК

**3 БЕКІТІЛДІ ЖӘНЕ
ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛДІ**

Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігінің Автомобиль жолдары комитеті Төрағасының «28» желтоқсан 2022 ж. № 154 бұйрығымен

4 КЕЛІСІЛДІ

«ҚазАвтоЖол» Ұлттық компаниясы» АҚ 2022 жылғы 30 қарашадағы № 03-01/12-01/3581-И хатымен

5 АЛҒАШҚЫ ТЕКСЕРУ МЕРЗІМІ

2027 жыл

ТЕКСЕРУ КЕЗЕҢДІЛІГІ

5 жыл

6 АЛҒАШ РЕТ

Құжат Қазақстан Республикасы нормативтік – құқықтық актілерінің «Әділет» ақпараттық-құқықтық жүйесінде және «InfoZhol – <http://infozhol.kad.org.kz>» электронды мәліметтер базасында қол жетімді

Осы Ұсынымдарды Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі Автомобиль жолдары комитетінің рұқсатынсыз толықтай немесе ішінара қайта басып шығаруға, көбейтуге және таратуға болмайды

Мазмұны

1 Қолдану саласы	4
2 Нормативтік сілтемелер	4
3 Терминдер мен анықтамалар.....	7
4 Жалпы ережелер.....	9
5 Көпір құрылыстарын үймемен түйісулерінің құрылымдық шешімдері.....	10
6 Тіреулік қабырғалардың түрлері	18
7 Материалдарға қойылатын талаптар.....	22
8 Құрылымдық шешімдерге қойылатын жалпы талаптар.....	30
9 Көпір құрылыстарының үйінділермен түйісуін жобалауға қойылатын негізгі талаптар	41
10 Жүктемелер мен әсерлер	46
11 Жағалық тіректерді есептеудің жалпы ережелері	56
12 Тіреулік қабырғаларды есептеудің жалпы ережелері	62
13 Арматопырақ жүйелерін есептеудің жалпы ережелері.....	64
14 Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісуін жөндеу және қайта құру.....	70
15 Инженерлік-геологиялық және табиғи-климаттық жағдайларға байланысты кіреберіс үйінділер мен жол төсемелерін салу жөніндегі инженерлік шешімдер	110
А қосымшасы - Көпір құрылысының үйіндімен түйісу құрылымдарының техника-экономикалық негіздемесі.....	120
Б қосымшасы - Арматопырақ жүйелерінің орналастыру және бұзу механизмдерінің мысалдары	124

1 Қолдану саласы

1.1 Осы ұсынымдар ауыл шаруашылығы және өнеркәсіп кәсіпорындарының ішкі шаруашылық жолдарын қоса алғанда, барлық санаттағы жалпы пайдаланымдағы автомобиль жолдарында, елді мекендердің көшелері мен жолдарында көпір құрылыстары мен тірек қабырғаларының жаңаларын жобалауға, қолданыстағыларын қайта жаңартуға және күрделі жөндеуге арналған нормалар мен қағидаларды белгілейді.

1.2 Бұл құжаттың ұсынымдары инженерлік-геологиялық және табиғи-климаттық жағдайларға байланысты көпірлерді, өткелдерді және жасанды құрылыстарды үйіндімен түйіндестірудің түрлі құрылымдарын жобалауға қолданылады.

1.3 Осы ұсынымдар жалпы пайдаланымдағы жолдар желісіне және су жолдарына жатпайтын ағаш дайындау және орман шаруашылығы ұйымдарының автомобиль жолдарын салуды; темір жолдарды; көлік құралдарын, жаяу жүргіншілерді өткізуге арналмаған коммуникациялық құрылыстарды жобалауға және салуға қолданылмайды.

2 Нормативтік сілтемелер

Осы ұсынымдарда келесі құжаттарға сілтемелер пайдаланылды:

ҚР ЕЖ 1.02-105-2014 Құрылысқа арналған инженерлік іздестірулер.

Негізгі ережелер

ҚР ЕЖ 2.01-101-2013 Құрылыс құрылымдарын тоттан қорғау

ҚР ЕЖ 2.03-30-2017* Сейсмикалық аймақтардағы құрылыс

ҚР ЕЖ 3.03-101-2013 Автомобиль жолдары

ҚР ЕЖ 3.03-112-2013 Көпірлер мен құбырлар

ҚР ЕЖ 5.01-101-2013 Жер құрылыстары, негіздер және іргетастар

ҚР ЕЖ 5.01-102-2013 Ғимараттар мен құрылыстардың негіздері

ҚР ЕЖ 5.01-103-2013 Қадалық іргетастар.

ҚР ЕР 218-35-2016 Автомобиль жолдарын салу және жөндеу кезінде жұмыстардың сапасын бақылау және қабылдау жөніндегі нұсқаулық

ҚР ЕР 218-29-2016 Автомобиль жолдарын жөндеудің және күтіп-ұстаудың техникалық ережелері

ҚР Ұ 218-42-2021 Жол құрылысында геосинтетикалық материалдарды қолдану бойынша ұсыныстар

ҚР Ұ 218-129-2016 Табиғи-климаттық жағдайлар мен жолдар санаттары есепке алынған жол төсемелерінің оңтайлы құрылымдарының альбомы

ҚР Ұ 218-144-2018 Автомобиль жолдарының құрылымдық элементтерінің, оның ішінде салу, реконструкциялау, күрделі, орташа және ағымдағы жөндеуден кейінгі жол жағдайының жөндеуаралық мерзімдерін белгілеу жөніндегі ұсынымдар

ҚР Ұ 218-151-2018 Түрлі климаттық аймақтар үшін автомобиль жолдарының жол төсемдері мен жер төсемдерінің су-жылу режимінің сипатты көрсеткіштерінің есептік мәндері бойынша ұсынымдар

ҚР ҚН ТК 8.07-06-2017 Автомобиль жолдарының жер төсемесі еңістерін геосинтетикалық полимерлі ұялы материалдармен нығайтудың технологиялық картасы.

ҚР СТ 973-2015 Жол және аэродром құрылысына арналған бейорганикалық тұтқырғыштармен өңделген тас материалдар мен топырақтар. Техникалық шарттар.

ҚР СТ 1274-2014 Битум және битум тұтқырғыштар. Жол эмульсиялары. Техникалық шарттар.

ҚР СТ 1380-2017 Автомобиль жолдарындағы көпір құрылыстары. Жүктемелер мен әсерлер.

ҚР СТ 1549-2006 Автомобиль жолдары мен аэродромдардың жамылғылары мен негіздеріне арналған шағыл тасты-қиыршық тасты-құмды қоспалар және шағыл тас. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 380 -2005 Әдеттегі сапалы көміртекті болат. Маркалар.

МЕМСТ 2678-94 Жаппа және гидроқшаулағыш орама материалдар. Сынақ әдістері.

МЕМСТ 3282-74 Жалпы мақсаттағы төмен көміртекті болат сым. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 5781-82 Темірбетон құрылымдарын арматуралауға арналған ыстықтай илектелген болат. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 6727-80 Темірбетон құрылымдарын арматуралауға арналған суықтай созылған төмен көміртекті болаттан жасалған сым. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 8239-89 Ыстықтай илектелген болат қос таврлар. Түржиын.

МЕМСТ 8240-97 Ыстықтай илемделген болат швеллерлер. Түржиын

МЕМСТ 8731-74 Ыстықтай деформацияланған жіксіз болат құбырлар. Техникалық талаптар.

МЕМСТ 8734-75 Жіксіз суықтай деформацияланған болат құбырлар. Түржиын.

МЕМСТ 10178-85 Портландцемент және қожды портландцемент. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 10704-91 Тік жікті электрмен дәнекерленген болат құбырлар. Түржиын.

МЕМСТ 10884-94 Темірбетон құрылымдарына арналған термомеханикалық біріктірілген болат. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 11955-82 Жол сұйық мұнай битумдары. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 12248-2010 Топырақтар. Беріктік пен деформациялану сипаттамаларын зертханалық анықтау әдістері

МЕМСТ 12801-98 Жол және аэродром құрылысына арналған органикалық тұтқырғыштар негізіндегі материалдар. Сынақ әдістері.

МЕМСТ 14098-2014 Дәнекерленген арматура мен темірбетон құрылымдарының қосылған бұйымдары. Типтері, құрылымдары және өлшемдері.

МЕМСТ 14192-96 Жүктерді таңбалау.

МЕМСТ 20522-2012 топырақтар. Сынақ нәтижелерін статистикалық өңдеу әдістері

МЕМСТ 23161-2012 Топырақ. Шөгү сипаттамаларын зертханалық анықтау әдісі.

МЕМСТ 23732-2011 Бетондар мен құрылыс ерітінділеріне арналған су. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 23740-2016 Топырақ. Органикалық заттардың құрамын анықтау әдістері.

МЕМСТ 25100-2011 Топырақтар. Жіктелімі.

МЕМСТ 25607-2009 Автомобиль жолдары мен аэродромдардың жамылғылары мен негіздеріне арналған шағыл тасты-қиыршық тасты-құмды қоспалар. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 26020-83 Сөрелердің параллель қырлары бар ыстықтай илектелген болат қос таврлар. Түржиын.

МЕМСТ 27751-2014 Құрылыс құрылымдары мен негіздердің сенімділігі. Негізгі ережелер.

МЕМСТ 28013-98 Құрылыс ерітінділері. Жалпы техникалық шарттар.

МЕМСТ 31384-2017 Бетон және темірбетон құрылымдарын тоттан қорғау. Жалпы техникалық талаптар.

МЕМСТ 32703-2014 Жалпы пайдаланымдағы автомобиль жолдары. Тау жыныстарынан алынған шағылтас және қиыршық тас. Техникалық

талаптар

MEMСТ 32730-2014 Жалпы пайдаланымдағы автомобиль жолдары. Уақталған құм. Техникалық талаптар.

MEMСТ 32960-2014 Жалпы пайдаланымдағы автомобиль жолдары. Нормативтік жүктемелер, жүктеудің есептік сұлбалары.

MEMСТ 33390-2015 Жалпы пайдаланымдағы автомобиль жолдары. Көпірлер. Жүктемелер мен әсерлер.

Ескертпе - нұсқаулықты пайдалану кезінде ағымдағы жылғы жағдай бойынша жыл сайын шығарылатын «Стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттар» ақпараттық көрсеткіші және ағымдағы жылы жарияланған ай сайын шығарылатын тиісті ақпараттық көрсеткіштер бойынша сілтемелік стандарттар мен жіктеуіштердің қолданылуын тексерген жөн. Егер сілтемелік құжат ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы нұсқаулықты пайдалану кезінде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алу қажет. Егер сілтемелік құжат ауыстырусыз жойылса, онда оған сілтеме берілген ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлігінде қолданылады.

3 Терминдер мен анықтамалар

Осы Ұсынымдарда тиісті анықтамалары бар мынадай терминдер қолданылады:

3.1 арматопырақты жүйе: Негіз топырағынан, үйінді топырағының тығыздалған қабаттарынан және металл өзектер, жолақтар, арматуралық қаңқалар немесе геосинтетикалық маталар, шарбақтар, торлар, белгілі бір тік кадаммен үйінді топырағының қабаттары арасында орналастырылған және әртүрлі құрылымдардың қаптамалары түріндегі арматуралық элементтерден тұратын жүйе.

3.2 геосинтетикалық материалдар (геосинтетика): Құрамдас бөліктерінің бірі төсеме, жолақ немесе топырақпен және (немесе) басқа материалдармен жанасуда пайдаланылатын үш өлшемді құрылым түрінде синтетикалық немесе табиғи полимерден жасалған материалдарды сипаттайтын жалпы термин; материалдар геотехникалық және азаматтық құрылыстарда пайдаланылады.

3.3 геошарбақтар: Тұрақты тор түріндегі жалпақ құрылым, (экструзия, дәнекерлеу немесе тоқылу) бойлық және көлденең элементтердің созылуына берік етіліп жасалған сенімді қосылыс, тесіктерінің мөлшері элементтердің мөлшерінен үлкен.

3.4 топырақты анкер: Негізге берілетін тек тарту күштерін қабылдай алатын құрылымдық элемент.

3.5 топырақтың белсенді қысымы: Құрылым топырақ бағыты бойынша жылжитын құлау бетінің қалыптасу сатысына сәйкес келетін шекті тепе-теңдік күйіндегі қоршау құрылымдарына түсетін топырақтың күштік әсері.

3.6 топырақтың пассив қысымы: Құрылым жерге қарай ығысқан кезде сыртқа шығару бетінің қалыптасу сатысына сәйкес келетін шекті тепе-теңдік күйіндегі қоршау құрылымына түсетін топырақтың күштік әсері.

3.7 жол төсемесі: Автокөлік құралының жүктемесін қабылдайтын және оны жерге беретін автомобиль жолының жүріс бөлігінің шегіндегі көп қабатты құрылым.

3.8 жер төсемесі: Жол төсемесін, сондай-ақ жол қозғалысын ұйымдастырудың және автомобиль жолын жайластырудың техникалық құралдарын орналастыру үшін негіз болып табылатын құрылымдық элемент.

3.9 қор коэффициенті: Құрылымның оған іргелес жүктемелерге есептеуден жоғары төтеп беру қабілетін көрсететін шама.

3.10 орнықтылық коэффициенті: Құлама немесе еңістің тұрақтылық дәрежесін анықтайтын сандық мән.

3.11 көпір құрылысы: Табиғи немесе жасанды кедергі арқылы жолды, арнаны немесе құбырды ауыстыруға арналған жасанды құрылыс (көпір, өтпешол, эстакада, виадук, акведук, галерея).

3.12 үйінді: Берілген конфигурациясы бар, табиғи немесе техногендік топырақтардан оларды әртүрлі тәсілдермен төгу және тығыздау жолымен орналастырылатын геотехникалық құрылым.

3.13 шөгү үйіндісінің негізі: Үйінді салмағынан жүктеме астында немесе қалыңдықты біріктіру шарттары өзгерген кезде топырақтың шоғырлануына байланысты үйінді негізінің бетінің баяу және біркелкі емес қозғалыстары.

3.14 жол төсемесінің негізі: Жамылғы астында орналасқан және жамылғымен бірге құрылымдағы кернеулерді қайта үлестіруді және олардың жер төсемесінің жұмыс қабатының топырағындағы (төселетін топырақтағы) шамасын азайтуды, сондай-ақ құрылымның аязға төзімділігі мен құрғауын қамтамасыз ететін автомобиль жолының жол жамылғысы құрылымының бір бөлігі.

3.15 өтпелі тақта: Көпірдің кіреберіс үйіндісімен бір ұшымен тіректің шкаф қабырғасына немесе аралық құрылымның консоліне, ал екінші ұшымен кіреберіс үйіндісіндегі көлденең шабаққа сүйенетін темірбетон тақтасы түріндегі түйісу элементі.

3.16 тіреу қабырғасы: Биіктік белгілері төмендеген кезде көлденең қысымды қабылдау және топырақты ұстап тұру үшін орындалатын құрылым, ол дербес құрылым бола алады немесе күрделі құрылыс нысанның бөлігі бола алады.

3.17 жол төсемесінің жамылғысы:Автокөлік құралдарының доңғалақтарынан күшті қабылдайтын және атмосфералық факторлардың тікелей әсеріне ұшырайтын төсемесінің құрылымдық элементі; жамылғы жол төсемесінің жоғарғы қабаты бола отырып, жол бөлігінің пайдалану қасиеттерін айқындайды; жамылғыға тозу қабаты және кедір-бұдырлы беткі қабаттар да кіреді.

3.18 бұзылудың шектік күйі: Құрылыстың бұзылуы немесе қатты зақымдануы.

3.19 кіреберістермен түйісулер: Көпірлік құрылысының тіректің артында кіреберіс үйіндісіне жанасу торыбының құрылымдық орындалуы.

3.20 нығайтылған топырақ: Топырақты тікелей жолда (фрезаларды пайдалана отырып) цементпен немесе басқа да органикалық емес тұтқырмен және сумен араластыру арқылы алынатын, жобалық және аралық мерзімде беріктігі мен аязға төзімділігі бойынша нормаланатын сапа көрсеткіштеріне жауап беретін жасанды материал.

4 Жалпы ережелер

4.1 Автомобиль жолдарындағы көпір құрылыстарының үйінділермен және тіреу қабырғалармен түйісуін жобалау кезінде:

- салу және пайдалану үдерісінде құрылыстардың сенімділігін, ұзақ мерзімділігін және үздіксіз пайдаланылуын қамтамасыз ету және еңбекті қорғау жөніндегі талаптарды орындау;

- материалдарды үнемді жұмсауды, жанармай және энергетикалық ресурстарды үнемдеуді, салумен пайдаланудың құны мен еңбек сыйымдылығын төмендетуді қамтамасыз ететін жобалық шешімдер қабылдау;

- құрылымдарды тұрғызудың жоғары қарқынын қамтамасыз ету, құрылыс өндірісін механикаландыру мен автоматтандырудың заманауи құралдарың негізінде құрылысты кеңінен индустрияландыру, нормативтік құжаттарға сәйкес материалдарды пайдалану мүмкіндігін көздеу;

- қоршаған ортаны қорғау бойынша шараларды қарастыру;

- қабылданған құрылымдық-технологиялық шешімдерді іске асыру үшін қажетті технологиялық регламенттерді әзірлеуді қарастыру.

4.2 Көпір құрылыстары мен тіреу қабырғаларының түйісуі бойынша

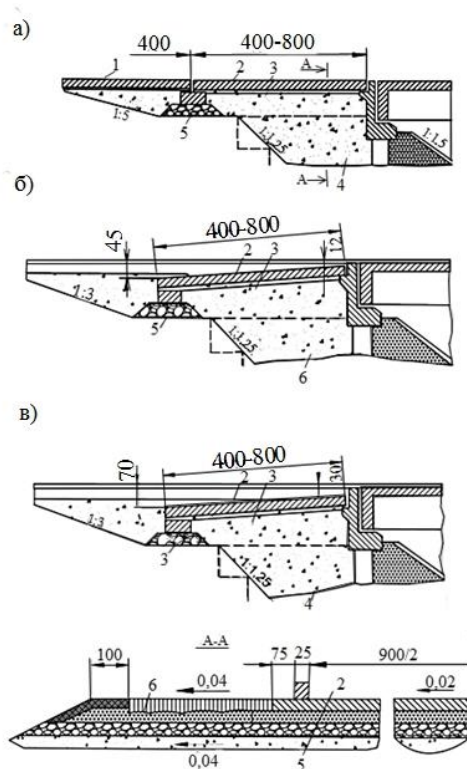
жобаларда қабылданатын негізгі техникалық шешімдерді бәсекеге қабілетті нұсқалардың техника-экономикалық көрсеткіштерін салыстыру арқылы негіздеу қажет. А қосымшасында көпір құрылыстарының үйінділермен түйісуінің әртүрлі құрылымдарын техника-экономикалық салыстырудың мысалы келтірілген.

5 Көпір құрылыстарының үйімен түйіндесуінің құрылымдық шешімдері

5.1 Қолданыстағы көпір құрылыстарының үйімен түйіндесуі

5.1.1 Көпір құрылысының үйіндімен түйіндесуінің дәстүрлі түрлеріне 3.503.1-96 сериялы «Автожол көпірлері мен өтпелі жолдардың үйінділермен түйіндесуі» типтік жобасы бойынша қабылданған, СоюздорпроектГипродорНИИ Воронеж филиалымен бірлесіп әзірлеген.

5.1.2 Типтік жоба бойынша түйіндесу құрылымы бір ұшымен тіреудің шкаф қабырғасына, ал екінші ұшымен шағыл тасты-құмды төсеніштің темірбетон жатынына сүйенетін темірбетон тақтасы болып табылады (1-сурет) [1].



- а) - цементбетон жамылғысы үшін - беткі тип; - асфальтбетон жамылғылары үшін:
 б) – жартылай тереңдетілген және в) - тереңдетілген; 1 – аралық тақта; 2-өтпелі тақта; 3-ірі және орташа түйіршікті құм; 4-құрғататын топырақ; 5-қиыршық тасты-шағыл тасты төсем; 6-нығайтылған топырақ немесе асфальтбетон

1 – сурет - Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісу құрылымы

5.1.3 Ұзындығы үйіндінің биіктігіне сәйкес келетін темірбетон жалпақ өтпелі тақталар кеңінен қолданылады, үйіндінің биіктігі 2 м-ден 8 м-ге дейін болғанда, тақтаның ұзындығы 4, 6, 8 метрді құрайды.

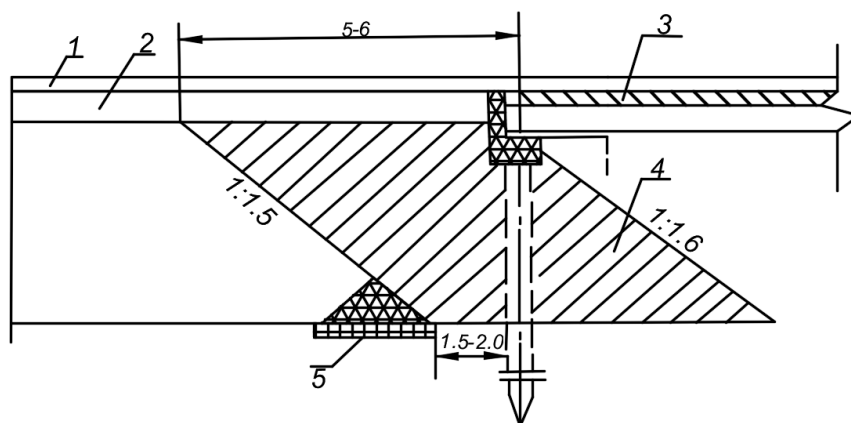
Тереңдетілген тақта үшін тақтаның үйіндіге қарай бойлық еңісі 1:8, жартылай тереңдетілген тақтаның - 1:12 құрайды.

Өтпелі тақталар жамылғы құрылғысы мен бір мезгілде төселуі тиіс.

5.2 Көпірдің цемент топырақты үйіндісімен түйісу құрылымдары

5.2.1 Көпірдің үйіндімен түйісуінің тағы бір нұсқасы - цемент топырақты төсенішінің кіреберістері мен конустарында толтырғыш ретінде пайдалану.

5.2.2 2 және 3-суреттерде үйіндінің биіктігі 3 м-ге дейін және 3 м-ден астам болған кезде көпір құрылыстарына кіреберістердегі жер төсемесінің құрылымдары келтірілген [2].



1 - асфальтбетон; 2 – жол төсемесі; 3 - көпір; 4 - цементтопырақ;
5 - тас дренаж

2-сурет - Көпірге кіреберістердегі жер төсемесінің және үйіндінің биіктігі 3 м-ге дейін болған кезде цементтопырақтан тұрғызылатын конустардың құрылымы

5.2.3 Бұл әдіс құрылыс алаңының тығыздығына байланысты топырақты мұқият тығыздау мүмкін болмаған кезде қолданылады, яғни топырақтың ұсынылған құрамына цемент қосқан кезде, бұл топырақтың беріктігі мен аязға төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

5.2.4 Ұсынылған әдіс келесіндей мүмкіндіктер береді:

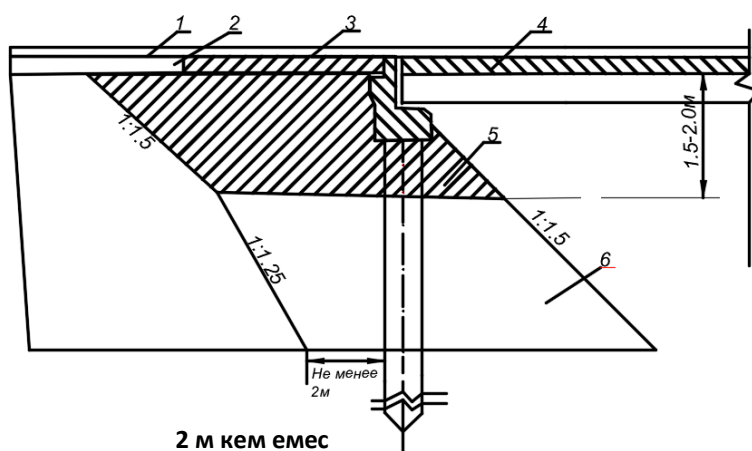
- топырақтың тығыздалмауы салдарынан түйісу орындарында үйіндінің деформациясын болдырмау;

- қолданылатын Топырақтардың номенклатурасын кеңейту. Дренаждыдан басқа, цементпен нығайтуға жарамды кез-келген топырақты қолдануға болады;

- жол жамылғысын төсегенге дейін жер төсемесін ұстау уақытын қысқарту;

- кейбір жағдайларда түйісулер мен конустар орындарында үйіндінің еңістерін нығайту жөніндегі жұмыстардан бас тарту.

5.2.5 Жасанды құрылыстармен түйіскен жерлерде және конустарды орнату кезінде топырақтың түрін және оның ықтимал тығыздалу дәрежесін ескере отырып құрастырылған жер төсемесін салу кезінде топырақты нығайту үшін қажетті цементтің мөлшері 5.1-кестеде көрсетілген.



- 1 - асфальтбетон; 2 –жол төсемесі; 3 –өтпелі тақта; 4 - көпір; 5 - цементтопырақ; 6 –дренажды топырақ

3-сурет - Үйіндінің биіктігі 3 м астап болғанда көпір кіреберістеріндегі жер төсемесі мен конустардың құрылымы

5.1-кесте - Цементтің ұсынылатын мөлшері

Топырақ	Цементтің ұсынылатын мөлшері, %, тығыздау коэффициенті К болғанда		
	0,95	0,90	0,85
Ұсақ бірөлшемді құмдар	4 - 5	6 - 7	7 - 8
Шаңды құмдар мен құмдақтар	3 - 4	5 - 6	6 - 7
Саздақтар	2 - 3	3 - 5	6 - 7

5.2.6 Жасанды құрылыстармен түйіскен жеріндегі үйменің биіктігі 3 м-ден аспаған кезде құрылысқа жанасатын үйменің телімдері мен көпірлердің (өтпе жолдардың) конустары ұсынылған құрамның цемент-топырағынан толық биіктікке тұрғызылады (2-сурет).

5.2.7 Түйіскен жерлердегі үйінді телімінің ұзындығы жоғарғы жағынан кемінде 5-6 м, ал төменгі жағынан кемінде 1,5...2 м болуы тиіс.

5.2.8 Цементтопырақтан жасалған жер төсемесінің көпірлермен (өтпе жолдармен) түйіскен жерлеріндегі өтпелі тақталар тек екі жағдайда ғана орнатылады:

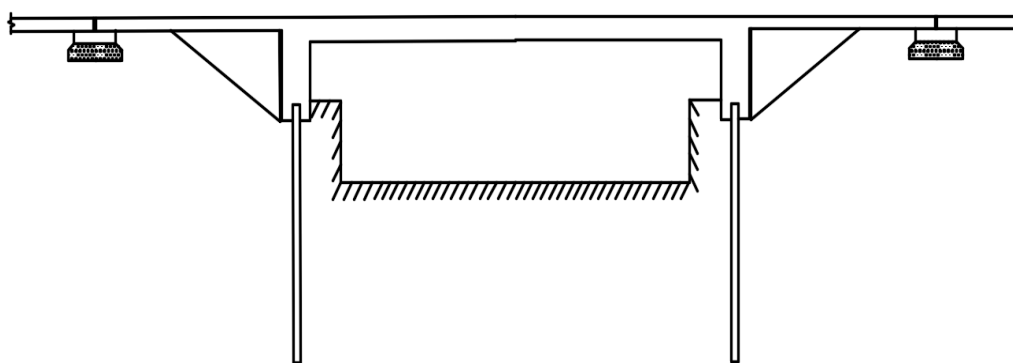
- 1) кіреберістердің цементбетон жамылғысында;
- 2) үйінді негізінде жоғары сығымдалатын топырақ болған жағдайда.

5.2.9 Жасанды құрылыспен түйіскен үйменің биіктігі 3 м артық болған кезде, құрылысқа іргелес үйме телімдері мен көпірлердің (өтпешолдардың) конустары тек үйменің жоғарғы бөлігінде (1,5...2 м) ұсынылатын құрамдағы цементтопырақтардан жасалады, ал үйменің төменгі бөлігі кемінде 0,95 тығыздау коэффициентімен дренажды топырақтардан құйылады (3-сурет).

5.3 Көпірдің интегралдық тіректері бар үйіндімен түйісу құрылымдары

5.3.1 Шетел тәжірибесінде шағын және орта ұзындықтағы көпірлер мен жол өтпелерін салу кезінде өткен ғасырдың 70-жылдарынан бастап құрылыстардың интегралдық сұлбалары енгізілуде.

5.3.2 4-суретте интегралды тіреулері бар көпірдің құрылымдық сұлбасы келтірілген.

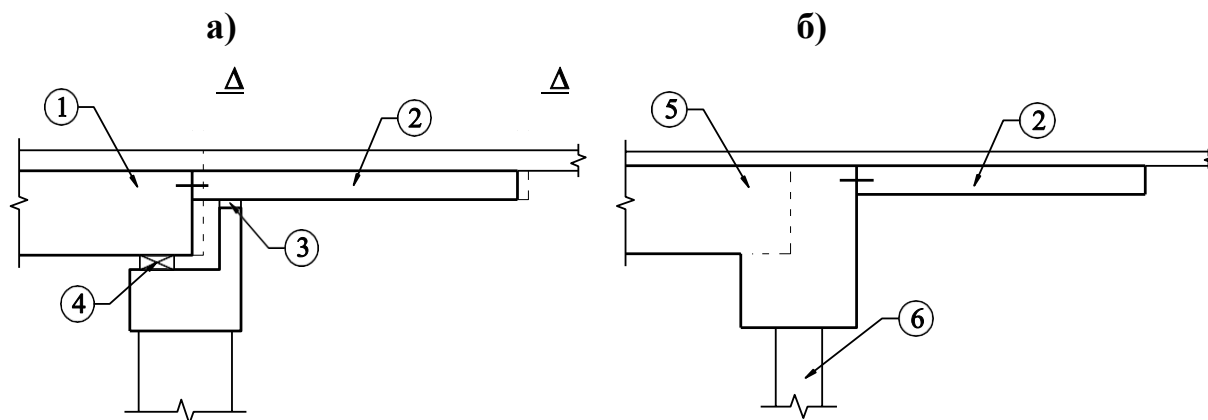


4 -сурет - Интегралды тіреулері бар көпір

5.3.3 Интегралды көпірлер дәстүрлі көпірлермен салыстырғанда жүйенің жұмысын жақсартатын арнайы тірек құрылымдарға ие. Интегралды тіреулері бар көпірлерде немесе жол өтпелерінде аралық құрылымдар мен тіректер бір-бірімен тығыз байланысты және деформациялық жіктер мен тірек бөліктерінсіз біртұтас құрылымды құрайды. Бұл жағдайда су өткізбеушілік қамтамасыз етіледі және осылайша тірек құрылымына жолдан судың түспеуіне кепілдік беріледі және іргетас қабырғасынан тыс

топырақтың ылғалдану ықтималдығы, демек сусымалы топырақтың шөгу ықтималдығы төмендейді.

5.3.4 Көпір құрылыстарының интегралдық және жартылай интегралдық тіреулері бар үйіндімен түйісуінің құрылымдық сұлбалары 5-суретте көрсетілген.



а – жартылай интегралдық типі; б - интегралдық тип; 1 – аралық құрылым; 2 – өтпелі тақта; 3 – сырғубеті; 4 – тіреу бөлігі; 5 - Тіреуге бекітелген аралық құрылыстың арқалықтары; 6 – болатқада

5 - сурет - Интегралдық және жартылай интегралдық тіректердің құрылымдары.

5.3.3 Интегралдық тіректері бар көпір құрылыстарының артықшылықтары:

- құрылымның қарапайымдылығы мен тұтастығы;
- күтіп-ұстау шығындарының аздығы;
- өтпе жолдың үйінділермен түйіскен жерінде өту сапасының жақсаруы;
- үйіндіні тұрғызу жеңілдігі.

5.4 Көпір құрылыстарын үйіндімен қисық сызықты өтпелі тақталармен түйінді тәсілі

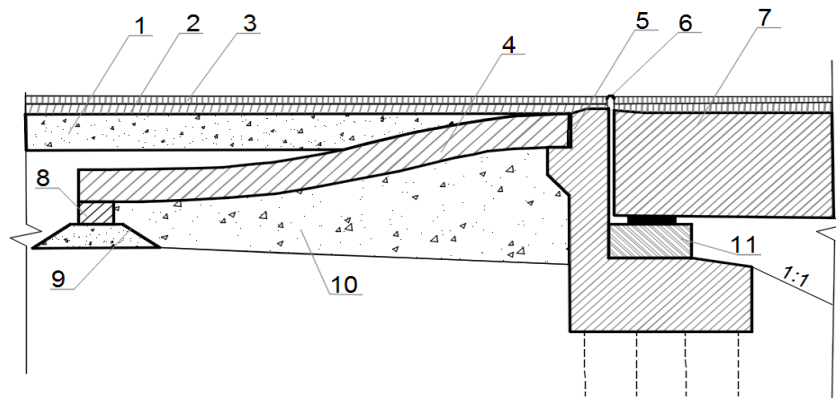
5.4.1 Құрылымдық-технологиялық тұрғыдан алғанда, көлік құралдарының тегіс қозғалысына қисық сызықты өтпелі тақталардың көмегімен қол жеткізуге болады, оларды пайдалану көлік құралдарының соққы-динамикалық әсерін азайтады және түйісу құрылымы мен жол жамылғысының беріктігін арттырады.

5.4.2 Үйіндіге қарай иілген өтпелі тақталарды қолдану бойлық пішінді «тік» етеді, бұл деформациялық жік пен іргетас аймағындағы көпір

құрылымына көлденең әсерді арттырады.

5.4.3 Дөңес өтпелі тақталарды қолдану бойлық пішіннің сынуының екінші бұрышын тегістеуге мүмкіндік береді (көпір тіреуінде), себебі өтпелі тақтаның соңына қарай оның бойлық пішіні аралық құрылым тақтасының бойлық пішіміне сәйкес келеді және осы аймақта көлік құралының тегіс өтуін қамтамасыз етеді. Бұл шешім осы телімнің тегіс өтуі кезінде көлік құралдарымен орын алатын дүмпуні болдырмау арқылы көпір құрылысына көлденең әсерді азайтуға мүмкіндік береді, бірақ өтпелі тақтаға кіру аймағын жетілдіруді қажет етеді.

5.4.4 Шын мәнінде тақталы емес, қабықты құрылым болып табылатын S-тәрізді өтпелі тақталарды пайдалану жоғарыда сипатталған бойлық пішіннің екі бұрышын да тегістеуге мүмкіндік береді (өтпелі тақтаға кіру кезінде де, көпір тірегінде де), себебі өтпелі тақтаның бастапқы телімінің бойлық пішіні жол жамылғысының бойлық пішіміне сәйкес келеді, ал өтпелі тақтаның соңына қарай оның бойлық пішіні аралық құрылымның бойлық пішіміне сәйкес келеді және автомобильдің екі аймақта да тегіс өтуін қамтамасыз етеді. Мұндай шешім көлік құралының көпір құрылысына көлденең әсерін барынша азайтуға мүмкіндік береді. S-тәрізді өтпелі тақтаны қолданудың сұлбалы құрылымы 6-суреттер келтірілген.



1 – төсемесінің шағыл тасты және басқа да негізі; 2-жол төсемесінің төменгі қабаты;
3-жол төсемесінің жоғарғы қабаты; 4-S-тәрізді өтпелі тақта; 5-көпір тірегі;
6-деформациялық жік; 7-аралық құрылым; 8-монолитті жатақ; 9 – монолитті жатынның шағыл тасты төсемі; 10 - иілген өтпелі тақтаның шағыл тасты-құмды төсемі; 11-фермалық

6-сурет -S-тәрізді өтпелі тақталарды қолдана отырып, көпір құрылысының кіреберіс үйіндімен түйіндіструдің құрылымдық сұлбасы

5.4.5 S-тәрізді өтпелі тақтаның құрылымы иілген және дөңес өтпелі тақталардың ең жақсы қасиеттерін пайдалануға мүмкіндік береді және өтпелі

тақтаның біртіндеп өзгертін бойлық пішініне байланысты «жұмсақ» өтуді қамтамасыз етеді.

5.4.6 S-тәрізді өтпелі тақталарды пайдалана отырып, көпір құрылыстарынан үйіндімен түйіндесудің құрылымдық шешімінің артықшылығы теріс соққы-динамикалық әсерлерді азайту жолымен көпір құрылысының кіреберіс үйінділерімен түйіндесуінің пайдалану сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

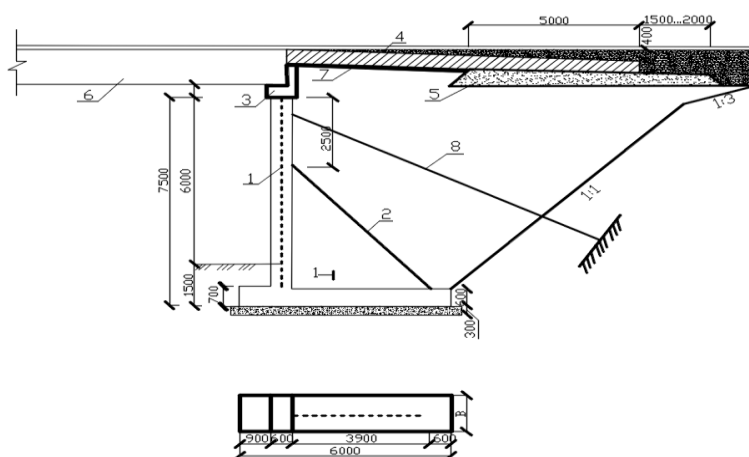
5.4.7 Бұл әдістің негізгі кемшілігі - қисық сызықты тақталарды дайындау технологиясының күрделілігі.

5.5 Көпір құрылыстарын тіреу қабырға және монолитті өтпелі тақталар бар үйінділермен түйіндестіру тәсілі

5.5.1 Тіреу қабырғалары тұрақсыз жер төсемесінің топырағын ұстап тұруға арналған. Олар бутобетонды, бетонды, темірбетонды, арматопырақты, габионды болуы мүмкін; құрылымдық шешім бойынша - монолитті, құрастырмалы және құрастырмалы-монолитті болып бөлінеді.

5.5.2 Бетон және бутобетонды массивті қабырғалар арасында көлденең жіктері бар ұзындығы 10...20 м секциялармен орнатылады. Қабырғаға түсетін суды жинау және ағызу үшін шығарғыш қабырғаасты кәріз салынады.

5.5.3 7-суретте көпір құрылыстарының бұрыштық типтегі тіреу қабырғасы бар кіреберіс үйіндімен түйісуінің құрылымы келтірілген.



1- тіреу қабырға; 2-анкерлік тартқыш; 3-іргетастың шкаф қабырғасы; 4-монолитті өтпелі тақта; 5-шағыл тасты-құмды әзірleme; 6-аралық құрылым; 7-қиыршық тасты-шағыл тасты төсе; 8-топыраққа анкерленгенанкерлік тартқыш

7-сурет – Тіреу қабырғасын қолдана отырып, көпірді үйіндімен түйіндестіру құрылымы

Қабырғаның құлауға қарсы тұрақтылығын арттыру және ығысу күшін азайту үшін анкерлік тартқыштар орнатылады. Осының арқасында алдыңғы тақтаның консоль аралығы ретінде емес, тартқыш жанасқан жерде топсалы тіреуіш ретінде қызмет атқаратын иілу жағдайы жақсарады.

5.5.4 Көпірдің үйіндімен түйіндесі құрылымында ұзындығы 10 м монолитті өтпелі тақтаның құрылысы қарастырылған. Тақтаның көлденең қимасының биіктігі 50 см.

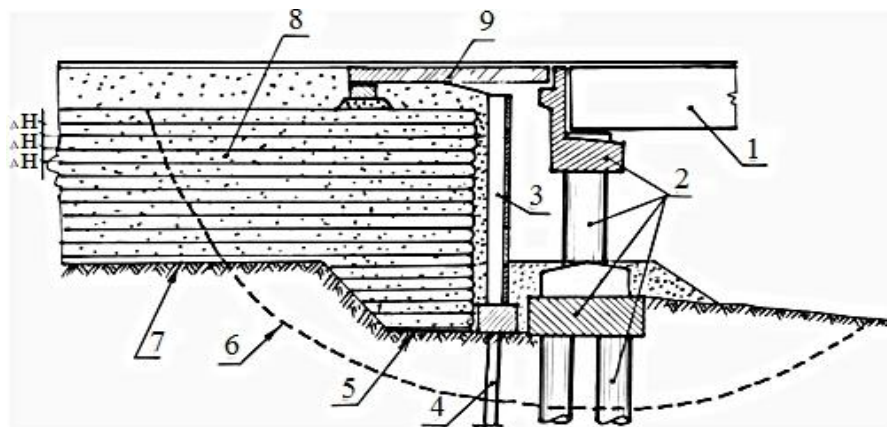
5.5.5 Топыраққа бекіту кезінде анкерлік тартқыш опырылу призмасынан тыс орналасуы тиіс.

5.6 Арматопырақ құрылымдарын қолдана отырып, көпір құрылыстарын үйімен түйіндестіру тәсілі

5.6.1 Соңғы жылдары арматопырақты құрылымдар көпір құрылыстарын салу үшін кеңінен қолданылды. Көбінесе олар әртүрлі функцияларды орындайтын жағалық тіреулер (тірегіштер) ретінде қолданылады, мысалы, көптеген көпір құрылыстарында жол өтпесін жағалық тіректері мен кіреберіс үйінділерін геомассивтеріментүйіндестіру ретінде бөлек функциялары бар тіреулер қолданылады.

Арматопырақты жүйелері бар жағалық тіректердің үлгілері Б қосымшасында келтірілді.

5.6.2 Көпірлер мен жол өтпелерінің көпфункционалды арматопырақты жүйелері (8-сурет) мыналарды қамтуы тиіс:



1 - аралық құрылым; 2-негіздің тірек элементтері; 3-арматопырақты жүйенің алдыңғы қабырғасы; 4-алдыңғы қабырға іргетасының қадалары;

5-тірек ростверктерді түсіруге арналған арматопырақ жүйесін тереңдету; 6-қауіпті сырғу бету; 7-ықтимал сырғыма беткейінің табиғи беті; 8-арматопырақ жүйесі;

9-өтпелі тақталар

8-сурет– Көпірлер мен өтпелердің көпфункционалды арматопырақты жүйелері

- үйінді топырағының қысымынан шеткі тіректерді жеңілдеті және конусты алып тастау, яғни бөлек функциялары бар тіреу сұлбасын қамтамасыз ету;

- кіреберіс үйіндісінің салмағынан пайда болатын топырақ қысымынан шеткі тіректердің іргетастарының ростверктерін жеңілдету;

- көпір немесе жол өтпесі құрылымдарын көшкін беткейлерінің әсерінен қорғау;

- үйіндінің шеткі бөлігінің шөгуін, егер ол негіздің әлсіз топырақтарымен төселсе, қада алаңына және иілгіш ростверкке сүйенетін «аспалы» үйіндіні салу жолымен азайту;

- үйіндінің оське көлденең бағыттағы беріктігі.

5.6.3 Көпірдің үйінділермен түйісуінде арматопырақ жүйелерінен және геосинтетикалық материалдармен арматураланған бөлек функциялары бар тіреулерден тұратын тәсілдердің жаңа құрылымдарын қолдану келесіндей мүмкіндіктер береді:

- шеткі екі аралықты алып тастап, көпірдің ұзындығын қысқарту;

- екі (шеткі) тіректі және екі (шеткі) аралық құрылысты жою;

- конус құрылысы мен оларды бекітуден құтылу.

5.6.4 Арматопырақ жүйелерін пайдалана отырып көпір кіреберістерінің жаңа құрылымдарының тиімділігі келесілерді төмендеумен қамтамасыз етіледі:

- еңбек сыйымдылығын -45%;

- материал сыйымдылығын -35 %;

- құрылыс мерзімін -40%;

- құрылыс құнын -30%;

- құрылыс ауданындағы экологиялық жүйеге теріс әсер етуді.

6. Тірек қабырғалардың түрлері

6.1 Тірек қабырға тәуелсіз нысан бола алады немесе үлкен күрделі құрылыс нысанының бөлігі бола алады.

Тірек қабырғалар келесі параметрлер бойынша бөлінеді:

- кеңістіктік орналасу бойынша;

- дайындау тәсілі;

- қызмет мерзімі;

- қабылданған жүктемелердің түрі;

- тіреу қабырғасының элементтеріне жүктемені бөлу тәсілі;

- топырақпен өзара әрекеттесу сипаты;

- тұрақтылықты қамтамасыз ету тәсілі;
- сулы деңгейжиекке қатынасы.

6.1.2 Кеңістіктік орналасуы бойынша тірек қабырғалары сызықтық құрылым болып табылады.

6.1.3 Дайындау тәсілі бойынша тіреуіш қабырғалар тірелетін топырақ немесе үйінді қалыптасқанға дейін тұрғызылатын [а) сипаттамасында] және қолдамалы топырақ қалыптасқаннан кейін орнатылатын б), в), г) сипаттамаларында] болып бөлінеді:

а) үйінділерде, алдын ала әзірленген қазаншұңқырлар мен ойықтарда орнатылатын тірек қабырғалар; осы құрылыстарға массивті және бұрышты тірек қабырғалар жатады;

б) жиналмалы (алдын-ала дайындалған темірбетон, болат, ағаш, композитті және т.б.) элементтерден жасалған, балғамен, дірілбатырғыштармен, дірілқысқыштармен, дірілсоққылармен, қысыммен және айналмалы-қысқыштармен топырақты алмай батырылатын қабырғалар;

в) алдын-ала жасалған ұңғымаларда немесе тар орларда (ені қабырғалардың қалыңдығына сәйкес келетін орлар) түрлі материалдармен (бетон қоспасы, темірбетон, болат, ағаш, композициялық элементтер, саз, шағыл тас және т. б.) толтыру арқылы орналастырылатын тірек қабырғалар;

г) орнату орнында топырақтың қасиеттерін өзгерту арқылы орындалатын тірек қабырғалары (мысалы, ағынды технология бойынша орындалатын топырақцемент элементтерінен).

6.1.4 Қызмет ету мерзімі бойынша тірек қабырғаларыкелесіндей бөлінеді:

- а) тұрақты-нысанды салу және пайдалану кезеңінде пайдаланады;
- б) уақытша-нысанды салу кезеңінде ғана пайдаланылады.

6.1.5 Қабылданатын жүктемелердің түрі бойынша тірек қабырғалары мынадай түрлерге бөлінеді:

- а) көтергіш-топырақтың, жерасты суларының қысымын, сондай-ақ көлік құралдарының тік жүктемелерін қабылдайды;
- б) көтермейтін - тек топырақ пен жер асты суларының қысымын қабылдайды.

6.1.6 Жүктемені бөлу әдісі бойынша тірек қабырғалары бөлінеді:

а) тұтас – оның элементтері арасындағы саңылаусыз үздіксіз құрылым түрінде топырақ қысымы осындай тіреу қабырғаларының бүкіл бетімен салыстырмалы түрде біркелкі қабылданады;

б) дискретті – бір-бірінен белгілі бір қашықтықта батырылатын жеке құрылымдық элементтер түрінде – топырақтың қысымы осындай тіреу

қабырғаларының жеке тірек элементтерімен қабылданады, ал элементтер арасында топырақтың тұрақтылығы аркалық әсер немесе қосымша шаралар жасау арқылы қамтамасыз етіледі.

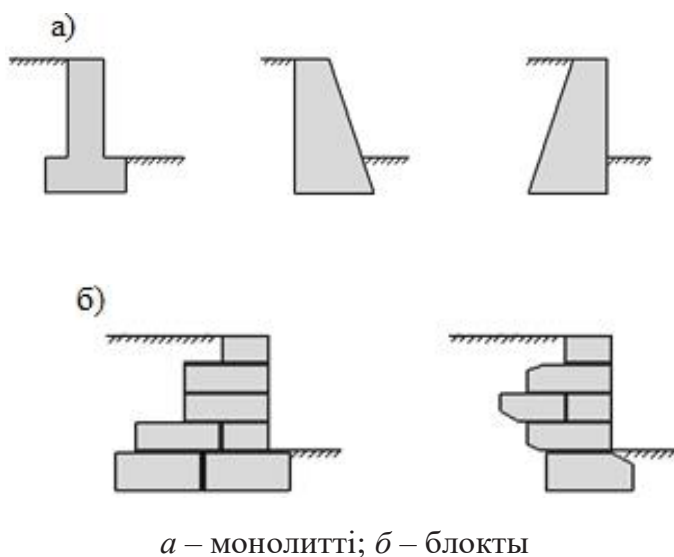
6.1.7 Топырақ пен өзара әрекеттесу сипаты бойынша тірек қабырғалары бөлінеді:

а) массивті – топырақты ұстап тұру, өз салмағының есебінен жылжуға және құлауға қарсы тұру. Алдын ала жасалған кеңорларға немесе жер бетінде орналастырылады.

Материал ретінде қабырғалар темірбетон, бетон, бутобетон немесе құрастырмалы блоктардан және т.б. жасалады. Тік, көлбеу немесе сатылы қырлары болуы мүмкін. Айтарлықтай биіктікте құрылымдар бүйір тіректермен жасалады. Массивтік тіреу қабырғаларына тән конфигурация и 9-суретте көрсетілген;

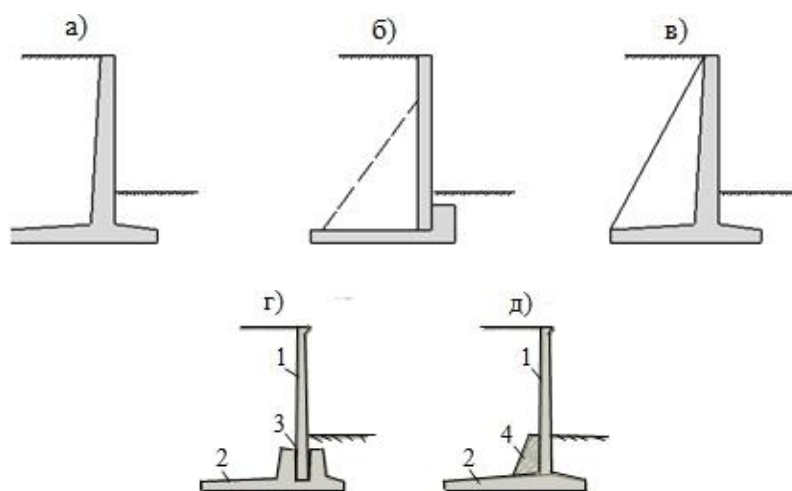
б) бұрыштық тіреу қабырғалары – қосымша жүктеме есебінен жылжуға және құлауға қарсы тұра отырып, топырақты ұстайды.

Тірек қабырғалар алдын-ала жасалған кеңорларда немесе жер бетінде табиғи негізде немесе қадалар негізінде орналастырылады.



9-сурет- Массивті тірек қабырғалар

Материал ретінде негізінен темірбетон немесе басқа материалдар қолданылады, олар консольмен де, анкерлік тартқыштарымен де немесе тіректермен де орнатылады. Бұрыштық тіреу қабырғаларының тән пішіні 10-суретте көрсетілген;

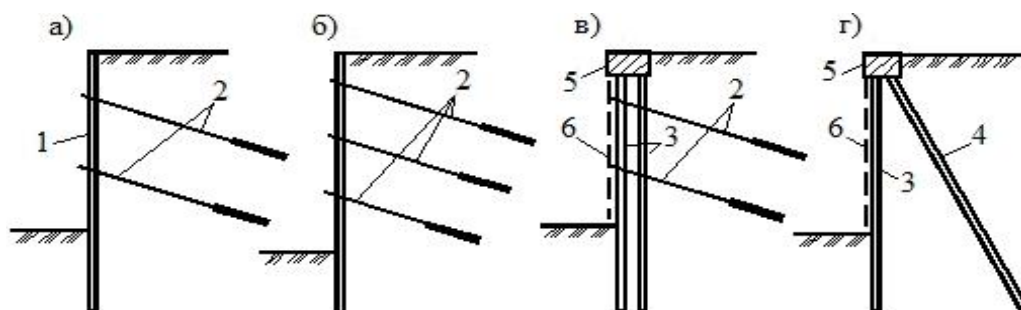


а – бұрыштық консольдық; б – бұрыштық анкерлік; в – бүйіртіректі;
 г – бұрыштық құрастырма консольдық;
 д – бұрыштық құрама-монолитті
 1-бет тақтасы; 2-іргетас тақтасы; 3-монолитті бетон; 4-аялдама

10-сурет-Жұқа қабырғалы тірек қабырғалар

в) иілгіш тіреу қабырғалары - топырақты ұстап тұрады, тығыздау және кейбір жағдайларда бекіту құрылымдарына (тіректер, анкерлер және т.б.) байланысты ығысуға және құлауға қарсы тұрады. Алдын-ала жасалған ұңғымаларда, тар орларда немесе топырақты алдын-ала өңдеусіз (мысалы, басу арқылы) орналастырылады.

Бұл типке ор түріндегі «топырақтағы қабырға» әдісімен, бұрғылау қадаларынан, жер асты элементтерінен, болат құбырлардан немесе қос таврлардан жасалған қоршаулардан, тығын қоршаулардан және т.б. орналастырылған тіреу қабырғалары жатады. Иілгіш тірек қабырғалардың үлгілері 11-суретте келтірілді.



1 — қабырғалар; 2 — анкерлер; 3 — тік қадалар; 4 — көлбеу қадалар; 5 — ростверктер;
 6 — экрандар; а, б – тығын, қадалы және орлы анкерленген;
 в — көпқатарлықадалы анкерлер; г — асылмалы қадалы жүйелер түрінде

11-сурет–Анкерленген тірек және тығын қабырғалар

Биік үйінділерде тіреу қабырғалары жер төсемінің беткейлерінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

7 Материалдарға қойылатын талаптар

7.1 Көпір құрылыстарын үймемен түйіндестіру материалдарына қойылатын талаптар

7.1.1. Тіректер мен конустардың артына дренажды себуді орнату үшін кату кезінде көлемі ұлғаймайтын топырақтар мен материалдар қолданылады: ірі және орташа құм, ұсақ шаңсыз құм (0,1 мм-ден кем бөлшектер 25%-дан көп емес), металлургиялық қож. 0,98 шамасына дейін нығыздалғаннан кейін дренажды топырақтың сүзу коэффициенті 2...3 м/тәуліктен кем болмауы тиіс.

7.1.2 Батпайтын конустар мен еңістерді, сондай-ақ су астында қалатын (жеңілдетілген гидравликалық режим жағдайында) тұтас құрылымдардан басқа, ҚР ҚН ТК 8.07-06-2017 сәйкес геосинтетикалық полимерлі ұялы материалдармен нығайтуға болады.

Қалалық жол өтпелерінде және көпірлердің бастпайтын конустарында торлы құрылымдардың ұяшықтарын толтыру үшін арнайы таңдалған шөптерді егумен бірге түрлі-түсті шағыл тасты қолдану ұсынылады.

7.1.3. Көлік құрылыстарының үйінділері мен тіреу қабырғаларын қайта толтыру ретінде пайдаланылатын топырақтар төменде көрсетілген талаптарға сәйкес келуі тиіс (7.1-кесте).

7.1-кесте – Шашу топырақтарына қойылатын талаптар

№	Бақыланатын параметр	Толтыру топырағы жол төсемесінің негізі болып табылады	Толтыру топырағы жол төсемесінің негізі болып табылмайды(*)
1	Үгітілген топырақтың ішкі үйкеліс бұрышы, суға қаныққан күйде, град	25 кем емес	18 кем емес
2	Илемділік саны, Ір	-	20 көп емес
3	Түйіршіктік құрамның әртектілік коэффициенті, K60/10 (Cu)	5 кем емес	3 кем емес
4	мөлшері 0,1 мм кіші бөліктердің көлемі, %-да салмағы бойынша	20 көп емес	регламенттелмейді

Ескертпе: (*) Сазды топырақты қайта толтыру ретінде пайдалану мүмкіндігі құрылыстың осы түрі үшін рұқсат етілген деформация мәндерін ескере отырып, есептеумен негізделуі қажет.

7.1.4 Көлемі 50 мм-ден астам қиыршық тасты қоспалары бар топырақты қолдануға жол берілмейді. Жобалау мақсаттары үшін топырақтың үлестік ілінісу шамасы (C) әдетте, нөлге тең деп қабылданады. Суға қаныққан топырақтың ұзақ уақытты беріктігі мен сырғуына арнайы зерттеулер болған кезде, меншікті іліністі 5 кПа дейін арттыруға жол беріледі.

Қолайсыз құрылыс қасиеттері бар және сыртқы факторлардың әсерінен (шөгу (МЕМСТ 23161), ісінгіш (МЕМСТ12248), тұзды және биологиялық қалдықтар (МЕМСТ 23740) және т.б.) әсерінен олардың сипаттамаларын өзгертетін топырақты қайта толтырғыш ретінде пайдалануға әдетте, жол берілмейді. Оларды пайдалану мүмкіндігін құзыретті мамандандырылған ұйым растауы тиіс.

Көпір құрылыстарына кіреберістерде үйіндінің негізі мен денесі ретінде шаңды саздақтар мен сазды топырақты қолдану ұсынылмайды. Сонымен қатар, тіректердің артына және көпір құрылыстарының конустарына топырақ төгу үшін жер төсемінің үйіндісінің маусымдық деформациясына әкелетін байланысты сазды топырақты қолдану ұсынылмайды.

7.1.5 Толтырғыш ретінде 29% - ға дейін сумен қаныққан және 23% - ға дейін табиғи ылғалдылығы бар әктасты пайдалануға болады.

7.1.76 Құрылыстың динамикалық әсерлерге ұшыраған бөліктерінде тиксотропты қасиеттері бар топырақты төсемеу қажет.

7.2 Көпір құрылыстарын цементтопырақтан жасалған үймемен түйіндестіру материалдарына қойылатын талаптар

7.2.1 Үйіндіні нығайту үшін жасанды құрылыстармен түйіскен жер төсемін орнату кезінде ҚР СТ 973 талаптарына сәйкес келетін цемент және басқа да бейорганикалық тұтқырғыштарды қолдану ұсынылады.

7.2.2 Нығайту үшін қолданылатын цементтер МЕМСТ 10178 талаптарын қанағаттандыруы тиіс. Цемент маркасы «200»-ден төмен болмауы керек.

7.2.3 Жасанды құрылыстармен түйіскен жерлерде және конустарды орнату кезінде жер төсемесін салу кезінде топырақты нығайту үшін қажетті цемент мөлшері топырақтың түрін және оның ықтимал тығыздау дәрежесін ескере отырып құрастырылған 7.2-кестеде көрсетілген.

7.2.4 Нығайтылған құмдарды, құмдақтарды және жеңіл саздақтарды қолдану ауыр саздақтар мен ұсақ бір өлшемді құмдарға қарағанда тиімді, себебі ауыр саздақтарды цементпен араластыру технологиясы тәртібінің қиындықтарымен байланысты, ал шағын бір өлшемді құмдар цементтің үлкен шығындарын талап етеді.

7.2-кесте- Топырақты нығайту үшін қажет цемент мөлшері

Топырақ	Цементтің ұсынылатын мөлшері, %, тығыздау коэффициенті $K_{болғанда}$		
	0,95	0,90	0,85
Ұсақ бір өлшемді құмдар	4 - 5	6 - 7	7 - 8
Шанды құмдар мен құмдақтар	3 - 4	5 - 6	6 - 7
Саздақтар	2 - 3	3 - 5	6 - 7

7.3 Тірек қабырғалар материалдарына қойылатын талаптар

7.3.1. Қабылданған құрылымдық шешімге байланысты тірек қабырғалары темірбетоннан, бетоннан, бутобетоннан және тастан жасалуы мүмкін.

7.3.2. Құрылымдық материалды таңдау техника-экономикалық себептерге, беріктік талаптарына, жұмыс жағдайларына, жергілікті құрылыс материалдары мен механикаландыру құралдарының болуына байланысты.

7.3.3. Бетон және темірбетон құрылымдары үшін сығылу беріктігі бойынша В 15 класынан төмен емес бетондарды қолдану ұсынылады.

7.3.4 Алдын ала кернеулі темірбетон құрылымдарын негізінен В20; В25; В30 және В35 класты бетондардан жобалаған жөн.

Бетондыдайындау үшін В5 және В10 класты бетонды қолдану қажет.

7.3.5 Беріктігі мен аязға төзімділігі бойынша бутобетонға қойылатын талаптар бетон және темір бетон құрылымдарына қойылатын талаптар мен бірдей.

7.3.6 Алдын ала кернеусіз орындалатын темір бетон құрылымдарын арматуралау үшін А300 және А400 класты мерзімді пішіндегі өзекті ыстықтай илектелген арматуралық болатты қолдану керек. Монтаждау (үлестіру) арматурасы үшін А-240 класты ыстықтай илектелген арматураны немесе В_p500 класты қарапайым арматуралық тегіс сымды қолдануға жол беріледі.

Қысқы есепті температура минус 30 °С төмен болған кезде ВСт5пс2 маркалы А300 класты арматуралық болатты қолдануға жол берілмейді.

7.3.7 Алдын ала кернеулі темір бетон элементтерінің кернеулі арматурасы ретінде негізінен А600 және А800 класты термикалық нығайтылған арматураны қолдану керек.

Сондай-ақ, 500С, А-500СП класты ыстықтай илектелген арматураны және А600 класты термикалық нығайтылған арматураны қолдануға жол беріледі.

7.3.8 Анкерлік тартқыштармен салмалы элементтер қыстың есептік температурасы минус 30 °С дейін болғанда МЕМСТ 380 бойынша ВСтЗкп2 маркалы С-38/23 класты және 30 °С-тан минус 40 °С-қа дейінгі есептік температурада ВСтЗпс6 маркалы илемді жіңішке болатқа былдануы тиіс, жіңішке болаттың қалыңдығы кемінде 6 мм болуы қажет.

Тіреу қабырғалары үшін А400 класты арматуралық болатты анкер ретінде пайдалануға рұқсат етіледі.

7.3.9 Құрастырмалы темірбетон және бетон элементтерінде монтаждау (көтеру) ілмектері ВСтЗсп2 және ВСтЗпс2 маркалы А240 класты арматуралық болаттан немесе 10ГТ маркалы А300 класты болаттан жасалуы тиіс.

7.3.10 Табиғи тастан жасалған тіреу қабырғасын қаптау үшін, егер аязға төзімділік талаптары қанағаттандырылса, бірақ ең жақсы тастарды таңдап, оларды бекітіп, тігістерді мұқият кесіп тастаса, кірпішпен бірдей маркалы тастарды қолдануға рұқсат етіледі.

7.3.11 Тірек қабырғаларын қалау тастары мүмкіндігінше дұрыс пішінге ие болуы керек. Жіктер байламасы кемінде 10 см, ал бұрыштық тастар үшін - кемінде 15 см болуы керек.

7.3.12 Тіреу қабырғаларының артына қайта құюды ірі түйіршікті топырақтармен, сондай-ақ құммен: қиыршық тасты, ірі немесе орташа ірі құммен жүргізу ұсынылады.

7.4 Арматопырақты құрылымдар материалдарына қойылатын талаптар

7.4.1 Арматопырақ жүйесін толтыру топырағы МЕМСТ 32730, МЕМСТ 32703, МЕМСТ 25607, ҚР ЕЖ 3.03-112 талаптарына сәйкес мынадай нормативтік сипаттамаларға ие болуы тиіс:

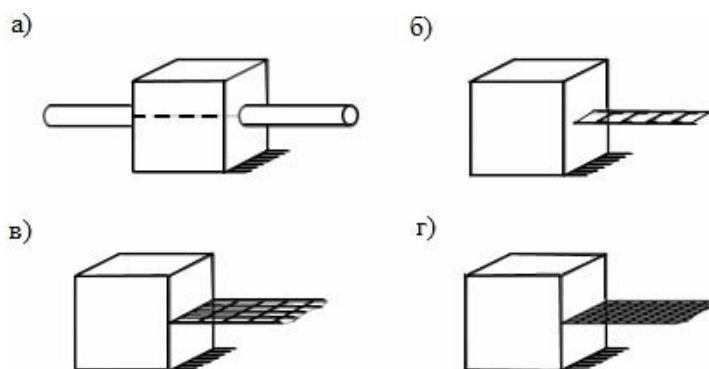
- ішкі үйкеліс бұрышы $\varphi \geq 35^\circ$;
- меншікті ілініс $C \geq 0$;
- сүзу коэффициенті $K_\phi \geq 2,0 \text{ м/тәул.}$;

- әрқелкіліккоэффициенті $d_{10} / d_{60} \geq 2,0$;

-арматопырақ жүйесін қалыптастыру кезінде құмды тығыздау коэффициенті стандартты тығыздау қисығы бойынша ең жоғары тығыздық 0,98-ден кем болмауы тиіс.

7.4.2 Тіреулік-дренаждық призмаларды ҚР ЕЖ 3.03-101 құжатының 8.4.10-т. бойынша сыналқы әдіспен қалыптастыру үшін шағыл тас екі фракциядан тұруы тиіс - ірі 22,4...31,5 мм және ұсақ 5,6...11,2 мм. ҚР СТ 1549 және МЕМСТ 32073 бойынша қатты тау жыныстарынан алынған шағыл тас қолданылуы тиіс.

7.4.3 Арматуралайтын элементтерді таңдау ҚР ЕЖ 5.01-102 талаптарына сәйкес жүргізіледі. Моталардың арматуралық жүйелерін жобалау кезінде, әдетте, 12-суретте көрсетілген келесі құрылымдық элементтерді қолдану қажет:



а - сырықтар; б – арматуралық қаңқалар; в - геотарбақтар; г - геотөқыма

12-сурет–Арматуралаушы элементтердің түрлері

а) ҚР ЕЖ 2.01-101 талаптарына сәйкес тот баспайтын болаттан жасалған немесе тоттан қорғалған өзектер немесе жолақтар;

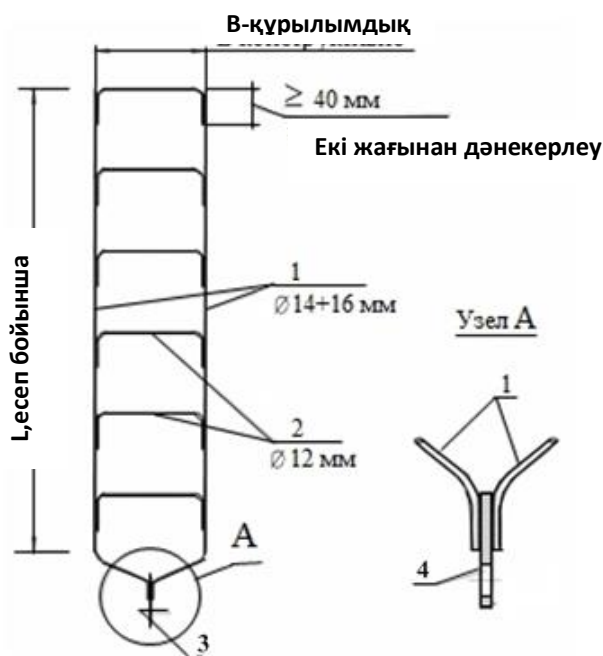
б) МЕМСТ 5781 бойынша арматуралық болаттан дәнекерленген арматуралық қаңқалар. Арматуралық қаңқаларда көлденең сырықтар дәнекерленген екі бойлық сырық болуы қажет. Көлденең сырықтарды бойлық тігістермен дәнекерлеу керек. Түйісу аймағын арттыру үшін дайын қаңқаны ыстық мырыштауға, битуммен майлауға және битум мастикасындағыгеосинтетикалықматамен орау қажет (13-сурет). Барлық қосылыстар тең беріктік шартына сәйкес келуі керек;

в) ҚР Ұ 218-42 бойынша синтетикалық материалдардан: полиэстер, поливинилалкоголь, полипропилен, полиэтилен, композитті материалдар жасалған геотарбақтар;

г) ҚР Ұ 218-42 бойынша түрлі синтетикалық материалдардан жасалған геоматалар.

7.4.4 Арматопырақ жүйесінен суды бұру үшін $K_{\phi} \geq 2,0$ м/тәул. сүзу коэффициенті бар құм немесе құмды-қиыршықтас қоспасы (ҚҚҚ) пайдаланылады.

7.4.5 Ұзақ пайдаланылатын арматопырақтар құрылымдарын салу кезінде когезиялықтолтыруды пайдалану ұсынылмайды.



- 1 – бойлық сырықтар (диаметрі есеп бойынша); 2 – көлденең сырықтар, диаметр = 12 мм;
 3 – беттік қабырғаға бекітуге арналған шығыршықтар (мырышталған); 4 - болтқа арналған тесік

13-сурет- Арматуралыққаңқатүріндегіарматуралық элемент

Ескерту - Дәнекерлеуден кейінгі барлық бөлшектер мырышталған ($\Delta=50$ мкм), битуммен қапталған және битум мастикасына геосинтетикалық матамен желімделген.

7.4.6 Арматопырақты құрылыстың топырағын таңдау кезінде төменде көрсетілген талаптарды ескеру қажет (7.3-кестені қараңыз):

7.3-кесте - Тірек қабырғалар мен үйінділерге арналған төгінділерді жіктеу

Топырақтың типі		Құрылымның санаты		
		1	2	3
Фрикционды төгінді		+	+	+
Когезиялық-фрикционды төгінді		+	+	+
Әктас	$S_r < 29\%$	+	+	+
	$S_r > 29\%$	-	-	+
Сазды топырақ (жергілікті топырақ)		-	-	+

7.5 Топырақты анкерлер материалдарына қойылатын талаптар

7.5.1 Геоанкерлердің арматуралаушы элементтері ретінде өзекті арматураны, дәнекерленген көлемді арматуралық қаңқаларды, болат илемді пішіндерді (МЕМСТ 8239, МЕМСТ 26020, МЕМСТ 8240, құбырлар (МЕМСТ 8734, МЕМСТ 10704) және арнайы бұрғылау құбырлы бұрандалы қарнақтарды қолдануға рұқсат етіледі.

7.5.2 ҚР ЕЖ 5.01-103 құжатының 5.25...5.28-тт. сәйкес көлемді қаңқалардың бойлық арматуралық сырықтары тек қамыттармен ғана емес, сонымен қатар қаңқаның ұзындығы бойынша дәнекерлеуде оның бес диаметрінен кем емес қашықтықта (бірақ 2 м-ден артық емес) орнатылған құбырлы шығыршықтармен де жалғануы тиіс. Топырақ пен қаңқаның арматуралық сығырларының арасындағы бетонның қорғаныш қабатын қамтамасыз ету мақсатында соңғысы бекіткіштермен, сондай-ақ шегендеу құбырларын алу кезінде оны көтеру мүмкіндігін болдырмау үшін қаңқаның төменгі ұшына орнатылған айқастырма тәрізді анкерлермен жарақталуы тиіс.

7.5.3 Ұңғымадағы қаңқаның орталықтандыруды қамтамасыз ететін қорғаныс қабатының бекіткіштерімен, сондай-ақ пішінді элементтер мен құбырларды нығайтатын бір арматуралық сырықтар жабдықталуы тиіс.

7.5.4 Жұмыс арматурасы үшін бетонның қорғаныш қабатының қалыңдығы оның диаметрінен кем емес, бірақ кемінде 30 мм, көлденең және құрылымдық арматура үшін - 20 мм-ден кем болмауы тиіс. Агрессивті ортада жұмыс істейтін тұрақты құрылымдар үшін МЕМСТ 31384 бойынша бетонның қорғаныс қабатының қалыңдығы және қаңқаның диаметрі ҚР ЕЖ 2.01-101 талаптарын ескере отырып тағайындалуы қажет.

7.5.5 Бойлық арматура қаңқаның периметрі бойынша біркелкі орналасуы тиіс. Бойлық арматураның қима ауданының кіші қада қима ауданына қатынасымен анықталатын арматуралау коэффициенті 0,5% кем болмауы тиіс. Бойлық арматураның сығырлары арасындағы бос жер ең аз қашықтық сығырдың ең үлкен диаметрінен кем емес, бірақ кемінде 30 мм болуы тиіс.

Ескертпе- Мерзімді пішіндегі сығырлар арасындағы бос жер қашықтық шығыңқы жерлер мен қабырғаларды есепке алмай номиналды диаметр бойынша анықталады.

7.5.6 Анкердің ұзындығы 12 м-ден асатын болса, арматуралық қаңқа, әдетте, алдын-ала жапсырылатын бөлек блоктардан немесе ұңғымаға түсіру кезінен тұруы керек. Блоктарды жалғау МЕМСТ 14098 бойынша бойлық арматураның шығарылымдарын дәнекерлеу арқылы немесе түйісулер мен арматураның тең беріктігін, сондай-ақ ұңғыманы баспақтау мүмкіндігін

камтамасыз ете отырып, жалғастырушы муфталардың көмегімен жүргізілуі тиіс.

5.5.7 Блоктардың ұзындығын жобада құрылыстың нақты жағдайларын ескере отырып (рұқсат етілетін габариттер, бұрғылау және жүк көтергіш жабдықтардың сипаттамалары), ең жоғары есептік күш салу аймақтарында жіктерді орналастыруды болдырмай белгілеу керек. Арматуралық қаңқалар мен олардың құраушы блоктарының үлгі өлшемдерінің саны барынша аз болуы тиіс.

7.5.8 Қаңқалар тасымалдау және тік қалыпқа көтеру кезінде мүмкін болатын деформацияларды болдырмайтын жеткілікті қаттылыққа ие болуы тиіс. Қаңқаның қаттылығы оның құрамына диагональды көлденең байланыстырғышты немесе иелімді пішінді енгізу арқылы қол жеткізіледі.

7.5.9 Топырақты анкерлерді орнату үшін айқын аққыштық алаңы бар және жеткілікті тоттануға төзімділігі бар болат маркаларын қолдану ұсынылады.

7.5.10 Орнату кезінде ұңғыманы бұрғылауға арналған бұрғылау құралы ретінде пайдаланылатын геоанкердің арматуралаушы элементтері минус 20 °С температурада кемінде 40 Дж және минус 50 °С температурада кемінде 27 Дж соққы төзімділігі бар жоғары иілімді болаттан жасалуы тиіс.

7.5.11 Қаңқа элементтері ретінде, әдетте, келесілер қолданылуы керек:

- МЕМСТ 5781 бойынша А–III (А400) және А–IV (А600) класты ыстықтай илектелген арматура, МЕМСТ 10884 бойынша Ат400С, Ат500С, Ат–IV (Ат600) және жұмыс бойлық өзекті арматура үшін диаметрі 12÷32 мм, А400С, А500С және А600С класты термикалық нығайтылған өзекті дәнекерленетін арматура қолданылады;

- МЕМСТ 5781 бойынша А–II (А300) және А–I (А240) класты ыстықтай илектелген диаметрі 6 мм-ден 10 мм-ге дейінгі көлденең құрылымдарға арналған және диаметрі 12мм-ден 22 мм-ге дейін монтаждық арматураға арналған;

- МЕМСТ 6727 бойынша спиральды орамды 5 Вр1 типті арматуралық сым;

- МЕМСТ 8239 және МЕМСТ 26020 бойынша ыстықтай илектелген коставрлар;

- МЕМСТ 8240 бойынша құрастырмалы арқанды-арматуралы қаңқалары бар ыстықтай илектелген болат швеллерлер;

- МЕМСТ 10704, МЕМСТ 8731, МЕМСТ 8734 бойынша қаттылық элементтері мен ендірілген бөлшектерге арналған болат құбырлардың

элементтері және МЕМСТ 380 бойынша СтЗ маркалы көмір текті болаттан жасалған ыстықтай илектелген табақты және фасондыилем элементтері.

- МЕМСТ 3282 бойынша көлденең арматураны және спиральды орамды бекітуге арналған диаметрі 1,2...2,0 мм төмен көмір текті болаттан жасалған сым.

7.5.12 Көлденең арматуралауды арматуралық камыттардың қаңқасының сыртқы диаметрі бойынша дөңгелек немесе жұмыс арматурасының 10 диаметрінен аспайтын, бірақ кемінде 300 мм кадаммен арматуралық сымның спиральды орамасы түрінде орындау қажет.

7.5.13 Геоанкерлерді орнатуға арналған материалдар мынадай негізгі талаптарға жауап беруі тиіс:

- ерітіндіге арналған цемент кішік адабатырылатын жыныстардың түрі мен сызаттылығына (кеуектілігіне), оның агрессивті ортадағы тұрақтылығына, сондай-ақ орнату және қату мерзіміне байланысты таңдауы керек;

- агрессивті емес жер астысуларында М400-ден төмен емес маркалы портландцементтерді қолдан ұсынылады;

- жер асты суларының сульфаттық агрессиясы кезінде сульфатқа төзімді және пуццоланды портландцементін қолдану ұсынылады;

- инъекциялық ерітіндіге оның қасиеттерін төмендетпейтін пластификациялаушы қоспаларды қосу ұсынылады.

7.5.14 Инъекциялық ерітінділерді дайындау бойынша ұсынымдарда кем дегенде келесі талаптар болуы тиіс:

- ерітіндінің консистенциясы бойынша;

- аязғатөзімділікклассыбойынша;

- арматуранытоттанқорғаубойынша;

- шөгүшамасыбойынша;

- сығымдау кезіндегі ерітіндінің беріктігі бойынша жеті тәуліктік жаста кемінде 200 кгс/см², ал 28 тәулікте-кемінде 300 кгс/см².

Құмның шектіірілігін,оның сапасы мен түйіршіктік құрамынұңғыманың диаметріне байланысты белгілеуге болады.

7.5.15 Инъекциялық қоспалардың қасиеттері МЕМСТ 10178 талаптарына сәйкес болуы тиіс. Енгізілетін ауа шығаратын және пластификациялаушы қоспалар мыналарды қамтамасыз етуі тиіс:

- ең аз ықтимал суцемент қатынасы;

- пайдаланылған сорғылардың көмегі мен жақсы сорылу;

- цемент тасының топырақта қатайғаннан кейін металл мен қажетті беріктігі мен сенімді байланысы.

7.5.16 Қоспаларды араластыруға арналған су МЕМСТ 23732 талаптарына сәйкес келуі тиіс.

8 Құрылымдық шешімдерге қойылатын жалпы талаптар

8.1 Жалпы ережелер

8.1.1 Жасанды құрылысты үйіндімен ұштастырудың негізгі талаптары жолды пайдаланудың барлық кезеңінде автомобильдің кіруі мен кіруінің тегістігін қамтамасыз ету болып табылады [10].

8.1.2 Түйісу бойынша өту жатықтығының біркелкілігі автомобиль тегіссіздіктер бойынша автомобиль сезінетін рұқсат етілетін тік үдеулермен анықталады. Бұл үдеулердің мөлшері адам физиологиясымен және тасымалданатын жүктердің сақталуымен байланысты.

8.1.3 Жүк автомобилі үшін барынша рұқсат етілген үдеу 0,6 g аспауы тиіс (мұндағы $g - 9,81 \text{ м/с}^2$ тең ауырлық күшінің үдеуі).

8.1.4 Жамылғының жол берілетін кедір-бұдырлығын автомобильдің айқындаушы түрімен белгілеу кезінде тік үдеуі 0,3 g аспағанда жеңіл болып қабылданады.

8.1.5 Жол төсемесі ескерілген жер төсемесінің биіктігіне тең телім, плюс 10 м, жер төсемесінің жасанды құрылысқа кіреберісі болып саналады. Бұл телімнің ұзындығын технологиялық талаптарға сүйене отырып тағайындауға болады.

8.1.6 Көтергіштігі әлсіз топырақтарда орналасқан жер төсемесінің кіреберіс телімдері екі нұсқада жобалануы мүмкін – шөгу және шөгусіз. Шөгу нұсқаны қолданған жағдайда үйіндінің негізі ұялы геоматраспен күшейтіледі. Шөгусіз нұсқада үйінді қадалы негізге салынады.

8.1.7 Күрделі жамылғыларды есептік шөгудің кемінде 90% аяқталғаннан кейін немесе жабу құрылғысының алдындағы айда шөгудің орташа қарқындылығы жылына 2 см-ден аспаған жағдайда орнатуға болады. Жеңілдетілген жамылғыларды салу үшін түпкілікті шөгудің кемінде 80% немесе жылына 5 см-ден аспайтын шөгу қарқындылығына қол жеткізу талап етіледі.

8.1.8 Егер үйінді негізін шоғырландыру мерзімі жобалық шешімдермен және құрылысты пайдалану шарттарымен рұқсат етілген мерзімдерден асып

кетсе, шоғырландыру жылдамдығын арттыратын қосымша құрылымдық шаралар қолданылуы мүмкін:

- үйіндінің екі жағы бойынша терең дренажды саңылауларды орнату;
- тік кәріз құрылғысы;
- айнымалы қосымша жүктеме пригрузәдісі.

8.1.9 Қосымша іс-шаралар үйінді негізінің орнықтылығын және құрылыстың берілген мерзімінде оның шөгуін жеделдетуді қамтамасыз етпеген жағдайларда, төсемені орнатудың кезеңдік әдісіне жол беріледі (қажет болған жағдайда- жамылғының соңғы құрылысына дейін уақытша пайдалануды ашу).

8.1.10 Қадалы негіздер ҚР ЕЖ 5.01-103 сәйкес есептеледі. Қадалар ретінде келесілер пайдаланылуы мүмкін: қағылмалы призмалық, қабықша-қадалар, бұрғықұйылмалы, сондай-ақ тиісті техникалық-экономикалық негіздемесі бар қадалардың кез келген басқа да түрлері мен типтері.

8.1.11 Қадалардың көтергіш қабілетін, олардың жалпы саны мен орналастыру сұлбасын есептеу нақты инженерлік-геологиялық жағдайларға, жасанды құрылыспен түйісетін жердегі жер төсемесінің биіктігіне, сондай-ақ қадалардың таңдалған түріне байланысты жүргізіледі.

8.1.12 Қада алаңының ені жүру бөлігінің еніне, жол жайластыруларына, үйінді биіктігіне қойылатын талаптарға және жер төсемесінің еңіс бөліктерінің олар болған жағдайда жергілікті орнықтылығын қамтамасыз етуге сүйене отырып айқындалады.

8.1.13 Қадалар монолитті темірбетон немесе иілгіш ростверкпен бірлесіп жұмыс істеу үшін біріктіріледі. Ростверктің қалыңдығы және геосинтетикалық материалдармен арматуралаусұлбасы қолданыстағы жүктемелерге байланысты есептеледі.

8.1.14 Кіреберіс телімнің жер төсемесі шөгінді негіздегі жер төсемесімен түйіскен кезде қадалы-ростверктік негізге кіре отырып, жобалық белгілерге дейін үйіндінің алдын ала төгілуін қамтамасыз ету қажет.

8.1.15 Автомобиль жолдарының жер төсемесінің жасанды құрылыстармен түйісу телімдерін жобалау мынадай тәртіппен жүргізіледі:

- негізде әлсіз топырақты пайдалану кезінде үйіндінің соңғы шөгуінің шамасы анықталады;
- негіздің тұрақтылығы тексеріледі;
- шөгудің аяқталу ұзақтығын болжайды;
- қажет болған жағдайда орнықтылықты арттыруды, шөгуді жеделдетуді немесе оның шамасын төмендетуді қамтамасыз ететін құрылымдық-технологиялық шешімдердің нұсқаларын белгілейді;
- осы нұсқалар бойынша есептеу жүргізіледі және ең тиімдісі таңдалады;

- ең ұтымды технологиялар, механикаландыру және жұмысты ұйымдастыру бойынша ұсыныстар береді;

- құрылыс үдерісінде бақылауларды орындайды және (қажет болған жағдайда) жер жұмыстарының көлемін, үйінді тұрғызу режимін, жол төсемесін орнату мерзімдерін және т.б. нақтылау мақсатында нақты деректер бойынша есептерге түзетулер енгізеді.

8.2 Себілген тіректері бар қолданыстағы түйіндесулердің құрылымдық шешімдеріне қойылатын талаптар

8.2.1 Түйісу құрылымына конус тірегін аумақтаумен аяқталатын көпірдің жағалау тірегінің артындағы жер төсемесінің бөлігі кіреді (құрғатқыш топырақтан құйылған). Бұл жерде жол жамылғысы өтпелі тақталардан жасалады.

8.2.2 Көпірге кіреберістерде орналасқан жамылғының түріне байланысты өтпелі тақталардың үш түрі қолданылады: цементбетон жамылғысында - беткі тақталар, асфальтбетон жамылғыларында - жартылай көмілген және көмілген.

Өтпелі тақталар, жатақтар, қиыршық тас-шағылтасты төсемдер, тақталарды тұтастыратын түйістер, шкаф қабырғасындағы олардың сүйену элементтері «Союздорпроект» МБИ әзірлеген «Автожол көпірлері мен өткелдердің үйінділермен түйісуі» үлгілік жобасына сәйкес жобаланады.

8.2.3 Жартылай көмілген тақталар қатты және жартылай қатты негіздерде орналасқан асфальтбетон жамылғылары үшін қолданылады. Қатты түріне темірбетон құрылымдарының негізі (жатық), жартылай қаттыға - цементпен, түйіршіктелген домна қожымен, ұнтақталған қожбен, ұшпа-күлдермен және т. б. нығайтылған тас материалдардан жасалған негіз жатады.

8.2.4 Көмілген тақталар беріктігі әртүрлі тас материалдардан жасалған қатты емес негіздерде, сондай-ақ қондырғыда немесе жұмыс өндірісі орнында органикалық тұтқырлармен өңделген қождышағыл тастардан жасалатын асфальтбетон жамылғыларында төселеді.

8.2.5 Жамылғы бетінен өтпелі тақтаның жоғарғы жағына дейінгі ара қашықтық оны шкаф қабырғасына (а) тіреген кезде және тақтаның (б) соңында 8.1-кесте бойынша қабылданады.

8.1-кесте - Жамылғы бетінен ауыспалы тақтаның бетіне дейінгі қашықтық

Өтпелі тақталардың типтері	Өлшемдері, см	
	а	б
Жартылай көмілген	12	45
Көмілген	30	70

Деформациялық жіктің бұзылуын болдырмау үшін негіз жағынан өтпелі тақта шкаф қабырғасына емес, оның жоғарғы жағына сүйенуі тиіс.

8.2.6 Өтпелі тақталардың ұзындығы дененің және үйме негізінің күтілетін шөгуіне байланысты тағайындалады. Үйінді түбіндегі топырақтың физика-механикалық сипаттамалары туралы мәліметтер жеткіліксіз болған жағдайда, өтпелі тақталардың ұзындығы шамамен 8.2-кесте бойынша қабылданады.

8.2.7 Көпірдің үйіндімен түйісуін жобалау кезінде өтпелі тақтаның астындағы қиыршық тасты жастық бүкіл ені бойынша қату тереңдігінен төмен үйіндіге тірелуі қажет.

8.2-кесте – Үйіндінің биіктігіне және жол санаттарына байланысты өтпелі тақталардың ұзындығы

Үйіндінің биіктігі, м	Өтпелі тақталардың ұзындығы, м, келесі жол санаттары үшін үйіндінің топырақ негіздерінде					
	СЫҒЫЛҒЫШТЫҒЫ ТӨМЕН			СЫҒЫЛҒЫШТЫҒЫ ЖОҒАРЫ		
	I - II	III	IV - V	I - II	III	IV - V
2 - 4	4	4	4	6	4	4
4 - 5	6	4	4	6	6	4
5 - 6	6	6	4	8	8	6
6 - 7	6	6	6	8	8	6
7 - 8	8	6	6	8	8	8
8-ден көп	8	8	6 - 8	8	8	8

Ескертпелер:

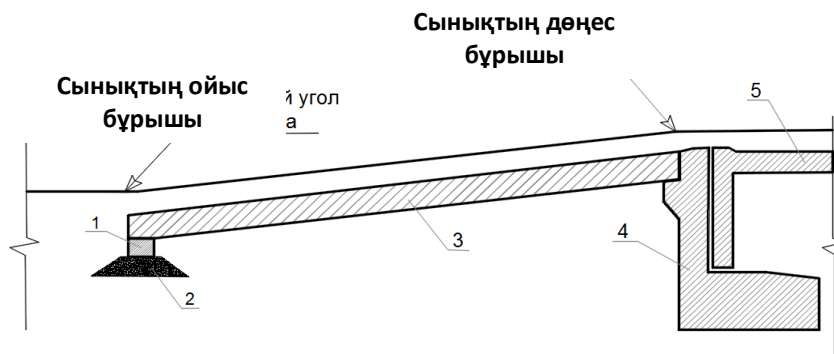
1. Өтпелі тақталардың ұзындығы үйінді төгілгеннен кейінгі екінші жылдағы шөгінділер мөлшерінде есептеледі. Үйінді денесінің шөгуі 0,15; 0,20 және 0,28 % Н нас деп қабылданады (Н нас = 4; 6; 8 м), үйінді негізі - 0,6 % Н нас (сығылғыштығы төмен топырақтар) және 1,0 % Н нас (сығылғыштығы жоғары топырақтар). Пішіннің сынуының рұқсат етілген бұрыштары 1.2-т. сәйкес келеді.

2. Сығылғыштығы төмен топырақтарға жартасты, ірі сынықты және құмды топырақтар, қатты және жартылай қатты құмдақтар, саздақтар мен консистенциясы 0,25-тен кем балшықтар; сығымдалу коэффициенті 0,25-тен асатын құмдақтар, саздақтар мен саздар жатады.

8.2.8 Өтпелі тақталардың ұзындығын өтпелі тақтаның ұшын үйінді денесінің және оның төгілгеннен кейін бір жыл өткеннен кейін қалған негізінің жиынтық тұнбасының шамасына түсірген кезде пішіннің рұқсат етілген сыну бұрыштарына байланысты тағайындау керек (14-сурет).

8.2.9 Үйіндімен түйісу торабын жобалау кезінде кейбір жағдайларда диван типіндегі тіректер арқылы үйіндіге тірей отырып, ұзындығы 10...15 м өтпелі тақталарды қолдану тиімді болуы мүмкін. Мұндай өтпелі тақталарды пайдалану тек көлік айырықтарының өткелдерінде және негіздің аз сығылатын топырақтарында ұсынылады.

8.2.10 Әлсіз сазды топырақтар кезінде үйіндінің негізінде жүру бөлігінің көпіріне кіреберістерде үшбұрыш бойынша құрылыс дөңі беріледі. Құрылыс дөңінің максималды ординаты жатынға сүйенетін өтпелі тақтаның ұшынан жоғары орналасады және үйіндінің биіктігінің шамамен 0,7 % тең қабылданады.



1-жаттық; 2-шағыл тасты жастық; 3-өтпелі тақта; 4-тіреу; 5-аралық құрылым

14-сурет - Түйісу аймағындағы бойлық пішіннің сыну бұрыштарының көрнекі сұлбасы

Құрылыс дөңі көпірге қарай арттыру үйіндінің екі биіктігіне тең ұзындықта жүзеге асырылады.

Беткі тақталарды орнату кезінде құрылыс дөңі жатықтың орналасуына қарай, ал жартылай көмілген және көмілген тақталар жамылғы негізінің әртүрлі қалыңдығына байланысты қол жеткізіледі. Құрылыс дөңі цементбетон немесе асфальтбетон жамылғысымен, бетон негізімен ұйымдастырған дұрыс.

8.2.11 Үйінді тірегіне жанасатын үйіндінің беті өтпелі тақта астындағы шағыл тас жатыны табанының деңгейіне дейін нығыздалғаннан кейін тәулігіне кемінде 2-3 м-ге тең 0,98...1,0 шамасына дейін сүзу коэффициентімен құрғататын топырақтан себу қажет.

Құрғататын көмбенің негізіне аралық жағына қарай бойлық еңіс (0,05) және екі көлбеу көлденең еңіс (0,05) жасалады.

8.2.12 Өтпелі тақталар құрастырмалы немесе құрастырмалы-монолитті (беттік тақталар - тек құрастырмалы-монолитті) қолданылады; жамылғының су өткізбеушілігін жақсарту және блоктардың массасын азайту үшін құрастырмалы - монолитті тақталарды қолданған дұрыс.

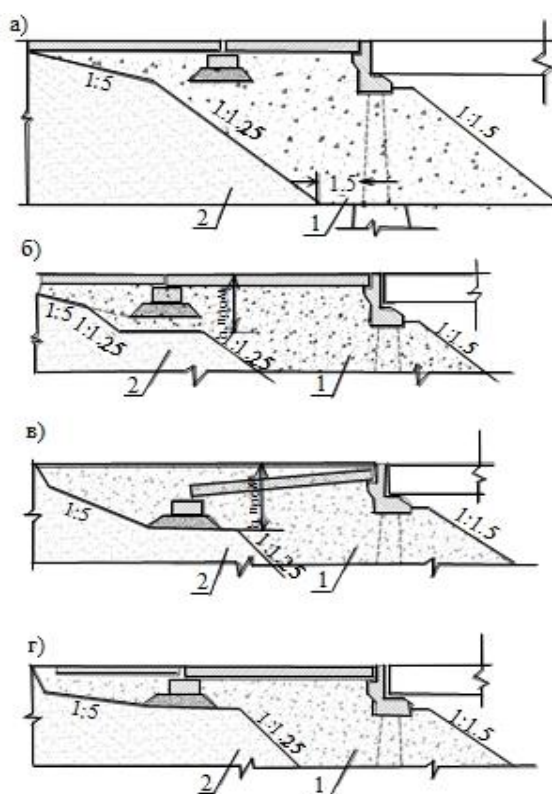
Сыртқы ұшымен өтпелі тақталар жатынға сүйенеді - қалыңдығы кемінде 0,4 м мұқият тығыздалған шағыл тас пен қиыршық тас жатын салынған жиналмалы тақталардағы міндетті құрылымдық элемент. Құрама

тақталар бір-бірімен кілтек жіктермен біріктіріліп, сым спиралын орнатып, бетонмен толтырылады. Тақталар арасында жіктердің беті битум мастикасымен толтырылады.

8.2.13 Жермен жанасатын өтпелі тақталар мен жатындардың беттері сылау гидрооқшаулағышпен жабылуы тиіс.

8.2.14 Үйіндінің бір бөлігі тұнбалар мен конустардан құрғатылған топырақтан құйылады, оның үйінді денесінің топырағымен түйісуі 1:1,25 - тен тік болмауы керек, жаппай типтегі тіректерде (массивті негіздер, қоршау қабырғасы бар негіздер және т.б.) - 2,0 м, ал аралық типтегі тіректерде - 1,5 м.

8.2.15 Көпірдің үйіндімен түйісуі өтпелі тақтаның астындағы қиыршық тасты-құмды төсеніштің бүкіл ені дренажды топыраққа тірелетіндей етіп жасалуы керек (15, а сурет) немесе тоңу тереңдігінен төмен үйіндіде (15 б, в сурет).



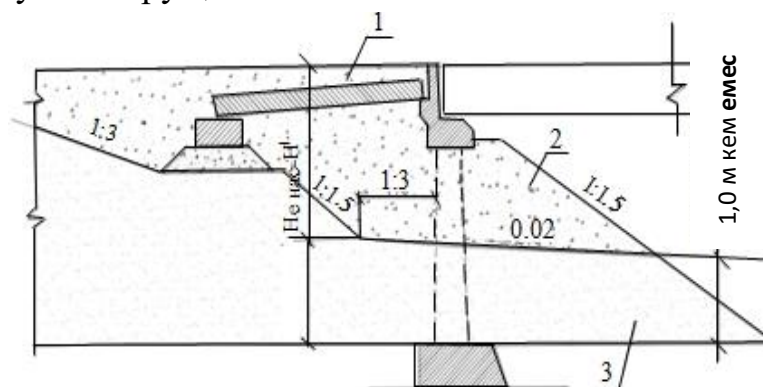
1 – құрғатқыш топырақ; 2 – үйінді топырағы; $h_{\text{пром}}$ – топырақтың тоңу тереңдігі

15-сурет - Көпірді үйіндімен түйіндісіру түйінінің жалпы жинақтау сұлбасы

8.2.16 Қыркүйек пен қазан айларындағы орташа көпжылдық шөгу мөлшері (бақылау кезеңі кемінде 20 жыл) 50 мм-ден аспайтын ылғал

жеткіліксіз аудандарда, сондай-ақ құмды үйінділер үшін жатын астындағы төсеме тоңу тереңдігінен жоғары болуы мүмкін (15, г суреті)

Бұл аудандарда биіктігі 3...4 м асатын алдын ала тығыздалған үймелер үшін құрғататын төгінді көлемін азайтуға жол беріледі (16-сурет). Бұл ретте, құрғататын көмбенің қалыңдығы жамылғының жоғарғы жағынан $H^I = 2/3 H_{нас}$, мұнда $H_{нас}$ III жол-климаттық аймақ үшін 4 м-ге дейін және IV-V аймақ үшін 3 м дейін қабылданады. Жағалау тіректерін үйінді топырағының көлденең қысымына есептеу кезінде құрғататын төгінді көлемінің төмендеуін ескеру қажет.



1 – өпелі тақта; 2 – құрғатұшы топырақ; 3 – үйінді топырағы

16-сурет - Ылғалдылығы жеткіліксіз аудандардағы көпірлерде құрғату төгіндісін салу сұлбасы

8.2.17 Тіректер мен конустардың артына дренажды құю құрылғысы үшін тоңу кезінде көлемі ұлғаймайтын топырақтар мен материалдар қолданылады: ірі және орташа құм, ұсақ шаңсыз құм (бөлшектері 0,1 мм-ден аз, 25% - дан көп емес), металлургиялық қож.

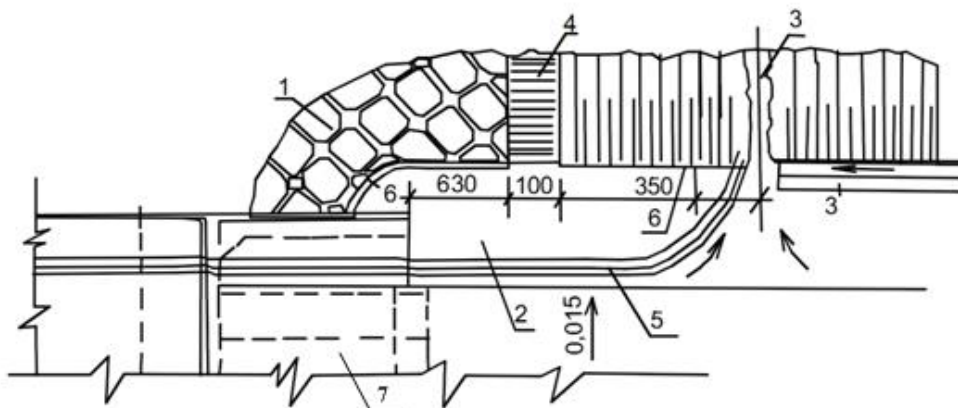
8.2.18 Өтпелі тақталардың плюс 4 м ұзындығы бойынша жол жамылғысы мен жер төсемесінің жиектері су өткізбейтін болуы тиіс, бұл келесілерді қамтамасыз етеді:

а) асфальтбетонжамылғысы үшін - жалпы қалыңдығы 7 см асфальтбетонның екі қабатын төсеу арқылы;

б) цементбетон жамылғысы үшін - ҚР СТ 973 сәйкес тығыздығы жоғары бетоннан жасалған тақтаның жоғарғы (монолитті) бөлігін тығыздаушы қоспалармен дайындау;

в) жол жиектеріне - асфальтбетон немесе тұтқырмен өңделген топырақ төсеу арқылы. Ылғал жеткіліксіз аудандарда (8.2.16-т.) жол жиектері нығайтылмайды.

8.2.19 Көпір ойыс қисықта орналасқан кезде немесе жол төсемесінің көпірге қарай еңісі кезінде төсемеден жер үсті сулары бойлық науалармен жанасу шегінен тыс шығарылуы және үйіндінің еңісінде орналасатын көлденең науалармен апарылуы тиіс (17-сурет). Ол үшін плюс 10 м өтпелі тақталардың ұзындығындағы көпірге жақын үйінді әр жағынан 0,75 м кеңейтіледі.



1 – конусты торлы нығайту; 2 – нығайтылған жиек; 3 – суббұрғыш және сужинағыш науалар; 4 – баспалдақты түсу; 5 – дөңгелек тоқтатқыш қоршау; 6 – бетонды жиектас; 7 – өтпелі тақталар

17-сурет - Түйісу түйініндегі су бұрғышты салу мысалы (жоспар)

8.2.20 Көпір немесе жол өтпесі дөңес пішінде орналасқан кезде, жер үсті суын бойлық науалармен түйісулер шегінен шығарып, көлденең науалармен жағалаудың бойымен бұрау қажет.

Барлық жағдайларда көлденең науалардың саны есептеумен және жергілікті жағдайларға сүйене отырып айқындалады.

8.2.21 Шөкпейтін конустар мен беткейлерді, сондай-ақ су басатын (жеңілдетілген гидравликалық режим жағдайында) қатты құрылымдардан басқа, ұяшықтарды әртүрлі материалдармен толтыра отырып, құрама элементтерден жасалған торлармен нығайтуға болады.

Қалалық өткелдерде және көпірлердің шөкпейтін конустарында торлы құрылымдардың ұяшықтарды толтыру үшін арнайы таңдалған шөптерді себумен бірге түрлі түсті шағыл тастарды қолдану ұсынылады.

8.3 Цементтопырақ үйіндісімен көпір түйісуінің құрылымдық шешімдеріне қойылатын талаптар

8.3.1 Көпірлер және конустармен түйіскен жерлерде жер төсемесін цементтопырақпен салған кезде ағынның ағу жылдамдығы 1...3 м/сек дейін болғанда және мұздың қарқынды үйіндісі болмаған кезде үйіндінің еңістері мен конустарын шайылудан нығайтудың ұсынылатын құрамын орнату кезінде, әдетте, талап етілмейді.

8.3.2 Жер төсемесінен суды бұру үйіндінің түбінде көлденең тасты құрғатуды құрылысы қамтамасыз етіледі (2-суретті қараңыз).

8.3.3 Биік үйінділерде (3 м-ден астам) өтпелі тақталарды орналастыру міндетті. Тақталардың өлшемдерін 8.2-кестеге сәйкес тағайындау қажет.

8.3.4 Ұсынылған құрамдағы цементтопырақтардан жасалған жасанды құрылыстармен түйіскен жер төсемесі жол төсемесінің төменгі жағына дейін себіледі.

8.3.5 Цемент топырақты жер төсемесіне өтпелі тақталарды төсеу жағдайында жатық пен шағыл тасты төсем орнатылмайды. Тек өтпелі тақталардың беткі типі қолданылады.

8.3.6 Өтпелі тақталар цементтопырақ төсеміне төселген жағдайда, төсем мен қиыршық тас төсемі қанағаттандырылмайды. Тек өтпелі плиталардың беткі түрі қолданылады.

8.3.7 Цементтопырақтан салынған көпір құрылыстарына жақын телімдерде битумминералды қоспалардан немесе асфальтбетоннан жасалған өтпелі тақталар мен жол жамылғыларын жер төсемесі салынғаннан кейін бір ай өткен соң төсеуге болады. Цементбетон жамылғысын кем дегенде бір жылдан кейін төсеу ұсынылады.

8.4 Темірбетонды тірек қабырғаларынан жасалған үймемен көпірдің түйісуінің құрылымдық шешімдеріне қойылатын талаптар

8.4.1 Темірбетоннан жасалған тіреу қабырғалары бұрыштық типте ұсынылады (бүйіртірексіз, ал биіктігі 3...4 м жоғары болғанда бүйіртірекпен); тиісті негіздеме кезінде басқа да темірбетон тіреу қабырғалары қолданылуы мүмкін. Тіреу қабырғаларының құрылымдары монолитті, жиналмалы-монолитті болуы мүмкін.

8.4.2 Тірек қабырғасының және оның жекелеген элементтерінің қалыңдығы кемінде төмендегідей болуы тиіс:

- тас және бутобетонды қалауы үшін..... 0,6 м;
- бетон қалауы үшін 0,4 м;
- темірбетон үшін 0,1 м.

8.4.3 Тіреу қабырғаларын ұзындығы 6-дан 20 м-ге дейінгі бөліктерге тік жіктермен (қабырғаның бүкіл биіктігіне, іргетасын қоса) бөлу керек.

Жіктер әр бөліктің табаны біртекті топыраққа тірелетіндей етіп орналастырылуы керек.

8.4.4 Автомобиль жолдарындағы қабырғаларды автокөлік доңғалақтарының әрбір қатарынан (кұлау призмасында) қысымды тұтас жолаққа бөлінген жүктемеге келтірудің арнайы негіздемесі жағдайында ұзындығы 6 м кем секцияларға бөлуге жол беріледі.

8.5 Көпір құрылыстарының арматопырақты құрылымдарының құрылымдарына қойылатын талаптар

8.5.1 Көпірлердің арматопырақ жүйелері келесі түрлерге бөлінеді:

- конустарды арматуралау жүйелері;
- арматопырақ негіздегі диван типіндегі тіреулер;
- бөлекфункциялары бар тіректер;
- көпфункционалдыарматопырақтыжүйелер;
- жөндеужәнеқайтасалужүйелері.

Конустарды арматуралау жүйелерін (Б.1 -сурет) конустың ішіндегі негіздің көтергіш элементтерінен үйінді топырағының қысымын азайту немесе толығымен алып тастау, сондай-ақ конустың тұрақтылығын арттыру және оның тік беткейлерін орнату үшін көпірлер мен жол өтпелерінің себілетін негіздерінің типтік құрылымдарында қолдану қажет.

8.5.2 Арматопырақжүйесінің негіз топырақтарының жобалық беріктік көрсеткіштері МЕМСТ 32960 талаптарына сәйкес арматопырақ жүйесінің негізіне берілетін жүктемелерді қабылдауды қамтамасыз етуі тиіс.

8.5.3 Негіз топырақтарының беріктігі жеткіліксіз болған кезде ҚР ЕЖ 5.01-101, ҚР ЕЖ 5.01-102 сәйкес оны күшейту бойынша құрылымдық-технологиялық іс-шаралар (топырақты ауыстыру, цементтеу, қада алаңы мен иілгіш ростверк құрылысы және т.б.) қажет.

8.5.4 Бөлек функциялары бар тіректі қолданған кезде көпірді немесе өтпезолдарды әлеуетті көшкін беткейлерінен тыс ұзарту талап етілмейді.

8.5.5 Арматопырақ жүйелері көпірлер мен өтпезолдард жөндеу және қайта салу кезінде негіз құрылымына үйменің немесе сырғыма көріністерінің әсерін жоюы және шкаф қабырғасы мен аралық құрылыстың шетінің арасындағы саңылауды қамтамасыз етуі тиіс.

8.5.6 Көпірлердің арматопырақ жүйелерін салу үшін геосинтетикалық қабықтарда бұрғылау қадаларын орнатуға жол беріледі. Бұрғылау қадаларын ҚР ЕЖ 5.01-103 талаптарына сәйкес жобалау қажет.

8.5.7 Беттік қабырғалардың іргетастары ҚР ЕЖ 5.01-102, ҚР ЕЖ 5.01-103 талаптарына сәйкес болуы тиіс;

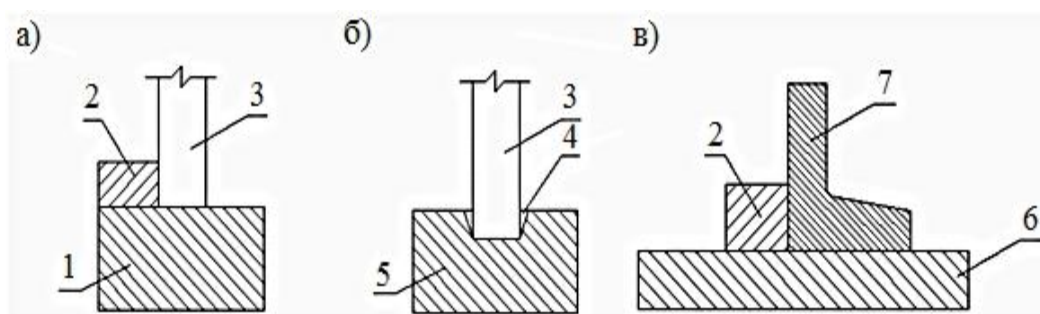
- б) іргетастың бойында біртекті емес инженерлік-геологиялық

жағдайларда іргетас пен алдыңғы қабырға деформациялық-шөгінді жіктермен бөлінуі тиіс;

в) негіздің жоғарғы қабаттарының беріктік сипаттамалары жеткіліксіз болған кезде немесе әлсіз топырақ қабаттары бар қабатты негіздер болған кезде (аққышпластикалық саздақтар, сұйық құмдақтар, тиксотропты топырақтар және т.б.) қада іргетасын орнату керек;

г) топырақпен жанасатын темірбетон іргетастардың барлық беттерінде гидрооқшаулағыш орнатылуы тиіс.

8.5.8 Ұсақ іргетастарды құрама немесе монолитті темірбетон құрылымдарынан жасау қажет (18-сурет).



а - тіреуіші бар таспалы; б - ойығы бар таспалы; в - тақтатүріндегі іргетас; 1 - таспалы темірбетонды іргетас; 2 – темірбетон тіреуіші; 3 - беттік қабырға; 4 - іргетастағы қуыс; 5 - ойығы бар таспалы темірбетон іргетасы; 6 - темірбетон тақтасы; 7 - бет қабырғасының блогы

18-сурет – Шағын қаланатын іргетастар

Монолитті темірбетон іргетастарында оның табанының астына цемент ерітіндісі құйылған қиыршық тас төсемесін төсеу керек. Төсеме фракциялық шағыл тастан жасалған және сыналау әдісімен жасалуы тиіс.

Беттік қабырғаның темірбетон элементтерін МЕМСТ 28013 бойынша М 200 маркасынан төмен емес цемент ерітіндісіндегі іргетасқа орнату қажет.

8.5.9 Терең орналасқан іргетастарды қадалы элементтер, ростверктер және тірктер құрамында жобалау қажет.

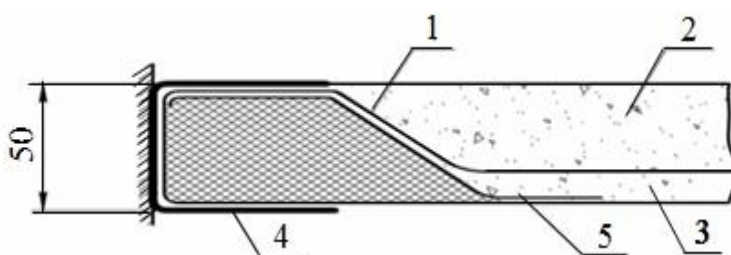
8.5.10 Терең орналасқан іргетасты есептеу кезінде іргетастың топырағының іргетасқа келетін үйіндінің салмағынан қосымша көлденең қысымын ескеру қажет.

8.5.11 Беттік қабырғалардың қадалы іргетастары қадалардың екі қатарынан жобалануы керек. Бір қатардағы қадалар кіреберіс үймесінің салмағынан туындаған негіз топырағының көлденең қысымын қабылдау үшін көлбеу болуы керек. Екінші қатардағы қадалар беттік қабырғаның өз салмағынан жүктемені қабылдау үшін тік болуы керек.

8.5.12 Көпір құрылыстарының арматопырақты жүйелерінің бет қабырғалары толық су және топырақ өткізбеуді қамтамасыз етуі тиіс. Ол үшін жекелеген ірі немесе ұсақ блоктардан жиналатын бет қабырғаларының жіктері ҚР ЕЖ 2.04-108 талаптарына сәйкес гидрооқшаулағыш материалмен желімделуі тиіс. Құрғақ қалауды буындарды гидрооқшаулаусыз қолдануға жол берілмейді.

Арматуралық көпір жүйелерінің алдыңғы қабырғалары тек тік болуы керек. Алдыңғы қабырға мен арматопырақ жүйесі арасында геосинтетиканың деформациялану мүмкіндігі үшін кемінде 20 см саңылау қарастыру керек.

8.5.13 Арматопырақ жүйесінің соңында табанды-дренаждық призмаларды орнату керек (19 - сурет). Призмадан суды алдыңғы қабырғадан тыс шығару қажет.



1 – арматуралаушыгеотоқыма; 2 - құм; 3 – шағыл тасты призма; 4 - дорнит;
5 - бөлуші сүзгі материалы (тоқусыз)

19-сурет - Дренажды призманы салу

9 Көпір құрылыстарының үйінділермен түйісуін жобалауға қойылатын негізгі талаптар

9.1 Көпір құрылыстарының цементтопырақ үйіндісімен түйісуін жобалауға қойылатын негізгі талаптар

9.1.1 Кедір-бұдырлық жамылғы пішінінің сыну бұрыштарымен сипатталады. Көпірге көлбеу өтпелі тқтамен кірген кезде автомобиль пішіннің екі сынығында дүмпулерді сезінеді: өтпелі тақтаның басында (сынықтың ойыс бұрышы) және оның соңында - тіректе (сынықтың дөңес бұрышы). Пішіннің ең үлкен сыну бұрыштары: 6 % - I - II санаттағы жолдар үшін; 9 % - III санаттағы жолдар үшін және 12 % - IV - V санаттағы жолдар үшін.

9.1.2 Автомобильдің көпірге бірқалыпты кіруі үшін оны үймемен түйіндестіруді салу кезінде мыналарды қамтамасыз ету қажет:

а) жер төсемесі топырағының барлық биіктігі бойынша тиісті тығыздығын қамтамасыз ету (оңтайлы ылғалдылық кезінде топырақты тығыздау коэффициенті кемінде 0,98 - 1,0 болуы тиіс);

б) тіреулер мен конустарда құрғайтын төгіндіні, бүйірлі науаларбар жамылғы астындағы құрғату қабаттарды және жанасу шегінде жамылғы мен жол жиектерін сүзуге қарсы қорғауды қолдана отырып, жамылғыдан және үйінді денесінен жер үсті суларының сенімді ағуын жасау;

в) жер төсемесін тұрақты жамылғы құрылғысына дейін кемінде бір жыл ұстап тұру, оның барысында дененің және үйіндінің негізінің негізгі шөгуі орын алады;

г) жергілікті шөгінділер пайда болған аймақты жабу үшін және көпірдің жүру бөлігінің жол жамылғымысен тегіс жанасуын қамтамасыз ету үшін ұзындығы жеткілікті өтпелі тақталар төсеу.

9.1.3 Түйісуді жобалау үшін келесі мәліметтер қажет:

- іргетастың шөгуін болжау үшін қажетті топырақтардың физика-механикалық сипаттамалары бар (компрессиялық қисықтары бар) көпірге жақын үйінді негізінің инженерлік-геологиялық қимасы;

- үйіндінің биіктігі, оның үстіндегі ені және еңістердің төселуі;

- үйме үшін қолданылатын топырақтардың физика-механикалық сипаттамалары (оның ішінде тіреулер мен конустардың артындағы дренаждау үшін);

- жол төсемесінің құрылымы.

9.1.4 Түйісулер 3.503.1-96 сериялы «Союздорпроект» МБИ әзірлеген «Автожол көпірлері мен жол өтпелерін үйіндімен түйіндесміру» үлгілік жобасына сәйкес жобаланады.

9.1.5 Көпір маңындағы үйменің биіктігі гидравликалық және құрылымдық жағдайларға сүйене отырып, ҚР ЕЖ 3.03-101 жол төсемесінің астын жер асты немесе жер үсті суларының есептік деңгейінен 10 % асып кету ықтималдығымен немесе қамтамасыз етілмеген ағын кезінде жер бетінен жоғары көтеру туралы талаптарын сақтай отырып қабылданады.

9.1.6 Тығыздалған жер төсемесі денесінің соңғы шөгуі топырақтың түріне және 9.1-кесте бойынша үйіндінің биіктігіне байланысты қабылданады.

9.1-кесте - Тығыздалған жер төсемі денесінің шөгуі

Үйінді топырақтары	Үйіндінің шөгуі, %, биіктігінде, м		
	6 м-ге дейін	6 - 12	12 - 24
Саздар	0,6 - 0,8	1,0 - 1,3	1,9 - 2,2
Саздақтар	0,5	0,8	1,4
Құмдақтар	0,3	0,6	1,3

Үйінді салмағымен тығыздалған топырақтарға арналған үйінді негізінің соңғы шөгіндісі «Әлсіз топырақтағы автомобиль жолдарының жер төсемін жобалау жөніндегі нұсқаулыққа» сәйкес есептеледі (М., 2004). Жер төсемі себілгеннен кейін бір жылдан кейін үйінді денесінің шөгіндісін 50 %, ал негіздерін - 75% қабылдауға болады

9.1.7 Өтпелі тақталардың ұзындығы пішіннің рұқсат етілген сыну бұрыштарына (8.2-тармақ) сүйене отырып, өтпелі тақтаның ұшын үйінді денесінің және оның себілгеннен кейін бір жыл өткен соң қалған негізінің жалпы шөгінділерінің мөлшеріне түсірген кезде тағайындалады. Табиғи негізде шартты кедергісі 3 кгс/ см² дейін жоғары қысымды топырақтардан тұрғызылған іргетастың шөгуін есепке алғанда есептелген жиынтық шөгуді азайтуға болады.

9.2 Көпір құрылыстарының интегралдық тіреулері бар үйіндімен түйісуін жобалауға қойылатын негізгі талаптар

9.2.1 Жасанды құрылымдармен түйіскен жердегі топырақтың тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін, егер топырақты мұқият тығыздау мүмкін болмаса, тығыздалмаған топырақтың беріктігі мен аязға төзімділігін арттыру әдісін оларды цементпен өңдеу арқылы қолдануға болады. Цементтің белгілі бір мөлшерімен тығыздалмаған топырақтың беріктігі қоспалармен өңделмеген, бірақ топырақтың қажетті тығыздығына дейін тығыздалған мәндерге ие болады.

9.2.2 Ұсынылған әдіс келесіндей мүмкіндіктер береді:

- топырақтың тығыздалмауы салдарынан түйісу орындарында үйіндінің деформациясын болдырмау;
- қолданылатын топырақтардың номенклатурасын кеңейту. Дренаждан басқа, цементпен нығайтуға жарамды кез-келген топырақты қолдану;
- жол жамылғысын төсегенге дейін жер төсемесін ұстау уақытын қысқарту;
- бірқатар жағдайларда түйісу және конустар орындарында үйіндінің еңістерін нығайту жөніндегі жұмыстардан бас тарту.

9.3 Тірек қабырғасымен көпір құрылыстарының түйісуін жобалауға қойылатын негізгі талаптар

9.3.1 Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісуінде интегралды тіректерді пайдаланған кезде деформациялық жікті аралық құрылым құрылымының түйісу торабынан кіреберіс үйіндісімен шығару қажет.

9.3.2 Бұл әсерге темірбетонды өтпелі тақтаны аралық құрылымымен

катты біріктіру, сондай-ақ тікбұрышты тіректің негізінде икемді болат қадаларды қолдану арқылы қол жеткізіледі. Бұл жағдайда өтпелі тақта тереңдетілмейді, бірақ көлденең аралық құрылым деңгейінде орналасады.

9.3.3 Шағын аралықтар көпірлері үшін болат темірбетонды аралық құрылыстарды қолдану.

9.4 Көпір құрылыстарының тіреу қабырғасымен түйісуін жобалауға қойылатын негізгі талаптар

9.4.1 Автомобиль жолында тірек қабырғаларының орналасуы ҚР ЕЖ 3.03-101 тарауының талаптарын қанағаттандыруы тиіс.

9.4.2 Бойлық бағытта тірек қабырғаның табанын көлденең алаңда немесе 0,02 дейінгі еңісте орналастыру керек. Төңіреткің еңісі 0,02%-ден жоғары болғанда қабырғаны баспалдақты табанмен орнату керек.

9.4.3 Тірек қабырға іргетасының орналасу тереңдігі негіздегі тассыз ісінгіш емес топырақтар кезінде 1 м-ден кем болмауы тиіс, ал басқа топырақтар кезінде, бұдан басқа, топырақтың тоңуының есептік тереңдігінен 0,25 м-ден кем болмауы тиіс. Тасты топырақтарға сүйенген кезде іргетастың табанының тереңдігі кемінде 0,25 м болуы керек.

Іргетастың түбінен тоңу тереңдігінен 0,25 м асатын тереңдікке дейін тығыздалған құмға немесе қиыршық тасқа арнайы төсем орналастырылған жағдайда, шұңқырлы емес тасты топырақтар жағдайындағыдай тереңдіктегі іргетасты жобалауға рұқсат етіледі.

Ісінуге бейім топырақтарға саздақтар, құмдақтар, шаңды және ұсақ құмдар, сондай-ақ салмағы бойынша 30% және одан да көп мөлшерде 0,1 мм бөлшектері бар ірі көлемді топырақтар жатады.

9.4.4 Темірбетон және бетонды тіреу қабырғаларының құрылымдарынан жобалау кезінде ҚР ЕЖ 3.03-112 көпірлердің темірбетон және бетон құрылымдарына қойылатын талаптарын орындау қажет.

9.4.5 Құрылымы аударылуға қарсы қабырғаның орнықтылығын арттыру үшін толтыру жағынан консольдық шығыңқы жер (жүктемені азайту консолі) көзделеді; сырғуға қарсы орнықтылықты арттыру үшін қабырғаның табанына шоғыр орнатылады немесе осы табанға оның топырақ бойынша сырғуына қабырға салмағының күші кедергі болатын еңіс беріледі.

9.4.6 Топырақпен жанасатын тіреу қабырғаларының беттері (іргетастың табанынан басқа) гидрооқшаулағышпен, мысалы, ыстық битуммен (2 рет) жабылуы керек.

Есептеуде ескерілетін топырақ пен осы беттер арасындағы үйкеліс

күштерін қамтамасыз ету үшін оларды біркелкі емес етіп жасау керек.

Бетон және темірбетон қабырғаларында бұған көлденең орналасқан көрші тақталарды бір-біріне қатысты 0,5...1,0 см жылжыту арқылы қол жеткізуге болады.

9.4.7 Жыра түбінен (жоғарғы қабырғалар үшін) немесе топырақ бетінен (төменгі қабырғалар үшін) кемінде 0,5 м биіктіктегі тірек қабырғаның артында тастан, шағыл тастан немесе қиыршық тастан жасалған бойлық дренаж (кемінде 0,04 көлбеу) орнатылуы керек. Дренаждың негізіне майлы саз қабатынан әзірleme берілуі немесе құрастырмалы темірбетон науалар салынуы тиіс. Тіреу қабырғасының денесінде кем дегенде 2 м сайын суды дренаждан шығару үшін түтіктер қамтамасыз етілуі керек.

9.4.8 Қабырғалар мен жүктемені азайтатын консольдерінің шығыңқы жерлеріне ағын орнату керек. Топырақ жағында орналасқан ағын тас пен ірі құм қабатымен жабылады.

9.4.9 Төменгі автожол тірек қабырғаларында көмудің көлденең беті кезінде тосқауыл типті қоршауды (темірбетон білеу, парапет түрінде және т.б.) көздеу керек.

9.4.10 Биіктігі 3 м және одан жоғары тірек қабырғалардың жанында қарау және пайдалану қызметін көрсету қолайлығы үшін қабырғалардың ұштары бойынша және әрбір 100 м аралықпен өтпезолдар ұйымдастыру қажет. Өтпезолдардың орнына қабырғаға бекітілген металл баспалдақтар немесе қапсырмалар орнатуға болады. Автомобиль жолдарында өтетін жолдар, баспалдақтар мен қапсырмалар жол жиегінен тыс болуы тиіс.

9.5 Арматопырақты көпір жүйелерін жобалауға қойылатын негізгі талаптар

9.5.1 Көпірдің арматопырақ жүйесі құрылыс алаңының инженерлік-геологиялық жағдайларын ескере отырып, көпірдің жағалаулық еңіспен және кіреберіс үйінділерімен сенімді жанасуын қамтамасыз етуі тиіс.

9.5.2 Көпірдің арматопырақ жүйесі МЕМСТ 32960, МЕМСТ 33390, ҚР ЕЖ 3.03-101, ҚР ЕЖ 3.03-112 сәйкес пайдаланудың есептік мерзімі ішінде барлық жүктемелер мен әсерлерді қабылдауды қамтамасыз етуі тиіс.

10 Жүктемелер мен әсерлер

10.1 Жалпы ережелер

10.1.1 Автокөлік құралдарының нормативтік жүктемелерін және жүктеу сұлбаларын ҚР ЕЖ 3.03-112, ҚР СТ 1380, МЕМСТ 32960,

МЕМСТ 33390 бойынша қабылдау қажет.

10.1.2 Жол жамылғысының салмағы өтпелі тақталардың, тірек қабырғаның және арматопырақ жүйесінің беті бойынша біркелкі бөлінген жүктеме түрінде ескерілуі тиіс.

10.1.3 Көпір құрылыстарының тіректері мен тірек қабырғалары көлденең және тік сыртқы жүктемелердің артқы беттердің құлау призмаларына және автомобиль көлігінің жылжымалы құрамынан, технологиялық жабдықтан, қоймаланатын материалдар мен бұйымдардан түсетін жүктемелерді қоса алғанда, алдыңғы беттердің алдындағы шықпаларына әсерін есептеу қажет.

10.1.4 Жылжымалы көліктен түсетін уақытша нормативтік жүктеме (20-сурет) ҚР ЕЖ 3.03-112 сәйкес тірек қабырға бойымен қозғалу кезінде ендік жолағы b_0 бойынша қарқындылығы эквивалентті біркелкі бөлінген (жолақты) жүктемеге q келтірілген:

- Екі жолақ түріндегі автокөлік құралдарынан АД - $b_0 = 2,5$ м,

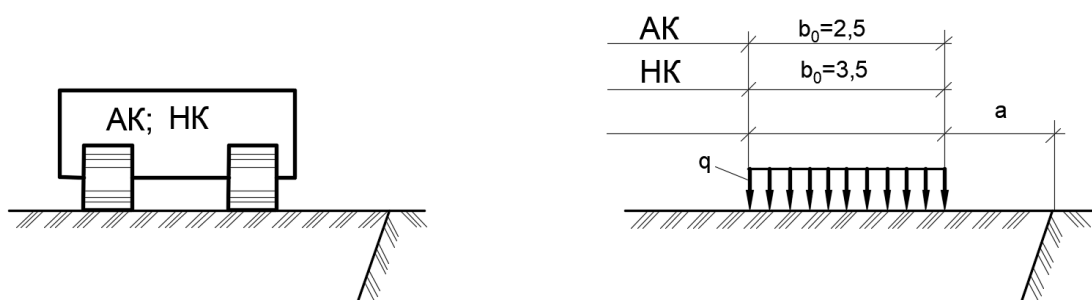
$$q = K (10,85 + y_a \operatorname{tg} \theta_0) / (0,85 + y_a \operatorname{tg} \theta_0) \cdot 2,55, \text{ кПа}, \quad (10.1)$$

мұнда $K = 14$ - негізгі магистральдық жолдар үшін;

$K = 8$ - ішкі шаруашылық жолдар үшін;

$$q = K (10,85 + y_a \operatorname{tg} \theta_0) / (0,85 + y_a \operatorname{tg} \theta_0) \cdot 2,55, \text{ кПа}, \quad (10.2)$$

мұнда $K = 14$ - негізгі магистральдық жолдар үшін;



20-сурет - Жылжымалы көліктен түсетін жүктемелерді балама жүктеме жолағына беру сұлбасы

- Доңғалақты жүрісті бір машинадан түсетін ДЖ - $b_0 = 3,5$ м,

$$q = 112 / (1,9 + y_0 \operatorname{tg} \theta_0), \text{ кПа}; \quad (10.3)$$

10.1.5 Жүктеме бойынша сенімділік коэффициентінің мәндері γ_f шекті күйлердің бірінші тобы бойынша есептеу кезінде 10.1-кесте бойынша қабылдануы тиіс, онда жақшада көрсетілген коэффициент мәндері тұрақты жүктеменің азаюы құрылымның жұмыс жағдайын төмендетуі мүмкін жағдайларда құрылымдардың орнықтылығын есептеуге жатады.

10.1-кесте – Жүктеме бойынша сенімділік коэффициентінің γ_f мәні

Жүктемелер	Жүктеме бойынша сенімділік коэффициенті γ_f
Тұрақты Құрылымның өзіндік салмағы, топырақтың табиғи күйдегі салмағы, жер асты суларының гидростатикалық қысымы	1,1 (0,9)
Тығыздалған топырақтың салмағы	1,15 (0,9)
Топырақтың салмағы	1,2 (0,9)
Жүру бөлігі мен жаяужолдардың жол жамылғысының салмағы	1,5
Уақытша ұзақ АД автомобильдер легінен, жабдықтардан, қоймаланатын материалдардан, аумақта біркелкі бөлінген жүктеме	1,2
Уақытша қысқа мерзімді Доңғалақты НЖ-80 және шынжыр табанды НЖ-60 жүктемеден	1,0
АБавтомобильдер легінен	1,1

Уақытша жүктеме үшін сенімділіктің динамикалық коэффициенті бірлікке тең қабылданады.

10.1.6 Жолдың қисық сызықты телімдеріндегі ортадан тепкіш күштерден горизонталь және көлденең жүктемелер тірек қабырғаларын есептеу кезінде ескерілмейді.

10.1.7 Құлау призмасына нақты жүктемелер болмаған кезде тіреу қабырғалары (көлбеу жерлерде орналасқандардан басқа) Н-10 автомобиль жүктемесін қамтитын қарқындылығы 10 кПа уақытша нормативтік біркелкі бөлінген жүктемені ескере отырып есептеледі.

10.2 Өтпелі тақталарға түсетін жүктеме

10.2.1 ҚР ЕЖ 3.03-112 6.3.1-т. сәйкес автокөлік құралдарынан нормативтік уақытша тік жүктеме қабылданады:

а) АК жолақтары түрінде (19-суретті қараңыз), олардың әрқайсысы 10 К (кН) осьтік жүктемесі бар бір екі осьті арбаны және v қарқындылығы біркелкі бөлінген жүктемені қамтиды (екі сорапқа) - k (кН/м), мұндағы s – ұзындық, м, дөңгелектің жүру бөлігінің жамылғысымен бар доңғалақтың жанасу ұзындығы.

Барлық көпір құрылыстары үшін жүктеме класын К 14-ке тең етіп қабылдау қажет.

б) А14 жүктемесіне жобаланған көпірлер мен құбырлар үшін оське 24,5 к (кН) жүктемесі бар Н14 төрт осьті арба түрінде.

10.2.2 Жолдың қисық сызықты телімдеріндегі ортадан тепкіш күштерден горизонталь және көлденең жүктемелер тірек қабырғаларын есептеу кезінде ескерілмейді.

10.2.3 Құлау призмасына нақты жүктемелер болмаған кезде, тірек қабырғалары (көлбеу жерлерде орналасқандардан басқа) қарқындылығы 10 кПа уақытша нормативтік біркелкі бөлінген жүктемені ескере отырып есептеледі.

10.2.4 Көпірді көрсетілген жүктемелермен жүктеу есептелетін элементтерде барынша көп күшпен, нормалармен белгіленген құрылымдарда барынша көп орын ауыстырулар (деформациялар) жасауы тиіс. Бұл ретте:

- көпірге орналастырылатын жүктеме жолақтарының саны қозғалыс жолақтарының белгіленген санынан аспауы тиіс;

- аралас жүктеме жолақтарының осьтері арасындағы қашықтық кемінде 3,0 м болуы тиіс;

- әрбір бағытта көп жолақты қозғалыс кезінде және көпірде бөлу жолағы болмаған кезде әрбір бағыттағы жүктеменің шеткі ішкі жолағының осі осьтік сызықтан немесе қозғалыс бағытын бөлетін сызықтан 1,5 м жақын орналаспауы тиіс.

10.2.5 ҚР ЕЖ 3.03-112 бойынша беріктік және орнықтылық бойынша көпірлердің құрылымдарын есептеу кезінде АД жүктемесінің әсер етуінің екі жағдайын қарау керек:

- біріншісі - жүру бөлігінде (қауіпсіздік жолақтары кірмейтін) жолақтар санынан аспайтын жүктеме жолақтарының санын тиімсіз орналастыруды көздейді;

- екіншісі - жүк тиелмеген жаяужолдарда екі жүктеме жолағын (бір жолақты көпірлерде – бір жүктеме жолағын) жүру төсемесінің бүкіл еніне тиімсіз орналастыруды көздейді.

Бұл ретте АД жүктемесінің шеткі белдеулерінің осьтері жүру бөлігінің жиегінен – бірінші және жүру төсемінің қоршауынан – екінші жағдайларда 1,5 м жақын орналаспауы тиіс.

10.2.6 Құрылымдарды төзімділікке есептеу кезінде және екінші топтың шекті жай-күйі бойынша АД жүктемесінің әсер етуінің бірінші жағдайын ғана қарастыру керек.

Қаралып отырған қимада бірнеше күш факторларының бірлескен әсерін айқындау кезінде әрбір фактор үшін АД жүктемесін ең қолайсыз жағдайға белгілеуге жол беріледі.

10.2.7 ДЖ ауыр бір реттік жүктемені қозғалыс бағыты бойынша көпірдің жүру бөлігінің кез келген телімінде (оған қауіпсіздік жолақтары кірмейді) орналастыру керек. ДЖ жүктемесінің осі жүру бөлігінің жиегінен 1,75 м жақын орналаспауы тиіс. ДЖ жүктемесі жаяужолдардағы уақытша жүктемемен, сейсмикалық жүктемелермен, сондай-ақ құрылымдарды төзімділікке есептеу кезінде ескерілмейді. Екінші шекті жағдай бойынша есептегенде ДЖ жүктемесі 0,8 коэффициентімен қабылданады.

10.2.8 Жүру бөлігітөсемесінің қалыңдығы шегінде қысымның таралуын 45° бұрышпен қабылдау қажет.

10.3 Топырақтың тірекке көлденең қысымы

10.3.1 Топырақтың меншікті салмағынан стандартты көлденең қысымды анықтау кезінде топырақтың ішкі ілінісуінің әсерін ескеру қажет.

10.3.2 Көлденең қысымды есептеуде негіздердің артқы бетіне топырақтың үйкеліс күші ескерілмейді.

10.3.3 Топырақтың көлденең қысымын кемінде 5 жыл тұрған қағылған, шайылған қадаларда немесе төгілген үйінділерде ескермеу керек.

Көлденең қысымды тек жоғарыдан төселген топырақта ескеру керек: үйіндінің жоғарғы жағындағы белгіден жоғары - топырақтың белсенді көлденең қысымы, төмен – артық қысым.

10.3.4 Негіздердің артқы бетіне E_1 (тс) көлденең қысымның нормативтік мәнінің нәтижесі (20-сурет) $Z_1 \geq h_B$ кезінде үйілмелі байланысты топырақтың меншікті салмағынан (табиғи бетінен жоғары) мынадай формула бойынша анықтауға жол беріледі:

$$E_1 = \frac{1}{2} e_1 (H - Z_1) \cdot B, \quad (10.4)$$

мұнда - топырақтың көлденең қысымы төмендегі формула бойынша анықталады $тс/м^2$:

$$e_1 = e_{x1} - e_{c1} = \gamma^H H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi^H}{2} \right) - 2c \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi^H}{2} \right)$$

γ^H - топырақтың көлемдік салмағының нормативтік мәні, $тс/м^3$;

φ^H - топырақтың ішкі үйкеліс бұрышының нормативтік мәні, град.;

C^H - топырақтың ішкі ілінісуінің нормативтік мәні, $тс/м^2$;

H - топырақтың есептік қабатының биіктігі, м, оның негізінен жол жамылғысының жоғарғы жағына дейін есептегенде;

B - көлденең қысым әсер ететін (бөлінетін) артқы беттің жазықтығындағы негіздің ені, м.

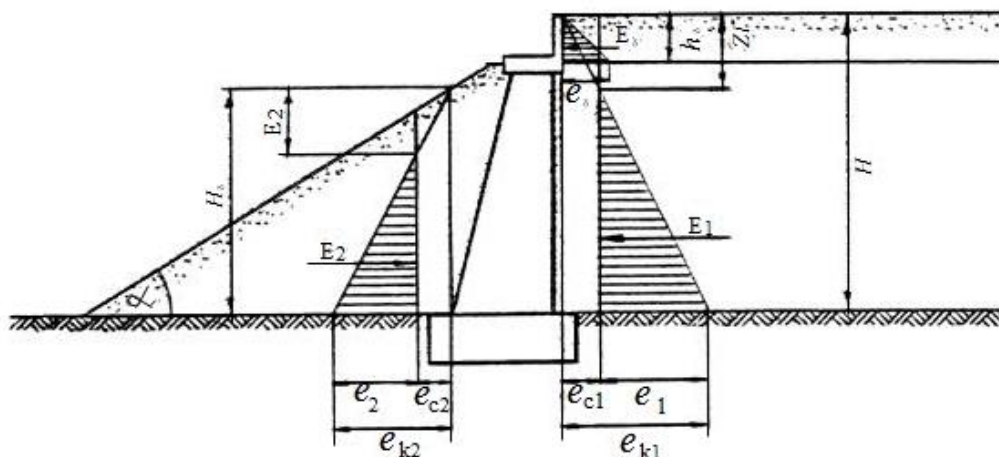
Z_1 шамасы (20-суретті қараңыз) төмендегі формула бойынша аныталады:

$$Z_1 = \frac{2C^H}{\gamma^H} \cdot \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi^H}{2} \right) \quad (10.5)$$

Егер $Z_1 < h_\delta$ ал тең әрекет ететін E_1 іргетастың еніне трапецеидальді қысым эпюрасының ауданы көбейтіндісі ретінде анықталса, үйінділі байланысқан топырақтың салмағынан тіректің көлденең қысым эпюралары төбесімен шектеледі.

10.3.4 Жаппай тұтас тірек үшін есептік ретінде оның толық енін, ал тіреулерден немесе қадалардан жасалған негіз үшін - үйіндіге қараған қалыңдықтардың сомасын қабылдау қажет. Көрсетілген элементтердің көлденең қимасының дөңгелек түрінде олардың диаметрі мөлшерінің қосындысы 0,9 коэффициентіне көбейтіледі.

10.3.5. Еңіс үйіндінің жоғарғы бөлігінің себілмелі құрғататын топырағының меншікті салмағынан негіздің артқы бетіне бір E_δ ($тс$) көлденең қысымының әсер ететін нормативтік мәні мынадай формула бойынша анықталады (21-сурет)



21-сурет - Тірек түріндегі іргетастармен, таяз төсеумен, қадалармен және терең төсеумен іргетастарға топырақ қысымын есептеу сұлбасы

$$E_{\partial} = \frac{1}{2} e_{\partial} \cdot h_{\partial} \cdot B, \quad (10.6)$$

мұнда - құрғататын топырақтың көлденең қысымы, тс/м² қабат табанының деңгейінде;

$$E_{\partial} = \gamma^H \cdot h_{\partial} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^{\circ} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

h_{∂} - құрғататын топырақ қабатының биіктігі, м, оның негізінен жол жамылғысының жоғарғы жағына дейін.

10.3.6 Топырақтың аралық жақтан тірекке түсетін көлденең қысымының нормативтік мәні E_2 белсенді қысым түрінде ескерілуі керек.

10.3.7. Көлденең қысымның алдыңғы беттен тірекке түсетін біркелкі әсер ететін қысымының нормативтік мәні E_2 (тс) (10.2-суретті қараңыз) себілмелі байланысқан топырақтың өз салмағынан (табиғи бетінен жоғары) мынадай формула бойынша анықталуы тиіс:

$$E_2 = \frac{1}{2} e_2 \cdot (H_2 - Z_2) \cdot B, \quad (10.7)$$

мұнда - формула бойынша анықталатын топырақтың көлденең қысымы тс/м²;

$$e_2 = 0,8 e_{x2} = 0,8 \gamma^H H_2 \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \sin \left(45^{\circ} - \frac{\varphi^H}{2} \right)}{\cos \left(45^{\circ} - \frac{\varphi^H}{2} - \alpha \right) \cdot \operatorname{tg} \left(45^{\circ} + \frac{\varphi^H}{2} \right)}$$

α – конусты горизонтқа түзейтін еңіс бұрышы және топырақтың табиғи бетінің деңгейі, град.;

H_2 - топырақтың табиғи бетінен конустың түзілуіне дейінгі қашықтық, іргетастың алдыңғы беті бойымен тігінен өтеді, м;

Z_2 - топырақ қысымы жоқ тереңдік, м.

10.3.8 Топырақтың өз салмағынан көлденең қысымның есептік мәнін ең үлкен есептік жиынтық әсер беретін мәнге байланысты 1,2 немесе 1,0 артық жүктеме коэффициентімен оның нормативтік мәніне тең деп қабылдау керек.

10.4 Тірек қабырғаларға түсетін жүктемелер мен әсерлер

10.4.1 Табиғи бітімді топырақ сипаттамаларының мәндері, әдетте, далалық немесе зертханалық жағдайларда тікелей сынау және МЕМСТ 20522 бойынша олардың нәтижелерін статистикалық өңдеу жолымен анықталады. Олар төмендегідей белгіленеді:

- нормативтік - γ^H , φ^H және c^H ;

- шекті жағдайлардың бірінші тобы бойынша есептеулер үшін - γ_I , φ_I және c_I ;

- шекті жағдайлардың екінші тобы бойынша есептеулер үшін - γ_{II} , φ_{II} және c_{II} .

Практикалық есептеулер үшін топырақтың меншікті салмағын γ оның орташа мәнін бағалаудың дәлдік көрсеткішін ескере отырып алуға болады.

φ және c үшін олардың ең төменгі мәндері ғана қабылданады.

Тікелей анықтамалар болмаған кезде, топырақтардың φ , c және E топырақтары бұзылмаған, олардың φ^H және c^H нормативтік мәндерін бойынша қабылдауға рұқсат етіледі. Бұл ретте осы сипаттамалардың есептік мәндері мынадай болып қабылданады:

$$\gamma_I = 1,05\gamma^H, \gamma_{II} = \gamma^H; \quad \varphi_I = \varphi^H/\gamma_\varphi, \varphi_{II} = \varphi^H; \quad c_I = c^H/1,5, c_{II} = c^H,$$

мұнда γ_φ -топырақ бойынша сенімділік коэффициенті құмды топырақтар үшін 1,1 және шаңды-сазды топырақтар үшін 1,15 тең деп қабылданады.

10.4.2 k_y тығыздау коэффициентімен тығыздалған көмбе топырақтарының сипаттамаларының мәнін олардың табиғи қосылым тығыздығынан 0,95 кем емес, осы топырақтардың қасиеттері бойынша табиғи төсемде орнатуға рұқсат етіледі. Толтыру және табиғи қосу топырақтарының сипаттамалары арасындағы қатынастар келесідей қабылданады:

$$\gamma_{II}' = 0,95\gamma_{II}; \varphi_{II}' = 0,9\varphi_{II}; c_{II}' = 0,5c_{II}, \text{ но не более } 7 \text{ МПа};$$

$$\gamma_{II}' = 0,95\gamma_{II}; \varphi_{II}' = 0,9\varphi_{II}; c_{II}' = 0,5c_{II}, \text{ но не более } 10 \text{ МПа}.$$

Төсеу тереңдігі 3 м және одан аз құрылыстар үшін c_I' көму топырағының үлестілігінің шекті мәндері - 5 кПа - дан, ал c_{II}' - 7 кПа-дан аспауы тиіс. Биіктігі 1,5 м кем құрылыстар үшін c_I' мәнін нөлге теңдеп қабылдау керек.

10.4.3 Шектік үйлердің бірінші тобы бойынша есептеулерде топырақтың меншікті салмағынан қысымды анықтау кезінде топырақтың үлес салмағының мәні γ және γ' белгісін 10.1-кестеге сәйкес жүктеме бойынша сенімділік коэффициенттеріне көбейту қажет.

10.4.4 Тірек қабырғаға топырақтың қысымы белсенді E_a деп аталады. Егер қабырға оған қолданылатын ығысу күштерінің әсерінен жерге қарай жылжуға тырысса, онда ол топырақ жағынан пассивті қысым немесе E_{II} қайтару деп аталатын қарсылыққа тап болады.

10.4.5 Қабырға артындағы жердің көлденең беті және онда P_0 жүктемесінің болмауы, тік қабырға және қабырға мен топырақ арасында үйкелістің болмауы жағдайы үшін жер бетінен z тереңдікте жатқан нүктеде P_a топырағының белсенді қысымының қарқындылығы формуламен анықталады (топырақтың ілінуін есепке алмағанда):

$$P_a = \gamma_w z * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.8)$$

Пассивті қысым P_{II} үшін:

$$P_{II} = \gamma_w z * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.9)$$

мұнда P_a , P_{II} – жер бетінен z тереңдікте жатқан нүктедегі белсенді және пассивті қысым (21-сурет);

γ – көму топырағының көлемді салмағы;

φ – толтырудың ішкі үйкеліс бұрышы.

10.4.6 Ілінісуді ескере отырып, тік қабырғаның кез-келген нүктесіндегі қысым тең болады:

- белсенді

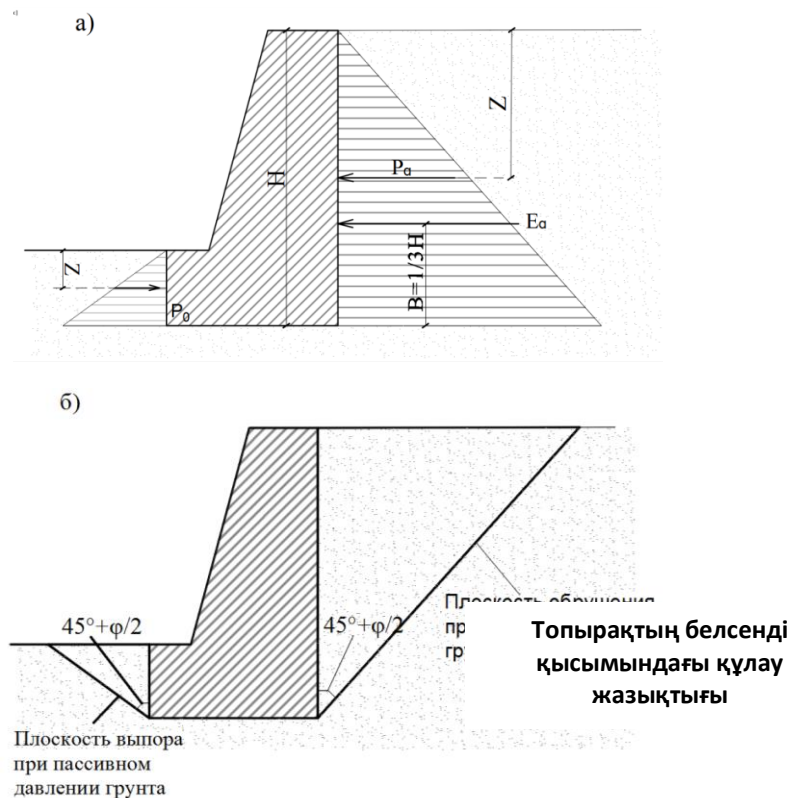
$$P_a = \gamma_w z * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.10)$$

- пассив

$$P_{II} = \gamma_w z * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.11)$$

10.4.7 P_a және P_p қысымының таралу эпюралары 18, а суретте көрсетілген. 22, б суретте құлау (белсенді қысым кезінде) және топырақтың шығуы (пассивті қысым кезінде) болатын бұрыштарды көрсетеді.

10.4.8 Егер толтырудың көлденең бетінде біркелкі бөлінген жүктеме P_0 әрекет етсе, онда топырақтың белсенді қысымын есептеу үшін ол h қуаттылықпен толтырылатын топырақ қабатымен ауыстырылады (23-сурет)



а-белсенді қысымның таралу диаграммасы; пассивті қысымның (кері қайтарудың) тірек қабырғаға таралу диаграммасы; б-құлау (белсенді қысым кезінде) және топырақты таңдау (пассивті қысым кезінде) болатын жазықтықтар; P_a және $P_{пз}$ тереңдігінде қабырғаға белсенді және пассивті қысым; E_a - қабырғаға түсетін толық белсенді қысым

22-сурет - Тіреу қабырғасына топырақ қысымын анықтау

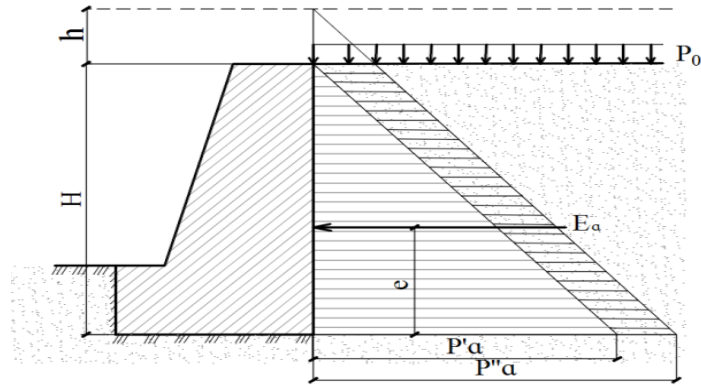
$$h = \frac{P_0}{\gamma_w} \quad (10.12)$$

мұнда γ_w - көму топырағының көлемді салмағы.

Онда (10.37) формула келесіндей түрленеді:

$$P_a = \gamma_w(z + h) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.13)$$

(108) формуласы бойынша қысымның таралу эпюралары 22-суретте көрсетілген.



P'_a - жүктеме жоқ; P''_a - біркелкі бөлінген жүктемемен P_0 қабырға артындағы жер бетінде

23-сурет - Тіреу қабырғасына түсетін қысымның таралу эюралары

10.4.9 Биіктігі H қабырғаға біркелкі байланыссыз топырақтың толық белсенді қысымы E_a мына формула бойынша анықталады:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_w H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.14)$$

Қабырға іргетасының табанынан күшті қолдану нүктесінің қашықтығы E_a :

$$e = \frac{1}{3} H \quad (10.15)$$

10.4.10 Топырақ бетінде біркелкі бөлінген жүктеме P_0 болған кезде (26-сурет):

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_w H (H + 2h) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.16)$$

Қабырға іргетасының табанынан күшті қолдану нүктесінің қашықтығы, E_a үлкен жүктемеде P_0 (22-сурет):

$$e = \frac{H H + 3h}{3 H + 2h} \quad (10.17)$$

10.4.11 Толық пассивті қысым мынаған тең:

$$E_n = \frac{1}{2} \gamma_w H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.18)$$

Топырақтың ілінісуін ескере отырып, қабырғаға топырақтың толық белсенді қысымы C_w төмендегі формуламен көрсетіледі:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_w H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2c \left[H * \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - \frac{c_w}{\gamma_w} \right] \quad (10.19)$$

10.4.12 Іліністі ескере отырып, топырақтың толық пассивті қысымы (кері қайтару) мынаған тең:

$$E_{\text{п}} = \frac{1}{2} \gamma_w H^2 * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2cH \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.20)$$

Соңғы жағдайда қабырға негізінің табанынан пассивті қысымды қолдану нүктесі (18, а сурет):

$$e = \frac{H}{3} * \frac{a+2d}{a+d} \quad (10.21)$$

11 Жағалық тіректерді есептеудің жалпы ережелері

11.1 Тіректердің жазық ығысуы

11.1.1 Тіректердің жазық ығысуын есептеуде артқы және алдыңғы жақтардағы (топырақтың табиғи бетінен жоғары) байланыстырылған топырақтың көлденең белсенді қысымынан басқа, қатты табанмен таяз және терең іргетастың іргетасындағы, сондай-ақ табиғи қысындылы топырақтарға ккмілгентақтасы бар іргетастардың қадаларында, қабықтарында немесе тіректерінде топырақтың шамадан тыс көлденең қысымын ескеру қажет. Табаны топырақтың табиғи бетінен жоғары орналасқан тақтасы бар іргетастар үшін артық қысым ескерілмейді.

11.1.2 Табиғи беттен төмен іргетасқа топырақтың шамадан тыс көлденең қысымы іргетастың тереңдігі, оның құрылысының ерекшеліктері мен үйіндінің өлшемдері шегінде топырақтың түріне байланысты анықталады (20-сурет).

11.1.3 Табиғи бет деңгейіндегі e_H топырақтың көлденең қысымының есептік мәні 11.1-кесте бойынша қабылданады, қауіпсіздік коэффициенті $K_T = 1$ болғанда.

11.1-кестеде қабылданды:

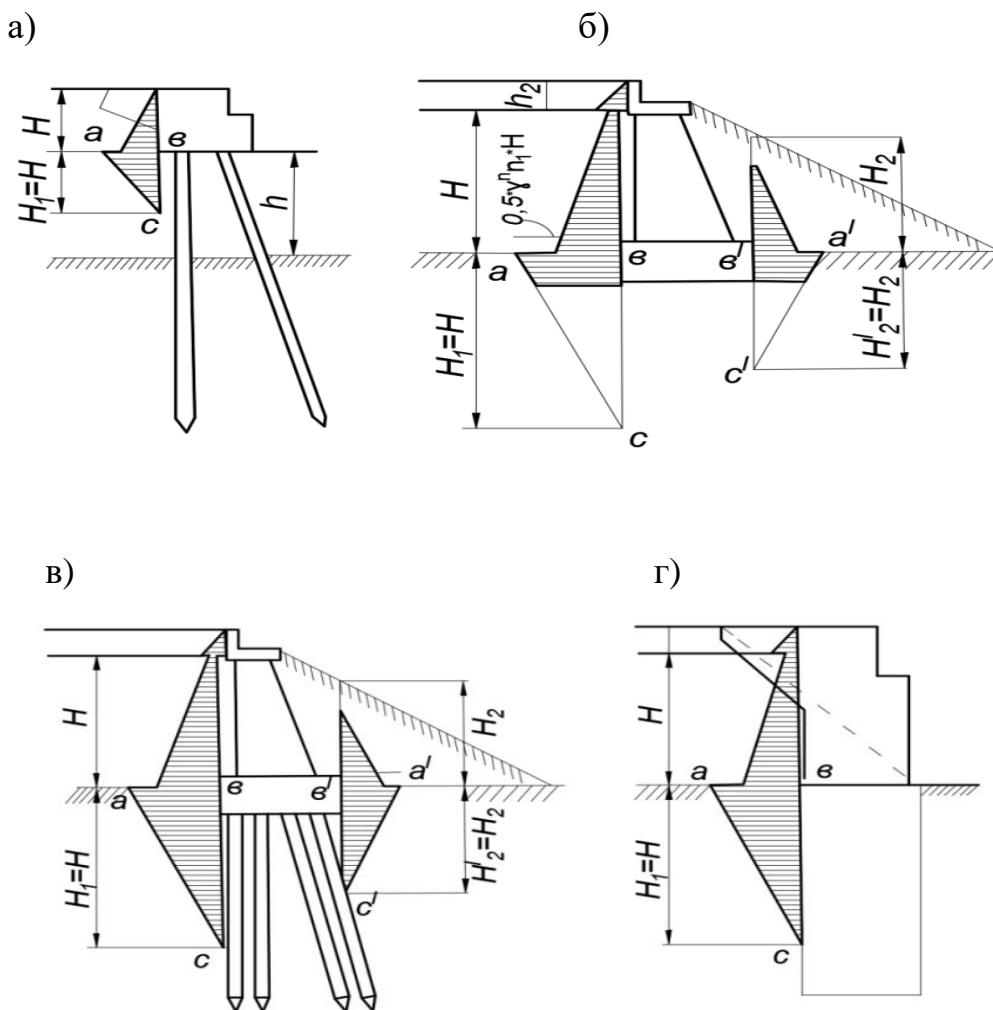
γ^H - топырақтың көлемдік салмағының нормативтік мәні, тс/м³;

n_l - үйіндінің ені мен биіктігінің топырақтың артық көлденең қысымының шамасына әсерін ескеретін коэффициент 11.2-кесте бойынша анықталады.

11.1.4 Конустың салмағынан себілмелі негіздің алдыңғы бетіне топырақтың көлденең қысымы (20, а және б суреті) табиғи бет деңгейінде 11.1-кестеде келтірілген шамалардың 2/3 тең шартты түрде қабылданады. H ретінде топырақтың табиғи бетінен массивтік іргетастың немесе қадалық іргетас тақтасының алдыңғы беті бойымен өтетін конустың түзілуіне дейінгі H_2 қашықтық қабылданады.

1.1.5 $e_H = 0,5\gamma^H n_l H$ мәндерінде қысымның таралуының есептік тереңдігі шартты түрде H_1 -ге тең деп қабылданады (24, в сурет). e_H басқа мәндерінде

қысымның таралу тереңдігі сәйкесінше артады немесе азаяды. Мұндай жағдайларда H_1 есептік тереңдігі көлденең аяқтардың шамалары (E_H мәні) белгілі болатын топырақ қысымы эпюраларының үшбұрыштарының ұқсастық жағдайын қарастырудан анықталады, ал H_1 мәні ізделеді. Сол сияқты H ретінде H_2 биіктігін қабылдай отырып, конус жағынан қарсы қысымды анықтау қажет.



а – төрт тағанды типі; б - ұсақ төселген; в - қадалы; г - терең төселген

24-сурет – Топырақтың іргетастары бар тіректерге түсетін қысымын есептеу сұлбасы

11.1-кесте - Көлденең қысымның нормативтік мәні

№ р/б	Топырақтар	Топырақтың табиғи бетінің деңгейіндегі көлденең қысымының E_H нормативтік мәні ($тс/м^2$)
1	Тығыз құмдар, қиыршық тастар, малтатастар, саздақтар және жартылай қатты саздар	$0,35 \gamma^H n_1 H$

2	Орташа тығыздықтағы құмдар мен құмдақтар, тығыз илемді саздақтар мен саздар	$0,50 \gamma^H n_1 H$
3	Құмдар мен құмдақтар, борпылдақ шаңды құмдар, жұмсақ илемді саздар мен саздақтар	$0,65 \gamma^H n_1 H$
4	Саздақтар, саздар мен тұнбалар аууышилемді және аққыш консистенциялы	$0,75 \gamma^H n_1 H$

11.2-кесте - n_1 коэффициентінің мәні

n_1 коэффициентінің мәні		
Үйіндінің үстіңгі жағаның ені, м	Үйіндінің биіктігі, и	
	10	30
10	0,6	0,7
20	0,7	0,8
30	0,8	0,9
40	0,9	1,0

Ескертпелер: 1. Үйіндінің үстіңгі жағының ені 10 м-ден кем болғанда n_1 коэффициентінің мәнін ені 10 м секілді қабылдау қажет.

2. Үйіндінің биіктігі мен енінің аралық мәндері үшін n_1 коэффициентінің мәнін интерполяция арқылы анықтайды.

11.1.6 Егер артық көлденең қысым эпюрасының жоғарғы жағы іргетастың астында орналасса, онда оның түбін табанының деңгейімен шектеу керек.

1.1.7 Тақта табанынан төмен іргетасқа әсер ететін топырақтың шамадан тыс көлденең қысымының шамаларын осы күштердің C және C_1 шартты нүктесіне қатысты моменттерінің қосындысының қатынасын алып, табан деңгейіне келтіру ұсынылады (25-сурет) немесе қадалардың ұшының деңгейіне қатысты, егер топырақтың шамадан тыс көлденең қысымының эпюрасының жоғарғы жағы іргетастың астында орналасса - осы шартты нүктеден тақтаның табанына дейінгі қашықтыққа.

11.1.8 Тіректерді сырғуға қарсы есептеу мынадай формула бойынша жүргізілуі тиіс:

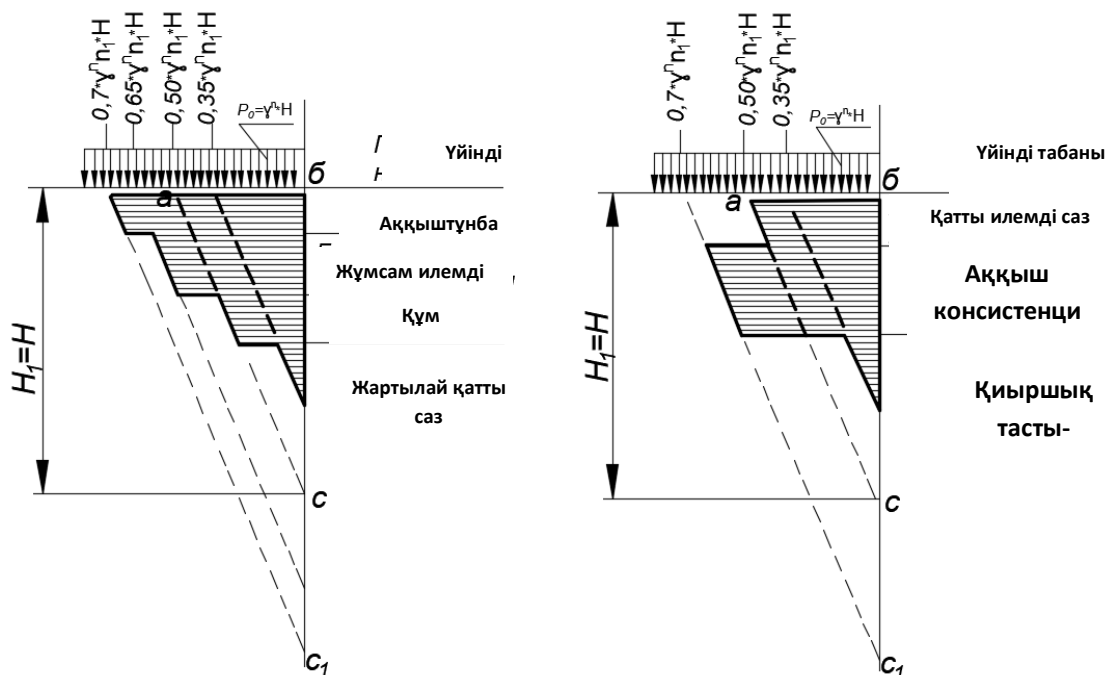
$$\frac{\sum E_i}{f \sum G_L} \leq m, \quad (11.1)$$

мұнда $\sum E_i$ - тексерілетін қимаға параллель әрекет ететін барлық белсенді күштердің қосындысы, тс;

f - 11.1.10-т. сәйкес қабылданатын үйкеліс коэффициенті ;

G_L - тексерілетін қимаға перпендикуляр барлық белсенді күштердің қалыпты құраушылары, тс;

$m \leq 0,8$ - жұмыс жағдайларының коэффициенті.



25-сурет- Кіреберіс үйіндісінің салмағынан табиғи бетінен төмен топырақтың артық көлденең қысымын есептеу сұлбасы

11.1.10 Тіректердің сырғуға қарсы тұрақтылығын тексеруді судың ең жоғары деңгейі кезінде топырақ бойынша іргетас табанының үйкеліс коэффициенттерінің мынадай мәндері кезінде оның өлшемдік әсерін ескере отырып жүргізген жөн:

- сабыналу беті бар саз және жартасты топырақтар үшін (сазды әктастар, сазды тақтатастар және т. б.):

су басқан кезде	0,1
ылғал күйінде	0,23
кұрғақ күйінде	0,30
саздақтар мен құмдақтар үшін	0,30
құмдар үшін	0,40
қиыршық тасты және малта тасты топырақтар үшін	0,50
сабындалмайтын беті бар тасты жыныстар үшін	0,60

11.2 Дөңгелек цилиндрлік бет бойынша топырақпен бірге тіректердің терең ығысуы

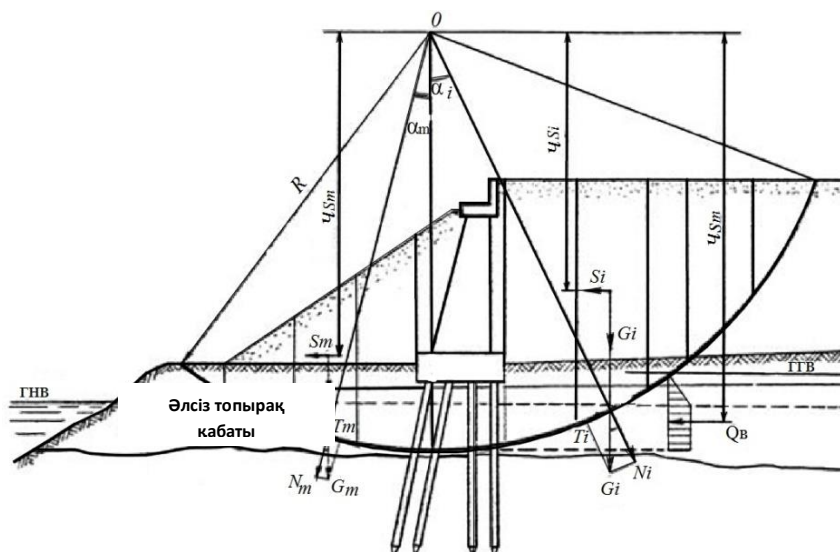
11.2.1 Тік еңістерде орналасқан іргетастар, сондай-ақ биіктігі 10 м-ден асатын үйіндісі бар іргетастар, егер тірек қабатының астында әлсіз сазды топырақ қабаты немесе саз төселген сүмен қаныққан топырақ қабаттары

болса, терең ығысуға қарсы тұрақтылыққа сүйену керек (іргетастың дөңгелек цилиндрлік сырғанау беті бойымен топырақпен бірге жылжуы).

11.2.2 Есептеу кезінде ең қауіпті дөңгелек цилиндрлік сырғу бетінің радиусы мен ортасының орнын әрекет әдісімен анықтайды. Сырғу беті, сырғу беті қиылысатын қадаларды (оның шегінде әлсіз топырақ қалыңдығы болған кезде) қабылдау керек қада іргетастардың орнықтылығын тексеру жағдайларын қоспағанда, іргетастың денесін кесіп өтпеуі тиіс.

11.2.3 Дөңгелек цилиндрлік бет бойынша сырғуға қарсы есептеу мынадай түрде жүргізіледі.

R радиусының еркін, бірақ ықтимал цилиндрлік сырғанау беті үшін O айналу центріне қатысты ығысу күштерінің $M_{сд}$ моментінің сол орталыққа қатысты ұстау күштерінің шекті сәтіне қатынасы анықталады (26-сурет). $M_{пп}$ шекті сәтін анықтау кезінде қадаларды кесіп өтетін дөңгелек цилиндрлік бет бойынша топырақтың сырғитын массивінің сырғуына қадалардың кедергісі есепке алынбайды, бұл тұрақтылықтың қосымша қорын қамтамасыз етеді.



26-сурет - Дөңгелек цилиндрлік бет бойынша топырақпен бірге терең ығысуға қарсы тұрақтылықты есептеу сұлбасы

Оларды келесі формулалар бойынша анықтау қажет:

$$M_{сд} = \sum_{i=1}^n N_i R \quad (11.2)$$

$$M_{пп} = R [\sum_{i=1}^n N_i \operatorname{tg} \varphi_i^H + \sum_{i=1}^n C_i^H L_i B_i] \quad (11.3)$$

мұнда $T_i = G_i \sin \alpha_i$ - массивтің i -ші бөлігінің салмағын жылжыту құрамы, тс;

G_l - екі тік жазықтықтың, те арасында орналасқан массивтің i -ші бөлігінің салмағы; қадаларды кесіп өтетін ығысу беті кезінде негіздің салмағы және аралық құрылыстың салмағынан қысым ескерілмейді; ұсақ іргетастың құрылысы (қазаншұңқырда) жағдайында бұл күштерді ескеру қажет;

Егер i телім шегіндегі сырғу беті су өткізгіш қабат (күм, күмдақ) бойынша немесе су өткізгіш және су өткізбейтін қабаттар шекарасы бойынша өтетін болса, онда G_i салмағын есептік тасқын кезінде су деңгейінен төмен орналасқан топырақты гидростатикалық өлшеуді ескере отырып айқындаған жөн;

α_i -бұрыш, град. G_l күшінің әрекет ету бағытының сырғу бетімен қиылысу нүктесінде айналу орталығынан жүргізілген тік және радиус арасында (арылық жағына қарай жылжитын күштердің әрекеті жағдайында оң, ал кіреберіс үйіндісі жағына жылжитын күштердің әрекеті жағдайында теріс қабылданады);

$N_i = G_i \cos \alpha_i$ -массивтің i -ші бөлігінің салмағының қалыпты (сырғанау бетіне) құраушысы, т;

φ_i^H және C_i^H - i -ші телім шегінде сырғу бетімен қиылысатын ішкі үйкеліс бұрышы мен топырақтың меншікті адгезиясының нормативтік мәндері, град, тс / м²;

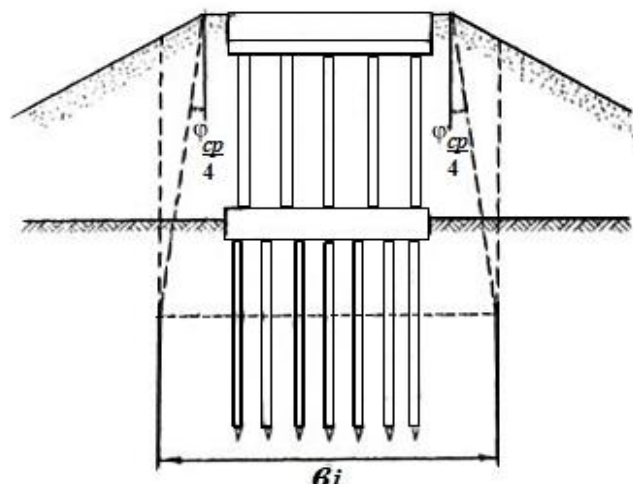
L_i -массивтің i -ші телімінің сырғу бетінің доғасының ұзындығы, м;

B_i - i -ші телім шегіндегі топырақтың сырғу бетінің орташа (шартты) ені, бірақ үйінді табанының енінен аспайды (27-сурет);

n_i - топырақ массиві тік жазықтықтармен бөлінген телімдер саны ($n \geq 8$).

11.2.4 Сырғымалы массивті тік жазықтықтармен бөлуді әрбір бөлінген бөлік шегіндегі ығысу беті массаларға топырақтың бір қабатынан өтетіндей етіп жүргізу қажет.

11.2.5 $M_{сд}$ және $M_{пр}$ мәндері O нүктесінің позицияларымен және R радиусының мәндерімен ерекшеленетін бірнеше еркін берілген, бірақ ықтимал цилиндрлік сырғу беттері үшін анықталады.



27-сурет - Топырақ массивінің сырғу енін анықтау және оның сұлбасы

11.2.6 Барлық осы сырғанау беттері үшін есептелген $M_{сд}/M_{пр}$ қатынастарының ең үлкені шартты қанағаттандыруы қажет

$$\left(\frac{M_{сд}}{M_{пр}}\right)_{max} \leq m_{сд} \quad (11.4)$$

мұнда $m_{сд}$ - егер сырғу беті қадалармен қиылыспаса, 0,7-ге тең және қиылысса, 0,8-ге тең болатын жұмыс жағдайларының коэффициенті.

12 Тірек қабырғаларын есептеудің жалпы ережелері

12.1 Жазық ығысу

Көлденең жүктемені қабылдайтын құрылыстар іргетастың табаны бойымен жылжу үшін тексеріледі. Жалпы жағдайда табан бойынша ығысуға тұрақтылық коэффициенті келесі формуламен анықталады (24-сурет):

$$k_{зан} = \frac{(P-U) \operatorname{tg} \varphi + \omega c + (E_{nn} - E_{an})}{(Q_6 - Q_n) + (E_{ав} - E_{an})} \quad (12.1)$$

мұнда P – құрылыстың салмағы;

U – іргетастың табанына гидростатикалық қысымға қарсы (іргетастың табанын жоғары жер асты суы болған жағдайды);

φ – іргетастың табаны бойынша үйкеліс бұрышы (іргетастың табаны - топырақ);

c – іргетастың табанындағы ілінісу (іргетастың табаны - топырақ);

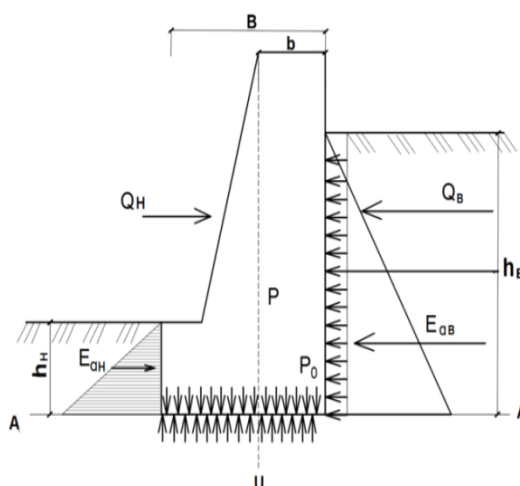
ω – іргетас табанының алаңы;

$E_{ав}, E_{ан}$ – топырақтың толық жоғарғы және төменгі белсенді қысымы;

$E_{пн}$ – топырақтың төменгі пассивті қысымы;

$Q_в, Q_н$ – құрылыстың жоғарғы және төменгі жағынан түсетін ығысу күштері.

$E_{пн}$ төменгі жағындағы топырақтың пассивті қысымын ескерместен формула (12.1) келесі түрге ие:



28-сурет - Іргетастың табаны бойымен жылжуға көлденең жүктемені қабылдайтын құрылымның тұрақтылық қорының коэффициентін есептеу сұлбасы

$$k_{зан} = \frac{(P-U) \operatorname{tg} \varphi + \omega c}{(Q_в - Q_н) + (E_{ав} - E_{ан})} \quad (12.2)$$

Егер ығысу кедергісінің сызықтық тәуелділігін $s_p = p \operatorname{tg} \varphi_W + c_W$ түрінде берсе:

$$F_p = \frac{s_p}{p} = \operatorname{tg} \varphi_W + \frac{c_W}{p}, \quad (12.3)$$

(12.2) көрінісін келесіндей жазуға болады:

$$k_{зан} = \frac{(P-U) F_p}{(Q_в - Q_н) + (E_{ав} - E_{ан})}. \quad (12.4)$$

мұнда F_p – қалыпты жүктеме p кезіндегі ығысу кедергісінің коэффициенті.

12.2 Домалақ цилиндрлік сырғу беті

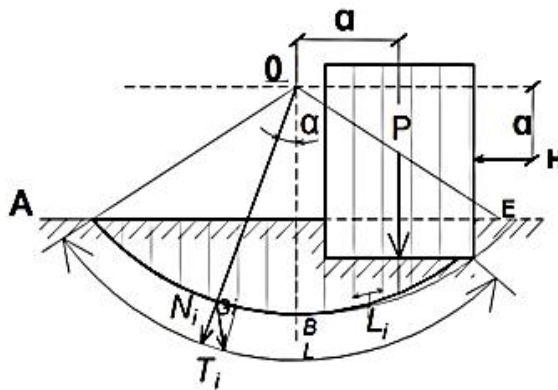
Жердің көлденең беті жағдайы үшін домалақ цилиндрлік сырғу беті әдісі бойынша құрылыстың тұрақтылығын бағалау мынадай формула бойынша жүргізіледі:

$$k_{зап} = \frac{\sum G_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i R + \sum c_i l_i R}{Pd + Ha} \quad (12.5)$$

немесе, $\cos \alpha_i = 1$ қабылдап:

$$k_{зап} = \frac{\sum G_i \operatorname{tg} \varphi_i R + \sum c_i l_i R}{Pd + Ha} \quad (12.6)$$

мұнда G_i – есептеу блогының салмағы (29-сурет);



29-сурет - Домалақ цилиндрлік айналу беті бойымен көлденең жүктемесін H қабылдайтын құрылымның тұрақтылығын есептеу сұлбасы

α_i – G_i күшінің бағыты мен қалыпты кернеу N_i арасындағы бұрыш ;

φ_i – ішкі үйкеліс бұрышы;

R – домалақ цилиндрлік сырғу бетінің радиусы; c_i -топырақтың ілінісуі;

l_i – есептеу блогының ені;

P – құрылыстың салмағы;

H – құрылысқа түсірілген көлденең күш;

d – айналу центріне қатысты O күш моментінің иіні P ;

a -айналу центріне қатысты күш моментінің иіні H .

Біртекті топырақта, оның көлемдік салмағы және ығысу параметрлері φ_w және C_w тұрақты болған кезде, (12.6) формула келесіндей болады:

$$k_{зап} = \frac{G \operatorname{tg} \varphi_w R + c_w L R}{Pd + Ha}, \quad (12.7)$$

мұнда G – сырғудың барлық секторы көлеміндегі топырақтың салмағы;

L – домалақ цилиндрлік сырғанау бетінің ұзындығы.

12.3 Тірек қабырғалар құрамында топырақты анкерлерді жобалау

Қабырғалар құрамында және онсыз топырақты анкерлерді жобалау ҚР НТОҚ 07-01.7 ережелері мен нұсқауларына сәйкес жүргізіледі.

13 Арматопырақ жүйелерін есептеудің жалпы ережелері

13.1 Жалпы ережелер

13.1.1 Арматопырақ жүйелері екі топтың шекті жай-күйі бойынша есептелуі тиіс:

а) бірінші топтың шекті жай-күйі бойынша:

- арматуралайтын материал және оны биіктігі бойынша орналастыру;
- топырақты оның қозғалмайтын бөлігіне құлату призмасы үшін арматуралайтын элементтерді бітеу;
- арматопырақ блогының әртүрлі түрдегі беттер бойынша жылжуға, аударылуға және сырғуға арналған жағдайының тұрақтылығы.

б) екінші топтың шекті жай-күйі бойынша бет қабырғасының бетонымен оның жанасуының болмауын тексеру мақсатында арматопырақ жүйесінің алдыңғы бетінің орын ауыстыруын анықтайды.

13.1.2 Арматопырақ жүйелерінің шекті күй бойынша тұрақтылығын есептеу Б қосымшасында келтірілген құрылымдардың бұзылу механизмдеріне байланысты жүргізіледі.

13.2 Арматуралайтын геосинтетикалық материалдардың сырғымалылығын есепке алу

13.2.1 Материалдың есептік (жобалық) беріктігін $S_a^{пр}$ құрылысты пайдаланудың есептік мерзімі ішінде қол жеткізілмейтін үзілу беріктігінің үлесіне дейін шектеу қажет.

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\frac{1}{2}} - \varepsilon_{\frac{1}{4}} \quad (13.1)$$

мұнда $\varepsilon_{\frac{1}{4}}$ - құрылысты пайдаланудың басындағы салыстырмалы деформация;

$\varepsilon_{\frac{1}{2}}$ - құрылымның қызмет ету мерзімінің соңындағы салыстырмалы

деформация.

Шекті күйлердің екінші тобын есептеу кезінде $\Delta\varepsilon$ мәні келесі мәндермен шектелуі керек:

$\Delta\varepsilon \leq 0,5\%$ - көпір құрылыстарының тіректерін жобалау кезінде;

$\Delta\varepsilon \leq 1,0\%$ - тірек қабырғаларды жобалау кезінде[9].

13.3 Шекті күйлердің бірінші тобы бойынша торлардың есептік беріктігі

13.3 Шектік күйлердің бірінші тобы бойынша торлардың беріктігі ҚР Ұ 218-42 (57) формуласына негізделген:

$$\text{Рұқсат етілген жүктеме } T_d = \frac{T}{f_{cr} \cdot f_{m1} \cdot f_{m2}} \cdot \frac{1}{\gamma} \quad (13.2)$$

Жеке коэффициенттер қабылданады (геосинтетикалық арматуралық материалдарды өндіруге арналған шикізатқа байланысты).

Сырғуға сынақтар болмаған кезде f_{cr} коэффициенті 13.1-кестеге сәйкес тағайындалады.

13.1-кесте- Түрлі шикізаттан жасалған геосинтетикалық материалдар үшін f_{cr} коэффициентінің мәні

Бастапқышикізат	Белгіленуі	f_{cr} коэффициентінің мәні
Арамид	AR	3,5
Полиамид	PA	3,5
Полиэтилен	PE	4,0
Полиэстер	PES	3,5
Полипропилен	PP	6,0
Полиэстер	PES	3,5

f_{m1} коэффициентінің мәні үш санаттағы топырақпен байланыста болу керек:

- ұсақ түйірлі топырақ (кұм, құмдақ, саздақ, саз);
- түйірлері 31,5 мм-ге дейінгі шағыл тас, ҚҚҚ және қиыршық тас;
- түйірлері 70 мм-ге дейінгі шағыл тас, ҚҚҚ және қиыршық тас.

Деректер болмаған кезде f_{m1} коэффициентінің мәнін массасы бойынша 10% кем 2 мм ұяшықтары бар елеуіштегі қалдықтармен құммен немесе топырақпен жанасқанда 1,5 тең деп қабылдау керек. Тас материалмен жұмырылған бөлшектермен (қиыршықтас) байланысқан кезде $f_{m1} = 2,0$.

13.4 Құрылымға әсер ететін негізгі күштер

13.4.1 Құрылымға әсер ететін негізгі күштер мен геометриялық өлшемдер ҚР Ұ 218-4243-суретте көрсетілген.

13.4.2 Арматураланған топырақтан жасалған құрылымдарда пайда болатын салыстырмалы үлкен кернеулердің салдарынан шекті күйдің немесе тұрақты көлемнің шамасы топырақтың беріктік сипаттамалары үшін қолданылады (яғни φ_{cv} , c'_{cv}). Арматураланған толтырғыштың тиімді ілінісуі әдетте нөлге тең болады, бірақ 5 кПа-ға тең максималды мәнге рұқсат етіледі.

13.4.3 Шекті күйлердің бірінші тобы бойынша торлардың есептік беріктігі (2) формулаға негізделген.

13.4.4 Жылжымалықтан беріктікті төмендету коэффициенті қызмет ету мерзіміне және үйіндінің топырағындағы есептік температураға сәйкес +25°C қабылданады ҚР Ұ 218-42 12.27-т. бойынша анықталады.

13.4.5 Сыртқы және ішкі тұрақтылықты есептеу ҚР Ұ 218-42 12.2.8 және 12.2.9 т. сәйкес орындалады.

13.5 Деформациялар бойынша тексеру

Пайдалану кезінде армаүйіндінің маңызды аспектісі геошарбақтыңұзаруынан туындаған қаптаманың деформациясын шектеу болып табылады.

Құрылымның мақсатына және қызмет ету мерзіміне байланысты арматураның әртүрлі жобалық беріктігін қолдануға болады:

- икемді қаптамалары бар уақытша арматопырақты тіреу құрылымдары, маңыздылығы төмен құрылымдар 2%-дан 5%-ға дейін деформацияға ие болуы мүмкін;

- қатты қаптамалары бар арматопырақты тірек қабырғалары және маңызды нысандар -бүкіл есептік қызмет ету мерзімі үшін 1% ;

- көпірлердің арматопырақты негіздері (диван типті және бөлек функциялары бар) – бүкіл есептік қызмет мерзіміне 0.5%.

Бұл есептеуде геошарбақтың үзілу сәтінде емес, берілген қызмет ету мерзімі мен температура үшін берілген % ұзару кезінде алынған жобалық беріктік пайдаланылады.

Шектік күйлердің екінші тобы бойынша шарбақтардың есептік беріктігі (13.3)формуласына негізделген:

$$\text{Рұқсат етілген жүктеме} \quad T_d = \frac{T_{cr}}{f_{m1} \cdot f_{m2}} \cdot \frac{1}{\gamma} \quad (13.3)$$

мұнда T_{cr} – топырақ массивіндегі белгілі бір орташа температурада белгілі бір қызмет ету мерзіміне жылжуды ескере отырып, құрылыстан кейінгі деформацияларды берілген мәнмен шектейтін ұзақ мерзімді беріктік;

γ – осы тексеру үшін 1.00-ге тең геошарбақтың беріктігі бойынша

сенімділік коэффициенті.

13.6 Арматопырақ жүйесіне сейсмикалық әсерді есепке алу.

13.6.1 Сейсмикалығы жоғары аудандарда арматопырақты жүйелердің орнықтылығын есептеу кезінде сейсмикалық күштерді квазистатикалық қоса берілген деп есептеуге жол беріледі. Бұл ретте A_h көлденең сейсмикалық әсерінің шамасын тиісінше 7, 8 және 9 (9+) балл кезінде 0,10; 0,20 және 0,29 g тең, ал әсер ету бағытын жүктемелердің есептік үйлесімі үшін ең нашар деп қабылдау ұсынылады. Сейсмикалығы 6 балл және одан төмен алаңдарда арматопырақты тірек қабырғалары сейсмикалық әсерлерді есепке алмай жобалануы тиіс. A_v тік сейсмикалық әсерінің шамасын A_h 50% ретінде қабылдау ұсынылады. Бұл шамалар жер сілкінісі кезінде нақты сыналғаннан төмен, бұл құрылымның кейбір деформациялары жойылмағанымен рұқсат етіледі деген болжамға байланысты.

13.6.2 Сейсмика болмаған және болған кезде ішкі тұрақтылықты анықтауға арналған есептеу сұлбалары 29а және 29б суреттерде көрсетілген. Сейсмиканың әрекетінен туындайтын күштер «*» белгісімен белгіленеді.

Арматопырақ жүйесі негіз топырағының тікелей жалғасы болып табылады. Ұшқары үдеу инерция күштері ретінде қарастырылып отырған массивке беріледі.

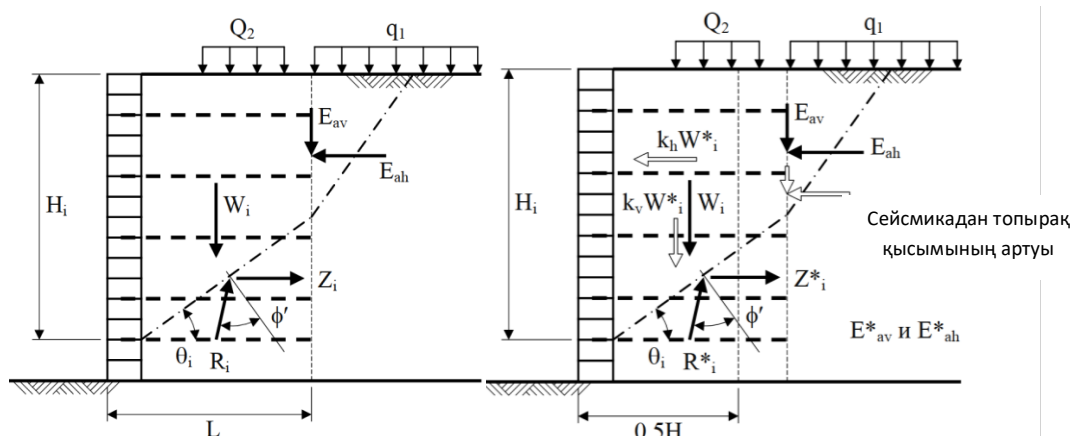
Топырақ массиві қатты дене емес болғандықтан, ең жоғары инерциялық күштер бір уақытта бүкіл массивке әсер етпейді. Есептеу үшін 30, б суретте көрсетілгендей, қабырға биіктігінің жартысына тең топырақ көлемі алынады.

Инерция күші үдеу коэффициентіне көбейтілген W^* белсенді аймақтың салмағы ретінде анықталады. Көлденең үдеу үшін k_h , тік үдеу үшін k_v қолданылады. Үдеу коэффициенттері сейсмикалық әсердің қабылданған шамасына және қарастырылып отырған бұзылу механизміне байланысты анықталады.

13.6.3 31-суретте келтірілген, геошарбақтарды кесіп өтпейтін қирау беттері үшін 25-50 мм шегінде деформациялардың дамуына жол беріледі, тиісінше $k_h = 0,5 A_h$ және $k_v = 0,5 A_v$ қабылданады.

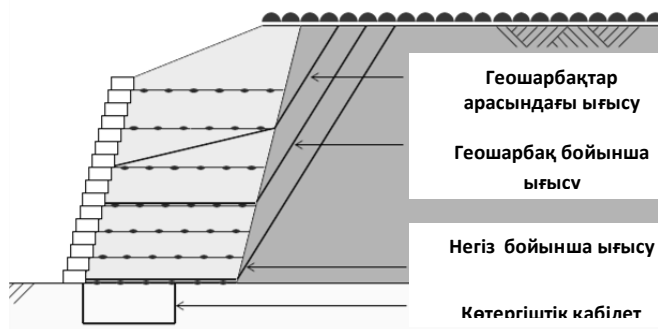
а)

б)



H – арнауындінің жалпы биіктігі; H_i – қабырғаның жоғарғы жағынан қарастырылып отырған қирау бетінің шығуына дейінгі қашықтық; L – геосинтетикалық материалды бітеу ұзындығы; ϕ' – арматопырақ топырағының ішкі үйкеліс бұрышы; θ – горизонталдан қарастырылатын сыну бетіне дейінгі бұрыш; Q_2 және q_1 – сыртқы жүктемелер; E_{ah} және E_{av} – кері толтыру топырағынан және қолданылатын қосымша жүктемеден қысым күшінің көлденең және тік компоненттері; E_{ah}^* және E_{av}^* – кері толтыру топырағынан қысым күшінің көлденең және тік компонентінің өсуі және сейсмикадан қолданылатын қосымша жүктеме; W_i – құлау аймақтың салмағы; Z_i – құлау аймақты ұстап тұру үшін қажет күш; R_i – құлау аймағының негізі бойынша қарсылық; а) сейсмикасыз есептеу үшін; б) сейсмиканы есепке алу үшін

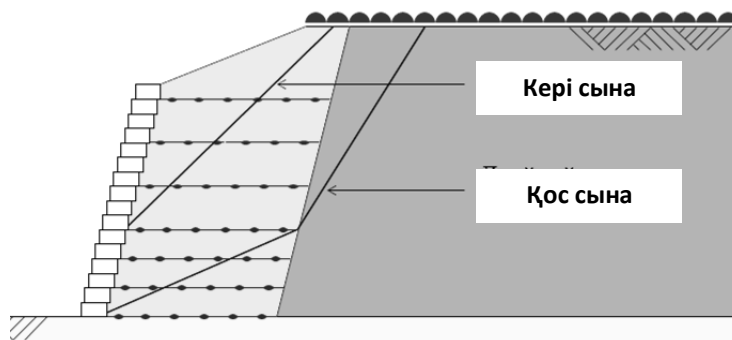
30-сурет–Арматопырақты тірек қабырғасының ішкі тұрақтылығын сейсмикалық және сейсмикасыз есептеу сұлбаларын салыстыру



31-сурет – Арматура мен қиылыспайтын бұзылу беттері

32-суретте көрсетілген сыну беттері үшін геошарбақтарды кесіп өтетін $k_h = (1,45 - A_h)A_h$.

13.6.4 Сейсмикалық жүктемелерді қолдану лезде жүреді, соның салдарынан геошарбақтар олардың үзілу беріктігіне жақын қысқа мерзімді қарсылыққа ие болады. Осылайша, сейсмикалық әсер ету кезінде ішкі тұрақтылықты есептеу кезінде жобалық беріктікті есептеу кезінде жылжудан төмендеу коэффициенті ескерілмейді.



32-сурет–Бұзылу беттеру, қиылысатын арматуралау

13.6.5 Бишоптың оңайлатылған әдісі бойынша есептеу кезінде сейсмикалық жүктеу кезінде арматопырақты үйінділер орнықтылығының талап етілетін коэффициенті 1,10 тең болып қабылданады.

13.7 Сандық модельдеу

13.7.1 Құрылыс және пайдалану үдерісінде арматопырақ жүйелерінің кеңістіктік жұмысын есепке алу үшін деформациялар мен кернеулерді анықтауға мүмкіндік беретін соңғы элементтер әдісін (СЭӨ) іске асыратын заманауи сертификатталған геотехникалық бағдарламалық кешендерді қолдана отырып, сандық модельдеу қолданылады.

13.7.2 Сандық модельдеуде жүктеме астындағы топырақтың тәртібін сипаттау үшін Мора-Кулонның серпімді пластикалық модельдерін және физикалық сызықты емес модельдерді қолдану керек.

13.7.3 Сандық есептеуді орындау кезінде арматуралаушы элемент қысқа мерзімді беріктіктен пайызбен созылу күшінің нақты мәні кезінде бастапқы (стандартты сынақ бойынша) және ұзақ (есептік уақыт сәтінде) осьтік қаттылық параметрлерімен, сондай-ақ тұтқырлық параметрімен белгіленуі тиіс.

14. Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісуін жөндеу және қайта құру

14.1 Жасанды құрылыстарға кіреберістердегі үйінділерді жөндеу

14.1.1 Жер төсемі мен дренажды жөндеу түрлері бойынша орындалатын жұмыстардың тізбесі және ҚР ЕР 218-29 .

14.1.2 Жер төсемі мен су бұрғыны жөндеу жолдың жекелеген учаскелерінде берілген пайдалану сипаттамаларын қамтамасыз ету (қалпына келтіру) және олардың жекелеген элементтерін автомобиль қозғалысының талаптарына, жергілікті климаттық немесе гидрологиялық жағдайларға

сәйкес келтіру мақсатында орындалады. Жөндеу жұмыстары үйіндінің жекелеген учаскелерінің биіктік белгілерінің оларды жер асты суларымен ылғалдандыру немесе қармен толып кету жағдайларына сәйкестігін қамтамасыз етуге, шағын учаскелердегі тұңғыықтарды жоюға, жол жиектерін қалпына келтіруге және нығайтуға, топырақ және климаттық жағдайларды ескере отырып, үйінділер мен қазбалардың еңістерін орналастыруға және нығайтуға, су бұру арықтарын, кюветтерді үздіксіз тазартуға, қираған су бұру және дренаждық құрылғыларды түзетуге бағытталған және жаңаларын салу, жолды сел көшкіндерінен, үйінділер мен көшкіндерден тазарту, қажетті жерлерде жер төсемін кеңейту.

14.1.3 Топырақтың түсуі немесе түсуі байқалатын телімдерде:

- қопсытылған топырақты қопсытылмаған немесе сәл қопсытылған топырақпен жөнделетін учаскенің жағдайына тән мұздату тереңдігіне ауыстыру;

- жол жиектері мен беткейлерін нығайту арқылы жер үсті суларын тиімді ағызуды жасау;

- су бұру арықтарының конструкциялары мен орналасу орындарын жөндеу немесе өзгерту;

- қайта дренажды жөндеу немесе орнату арқылы үйінділер мен қазбалардың топырақтарын тиімді дренаждауды қамтамасыз ету;

- капиллярды үзетін, су өткізбейтін, жылу оқшаулағыш, қорғаныш және басқа да қабаттарды, оның ішінде тас және орама синтетикалық материалдарды пайдалана отырып орнату бойынша жұмыстарды орындау.

14.1.4 Кез-келген топырақ құрылымының тұрақтылығы оның құрылымдық элементтерінің тұрақтылығына және ол орналасқан негізге байланысты. Тұрақсыз беткейлерде орналасқан, көшкіндер мен топырақтың едәуір ағындарына, сондай-ақ жер асты құрылыстарының тұрақсыз беткейлеріне бейім құрылыстардың тұрақтылығын қамтамасыз ету өте қиын. Беткейлерден топырақ массивтерінің күтпеген ағындары мен көшкіндері құрылымдық есептік өлшемдердің төмендеуіне және жер құрылымының салыстырмалы тұрақты тепе-теңдігінің бұзылуына әкеледі.

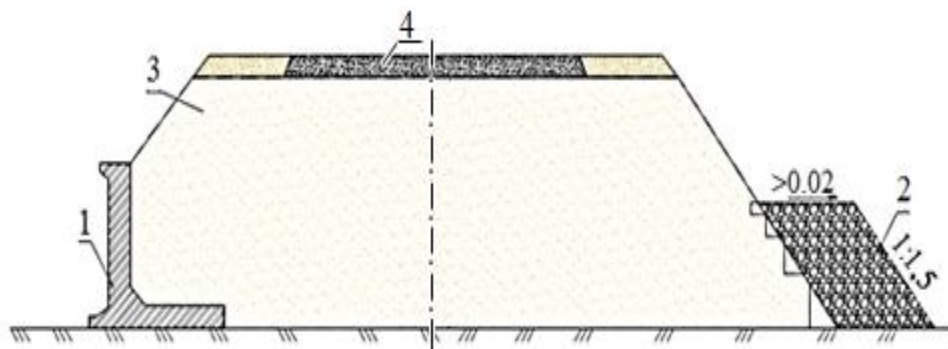
14.1.5 Жасанды құрылыстарға кіреберістердегі үйінділерді нығайту үшін әртүрлі типтегі тіреу қабырғалары, анкерлік құрылымдар, тіреу призмалары, қарсы банкеттер, тіректер және т. б. қолданылады.

14.1.6 Тіреу қабырғалары тұрақсыз жер төсемінің немесе көшкіннің топырағын ұстауға арналған. Олар бутобетон, бетон, темірбетон, армотопырақ, габионтүрінде болуы мүмкін; құрылымы бойынша – монолитті, құрама және құрама-монолитті. Бетон және

бутобетонды массивтік қабырғалары ұзындығы 10-20 м секциялармен, олардың арасындағы көлденең тігістермен салынған. Қабырғаның артына түсетін суды жинау және ағызу үшін разрядтары бар қабырға дренажы ұйымдастырылады.

14.1.7 Құрастырмалы темірбетонды тіреу қабырғалары жергілікті топырақ қысымының сдисуына қарсы жұмысқа тарту есебінен монолитті қабырғаларға қарағанда арзанырақ. Бұрыштық типтегі құрама темірбетон тіреу қабырғасының беткейін күшейту мысалы 33-суретте көрсетілген.

14.1.8 Тірек құрылымдар ретінде қарсы банкеттер - үйінділердің беткейлеріне төгілген топырақ призмалары кеңінен таралды (33-сурет). Қарсы банкеттер тастан, шағыл тастан, малтатастан, қиыршық тастан, шағыл тас зауыттарының қалдықтарынан, құмнан немесе жергілікті топырақтан (жергілікті жағдайларға байланысты) болуы мүмкін.

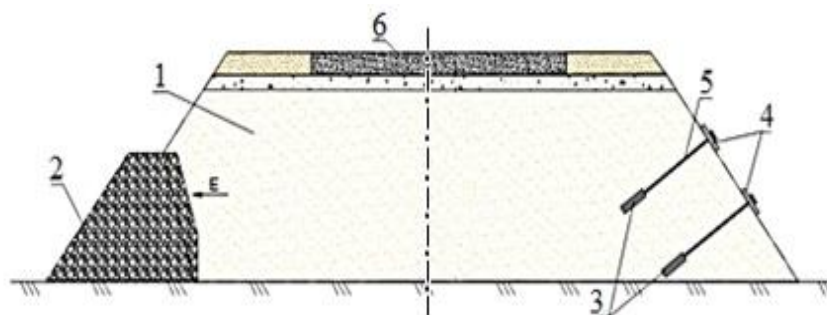


1 - тірек қабырға; 2-қарсы банкет; 3-үйінді; 4 жабын

33-сурет - Бұрыштық типтегі темірбетонды тіреу қабырғасы және үйіндінің сырғанайтын беткейін нығайтуға арналған қарсы банкет

14.1.9 Оларды жер төсемесінің тұрақтылығын арттыру, көшкін мен тұрақсыз көлбеу жерлерді нығайту үшін қолдануға болады. Қарсы банкеттердің кемшіліктері - олардың үлкен көлемі, күрделі жағдайларда пайдалану мүмкіндігінің жоқтығы.

14.1.10 Бүйіртіректер құрылымның үлкен көлденең қимасын ұстап тұратын үзілмелі кішігірім ұзындықта болады (34-сурет). Бүйіртіректер ығысу және аударылу үшін жұмыс істейді. Топырақтың түріне және күйіне байланысты негіздер оған анкерленуі де, анкерленбеуі де мүмкін. Олар бетоннан, тасқалаудан немесе бутобетоннан жасалады.

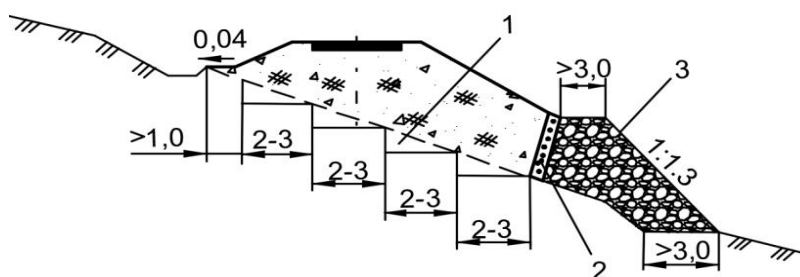


а - еңісті таспен тиеу; б - сымдардағы күшпен еңісті тиеу;
1-үйінді; 2-тіректер; 3-якорь; 4-темірбетон плиталары; 5-сым; 6-камту

34-сурет - Тұрақсыз беткейлерді нығайтуға арналған тіректер мен якорь құрылымдары

14.1.11 Анкерлік құрылымдар үйінділердің беткейлерін және топырақ ағындарынан қазбаларды нығайту үшін, сондай-ақ үйінділердегі балласт шлейфтерін тұрақтандыру үшін қолданылады. Анкерлік құрылымдарда тұрақсыз топырақ массивінің көшкін қысымы ішінара якорьге беріледі, ішінара үйкеліс пен адгезияның жоғарылаған күштерімен және жүк көлбеумен жанасу бетінде әрекет ететін қосымша ұқсас күштермен сөндіріледі. 34-суретте анкерлік құрылымдармен үйінді беткейін нығайту көрсетілген.

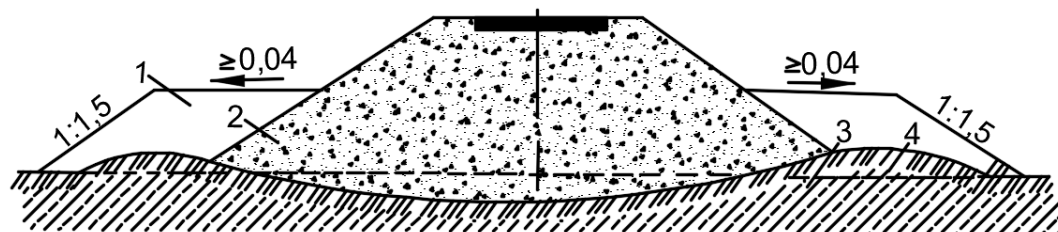
14.1.12 Тірек призмалар (35-сурет) сұрыпталған тас болған кезде немесе сұрыпталмаған тау массасынан кәдімгі тас эскизі ретінде төсеу тәсілімен салынады. Екінші әдіс қол еңбегін қажет етпейді. Тастар арасындағы бос жерлерді топырақ үйінділерінің енуінен қорғау үшін ұсақ тастан, қиыршық тастан немесе басқа дренажды топырақтардан бөлу қабаты тығыздалған. Қыңыр призманың көлбеуінің тік болуы жұмыс әдісіне байланысты. Тасты төсеу әдісімен призманы орнату кезінде көлбеу тіктігін 1:1 дейін арттыруға болады.



1-өсімдік қабатын кесу немесе жиектерді кесу; 2-аралық қабат; 3 - қыңыр призма

35- сурет – Қия беткейде тас тіреу призмасын салу

14.1.13 Іргетас топырақтарының шығуы кезінде тиеу бермаларын ұнтақтау жобаланады (36-сурет). Тиеу бермалары үйінді беткейлерінің табанына биіктігі аз, бірақ ені едәуір қарсы банкеттер түрінде орналастырылады; бермалардың сатылық көрінісі болуы мүмкін.



1-тиеу бермасы; 2-саздақ; 3-құмды саздақ және саздақ; 4-дөңес туберкулездер

36-сурет - Қорғанды нығайтуға арналған тиеу бермалары

14.1.14 Жер төсемінің жиектерінде көлденең көлбеу жолдың көлденең көлбеуінен 20% артық. Бекітілмеген жол жиектерін жөндеу Олардың орналасуы мен тығыздауынан тұрады, шамадан тыс кесу және аз мөлшерде себу. Елді мекендерде көлік құралдарының жиегіне соғылу жиілігіне және ылғалдану дәрежесіне қарай жол жиектері қажетті беріктік материалдарымен нығайтылады.

14.1.15 Жер үсті суларымен шамадан тыс ылғалдану немесе жол жиектерін шайып кету және жер төсемінде тұңғық түзілуге бейім топырақтар болған кезде жол жиектері гидрофобты материалдармен нығайтылады. Көліктердің жол жиектеріне үлкен соқтығысуы және төмен ылғалдылық жағдайында олар кез келген материалмен нығайтылады.

14.1.16 Бекінген жол жиектерінің қирауы бұрын төселген немесе неғұрлым берік материалдарды қолдану арқылы жойылады. Бекітілмеген беткейлердің аздаған қиратулары орналасуымен жойылады, ал тұрақты бұзылу кезінде оларды көпжылдық шөптерді, құрама элементтерді, монолитті бетонды себу арқылы нығайту, олардың бетіне тұтқыр материалдар мен олардың топырақпен қоспаларын пневмообраздау арқылы жойылады. Шұңқырдың пайда болуына бейім учаскелер судың жер бетінен тез ағып кетуімен және оны батпақтанудан қорғаумен жөнделеді.

14.1.17 Әр 100 м сайын бойлық еңістері аз (8 - 10%) немесе созылатын учаскелерде бүйір арықтардан босату ұйымдастырылады, дренаждық құрылғылар мен 60% еңісі бар су бұрғыш арықтар бүкіл ұзындығы бойынша

тазартылады, бекітілмеген жол жиектері жоспарланады, жол жиектерінде ылғал оқшаулағыш қабаттар орнатылады және жол жиектері нығайтылады.

14.1.18 Жол жиектерін жөндеу кезінде шұңқырлар, ойықтар (олардан су мен кірді алып тастағаннан кейін) жол жиектеріне ұқсас топырақпен жабылады. Егер жол жиектері нығайтылған болса, жөндеу оларды нығайту үшін қолданылатын материалдарды қолдана отырып жүзеге асырылады.

14.1.19 Үйінділердің беткейлері тұрақты шымтезек жамылғысын жасау бойынша қажетті агротехникалық іс-шараларды жүргізе отырып, шөп егу арқылы нығайтылуы тиіс. Егер беткейлерде көшкіндер, сел көшкіндері немесе үйінділер пайда болса, олар тазартылып, шымтезек жамылғысы қалпына келтіріле отырып жоспарлануы керек. Беткейлердің тұрақты деформациялары немесе олардың бұзылуы кезінде беткейлердің тіктігін азайту немесе тіреу қабырғалары мен якорь құрылымдарымен беткейлерді нығайту бойынша жұмыстар жүргізілуі керек (33,34- суреттер).

14.1.20 Беткейлерді нығайту қабаттарының немесе конструкцияларының деформациясы мен бұзылуы бұрын нығайтуда пайдаланылған немесе тиімдірек материалдарды пайдалана отырып түзетіледі. Егер тұтастай алғанда бекініс құрылымы топырақ пен климаттық жағдайларға сәйкес келмесе, оны қайта құру туралы шешім қабылдау қажет.

14.1.21 Жер үсті суларының үлкен ағыны байқалған және қолда бар су бұру оларды жер төсемінен тыс уақтылы алып тастауды қамтамасыз етпейтін учаскелерде жергілікті жағдайларға байланысты резерв шекарасында қосымша су бұру арығы салынуы, суды үйіндіден тиімді бұруды және оны алып тастауды қамтамасыз ете отырып, резервтің бетін жоспарлау орындалуы мүмкін. Резервтердің беті көпжылдық мәдени шөптерді себу арқылы нығайтылуы керек.

14.1.22 Ашық дренаж жүйесін жөндеумен қатар, зақымдалған дренаждарды тазартады және жөндейді, дренаждар гидромелиоративтік машиналардың көмегімен жуылады. Ұзындығы бойынша шағын учаскелерде жекелеген дренаждарды немесе дренаждарды ауыстыру, дрена сағаларын, құдықтарды жөндеу, сүзгі себудің жекелеген учаскелерінде ауыстыру орындалады. Жөнделетін телімдерді кейіннен лайлану дәрежесін төмендету үшін тоқыма емес синтетикалық материалдарды қолданған жөн.

14.1.23 Бүйір арықтарды нөсер суларымен үнемі шайып, үйінділердің, конустардың және шағын жасанды құрылыстардың бекіністерінің түбін шайып тастағанда, арықтардың бүйір қабырғаларын, шығу арналарын нығайту үшін жиналмалы бетон элементтері, төсеу, шымтезек және басқа да

тәсілдер жылжымалы судың ағу жылдамдығы мен көлемін, топырақтың шайылу дәрежесін ескере отырып қолданылады. Барлық жағдайларда арықтардың бүйір қабырғалары ең үлкен көлемді өткізу кезеңінде судың максималды деңгейінен 10-15 см жоғары нығайтылуы керек. жасанды құрылыстардың арналарын реттеу және түзету жұмыстарын жүргізу қажет.

14.1.24 Жер асты суларының жоғары деңгейінде синтетикалық орама материалдардан дренажды қабаттарды қолдану арқылы сүзгі топырақтарынан негіздің қосымша қабатын ұйымдастыру және дренаж қабатының тиімділігін арттыру қажет.

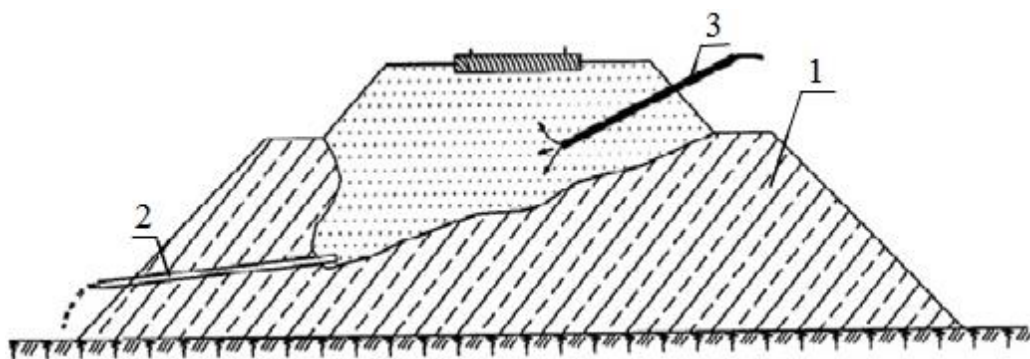
14.1.25 Үйінділерді жер асты суларымен қатты ылғалдандыру кезінде бөлу жолағының шекарасында бойлық дренаждық ойықтарды орнату керек, олардың құрылымы жер асты және гидрологиялық жағдайларға байланысты қабылданады.

14.1.26 Жер төсемін жөндеу кезінде пучинаның пайда болуының барлық себептерін жою керек. Егер жер асты суларының деңгейін дренаждар арқылы немесе жер төсемін көтеру арқылы төмендету мүмкін болмаса, онда оқшаулағыш немесе үзіліс қабаттарын қолдана отырып, жер асты учаскелері қайта құрылады.

14.1.27 Күрделі түйіршікке қарсы іс-шараларға ылғалдану кезінде беріктігін жоғалтпайтын топырақтармен (кұмды, құмды сазды және басқа да аязға төзімді) жер төсемінің түйіршікті топырақтарын олардың қату тереңдігіне ауыстыру, сондай-ақ сүзгіге қарсы перделер мен жылу оқшаулағыш қабаттарды орнату жатады.

14.2. Жер төсемесін инъекциялық жөндеу және нығайту

14.2.1 Жер төсемінің кіреберіс үйіндісін жөндеу дренаждық ұңғымалардың көмегімен және дренаждық ұңғымалар бойынша жер төсемінен жинақталған суды алып тастау арқылы жүзеге асырылады. Дренаждық ұңғымалардың топырағында орнатылғаннан кейін инъекциялық қондырғылар батырылады. Батыру дренаждық ұңғымаларға қарама-қарсы жер төсемінің бүйірлерінен немесе олардың арасынан жүзеге асырылады. Жер төсемінің қуыстарынан суды оның шегінен тыс мәжбүрлеп шығару дренаждық ұңғымалар арқылы қатайтатын ерітінді инъекцияларының көмегімен дренаждық ұңғымаларға бағытталған айдау арқылы жүзеге асырылады (37-сурет). Орындалған жұмыстардың нәтижесінде жер төсемін бір мезгілде қатайта отырып, оны құрғату тиімділігі артады.



1 - жер төсемі үйіндісінің тесіктері; 2-дренаждық ұңғыма; 3-инъекция

37-сурет - Инъекция арқылы үйінді денесін күшейту

14.2.2 Әдіс бос жерлер, қаптар мен шұңқырлары бар учаскелердегі жасанды құрылыстарға жақындау үйіндісінің денесін жөндеу және нығайту үшін қолданылады.

14.2.3 Жасанды құрылыстарға жақындау үйіндісін жөндеу үшін басқа да әдістер кеңінен қолданылады: топырақты әртүрлі ойықтармен, разрядтармен, дренаждармен кептіру; топырақты ауыстыру және сазды топырақтармен үйілген үйіндіні жоспарлау.

14.2.4 Жұмыс аяқталғаннан кейін жер төсемінің денесінен алынатын арнайы инъекционерлердің көмегімен қалыптасқан бос орындарға тұтқыр материалдарды инъекциялау арқылы жасанды құрылыстарға жақындау үйіндісін жөндеу әдісі жер төсемінің денесінен ылғалды тиімді кетіруге ықпал етпейді. Ерітіндіні айдау үшін жоғары қысым қажет (үйіндідегі бос жерлер сумен қамтылған), бұл шиеленісті жағдайдың нашарлауына және инъекцияланған ерітіндінің үйінді денесіне бағытталған таралуының мүмкін невозможстігіне әкеледі, ерітіндінің бұзылуы мүмкін.

14.2.5 Жасанды құрылыстарға кіреберістердегі үйінділерді жөндеудің осы әдісімен жер төсемінде жинақталған суды ағызу дренаждық Ұңғымаларды орнату арқылы жүзеге асырылады әдістің кемшілігі ылғалдың ауырлық күшімен жойылатындығында және бұл жер төсемінен барлық ылғалдың кетуіне кепілдік бермейді. Тағы бір маңызды кемшілігі-жер төсемінен ылғалды кетіру кезінде ауа толтырылған тесіктер мен жарықтар қалады, бұл жер төсемінің шөгуіне және жол төсемесінің түбінің шөгуіне әкеледі.

14.2.6 Инъекцияланатын материал ретінде цемент - құм ерітіндісі немесе органикалық тұтқыр заттар пайдаланылады, олардың қолданылуы. бұл суды қуыстардан, тесіктерден және жер жамылғысының жарықтарынан бір уақытта шығаруға мүмкіндік береді. Цемент-құм ерітіндісін немесе

органикалық тұтқыр заттарды орнату жер төсемін қатайтуға мүмкіндік береді.

14.2.7 Материалды инъекциялау 0,5...1,5 МПа қысыммен жүзеге асырылады (37-сурет). Бұл тесіктер мен қуыстардағы су инъекциядан дренаждық ұңғымаға қарай вытыстырылады. Су жер төсемінің қуыстары мен тесіктерінен ескан кезде оның орнын инъекцияланған материал алады. Соңғысы ретінде цемент-саз ерітіндісін, цемент-құм ерітіндісін немесе органикалық тұтқыр материалды қолдануға болады.

14.3 Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісу торабын жөндеу және қайта құру

14.3.1 қажет болған жағдайда көпірдің үйіндімен түйісу торабын жөндеу және қайта құру түрлі конструктивтік шешімдерді қамтиды: көпір тірегін, өтпелі плиталарды, төсемді, жол төсемесін, су бұру құрылғыларын, дренаждарды жөндеу және жол жиектері мен еңістерін нығайту (38-сурет).

14.3.2 Торапта өтпелі плиталардың түйісуінде қажетті ұзындық және тірекке сапалы толтыру болған кезде жүру бөлігінің бейінінің жол берілмейтін сыну бұрыштарын жою (14.3.3-тармақ) мынадай жұмыс түрлерінен тұрады:

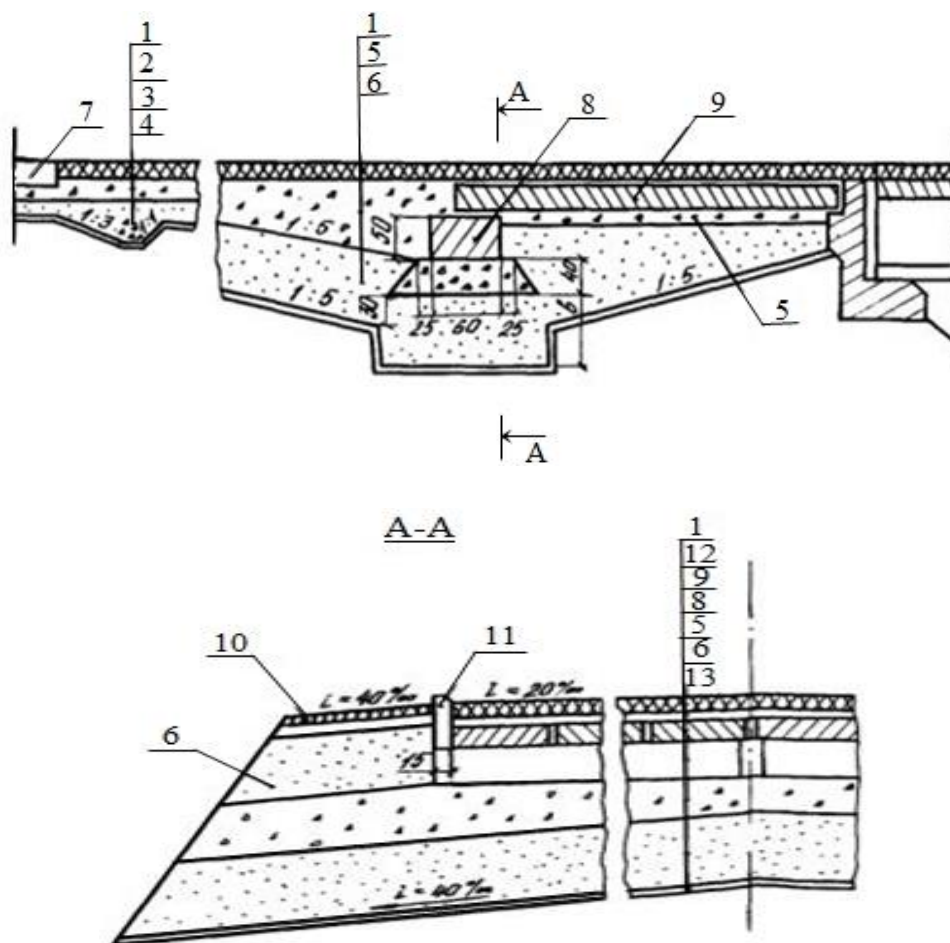
- шаю орындарын бітеп, жол жиектері мен беткейлерін кесу және пішіндеу;

- жол жиегі бойымен су бұру науаларын және үйінді беткейлері бойынша су төгу науаларын орнату;

- жол жиектеріне су өткізбейтін жабынды төсеу (жүріс бөлігін жабудың жетілдірілген түрлерімен);

- көпірдің үйіндімен түйісу аймағында және кіреберістерде жабын профилінің жол берілмейтін сыну бұрыштарын жоя отырып, жол төсемесінің қабаттарын қалпына келтіру.

Түйісу торабының жай-күйін бағалау критерийі жол төсемесіне жол берілетін динамикалық әсер ету жағдайынан бойлық профильдің сыну бұрыштарының рұқсат етілген шамалары болып табылады (14.1-кесте).



1-асфальтбетон (h = 9 см); 2-жолдың негізі; 3-дренажды қабат;
 4-тосқауыл дренажы; 5-қиыршық тас; 6-Кф бар құм = 4 м/тәулік; 7-жолда жүру бөлігін жабу; 8-төсек; 9-өтпелі тақта; 10-асфальтбетон h = 5 см қиыршық тас қабаты бойынша h = 10 см; 11-борттық тас; 12-қара қиыршық тастан жасалған көлбеу; 13-қара қиыршық тас қабаты немесе тоқыма емес материалдардан немесе битум мастикасынан жасалған пленка

38-сурет - Көпірдің үйіндімен түйісу торабының құрылысы

14.1-кесте –Тегіссіздіктің рұқсат етілген сыну бұрышы

Есепті жылдамдық қозғалысы, шк/сағ.	Тегіссіздіктің рұқсат етілген бұзылу бұрышы, ‰
100-150	7,0-ден 5,0-ке дейін сәйкесінше
80	8,0
70	9,0
60	9,5
40	14,0

14.3.3 Жүру бөлігінің бейінінің жол берілмейтін сыну бұрыштары қажетті ұзындықтағы өтпелі тақталардың түйісуі болған кезде жойылуы тиіс (8.2-кестені қараңыз) және тірекке Сапалы жол толтыру ($K_{\phi} \geq 4$ м/тәулік).

Бұл ретте жол берілмейтін бұрыштарды жою үшін жол төсемелерін жөндеуді, жол жиектері мен еңістердің бетін нығайтуды (жөндеуді), су бұру және су төгетін науаларды орнатуды (жөндеуді) орындау қажет. Судың инфильтрациясына байланысты жоғарыда аталған іс-шаралар шөгінділер мен шұңқырлардың пайда болуы, жолдың астындағы жол жиектерінің көтерілуі, жол жиектерінде су өткізбейтін жабынның болмауы, беткейлер мен жол жиектерінің шайылуы кезінде қолданылады.

Аталған жөндеу жұмыстарын жүргізу қозғалыс қарқындылығы төмен (V санат) автомобиль жолдары үшін, әсіресе IV - V жол-климаттық аймақтарда тиімді болып табылады.

14.3.4 Көпірдің үйіндімен түйісу аймағында және кіреберістерде бейіннің жол берілмейтін сыну бұрыштарын жою жобалық бейінге сәйкес жол төсемесінің негізі төселгеннен кейін жүргізіледі немесе жабын көпірдің шетінен су төгетін науаларға дейінгі телімде қалпына келтіріледі (олар ұзындығы кемінде 10 м телімде болмаған кезде).

Асфальтбетон жабынының қалыңдығы кемінде 15 см қабылданады. бұл учаскедегі қиыршық тас негізі қалыңдығы кемінде 30 см болатын есептеу бойынша орналастырылады. жалпы алғанда, бұл телімдегі жол төсемесінің беріктігі көпір құрылысына жақындаудың басқа учаскелерінен кем болмауы керек.

14.3.5 Байланыстырылған топырақты ауыстыру және тосқауыл дренажын орнату жұмыстары ақаулары тіректің артындағы қолайсыз топырақ-ылғалдылық жағдайларынан туындаған түйісу торабын жөндеу кезінде орындалады.

14.3.6 Жол төсемелерінің кеуекті қабаттарында көлбеу бойынша ықтимал ағын кезінде, яғни жолдың деформациясының дамуына жер асты немесе Жайылма сулары әсер еткенде, нәтижесінде есептік кезеңде топырақтың ылғалдылығы максималды мәндерден асып кетуі мүмкін (14.2-кесте) үйіндінің жоғарғы бөлігінің немесе тек жол жиектерінің үстіндегі біріктірілген топырақты дренаждау үшін ауыстыруды, сондай-ақ ұстап қалатын дренаж құрылғысын орындайды.

Жергілікті және дренажды топырақтың интерфейсіндегі III ылғалдандыру схемасының түйісу тораптарында жұмыс істеу кезінде гидроокшаулағыш қабат (қара қиыршық тас, тоқыма емес материал, битум мастикасы және т.б.) орналастырылады.

14.3.7 Үйіндінің жоғарғы бөлігінің жалғанған топырағы схемалар бойынша ылғалдандыру бойынша келесі түйісу тораптары кезінде ағызатын топырақпен ауыстырылады:

- 1-сұлба -кез келген жол-климаттық аймақтардағы I-III санаттағы жолдар үшін;
- 2-сұлба - I типті, ал III жол-климаттық аймақтағы IV-V санаттағы жолдар үшін бірдей;
- 3-сұлба -кез келген жол-климаттық аймақтардағы жолдардың барлық санаттары үшін.

14.2-кесте - Іргетастың артындағы топырақтың салыстырмалы ылғалдылығының максималды рұқсат етілген мәндері

Жол-климаттық аймақ	Құмды негіздің сүзу коэффициенті, K_{ϕ} , м/тәул.	Кіреберістегі жер төсемеснің бойлық еңісі, %	Есептік кезеңдегі максималды салыстырмалы ылғалдылық (көктемде)
III	≥ 2	0	0,70
		40	0,68
		80	0,65
	≥ 4	0	0,72
		40	0,70
		80	0,66
IV	≥ 2	0	0,74
		40	0,69
		80	0,66
	≥ 4	0	0,71
		40	0,69
		80	0,64

14.3.8 Ұзындығы 4 (6 және 8) м өтпелі плиталары бар $K_{\phi} \geq 4$ м/тәулік астында жатқан дренажды материал үшін қабаттың қалыңдығы қабылданады:

- 0,3 (0,4) м-барлық аймақтарда және жеңіл шаңды құмды саздақтар үшін ылғалдандыру бойынша түйісу торабының кез келген түрімен, саздақтар мен саздарға арналған IV-V аймақтарда;
- 0,4 (0,5) м-III аймақта шаңды, сазды және сазды құмды саздарға арналған ылғалдандыру торабының кез келген түрі бар;
- 0,6 (0,8) және 0,7 (1,0) м-I-III жол-климаттық аймақтарда шаңды құмды саздақтар мен саздақтар (саздар) үшін 1-2 ылғалдандыру схемасы кезінде;
- 1,0 (1,2) м және 1,7 (2,0) м-I-II жол-климаттық аймақтарда шаңды құмды саздақтар мен саздақтар (саздар) үшін 3 ылғалдандыру схемасы бар.

14.3.9 Дренажды толтырғышты төсеу тереңдігінен (Н1) асатын үйіндінің (Н) биіктігінде (14.6-суретті қараңыз) топырақты үйіндінің бүкіл ені бойынша ауыстыру қажет.

14.3.10 $H \leq h_1$ кезінде топырақты тек төсек қиыршық тас дайындығымен ауыстырады.

Жер асты суларының деңгейінен капиллярлық көтерілу арқылы топырақтың ылғалдану мүмкіндігін азайту үшін су өткізбейтін оқшаулағыш қабат (органикалық байланыстырғышпен өңделген топырақ, битум немесе басқа су өткізбейтін материалдан жасалған тақта және т.б.) дренажды және жергілікті топырақтың интерфейсі бойынша конъюгация алаңында орналастырылады.

14.3.11 Ұстап қалатын дренаж құрылғысы келесі ретпен орындалуы керек:

- траншеяның ені бойынша дренажға арналған өлшемінен асатын учаскедегі жол төсемесінің жамылғысы мен қабаттарын әр жағына кемінде I м алып тастау;

- дренажға арналған траншея құрылғысы;
- үйіндінің бүкіл ені бойынша дренажды толтыруды орындау;
- жол төсемесінің қабаттарын төсеу;
- жол жиектерін қалпына келтіру.

14.3.12 Өтпелі ақталарды ауыстыру (жаңа төсеу) жөніндегі жұмыстар өтпелі плиталардың жеткіліксіз ұзындығына, олардың болмауына немесе бұзылуына байланысты ақаулармен түйісу торабын жөндеу кезінде орындалады. Қажет болса, іргетастың артындағы байланыстырылған топырақты дренажға ауыстырыңыз және тосқауыл дренажын ұйымдастырыңыз.

14.3.13 Өтпелі тақталарды ауыстыру олардың ұзындығы жеткіліксіз немесе бұзылған кезде, сондай-ақ олар болмаған кезде жүргізіледі.

14.3.14 Өтпелі тақталарды ауыстыру бойынша жұмыстар мынадай ретпен орындалады:

- өтпелі тақталардың үстіндегі жол төсемесінің жабыны мен қабаттарын алу;
- өтпелі тақталар мен төсектерді бөлшектеу;
- беткейлер мен конустарды нығайту тақталарын алу;
- қиыршық тасты дайындау қабатын алып тастау;
- дренаждық толтырғыштың табанының белгіленген деңгейіне дейін үйінді үстіндегі топырақты алып тастау;

- өтірік астындағы дренаждық ойықты, дренажды толтыруды, өтпелі плиталар астындағы қиыршық тасты дайындауды орнату;

- шабақ және өтпелі тақталарды төсеу;

- жол төсемелері мен жабындарының қабаттарын қалпына келтіру;

- жабын бойындағы су бұру науаларын және үйінді еңісінен ағызу науаларын орнату;

- жол жиектеріне су өткізбейтін жабынды төсеу;

- үйінділер мен конустардың беткейлерін нығайту;

- қажет болған жағдайда тосқауыл дренажын орнату бойынша жұмыстар кешенін орындайды (14.3.10-тармақ).

14.3.15 Өтпелі тақталарды ауыстыру (жаңа төсеу) жөніндегі жұмыстарға 14.3.16-тармақта көрсетілген жұмыстар кешені, оның ішінде ұстап қалатын дренаж құрылғысы және байланыстырылған топырақты дренажға ауыстыру кіреді. Сонымен қатар, жаңа өтпелі тақталарды орнату оларды тірекке тіреу үшін толқын құрылғысы бойынша жұмыстан бұрын болуы керек.

14.3.16 Шабақ астындағы құм негізінің қалыңдығы 0,3 м-ден асқан кезде, үнемдеу мақсатында негізді өтірік астындағы қиыршық тас дайындаудың табанының еніне тең ені бар дренаждық ойық түрінде орналастырады (34-сурт). Ұяшық екі беткейге де шығарылады, ұяшықтың төменгі профилі габельді болады. Үйінді көлбеуін оңтүстікке бағыттаған кезде ойықтың түбінің профилін оңтүстікке қарай көлбеу етіп жасау ұсынылады.

14.3.17 Ұстап қалатын дренажды орнату бойынша жұмыстар мынадай ретпен орындалады:

- траншеяның ені бойынша дренажға арналған өлшемінен асатын учаскедегі жол төсемесінің жабыны мен қабаттарын әр жағына кемінде I м алып тастау;

- дренажға арналған траншея құрылғысы;

- үйіндінің бүкіл ені бойынша дренажды толтыруды орындау;

- жол төсемесінің қабаттарын төсеу;

- жол жиектерін қалпына келтіру.

14.4 Жасанды құрылыстарға кіреберіс үйіндісін жөндеу кезінде жұмыстарды жүргізу технологиясы

14.4.1. Жол төсемелерінің жабындары мен қабаттарын алып тастау әдеттегідей джекаммерлермен және бульдозермен жүзеге асырылады.

14.4.2. Тосқауыл дренажына арналған траншеяның құрылғысы қолмен жасалады, траншеяның түбі 3.503.1-96 2-1 «Жұмыс өндірісінің сұлбалары» типтік жобасының нұсқауларына сәйкес электрттығыздаумен тығыздалады.

14.4.3 Төсеніш пен өтпелі тақтаның астындағы шағыл тасты дайындау үшін ірілігі 40...70 мм, қақ айыру үшін ірілігі 10...20 мм, ал ұстағыш дренаждар үшін – 10...20 ммшағыл тас қолднылады.

14.4.4 Ұстап қалатын дренажға астын толтыру:

- тосқауыл дренажының астын шағыл таспен толтыру (14.4.3-тармақ.);
- шағыл тасты тығыздау қолмен электр тығыздалуы немесе өздігінен қозғалатын діріл тақталары арқылы жүзеге асырылады.

14.4.5 Жол төсемесінің қабаттарын қалпына келтіру әдетте нормативтік құжаттардың талаптарын сақтай отырып жүргізіледі.

14.4.6 Құрама темірбетон блоктарынан немесе монолитті бетоннан жасалған су бұрғыш науалар (орнында) жабын бойымен және үйінді беткейлеріндегі су төгетін науалар 3.503.1-66 сериялы үлгілік жобаға сәйкес орналастырылады.

14.4.7 Жол жиектеріндегі су өткізбейтін жабын органикалық және бейорганикалық тұтқыр заттармен өңделген асфальтбетоннан немесе топырақтан жасалған.

14.4.8 Өтпелі тақталарды автомобиль крандарының көмегімен алып тастау керек, ал өтпелі тақталардың блоктарын тиеу үшін тақтаны қалыңдығына қысатын арнайы ұстағыштар қолданылады. Өтпелер тақталар автомобильді кранмен алынады. Ағашшабақты блоктарын тиеу«шеңберде» жүзеге асырылады. Тақталарды көтермес бұрын (алып тастамас бұрын) оларды қазып алу керек. Ескі ілмектерді пайдалануға тыйым салынады.

14.4.9 14.4.3-тармақ бойынша қиыршық тасқа қойылатын талаптарды сақтай отырып, қайта пайдалануға арналған материалды жинай отырып, төсекке және өтпелі плиталарға қиыршық тасты дайындауды алып тастау үшін экскаваторлар пайдаланылады.

14.4.10 Қиыршық тасты дайындаудың қабатты тығыздағышы 3.503.1 – 96, 2-1-шығарылым, жобасының талаптарына сәйкес шағын механизмдермен орындалады.

Қалыңдығы 40-70 мм, қалыңдығы 5 см қиыршық тастың төменгі қабаты дренажды толтырғышқа тығыздалуы керек, содан кейін 40-70 мм қиыршық тас қабаты, қалыңдығы 40 см және тығыздағыш төгіледі. Бұл қабатқа сыну үшін 10-20 мм қиыршық тас құйылады.

14.4.11 Беткейлер мен конустарды нығайту тақталарын алу үшін арнайы контейнерлерді (қолмен бөлшектелетін плиталар үшін) немесе

автомобиль крандарының көмегімен (үлкен өлшемді плиталар үшін) плитаны қалыңдығы бойынша қысатын ілмектерді қолдану арқылы пайдаланыңыз.

14.4.12 Топырақты тиеу және әкету арқылы дренажды толтырғыштың табанының белгіленген деңгейіне дейін тіреуіштің үстіндегі топырақты алу үшін экскаватор-жоспарлаушылар пайдаланады.

14.4.13 Дренажды құю құрылғысы екі кезеңде - төсек астындағы қиыршық тас негізінің табанының деңгейіне дейін - жол төсемелері мен плиталардың қиыршық тас негізінің деңгейіне дейін жүргізілуі керек.

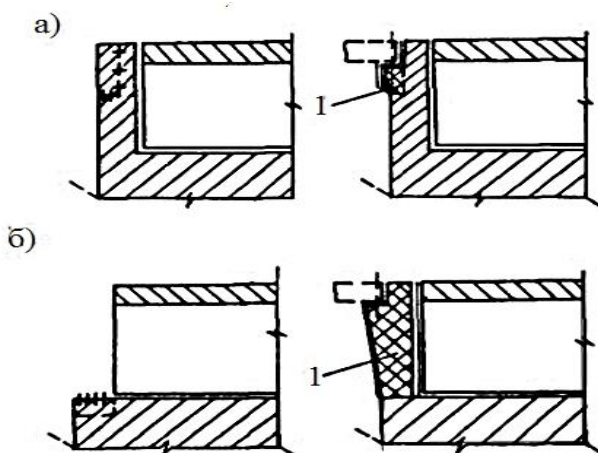
14.4.14 Іргетастың артына құюды орнату кезінде су толық қаныққанға дейін дренажды топырақты ылғалдандыру, тегістеу және тығыздау схемасын басшылыққа алу қажет.

14.4.15 Тіректі толтыру үшін Союздорнии әдістемесі бойынша кемінде 4 м/тәул. анықталатын сүзу коэффициенті бар ыдырауға ұшырамайтын дренаждық материал қолданылады. Шаңды бөлшектердің құрамы (<0,05 мм) 2% - дан аспайды, бөлшектердің тиімді диаметрі $d_{эф} > 0,1$ мм, әркелкілік коэффициенті > 3 . Осындай материалдардың бірі ретінде ұқсас сипаттамалары бар ұсақ, орташа немесе ірі түйіршікті құмды қолдануға болады.

14.4.16 3.503.1-96 жобасының, 2-1 шығарылым, нұсқауларына сәйкес төсеніш пен өтпелі тақталарды төсеу әдеттегідей жүргізіледі.

14.4.17 Үйінділер мен конустардың беткейлерін нығайтуды ҚР ЕЖ 3.03-112, ҚР ЕЖ 5.01-101, ҚР ЕР 218-35 талаптарына сәйкес орындау қажет.

14.4.18 Өтпелі тақталарды тіреуге арналған шкаф қабырғасындағы көтерме құрылыс, ол болмаған кезде (39, а суретті қараңыз) оның жоғарғы



а-шкаф қабырғасы болған кезде; Б-шкаф қабырғасы болмаған кезде I-өтпелі плиталарды тіреу үшін егу

39-сурет - Өтпелі тақталарды тіреуге арналған шкаф қабырғасындағы көтерме құрылғыс

бөлігінің бетонын төселетін тақтаның қалыңдығына +600 мм тең биіктікке әзірлегеннен кейін, шкаф қабырғасымен бірге В25 класты бетонмен көтерме құрылыс арматурасын орналастыру және бекіту және тұтастыру арқылы жүргізіледі.

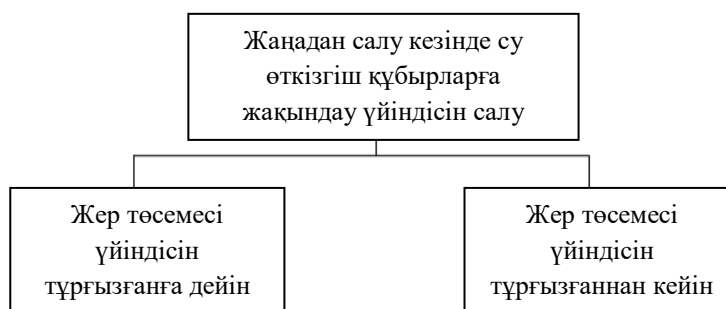
14.4.19 Шкаф қабырғасы болмаған жағдайда оны дайындау және монтаждау 39, б суретке сәйкес жүргізіледі.

14.5 Су өткізгіш құбырларға кіреберістерде үйінді орнату

14.5.1 Су өткізгіш құбырларды орнатудың айрықша ерекшелігі-топырақты шашу және тығыздау жұмыстары шектелмелі жағдайда жүргізіледі және көбінесе топырақты шашу үшін тығыздалуы қиын бір өлшемді құмдар мен ірі түйіршікті топырақтар қолданылады.

Шектелмелі жағдайларда топырақты тығыздау жұмыс мөлшерінің шектеулілігімен немесе топырақтың әлсіз көтергіштігімен немесе жер құрылысының геометриялық элементтерінің ерекшеліктерімен байланысты технологиялық ерекшелікке ие, бұл автомобиль жолдарының құрылыстарында қолданылатын қарапайым топырақ тығыздағыш құралдар мен машиналарды пайдалану мүмкіндігін іс жүзінде қиындатады және болдырмайды. Тығыздау үдерісі сонымен қатар су өткізгіш құбырларда топырақтың қажетті тығыздығына жету үшін қажетті күш-жігерді дамытуға мүмкіндік бермейтін құрама элементтердің болуымен қиындайды.

14.5.2 Су өткізгіш құбырларды жаңадан салу, қайта салу және жөндеу кезіндегі жұмыс тәсілдерінің жіктелуі 40 және 41 суреттерде келтірілген.



40-сурет – Жаңадан салу кезінде су өткізгіш құбырларға жақындау үйіндісін салу



41-сурет – Қолданыстағы су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйіндіні жөндеу

14.5.3 Үйіндіні тұрғызғанға дейін су өткізгіш құбырды салу

14.5.3.1 Су өткізгіш құбырларды салу кезінде құрылымға тікелей жақын, құбырға оның әр жағынан жақындау аймағында кіреберіс үйіндінің топырағын шашу аса жауапты үдеріс болып табылады. Құбырдың айналасындағы толтыру призмасы берік және тұрақты болуы, құрылымның қоршаған топырақпен өзара әрекеттесуін қамтамасыз етілуі қажет.

Топырақ призмасы мен құрылымының ең үлкен сенімділігі, әсіресе болат және металл гофрленген құрылымдар үшін дренажды топырақты қолдану арқылы қамтамасыз етіледі.

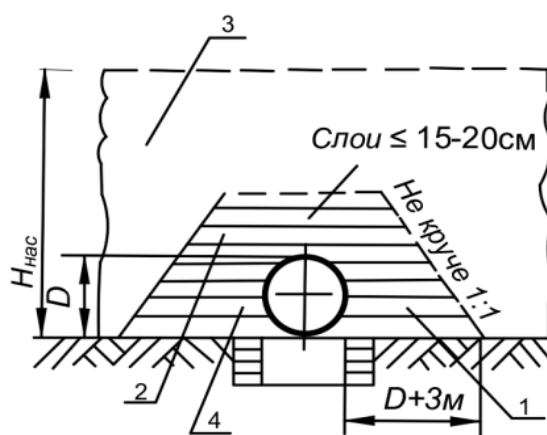
14.5.3.2 Жүктемелер мен ауа-райы-климаттық факторлардың әсерінен шұңқырды толтыру кезінде қолданылатын топырақтың жеткіліксіз тығыздалуы жамылғылардың деформациясына және құбырды толтырғаннан кейінгі келесі жылы оларды жөндеу қажеттілігіне әкеледі. Топырақ шөгінділерінің негізгі бөлігі құбырларды пайдаланудың екінші немесе үшінші жылында ғана аяқталатындықтан, жамылғылардың шамамен 30-40% екінші, кейде үшінші рет жөндеуге тура келеді.

14.5.3.3 Құбырды толтыру жер төсемін салудан бұрын (38, а сурет), монтаждаудан кейін гидроизоляцияны жағу және топырақ табанына – негізге, яғни топырақтың нөлдік қабатына құбырды орната отырып жүргізілуі қажет.

Табан орналастырылған топырақтың нөлдік қабатын тікелей табиғи негізге шашуға болады (тек өсімдік жамылғысын алып тастау арқылы), егер ол құмды (шаңды қоспағанда) немесе ірі сынықты топырақтармен тұрғызылған болса. Бұл жағдайда құбыр астындағы табиғи негіз құрылымның бүкіл ұзындығы бойынша және ені кемінде 4 м тығыздалуы керек.

14.5.3.4 Жолдарды салу кезінде ережелерде су өткізгіш құбырларды топырақпен толтырудың үш кезеңі көзделген: шұңқырдың қабырғалары мен іргетастың арасындағы саңылауларды іргетастың жоғарғы белгісінің деңгейіне дейін толтыру, құбырдың диаметріне және қорғаныс қабатының қалыңдығына (0,2..., 3 м) тең биіктікке Мұқият тығыздау арқылы тікелей құбырды 15...20 см-ден аспайтын қабаттармен толтыру және құбырдың үстінен салу үйіндінің қалған бөлігі жобалық белгіге дейін (42-сурет).

14.5.3.5 Құбырларды толтыру үшін дренажды топырақтар болмаған кезде мынадай топырақты қолдану керек: бөлшектердің ірілігі 50 мм-ден аспайтын қиыршық тасты-қиыршық тасты және ағаш-қиыршық тасты, қиыршық тасты, ірі және орташа ірі құмдар, сондай-ақ мөлшері 0,1 мм-ден кем бөлшектердің мөлшері 10% аспайтын ұсақ құмдар. Егер құрылыс аймағында қарқынды пучинаның пайда болуы байқалмаса, бейорганикалық заттармен нығайтылған сазды топырақтар қолданылуы мүмкін.

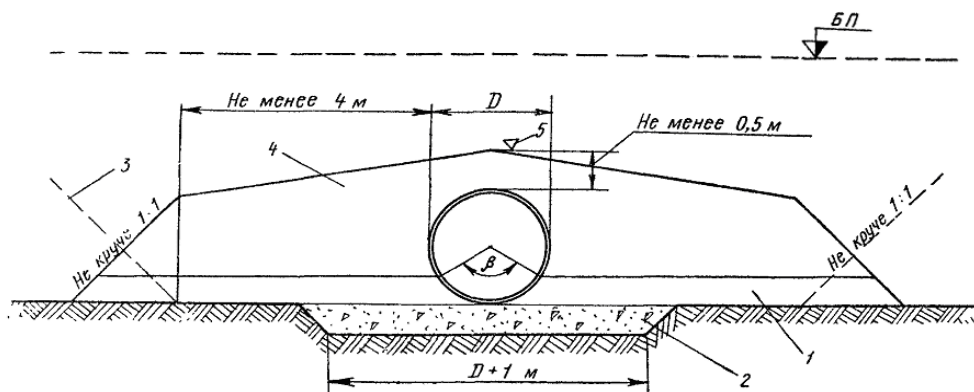


1- құбырлардың қуыстары; 2 - қорғаныс қабаты; 3 - жер төсемесі; 4-тығыздау орны

42-сурет – Су өткізгіш құбырды топырақ төсемесінің үйіндісін салудан бұрын топырақпен толтыру

Сазды топырақтардан жасалған құбырларға құю ретінде мыналарды қолдануға болады: мөлшері 2...0,05 мм құмды бөлшектердің мөлшері құрғақ топырақтан 50% асатын жеңіл ірі құмды саз, шаңсыз саздақ (40% астам құмды бөлшектер), құмды саз (40% астам құмды бөлшектер).

14.5.3.6 Құбырлардың топырақ призмасын салу осы ұсынымның 14.5.6-тармағында және талаптарында көрсетілген топырақтармен жасау керек. Суретте көрсетілген өлшемдері бар топырақ призмасы шегінде топырақтың тығыздалу дәрежесі. 37, ең жоғары стандартты тығыздық 0,95 төмен болмауы тиіс.



1 - нөлдiк қабат; 2-төсенiш; 3-алаңдағы құбырларды орнату кезiнде үйiндiнiң еңiсi; 4-топырақ призмасы; 5-құбырдың топырақ призмасының (толтырылуының) талап етiлетiн деңгейi; β - төселу әдiсiне байланысты 90-120°-тең қабылданатын топырақ төсегiндегi құбырдың тiреу бұрышы

43-сурет- Су өткiзгiш құбырлардың топырақ призмасының құрылымы

14.5.3.7 Құбырдағы топырақ призмасын салу үдерiсi келесi жұмыс түрлерiн қамтуы қажет:

- топырақты карьерден немесе резервтен құбырға автосамосваламалармен немесе скреперлермен тасымалдау;
- топырақты бульдозермен белгiленген қалыңдықтағы қабаттармен тегiстеу;
- топырақты тығыздау машиналарымен, ал құбырға жақын жерде - қолмен механикаландырылған тығыздамалармен қабатты тығыздау;
- құбырдың гофрлерiнде топырақты түйреу;
- 5.80-тармаққа сәйкес толтыру тығыздығын бақылау.

Ескерту. Құбырдың қабырғасынан оның көлденең диаметрi деңгейiнде 1 м-ден астам қашықтықта топырақты тығыздау үшiн жол үйiндiлерiн тығыздау кезiнде қолданылатын барлық топырақты тығыздау құралдарын қолдануға болады.

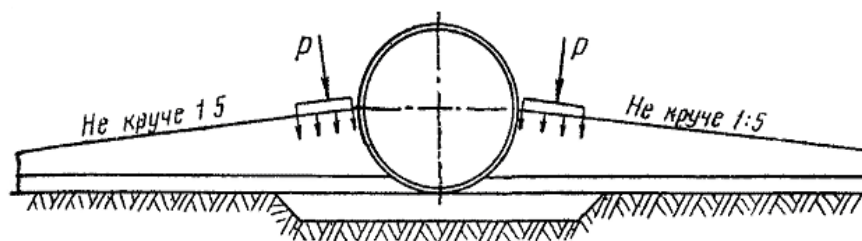
14.5.3.8 Құбырларды құбырдан көлбеу қабаттармен толтыру керек (көлбеу 1:5-тен тiк емес), олардың қалыңдығы топырақты тығыздау құралдарына байланысты тағайындалады (44-сурет):

а) 0,3-0,6 м-бiр немесе екi жұмыс органы және дизель-нығыздау машинасы бар шектелмелi жағдайларға арналған дiрiлдi әсер ететiн топырақты тығыздау машиналарын қолданған кезде;

б) 0,2 м - салмағы 25-30 т (Д-551 және т.б.) пневмокатоктарды пайдалану кезiнде;

в) 0,15 м - қолмен электр тығыздауды қолдану кезiнде.

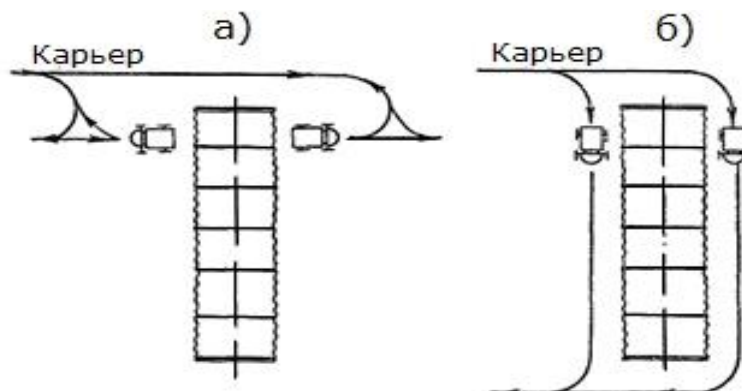
Құбыр қабырғаларында топырақты тығыздауға ерекше назар аудару керек. Бұл жағдайда электр тығыздағыштарды қабырғаның сыртқы бетінен 5 см қашықтықта орналастыру керек.



44-сурет - Топырақты көлбеу қабаттармен толтыру және тығыздау сұлбасы

14.5.3.9 Топырақты шашу самосвалды құбырдың алдына бұрып, оны үйінді осі бойымен кері түсіру үшін беру керек (41, а сурет) немесе самосвалдар мен скреперлердің айналма қозғалысымен үйінді беткейлері жағынан кіре және шыға отырып (45, б сурет) жүргізген орынды.

Барлық жағдайларда топырақты қабаттармен толтыру құбырдан бүкіл ұзындығы бойынша басталуы керек.



45-сурет - Топырақты төгу үдерісінде автосамосвалдардың қозғалыс сұлбалары

14.5.3.10 Құбырларды осы ретпен қабаттап толтыру қажет. Топырақ құбырдың екі жағына бір уақытта салынып, бульдозермен тегістеледі. Топырақ қабаты тығыздалғаннан кейін, құбырдың бір жағында екінші қабат төгіледі, ал екінші жағында топырақ тығыздалады. Барлық келесі қабаттарды құбырдың жоғарғы жағына дейін толтыру және тығыздау бірдей тәртіппен жүзеге асырылады.

14.5.3.11 Су өткізгіш құбырлардың үстіндегі топырақты тығыздау кезінде тығыздау машиналарының екі түрі болған жөн: іргетастардағы құбырлардағы синустарды бітеу үшін және негізгі толтыруды тығыздау үшін.

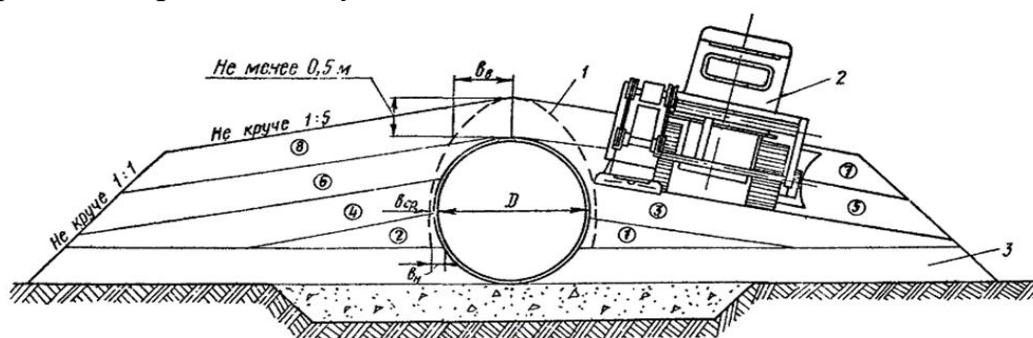
Сонымен қатар, негізгі толтыру кезінде құбырдың соңында оның бойымен қозғалатын машинаны бұру үшін шығулар ұйымдастырылуы немесе жұмысты шаттл әдісімен көтере алатын механикаландырылған құралдарды қолдану қажет.

14.5.3.12 Топырақтың әр қабатын тығыздау, егер ол машиналар құбыр бойымен қозғалған кезде жасалса, одан алыс жерлерден басталып, әрбір келесі өтумен құбырдың қабырғаларына жақындау керек. Тікелей құбырдың жанында топырақты тығыздауға оның қарама-қарсы жағында құбырдың бүкіл ұзындығы бойынша сол қабаттың топырақ қабаты төгілген кезде ғана рұқсат етіледі.

Қабаттарды төгу реттілігі, олардың қалыңдығы және тығыздау машиналарының жұмыс органдарының құбырына рұқсат етілген жуықтау 46 және 47 суреттерде көрсетілген.

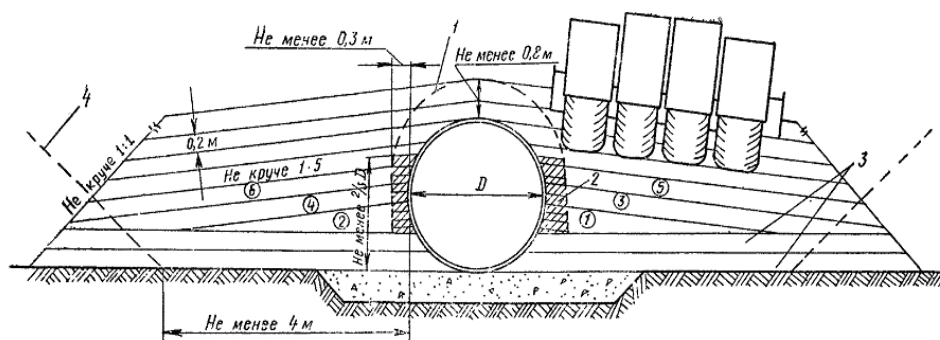
14.5.3.13 Көп нүктелі құбырлардың қуыстарында топырақты тығыздау қабаттарды төгу дәйектілігін міндетті түрде сақтай отырып механикаландырылған қолмен тегістеу арқылы жүзеге асырылуы ұсынылады (48-сурет).

Қуыстардағы қабаттың қалыңдығы 0,15 м-ден аспауы қажет. Қуыстарды топырақпен толтыру үшін әмбебап экскаваторлар-тегістегіштер мен драглайндарды қолдану қажет.



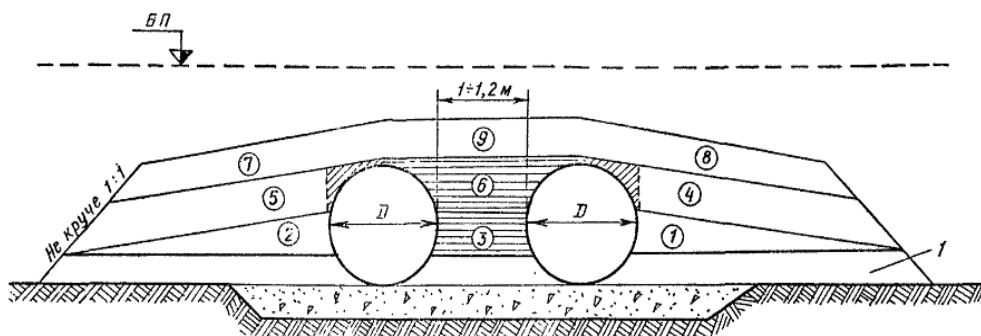
1, 2 және т.б. - қабаттардың нөмірлері оларды толтырудың технологиялық тәртібі;
1 - машинаның жұмыс органының құбыр қабырғасына максималды жақындауының контуры; 2 – діріл соққылы топырақты тығыздау машинасы; 3 - нөлдік қабат; θ_n және $\theta_{ср}$ - жұмыс органының құбыр қабырғасына максималды жақындауы.

46-сурет - Шектеулі жағдайларға арналған діріл соққылы машинамен құбырларды толтыру үшін топырақты қабатты тығыздаудың технологиялық реттілігі мен сұлбасы



1, 2 және т.б. - қабаттардың нөмірлері оларды толтырудың технологиялық тәртібі;
 1 - машинаның жұмыс органының құбыр қабырғасына максималды жақындауының контуры; 2 – қол механикаландырылған тығыздарғыштармен тығыздалатын топырақ ;
 3 - нөлдік қабат; 4 - алаңдарда құбыр орнатылған жағдайда үйінді ұштарының шекараларын сызу сызықтары; катоктың құбыр арқылы өтуі кезінде осы Ұсынымдардың 14.5.19-тармағының талаптарын сақтау қажет

47-сурет - Құбырлардың толтыру топырақтарын пневмокатоқтармен қабаттап тығыздаудың технологиялық реттілігі және сұлбасы



1, 2 (шеңберлерде) және т. б. - қабаттардың нөмірлері оларды толтырудың технологиялық тәртібімен; ////////////// - биіктігі бойынша келесі қабатты тұрғызу процесінде тығыздалған құбырдың үстіндегі топырақ; - қолмен механикаландырылған тампондармен тығыздалған топырақ; 1-нөлдік қабат

48-сурет - Көп нүктелі толтыру топырақтарын пневмокатоқтармен қабаттап тығыздаудың технологиялық реттілігі және сұлбасы

14.5.3.14 Қысқы жағдайда құбырларды тек еріген (құрғақ тоңбаған) топырақпен толтыру қажет; бұл жағдайда соққы және діріл әсер ететін топырақты тығыздау машиналары ұсынылады.

Топырақ игерілген сәттен бастап оны тығыздау аяқталғанға дейінгі жұмыс циклінің рұқсат етілген уақыты топырақ тығыздау қабілетін сақтайтын уақыттан аспауы керек.

14.5.3.15 Жұмыс органының әр түрлі деңгейдегі құбыр қабырғасына максималды жуықтауы v_H және v_{cp} тең: $D = 1$ м $v_H = 0,15$ м, $v_{cp} = 0,05$ м, $v_B = 0,4$

м; $D = 1,5$ м $e_H = 0,20$ м, $e_{cp} = 0,05$ м, $e_B = 0,5$ м; $D = 2$ м $e_H = 0,30$ м, $e_{cp} = 0,05$ м, $e_B = 0,7$ м; $D = 3$ м және $e_H = 0,40$ м, $e_{cp} = 0,05$ м, $e_B = 1,1$ м.

14.5.3.16 Топырақтың тығыздығын бақылау сынамаларды алу арқылы құбырды толтыру процесінде жүргізілуі керек. Тығыздығы 0,25; 0,5 және 0,75 d) құбырдың екі жағынан биіктігі бойынша бүйір қабырғаларынан 0,1 және 1 м қашықтықта оның ұзындығы бойынша орташа бөлігінде тексеріледі. Үлгілер саны әр нүктеде кемінде екі болуы керек.

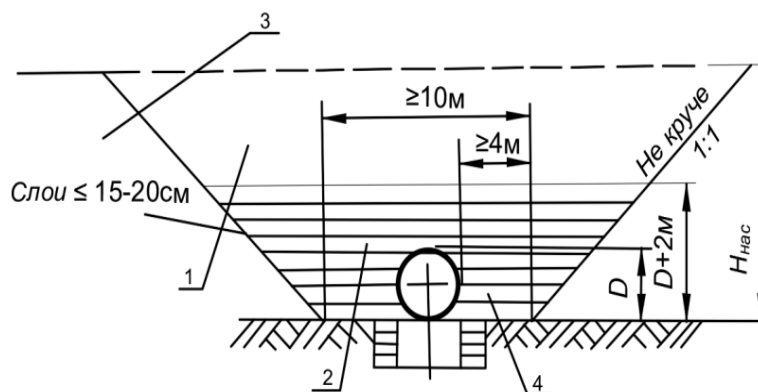
14.5.3.17 Диаметрі 3 м - ге дейінгі құбырлардың үстінен 10 тсдейінгі жүктемесі бар құрылыс машиналарының үстінен өтуге құрылымның үстіңгі қабатының қалыңдығы 0,5 м-ден кем емес (тығыз денеде), 11-20 тс жүктемесі бар-қабаттың қалыңдығы 0,8 м-ден кем емес және 21-50 тс жүктемесі бар-қабаттың қалыңдығы жоқ 1 м-ден аз. Егер жобادا толтырғыштың қалыңдығы аз болса, онда машиналарды олардың өтетін жеріндегі құрылым арқылы өткізу үшін топырақты көрсетілген қалыңдыққа дейін қосу қажет.

14.5.4 Үйінді тұрғызылғаннан кейін су өткізу құбырын салу

14.5.4.1 Техника-экономикалық негіздеме кезінде үйінді аралықтарында су өткізгіш құбырды тұрғызуға жол беріледі (38,б-сурет), бұл ретте үйінді көлбеуінің негізі мен құбыр қабырғасы арасындағы қашықтықты көлденең диаметр деңгейінде кемінде 4 м қамтамасыз ету есебінен төменгі жағынан (жарықта) жану ені тағайындалуы тиіс.

14.5.4.2 Жолдарды салу кезінде ережелерде су өткізгіш құбырларды топырақпен толтырудың үш кезеңі көзделген: шұңқырдың қабырғалары мен іргетастың арасындағы саңылауларды іргетастың жоғарғы белгісінің деңгейіне дейін толтыру, құбырдың диаметріне және қорғаныс қабатының қалыңдығына (0,2..., 3 м) тең биіктікке Мұқият тығыздау арқылы тікелей құбырды 15...20 см-ден аспайтын қабаттармен толтыру және құбырдың үстінен салу үйіндінің қалған бөлігі жобалық белгіге дейін (45-сурет). Бұл ережелер құбырларды қайта толтыру жұмыстарының ережелеріне ұқсас, бірақ артта қалған шұңқырлардың өлшемдері, яғни. су өткізгіш пен жер төсемі арасындағы қашықтық қарапайым тығыздағыштарды қолдануға мүмкіндік береді.

14.5.4.3 Топырақты себу самосвалдар мен скреперлердің айналма қозғалысымен үйінді беткейлері жағынан кіре және шыға отырып жүргізілуі тиіс. Құбырларды шұңқырларға толтыру үшін бульдозерлерді қолдануға болады, олармен осы мақсат үшін арнайы жеткізілген және үйіндіге құбырдың екі жағына төселген топырақты жылжытуға болады.



1-аралық; 2 - георсинтетикалық материалдардан жасалған қабаттар; 3-үйінді;
4-қуыс

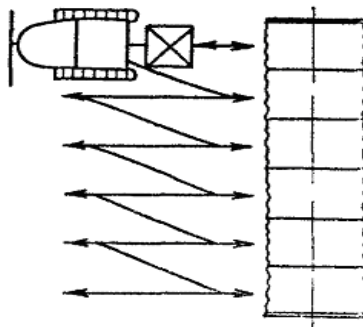
49-сурет - Жер төсемінің үйіндісін салудан бұрын су өткізгіш құбырды топырақпен толтыру

Құбырларды шұңқырларға толтыру үшін бульдозерлерді қолдануға болады, олармен осы мақсат үшін арнайы жеткізілген және үйіндіге құбырдың екі жағына төселген топырақты жылжытуға болады.

Барлық жағдайларда топырақты қабаттармен толтыру құбырдан бүкіл ұзындығы бойынша басталуы керек.

Қуыстарды нығыздау үшін салмағы 40 кг-ға дейінгі шағын көлемді тампондарды және гидравликалық экскаваторға ілінетін шағын өздігінен қозғалатын немесе діріл плиталары мен діріл тампондарын пайдалану қажет. Қорғаныш қабаты мен негізгі толтырғыштың топырағын жүктеменің реттелетін қарқындылығымен сырғанақтардың, роликтердің немесе динамикалық әсер етудің қандай да бір құралдарының өлшемдерін ескере отырып тығыздауға болады. Мұндай құралды таңдағанда, құбырдың қабырғасында топырақты тығыздау қажеттілігін ескеру қажет, өйткені әрбір машина оған жақындауға немесе өзінің жұмыс органына түсуге қабілетті емес.

14.5.4.4 Күрделі жағдайларда құбырдың айналасындағы топырақты діріл соққысы бар машинамен тығыздау керек. Құбырдың көлденең диаметрінен төмен қабаттарды тығыздау кезінде машина құбыр бойымен қозғалуы керек. Егер құбыр үйінді тұрғызылғанға дейін немесе кең прогалада толтырылса, онда осы деңгейден жоғары қабаттарды шаттл әдісімен тығыздау ұсынылады (50-сурет). Дәл осы сұлбалар бойынша екі жұмыс органы бар дизельді тегістеу машинасымен және діріл машинамен тығыздауға болады.



50-сурет - Шөлнекті әдіспен діріл соққв машинамен топырақты тығыздау сұлбасы

14.6 Қолданыстағы су өткізгіш құбырларға кіреберістерді қайта салу және жөндеу

14.6.1 Кіреберіс топырақтарын химиялық бекіту әдістерімен нығайту

14.6.1 Жетекші машина ретінде топырақ араластырғыш қондырғы пайдаланылатын жұмыс өндірісінің технологиясы мыналарды қамтиды:

- топырақ қоспасын тұтқырмен дайындау және оны төсеу орнына тасымалдау;
- қоспаны бөлу, төсеу және тығыздау;
- төселген қабатқа күтім жасау.

Қоспаны дайындау барысында топырақ, гранулометриялық қоспалар, су және тұтқырғыштар араластыру бөліміне бір уақытта беріледі.

14.6.1.2 Цементпен, белсендіргіштері бар күлдітұтқырғыштармен қоспаларды дайындау кезінде қабатты салу бойынша барлық технологиялық операцияларол дайындалған сәттен бастап 4 сағаттан кешіктірілмей аяқталуы керек. Технологиялық алшақтықты 8...12 сағатқа дейін арттыру қажет болған жағдайда қоспаға су ерітінділері түрінде тиісінше 0,5%-дан 1%-ға дейін және 0,001%-дан 0,5%-ға дейін тұтқыр массаның мөлшерінде техникалық лигносульфонат немесе кремний органикалық қоспа енгізіледі.

Құрамында цемент және органикалық тұтқырғыштары бар қоспаларды қолданған кезде қоспаны дайындау мен тығыздау арасындағы қауіпсіз технологиялық алшақтық 6...8 сағатқа дейін артады.

Әк қолданылған жағдайда қоспаларды дайындау мен тығыздау арасындағы технологиялық алшақтықтың ұзақтығы, сондай-ақ белсендіргіштерсіз күлдітұтқырғыштар48 сағатқа дейін.

14.6.1.3 Сұйық немесе эмульсияланған тұтқырмен нығайтылған топырақтарды жазғы кезеңде ашық алаңдарда, күзгі-қысқы кезеңде - жабық

қоймаларда немесе қалқаның астында сақтауға жол беріледі. Рұқсат етілген сақтау мерзімі МЕМСТ 12801 бойынша немесе тәжірибелік жолмен анықталады.

Минералды тұтқырғыштармен нығайтылған қоспалары бар органикалық тұтқырлармен нығайтылған топырақтар сақталуға жатпайды. Күлді тұтқырғыштармен, әкпен, белитті қоқырлармен нығайтылған топырақты төсегенге дейін екі тәулік бойы 5°C дейінгі температурада, 5°C төмен температурада - 15 тәулік, ал 0°C төмен температурада 30 тәулік бойы жинауға және сақтауға жол беріледі.

14.6.1.4 Дайындалған қоспа жүкті өзі түсіретін автомобильдермен жолға шығарылады, өзі жүретін төсегіштің, тегістеуіштің немесе автогрейдердің көмегімен дайындалған негізге қояды және пневмо -, діріл - немесе аралас катоктардың көмегімен барынша тығыздыққа дейін тығыздайды.

Аралас катоктарды пайдаланған кезде бір із бойынша алғашқы 4...6 өту статикалық режимде (дірілді қоспай) алға қарай 2-ден 3 шк/сағ жылдамдықпен білікпен орындалады. Қабатты тығыздау әр жолды 30 см-ден 40 см-ге дейін жабу арқылы шетінен ортасына дейін жүргізілуі керек.

Аралас каток бір із бойынша келесі 2...3 рет өтуді діріл режимінде 4-тен 6 шк/сағ дейінгі жылдамдықта жүргізеді. Ақаулар пайда болған жағдайда дірілді өшіру қажет.

Тығыздау үдерісі 4-тен 6 шк/сағ жылдамдықпен статикалық режимде бір ізбен 3...5 рет өту арқылы орташа немесе ауыр тегіс білікті каток аяқтайды.

14.6.1.5 Төсегіштерді пайдаланған кезде қоспаны алдымен төсегіште бар тығыздау жүйелерімен, ал соңында бір ізбен жүру арқылы пневматикалық шиналардағы катоктармен 8-10 немесе аралас катоктармен 4...6 өтуарқылы тығыздалады.

Біліктер мен пневмодөңгелектер қабатты тығыздау үдерісінде сумен суланбауы тиіс. Каток жол осіне параллель қозғалуы және тығыздау үдересіндетоктамауы тиіс. Катоктағы дірілдеткіштерді біліктің іздері пайда болмау үшін қозғалыста ғана қосу және өшіру қажет.

14.6.1.6 Қоспаның ең жоғары тығыздығына қол жеткізген кезде қабатты тегіс білікті немесе тегіс протекторы бар пневмокатокпен тегістеп кескіндеу жүзеге асырылады.

Минералды тұтқырғыштармен немесе органикалық тұтқырлармен бірге минералды тұтқырғыштармен нығайтылған топырақтан салынған

нығыздалған қабат үшін ол 70% жобалық беріктікке жеткенге дейін 5...10 тәулік ішінде күтім жасау қажет.

Күтім бу өткізбейтін қабықшамен қабатты жабу, қалыңдығы кемінде 5 см құм қабатын орнату немесе қабықша құрайтын материалдарды құю арқылы жүзеге асырылады (0,8-ден 1,5 л/м²-ге дейін ҚР СТ 1274 бойынша битум эмульсиясы, МЕМСТ 11955 бойынша сұйық битум).

14.6.1.7 Қазіргі уақытта ірі көлемді топырақтардағы қуыстар мен ірі кеуектерді толтыру үшін қатты цемент немесе цементті-сазды массивін құрайтын топырақты **цементтеу әдісі** кеңінен қолданылады.

14.6.1.8 Цементтеу үшін цемент, цемент-құм және цемент-саз ерітінділері қолданылады. Әрбір нақты жағдай үшін ерітіндінің құрамы және 1-ден 0,4-ке дейін өзгеруі мүмкін суцемент қатынасы (В/Ц) ретінде таңдау керек. Инъекциялық ерітінділер келесі сипаттамаларға ие болуы керек: конустағы ерітіндінің қозғалғыштығы -10...14 см, 2 сағат ішінде судың бөлінуі - 0...2 %, 28 күн ішінде қатқаннан кейін сығымдау күші. - 1...2 МПа. Цемент ерітінділерінің тығыздығы 1,60 ... 1,85 г / см³ құрайды. Барлық осы сипаттамалар жобада көрсетілуі керек.

14.6.1.9 Цемент ерітінділерін қолдану тау жыныстарының жарықшақтылығы сипатына байланысты. Әдісті қолданған кезде сүзу жалғасуы керек және толығымен тоқтатылмауы керек. Бұл бөлшектердің мөлшері шамамен 50 мкм болатын цементті ұнтақтау мөлшерінің жоғарылауына байланысты, яғни 0,2 мм өлшемді жарықшақтар цементтелмейді. Сонымен қатар, цементтің сулы ерітінділері тастың 100% шығуын қамтамасыз етпейді, бұл қалдық сүзгілеуден де тудырады.

14.6.1.10 Сылау әдісі арқылы кіреберіс үйіндісінің топырақтарын тығыздау әдісі құрғақ топырақтарда сазды ерітінді құйылғаннан кейін суды сіңіру қасиеті бар оқпа қуыстарын толтыру үшін қолданылады. Бос жерлерді толтырғаннан кейін саз ерітіндісі бірнеше тәулік бойы гидравликалық қысым астында болуы тиіс.

Сылау үшін тығыздығы 1,2...1,3 г/см³ сазды ерітінді қолданылады. Қысым жоғарылаған кезде (2 МПа-дан астам) сазды ерітіндідегі су сығылады, құрғаған сазды қамыр қуыстарды тығыз толтырады және топыраққа су өткізбеушілікті береді.

14.6.1.11 Сылауды цементтеу сияқты, сүзгілеу коэффициенті тәулігіне 50 м/тәул.-тен 5000 м/тәул.-ке дейінгі шектерде болатын қиыршық тасты және жарықшақты топырақтарда, тығындалатын аймақтан ерітіндінің әкетілуін болдырмау үшін жер асты сулары қозғалысының шағын жылдамдықтарында қолдану керек.

14.6.1.12 Силикаттау әдісі негіздерді нығайтуға қызмет етеді және бірнеше нұсқада жүзеге асырылады. Сүзу коэффициенті тәулігіне 6 м-ден 90 м-ге дейінгі құмдарды бекіту үшін силикаттаудың екі ерітінді әдісі қолданылады.

14.6.1.13 Силикаттаудың екі ерітінді әдісінің мәні кез-келген ылғалдылықтың құмды топырағына бітелген металл тесілген құбыр арқылы, яғни инъектор кезекпен натрий силикатының ерітіндісімен $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{nSiO}_2$ және кальций хлоридінің ерітіндісімен CaCl_2 құйылады. Олардың арасындағы химиялық реакцияның нәтижесі - топырақтың кеуектерінде кремний қышқылының гидрогелі түзіліп, топырақтың тез берік бекітілуі. Екі ерітінді әдісі топырақтың жоғары беріктігін (15.1-кесте) және оның толықтай су өткізбеушілігін қамтамасыз етеді. Бұл әдістің кемшіліктері – жұмыс құнының жоғары болуы және үлкен еңбек сыйымдылығы. Бекітілген топырақтың кубтық беріктігі 1,5...3,5 МПа-ға жетеді, сонымен қатар, агрессивті суларға ұшыраған кезде бекітілген топырақтың беріктігі төмендемейді.

14.3 - кесте – Силикаттау кезіндегі топырақтың беріктігі

Топырақтың сүзу коэффициенті, см/сек	Нығайту тәсілі	28 тәуліктен кейін сығуға беріктік шегі, кН/м ²
Ірі және орташа құмдар 0,006...0,012	Екі ерітінділі	2900...3400
0,006...0,012		1900...2900
0,006...0,012		1500...1900
Ұсақ және шаң тірізді құмдар	Бір ерітінділі	390...490
Сарытопырақ	Бір ерітінділі	590...1500

14.6.1.14 Силикаттаудың бір ерітінді тәсілі сүзу коэффициенті 0,0006-дан 0,006 см/сек дейін ұсақ және шаңды құмдарды бекіту үшін қолданылады. Сұйық әйнектен және фосфор қышқылынан немесе сұйық әйнектен, күкірт қышқылынан және күкірт қышқылды аммонийден тұратын гель тәрізді ерітінді топыраққа құйылады.

Бірінші нұсқада гелдің тез түзілуі қамтамасыз етіледі. Бекітілген топырақтың беріктігі (14.3-кесте) екі ерітінділіәдіске қарағанда айтарлықтай төмен. Бұл әдіс негізінен сүзгіге қарсы перделерді орнатуда қолданылады.

Сондай-ақ, силикаттаудың бір ерітінділіәдісі сүзу коэффициенті 0,0001-ден 0,0023 см/сек-ке дейінгі сары топырақтардың шөгуін бекіту үшін қолданылады. Бұл жағдайда бір сұйық әйнектің ерітіндісі топыраққа құйылады. Гель түзілуі сұйық әйнек ерітіндісінің топырақтың суда еритін тұздарымен және оның алмасу кешенімен реакциясы нәтижесінде пайда

болады. Екінші ерітіндінің рөлін топырақтың өзі орындайды. Бекітілген топырақтың беріктігі 14.3-кестеде келтірілген.

14.6.1.15 Жарықшақты тасты және жартылай тасты топырақтардағы сүзудің жоғары жылдамдығы кезінде ыстық битумдау әдісі қолданылады. Әдістің мәні-бұрғыланған ұңғымалар арқылы балқытылған битумды айдау, ол жарықшақтарда атып, топырақтың су өткізбеушілігін арттырады. Әдетте битум сумен араласпайды және онымен байланысқан кезде ол жылуды нашар өткізетін қабықша түзеді, ал айдау кезінде ол жер асты суларының айтарлықтай жылдамдығы болған кезде де үлкен қуыстарды толтырады. Битумның үлкен жарықшақтар мен қуыстарда қатуы оның төмен жылу өткізгіштігіне байланысты баяу жүреді, сондықтан оның таралу радиусы айтарлықтай.

Ыстық битумдаудың кемшіліктері:

- жер асты сулары қысымының болуынан жарықшақтардан битумның сығылып шығуы байқалады;

- айтарлықтай тұтқырлыққа байланысты, тіпті балқытылған битум 1 мм-ден аз ашылған жарықшақтарды толығымен толтыра алмайды.

Битумдау радиусы 0,75 м-ден 1,5 м-ге дейін, ал су өткізгіштігі толығымен жойылмайды, сондықтан ыстық битумдау әдісі көлік құрылысында сирек қолданылады.

14.6.1.16 Суық битумдау әдісінің мәні карбомид шайырдың сулы ерітіндісін тұз қышқылын қоса отырып айдау болып табылады. Бұл әдіс топыраққа тек су өткізбеушілікті беру үшін тәулігіне 10-нан 50 м-ге дейін сүзу коэффициенттері бар ұсақ түйіршікті құмды топырақты бекіту үшін қолданылады. Бұл әдіс берік бекітуді қамтамасыз етеді, топыраққа су өткізбеушілікті береді. Сонымен қатар, әдіс карбонатты топырақты бекітуге мүмкіндік береді. Карбонаттар құрамы жоғары болған кезде (3%-ға дейін) топырақты қышқыл ерітіндісімен гель құрайтын ерітіндінің көлеміне тең көлемде алдын ала өңдеу жүргізіледі.

Битум эмульсиясын дайындау технологиясының күрделілігіне байланысты силикаттау және шайырлау кезінде ерітінділерді дайындау технологиясымен салыстырғанда бұл әдіс кең таралмаған.

14.6.1.17 Әр түрлі қатайтқыштары бар зэртасформальдегидті (карбамидті) шайыр топырақты шайырлаудың ең қолайлы әдісі болып табылады. Төмен бағаға байланысты бұл шайыр топырақты бекіту кезінде кеңінен қолдануға қол жетімді, суда оңай ериді, тұтқырлығы төмен, төмен температурада емделеді. Әдіс топыраққа су өткізбейтін әсер береді және берік бекітуді қамтамасыз етеді.

14.6.1.18 Әдіс берік бекітуді қамтамасыз етеді, топыраққа су өткізбеушілік қасиеттерін береді. Сонымен қатар, әдіс карбонатты топырақты бекітуге мүмкіндік береді. Карбонаттардың мөлшері жоғарылаған кезде (3% дейін) топырақты гель түзетін ерітіндінің көлеміне тең көлемде қышқыл ерітіндісімен алдын ала өңдеу жүргізіледі.

14.6.2 Топырақтың әлсіз қалыңдығын дренаждыға ауыстыру

14.6.2.1 Әлсіз топырақты дренаждыға ауыстыру бойынша технологиялық картамен қарастырылған:

- әлсіз топырақты қазу және экскаватормен автосамосвалдарға тиеу және құрылыс алаңынан тыс жерлерге кәдеге жарату орындарына әкету бойынша жұмыстарды жүргізу;

- орлар түбінің бетін бульдозермен көлденең еңістер жасай отырып, кем дегенде 25 % жоспарлауды жүргізу; мүмкіндігінше бір із бойынша роликтің бір/екі өтуі есебінен траншеялардың түбінің бетін тығыздауды орындау;

- автосамосвалдармен тасымалдаумен, бульдозермен және топырақ дірілдеткішпен тығыздаумен автогрейдермен таратумен және профильдеумен дренажды топырақтан алмастыру қабатының құрылғысы (әр қабаттың максималды қалыңдығы 45 см).

14.6.2.2 Әлсіз топырақты алып тастау шымтезекті автосамосвалдарға тиеу арқылы экскаватормен жүргізіледі. Әлсіз топырақты алып тастау жолдың осінен басталады. Экскаваторлардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін таңдалған әлсіз топырақ үшін аралық Объектілік қойма қарастырылған. Әлсіз топырақты жою жұмыстары жұмыс құжаттамасына сәйкес жүзеге асырылады.

14.6.2.3 Әлсіз топырақты алып тастағаннан кейін үйінді негізі мен алмастыру қабаты арасында геотекстильді материал төселуі мүмкін. Геотекстильді материалды қолдану қажеттілігі туралы шешім әрбір нақты жағдай үшін жобалық шешімге сәйкес қабылдануы керек.

14.6.2.4 Әлсіз топырақ қабатын әзірлеу және дренаж қабатын орнату жұмыстары бір уақытта бір цикл шеңберінде жүргізіледі. Бұл автосамосвалдарға жер төсемінің төгілген қабаты бойынша экскаваторларға тиеуге мүмкіндік береді.

Топырақты тегістеу және жоспарлау төрт өткелде бульдозермен жүзеге асырылады, топырақты үйіндіден қалыңдығы 0,45 м болатын 10 м қабатқа дейін жылжытады, шаттл схемасы бойынша трассаның осінен бүкіл еніне дейін, алдыңғы іздің қабаттасуымен 0,5 м. Үйіндінің бірінші қабаты

«өзінен әрі қарай» тәсілімен себіледі.

14.6.2.5. Ордың едәуір тереңдігі мен төгілген топырақтың қалыңдығы кезінде оны тығыздау соққы-діріл әсерінен ең үлкен және ауыр топырақты тығыздау машиналарын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Осы мақсатта салмағы 12,5 тонна өздігінен жүретін топырақ қолданылады, ол 45 см тереңдікке дейін қаныққан құмды өңдеуге қабілетті, 6-8 соқпақпен, роликтің тербеліс жиілігін міндетті түрде 25-27 Гц ұстап, алдыңғы іздің роликтің енінің 1/3 бөлігімен қабаттасып, тығыздау жолақтарын қабаттың шетінен оське қарай жылжытады.

14.6.2.6 Үйінді негізінің бірінші қабатын тығыздауға ерекше назар аудару керек. Таптауды статикалық режимде бастау керек (вибратор өшірілген), өйткені діріл әсері әлсіз топырақтың минералды түбінің топырақтарының, әдетте, сумен қаныққан күйде тығыздалуына әкелуі мүмкін. Дірілді тығыздау режимінде жұмыс істегенде, тығыздалған қабаттың бетін бақылау керек және тор пайда болған жағдайда (түбінің тығыздалғанын көрсетеді), діріл режимін өшіру керек.

14.6.2.7 Машиналарға, жабдықтар мен құрылғыларға қажеттілік олардың кешенді механикаландырылған бригада құрамындағы оңтайлы жүктемесі есебінен айқындалды.

14.6.2.8 Дренажды топырақ жұмыс орындарына артикуляцияланған автосамосвалдармен жеткізіледі. Жеткізілген дренажды топырақ дамыған, әлсіз топырақтан бос траншеяға түсіріледі. Автосамосвал үйіндіге жайылып, түсіру орнына кері бағытта беріледі.

Дренажды толтыру құрылғысы дренажды топырақты алыстан тасымалдау қажет болған жағдайда қиындықтар тудырады. Сонымен қатар, барлық құрылыс ұйымдары тар жағдайларда топырақты тығыздау механизмдерімен (оның сапасына қарамастан) жабдықталмаған.

14.6.2.9 су өткізгіш құбырларға кіреберістерде дренажды толтыру құрылғысы үшін мұздату кезінде көлемі ұлғаймайтын топырақтар мен материалдар қолданылады: ірі және орташа құм, ұсақ шаңсыз құм (бөлшектері кемінде 0,1 мм 25% - дан аспайды), металлургиялық қож. $K = 0,98...1,0$ коэффициентіне дейін тығыздалғаннан кейін дренажды топырақтың сүзу коэффициенті тәулігіне 2...3 м кем болмауы тиіс.

Дренажды толтыруды қолдану тіректерге белсенді көлденең қысымды 2,5...3 есе төмендетеді.

Дренажды толтыру мен конустардың қажетті тығыздығын қамтамасыз ету үшін тығыздау механизмінің дұрыс түрін таңдау маңызды. Жұмыс майданының тығыздығы және жұмыс кезінде зақымдалуы мүмкін көпір

конструкцияларына жақындығы бұл жағдайда шағын және маневрлі машиналарды қолдануды анықтайды.

14.6.2.10 Шектеулі жерлерде дренажды топырақ пен қиыршық тас негіздерін тығыздау үшін соққы, діріл және діріл әсер ету механизмдері ең тиімді болып табылады.

Электрлік тығыздағыштарды басқару оңай және жұмыс кезінде өздері қозғалады, қол жетпейтін жерлерде топырақты тығыздауға жарамды; рычагтар мен амортизаторлар жүйесі дірілдің жұмысшыларға зиянды әсерін болдырмайды.

Діріл тақталаршағыл тасты, қиыршық тасты және қожды тығыздау үшін де қолдануға болады. Ауырлық центрінің төмен орналасуына байланысты діріл плиталары оңай басқарылады, ал діріл мен қозғалтқыш тақталарын амортизациялық серіппелер арқылы қосу жұмысшыны дірілден қорғайды.

14.6.2.11 Дренажды толтырғыш пен конустардың топырағын тығыздау оңтайлы ылғалдылықта, стандартты тығыздықтан 0,98 – 1,0 тығыздау коэффициентіне дейін қабат-қабат жүргізіледі. Қабаттардың қалыңдығы қолданылатын механизмдерге байланысты қабылданады. Қолмен тығыздау кезінде қабаттардың қалыңдығы 10-15 см-ден аспауы керек.

14.6.2.12 Су қоймаларының трассасына жақын жерде дренажды толтырғыш пен конустарды тығыздау топырақтың ылғалдылығын оңтайлы 20% - ға арттыра отырып, сумен суару арқылы жүргізілуі керек. Бұл жағдайда сіз тығыздалған қабаттардың қалыңдығын біршама арттыра аласыз.

14.6.2.13 Егер бұл жерлерде қол жетпейтін жерлерді қажетті тығыздауды қамтамасыз ету мүмкін болмаса, цемент топырағын төсеу керек.

14.6.2.14 Сынамаларды іріктеу және топырақтың тығыздығы мен ылғалдылығын анықтау арқылы тығыздауды жүйелі бақылауды жүзеге асыру қажет. Топырақтың тығыздығы кесу жиегі бар сақина әдісімен, ал ылғалдылық тұрақты салмаққа дейін кептіру әдісімен анықталады.

14.6.2.15 Көпірдің әр жағындағы топырақтың тығыздығы мен ылғалдылығы үйінді биіктігінің әр метрінде үш жерде анықталады: 1) жағалау тірегінен 2...3 м қашықтықта; 2) конуста және 3) көпірден 40 м қашықтықта. Соңғы жағдайда тығыздық пен ылғалдылық көкжиектен алынған екі сынама бойынша анықталады, үйінді биіктігінің жартысына тең және оның жоғарғы жағынан 0,7 м.

14.6.3 Инъекциялау арқылы су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйінді денесін күшейту

14.6.3.1 Инъекциялау арқылы су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйінді денесін күшейту осы ұсынымдардың 14.2-тармағына сәйкес орындалуы тиіс.

14.6.4 Су өткізгіш дренажды ойықтарды орнату

14.6.4.1 Су өткізгіш құбырларға кіреберістерде үйінді жобалау кезінде жер үсті суларын жер төсемінің денесінен және жабыннан сенімді бұруды көздеу қажет, оған дренаж қабаттары мен қаптаманың астындағы көлденең дренаждық ойықтар және жол жиектерін сүзгіден қорғау арқылы қол жеткізіледі.

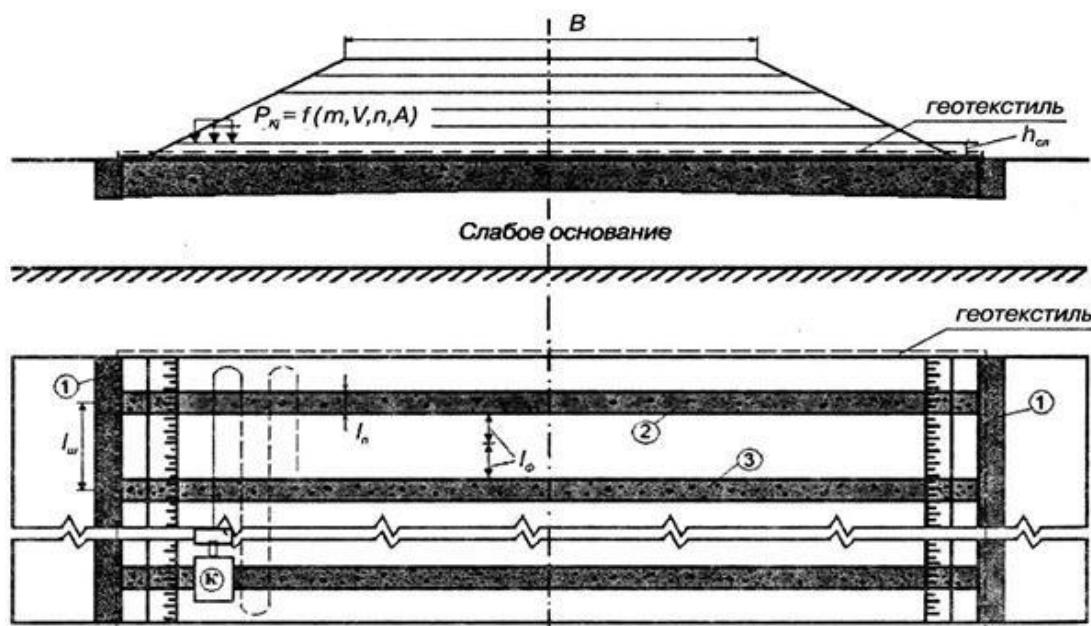
14.6.4.2 Автомобиль жолы жабынының беттеріне, жол төсемесінің конструктивтік қабаттарына және үйінді денесіндегі топырақ қабаттарына көлденең еңіс беріледі, бұл су бұруға және жер төсемі мен жол төсемесі материалдарының топырақтарын құрғатуға ықпал етеді.

14.6.4.3 Үйінді денесінде тосқауыл дренажын орнату бойынша жұмыстарды 14.3.11-тармаққа сәйкес орындау қажет.

14.6.4.4 Үйінді негізінің астындағы көлденең ойықтар әлсіз бағаннан сығылған суды сүзу жолын қысқарту есебінен негіздің шоғырлануын жеделдету үшін сәйкес әлсіз суға қаныққан топырақтарда орналастырылады (51-сурет). Дренаждық ойықтарды есептеудің ерекшелігі-құрылыс жүктемесі кезінде топырақты кезең-кезеңімен сүзу шоғырландыру шарттарын ескеру қажеттілігінде.

14.6.4.5 Дренаждық арықтарды (1) және көлденең ойықтарды (2) әлсіз қабаттың қуаты 4 м-ге дейін болғанда және әрбір ойықты дренажды топырақпен толтыру үшін қажетті уақыт ішінде әлсіз топырақта тік беткейлерді сақтау мүмкіндігін ұйымдастырған жөн.

14.6.4.6 Ойықтары бар жер төсемін жобалау кезінде олардың арасындағы қашықтық әлсіз топырақ жауын-шашынының қарқынды бөлігіне қол жеткізудің берілген мерзіміне негізделген есептеумен анықталады.



1-бойлық дренаждық арықтар; 2 - көлденең дренаждық ойықтар;
3-дренажды топырақ

51-сурет - Әлсіз негізде көлденең ойықтарды орнатудың технологиялық сұлбасы

Ойықтарды есептеу үшін мынадай деректер қажет: жүктеменің есептік шамалары (роликтің салмағын ескере отырып); әлсіз қалыңдықтың есептік қуаты (сүзгілеу шарттарын ескере отырып); әлсіз негіздің соңғы тұнбасы; әлсіз қалыңдықтағы топырақты шоғырландыру және қысу сынақтарының нәтижелері.

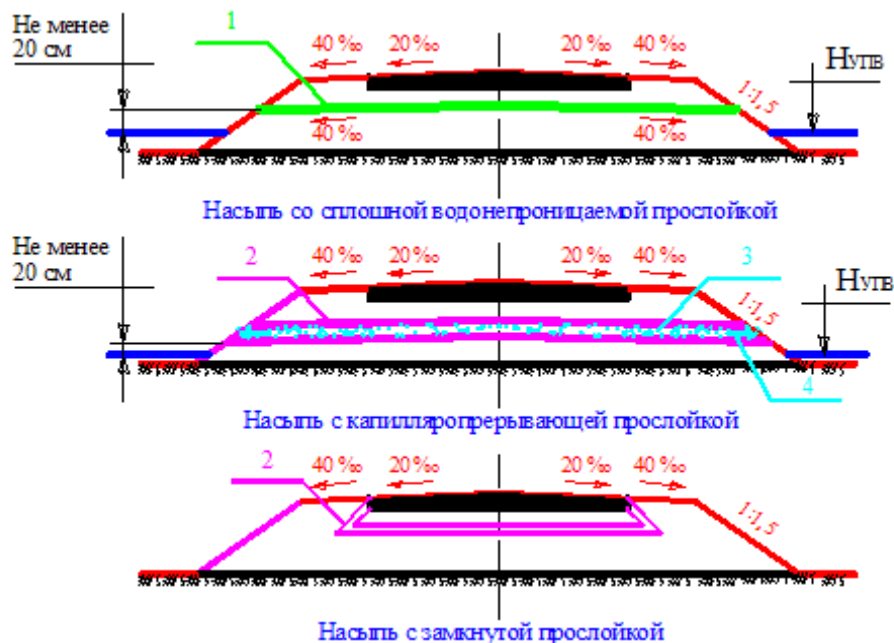
14.6.4.7 Қуыстағы дренаждық саңылаулар арасындағы қашықтық l топырақтың сүзу қасиеттеріне қарай тағайындалады және сүзу шоғырлануының берілген мерзіміне байланысты есептеумен тексеріледі. Ойықтардың ені l_n ойықтарды орнату үшін қолданылатын жабдыққа байланысты 1-1,2 м тағайындалады. Саңылауларды толтыру үшін сүзу коэффициенті $K_f > 4$ м/тәул, қиыршық тас және қиыршық тас бар қиыршық тасты құмды пайдалану керек.

14.6.4.8 Жол төсемесінің түбінен суды ағызу үшін капиллярларды үзетін және ағызатын қабаттар орналастырылады.

Су өткізбейтін материалдардан (битум, битуммен өңделген топырақ, геосинтетикалық материалдар) жасалған қабаттар жер төсемінің бүкіл еніне орналастырылады. Жер төсемінің үлкен енімен жабық дренажды қабаттарды орнатуға рұқсат етіледі (52-сурет).

14.6.4.9 Капиллярлық үзіліс қабаттары капиллярлық көтерілудің төмен биіктігі бар ірі түйіршікті құмнан немесе қиыршық тастан қалыңдығы

кемінде 10-15 см етіп орналастырылады, оларды жердің бүкіл еніне орналастырады, капиллярлық көтерілудің биіктігі, оларды жер төсемінің бүкіл еніне орналастырады. Ластанудан қорғау үшін қабаттардың үстіңгі және астыңғы жағында қалыңдығы кемінде 3-5 см ұсақ қиыршық тас қабаты төселген.



1-органикалық тұтқыр материалдармен өңделген топырақ немесе полиэтилен қабықшасы; 2-ұсақ қиыршық тастың оқшаулағыш қабаты; 3-қиыршық тас, шағыл тас немесе ұсақ түйіршікті құм қабаты; 4-ірі қиыршық тас немесе шағыл тас

52-сурет- Су өткізбейтін материалдардан жасалған қабаттар

14.6.4.10 Геосинтетикалық материалдардан жасалған қорғаныш-арматуралық қабаттардың көмегімен су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйінді денесін нығайту ҚР Ұ 218-42 8.1.20...8.1.26 тармақшаларына сәйкес жүргізілуі тиіс.

14.6.5 Су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйінді денесін діріл технологиямен нығайту

14.6.5.1 Терең араластыру әдісімен қажетті параметрлерді/бекіту көрсеткіштерін ала отырып, топырақты бекітеді:

- а) беріктік, деформация модулі басқа деформациялық сипаттамалар;
- б) су өткізбейтін;
- в) жоспарда және тереңдікте бекітудің біртектілігі;
- г) жоспарда және тереңдікте бекітілген бекіту шекаралары.

Топырақты терең араластыру әдісімен Цементтеу цемент негізіндегі ерітінділерді қолдану арқылы жүзеге асырылады.

14.6.5.2 Сусымалы және байланыстырылған топырақтар үшін терең нығайту әдістері динамикалық әсерлерге жауап берудің әртүрлі қабілеттеріне байланысты айырмашылықтарға ие. Терең тығыздау кезінде құмдар әдетте дірілге ұшырайды.

Біріктірілген топырақтар үшін тығыздаудың ең үлкен әсері статикалық жүктеме кезінде қамтамасыз етіледі.

14.6.5.3 Тереңдікті тығыздау үйіндінің бүкіл тереңдігіне немесе шөгіндіге әсер ететін белсенді аймақтың бүкіл тереңдігіне жүргізіледі. Бұл әдіспен көбінесе борпылдақ құмдар, әлсіз сумен қаныққан және шөгінді топырақтар тығыздалады.

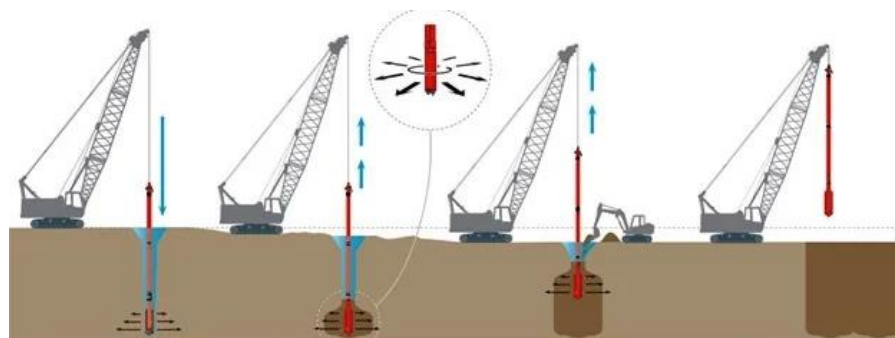
14.6.5.4 Топырақ қадаларымен нығайту тығыздалған топырақпен толтырылған ұңғымалардың бір-бірінен белгілі бір қашықтықта орналасуынан тұрады.

14.6.5.5 Ұңғымалар топырақты вытыстыру арқылы қалыптасады. Біріктірілген топырақтар топырақ қадаларымен нығайтылады

Ұңғымалар тығыздалған аймақтың бүкіл тереңдігіне штангадан (өзектен) және үлкен диаметрлі ұштан тұратын арнайы снарядпен тесіледі. Ұңғымаға құйылған топырақ сол қабықпен тығыздалады.

14.6.5.6 Ұңғымалар жарылыс энергиясымен реттеледі. Ұңғыма тесіледі – теспе, диаметрі 60..80 м, оған тізбекке қосылған патрондардан тұратын жарылғыш заттардың заряды түседі. Жарылыстан кейін диаметрі шамамен 40 см ұңғыма пайда болады, ол оңтайлы ылғалдылыққа ие топырақпен толтырылады.

14.6.5.7 Діріл әсерінен құмды топырақтар әдетте вибраторды батыру арқылы тығыздалады (53-сурет).



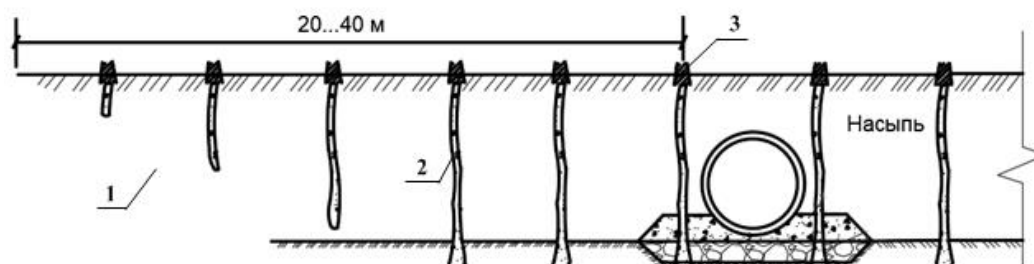
53-сурет - Жер төсемесін діріл әдіспен терең тығыздау

14.6.5.8 Қазіргі уақытта тереңдік вибраторының орнына тығыздау

аймағының көлемін ұлғайту үшін тығыздағышқа бекітілген Жоғары жиілікті вибропогрузательден тұратын қондырғылар қолданылады. Тығыздағыш - оған дәнекерленген көлденең қабырғаларға құбырлы штанга түріндегі металл кеңістіктік құрылым. Ең көп таралған тығыздағыш ұзындығы 7 м. диаметрі 1,0 м және су қаныққан борпылдақ құмдарды 6 м тереңдікке дейін тығыздауға мүмкіндік береді, бұл топырақ қаңқасының меншікті салмағын 18 кН/м^3 дейін жеткізеді.

14.6.5.9 Терең діріл әсерінен тығыздау тиімділігі үшін құм сумен қаныққан болуы керек, бұл бөлшектер арасындағы үйкелісті азайтуға көмектеседі. Егер тығыздалған аймақ жер асты суларының деңгейінен жоғары болса, онда тығыздау құмды сумен алдын-ала қанықтырған кезде жасалады. Әдетте табиғи ылғалдылықтың $1,0 \text{ м}^3$ топырағына 120-150 литр су жұмсалады.

14.6.5.10 Су құбырына кіреберіс үйінді денесін нығайту мысалы 54-суретте көрсетілген.



1-су өткізгіш құбырға кіреберісте күшейтілетін үйінді; 2-диаметрі 200 ...500 мм инъекциялық кадалар; 3-цемент-құм ерітіндісін инъекциялауға арналған конустық тесіктер

54-сурет - Су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйіндісін нығайту

14.6.6 Ағынды цементтеу арқылы су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйінді денесін нығайту

14.6.6.1 Су өткізгіш құбырларға жақындау үйіндісін нығайтудың тиімді әдістерінің бірі - **ағынды цементтеу әдісі**. Бұл әдіспен әр түрлі деңгейдегі топырақтар (құмдар үшін) және консистенциясы (біртұтас топырақтар үшін) бекітіледі-құмды, сазды және сазды, қажетті бекіту көрсеткіштерін алады:

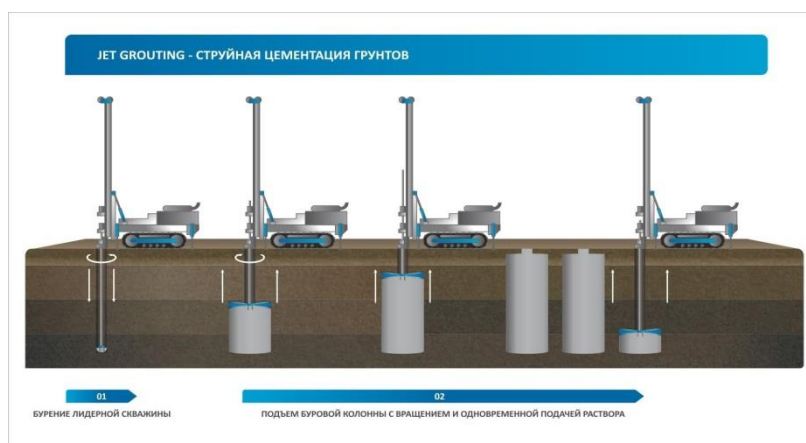
а) беріктік, деформация модулі, басқа беріктік және деформация сипаттамалары;

б) су өткізбеушілік;

в) планда және тереңдікте бекітудің біртектілігі;

г) планда және тереңдікте шартты радиуспен бекітудің есептік шекаралары.

14.6.6.2 Технология ағынды цементтеуге (Jet-Grouting) негізделген және жер массивіне батырылған және ұңғыма осіне перпендикуляр жазықтықта айналатын Жоғары жылдамдықты суспензиялы цемент ағынының (20-дан 60 МПа-ға дейін) кинетикалық энергиясын бір уақытта жоғары көтерумен қолданудан тұрады (55-сурет).



55-сурет – Топырақтарды ағынды цементтеу

14.6.6.3 Топырақты цемент суспензиясымен бұзу және араластыру нәтижесінде әртүрлі пішіндегі (цилиндрден жалпақ панельдерге дейін), өлшемдегі (D 100 мм - ден 1000 мм-ге дейін) және тығыздықтағы (құмды топырақтардағы сығылу беріктігі орта есеппен 15 МПа, сазды 4 6 6 МПа құрайды) бекітілген цемент массиві түзіледі.

14.6.6.4 Үйіндінің қаттылығын төмендетуге су өткізгіш құбырдан алыстаған сайын параллель қатарларға орналастырылған қадалардың санын азайту немесе қадалардың ұзындығын азайту арқылы қол жеткізіледі. Мұндай операция үйіндінің қажетті орташа қаттылығына төтеп беруге мүмкіндік береді, қиыршық тас пен қиыршық тас қабаттарын олардың қабатталған тығыздағышымен қабаттастыруға жүгінбейді. Топырақ-цемент қадалары су өткізгіштен әрбір келесі қатарда олардың ұзындықтарын және/немесе диаметрлерін өзгерту арқылы ауыспалы жүк көтергіштігімен орындалады.

14.6.6.5 Көпір тіректерінен әрбір келесі қатарда олардың ұзындығы мен диаметрлерін бір мезгілде өзгерту арқылы топырақ-цемент қадаларының ауыспалы көтеру қабілетіне қол жеткізу қаданың параметрлерін ең аз технологиялық шығындармен оңтайландыруға және жол төсемінің астында да, өтпелі плитаның астында да үйіндідегі топырақтың ауыспалы қаттылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

14.6.6.6 Сонымен қатар, үйінділердің әр қатарындағы іргелес қадалар әртүрлі диаметрлер мен ұзындықтарды орындай алады.

Мұндай операциялар жиынтығы технологиялық процесті оңтайландыруға және тиісті үйінді жолағында қажетті қаттылыққа қол жеткізуге мүмкіндік береді.

14.6.6.7 Топырақ цемент қадаларының құрылғысы үйінді контуры бойынша да, көпір тірегіндегі үйінді бойымен де және одан біршама қашықтықта орындалады. Мұндай схема үйіндінің қаттылығын көлденең бағытта едәуір арттырады, жату құрылғысының қажеттілігін болдырмайды және ішкі, сыртқы дренажды орнату кезінде конус пен беткейлердің тұрақтылығын едәуір арттырады.

14.6.6.8 Топырақ цемент қадаларының әрбір келесі қатары алдыңғы қатарға немесе шахмат тәртібіне сәйкес орналастырылады. Алдыңғы қатарға сәйкес келетін басылған қадалардың әр қатарын орналастыру үйіндінің максималды беріктігіне өтпелі плитаның тіреу орнында қол жеткізуге мүмкіндік береді, ал оларды шахмат түрінде орналастыру үйіндінің беріктігі мен оның дренаждық қабілетін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

14.6.7 Геосинтетикалық материалдармен үйінді денесін нығайту

14.6.7.1 Нақты жағдайларға байланысты су өткізгіш құбырларға жақындау үйіндісін жөндеу кезінде геосинтетикалық материалдардан жасалған қосымша қабаттар (қабаттар) негіздің қосымша қабатының астында, жол төсемесінің көтергіш негізінің төменгі қабатының астында, негіздің жоғарғы қабаттарында немесе асфальтбетондардың әртүрлі түрлерінен жасалған жабын қабаттарында, жол жиектерінде, сондай-ақ негіздің арасында орналастырылады және цемент-бетон қоспасының жабыны. Геосинтетикалық материалдар бұл жағдайларда бір немесе бірнеше функцияларды орындайды (қорғанды нығайту, тұрақтандыру, қорғау, дренаж, гидроқшаулау).

14.6.7.2 Әлсіз топырақтармен бүктелген үйінді негізінде геосинтетикалық материалдардан жасалған қабаттарды орнату кезінде, егер геосинтетикалық материалдардың зақымдану қаупі болмаса, дайындау орындалмауы мүмкін. Егер терең ойық немесе шұңқыр болса, олар топырақпен жабылып, автогрейдермен немесе бульдозермен жоспарланады. Егер жұмыстарды жүргізу кезінде учаскеде жер үсті сулары болса, онда тегістейтін құм қабатын құю қажет.

14.6.7.3 Жол төсемдерін арматуралаушы және тұрақтандырушы геосеткалармен нығайтуға геоматериалдың негіздің түйіршікті

материалымен (өтпелі типтегі жабын) бірлескен жұмысының арқасында қол жеткізіледі, бұл геотор (геошарбақ) ұяшықтарында осы материалдың жекелеген дәндерінің бұғатталуына (орын ауыстыруын шектеуге) әкеледі. «Түйіршікті материал + геошарбақ» композициялық қабаты ең жақсы механикалық қасиеттерге ие, ең алдымен динамикалық жүктемелерге төзімділікті арттырады.

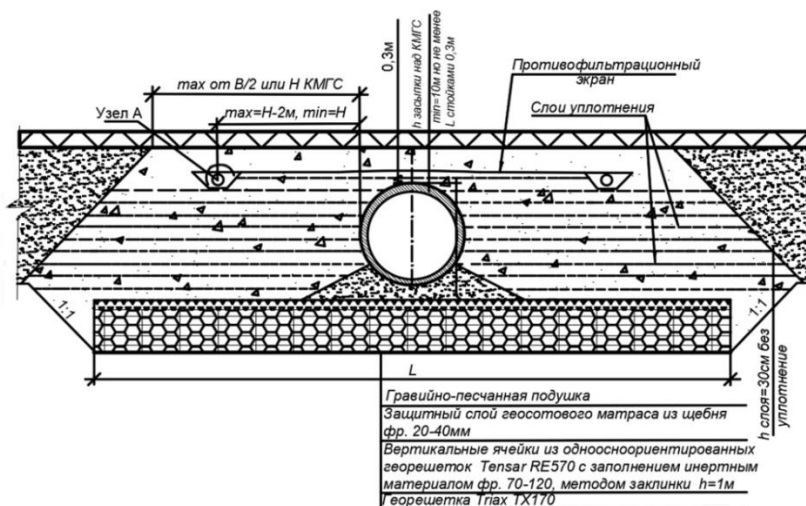
14.6.7.4 Геосинтетикалық материалдарды пайдалана отырып, асфальтбетон жабындарын жөндеу және күшейту жол құрылымының беріктігі тұтастай қамтамасыз етілген және көлік құралдарынан елеулівиғысу жүктемелері болмаған кезде орындалады. Мұндай сындарлы шешім, егер жол төсемесінің бір қабатын (қиыршық тас, қиыршық тас, құм-қиыршық тас қоспасы, топырақ) Бейорганикалық тұтқыр материалмен нығайту көзделсе, құрылыс кезінде де қолданылуы мүмкін. Шешімді бойлық еңістіктер кезінде, көлік құралдарының жылдамдығы өзгерген жерлерде (реттелетін қиылыстар, автобус аялдамалары), сондай-ақ жай-күйді бағалау нәтижелері бойынша жол төсемелерінің беріктік коэффициенті 0,75-тен төмен болған кезде 30-дан артық қолданудан бас тарту керек. Соңғы жағдайда жол төсемдерін нығайтуға, ал қажет болған жағдайда жер төсемінің су-жылу режимін реттеуге бағытталған іс-шараларды алдын-ала орындау қажет.

14.6.7.5 Жол төсемдерін арматуралаушы және тұрақтандырушы геошарбақтармен нығайтуға геоматериалдың негіздің түйіршікті материалымен (өтпелі типтегі жабын) бірлескен жұмысының арқасында қол жеткізіледі, бұл геотор (геошарбақ) ұяшықтарында осы материалдың жекелеген дәндерінің бұғатталуына (орын ауыстыруын шектеуге) әкеледі. «Түйіршікті материал + геошарбақ» композициялық қабаты ең жақсы механикалық қасиеттерге ие, ең алдымен динамикалық жүктемелерге төзімділікті арттырады.

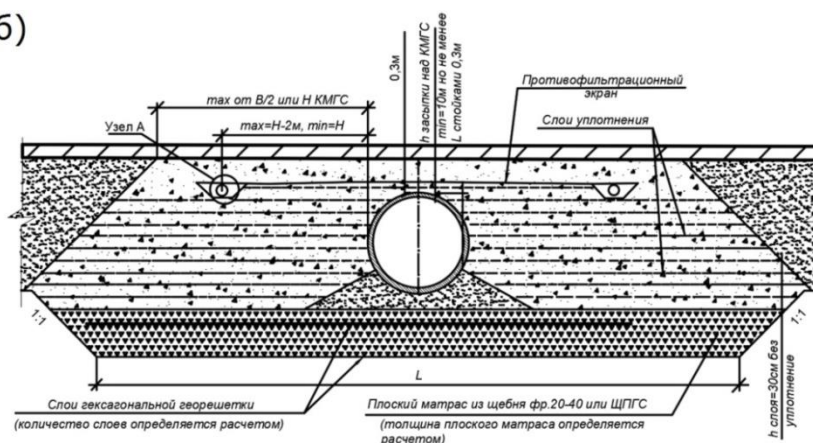
14.6.7.6 Үйінді мен жол төсемесінің денесін жөндеу, сондай-ақ асфальтбетон жабынын күшейту жөніндегі технологиялық сұлбаны ҚР Ұ218-42 тиісті бөлімдеріне сәйкес орындау қажет.

14.6.7.7 Су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйіндісін күшейтудің тиімді әдісі геосинтетикалық материалдардан жасалған топырақ құрсауының құрылғысы болып табылады. 56-суретте геосинтетикалық материалдардан жасалған көлемді геошарбақтан жасалған негізі және гексоналдыгеошарбақтан жасалған арматураланған қабаттары бар топырақ құрсауларын салу нұсқалары берілген.

а)



б)



- а) көлемді геошарбақтан жасалған негі
- б) гексоаналдыгеошарбақ қабаттарымен негізді нығайту

56-сурет - Геосинтетикалық материалдардан топырақ құрсауын салу

15. Инженерлік-геологиялық және табиғи-климаттық жағдайларға байланысты кіреберіс үйінділер мен жол төсемелерін салу жөніндегі инженерлік шешімдер

15.1 Инженерлік-геологиялық және инженерлік-гидрологиялық жағдайларды есепке алу

15.1.1 Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісуін жобалау тәжірибесі бұзылудың шекті жай-күйіне қарай құрылымның негізгі есебіне және пайдалану сенімділігінің шегіне қарай тексеру есебіне негізделуі тиіс.

15.1.2 Инженерлік-геологиялық ізденістердің деректері бойынша жол берілмейтін деформациялардың және жол төсемесінің орнықтылығының

бұзылуының алдын алу мақсатында негіз бен үйінді денесінің су-жылу режимін болжау жөніндегі кешенді іс-шаралар әзірленуі тиіс.

Автомобиль жолдарының жер төсемесін жобалау үшін инженерлік-геологиялық зерттеулер кезінде жер төсемесін ақпа сулармен ылғалдандырудың ықтимал көздерінің болуына ерекше назар аудару және қажет болған жағдайда оны батпақтанудан қорғауды қамтамасыз ететін іс-шаралар әзірлеу қажет. Мұндай іс-шараларға мыналар жатады: жер асты суларының деңгейін дренаждық құрылғылармен төмендету, геотоқымалы материалдардан жасалған оқшаулағыш су өткізбейтін қабаттарды орнату, иірімді топырақты дренаждық қабатқа ауыстыру.

15.1.3 Көпір құрылыстарының үйіндімен жанасу торабын жобалау үшін негіз шөгінділерінің тұрақтану уақытын анықтау қажет. Шөгінділерді тұрақтандыру уақыты үйіндінің денесі олардың тығыздалу дәрежесіндегі негіз топырақтарының түріне байланысты.

15.1.4 Жасанды құрылыстарға кіреберіс үйіндісін жобалау кезінде жер төсемесі топырақтарының негізгі сипаттамалары ретінде жағалық тіректердің инженерлік-геологиялық деректерінің нәтижелері бойынша айқындалған топырақтарды қабылдау керек.

Негіз топырақтарының физика-механикалық қасиеттерін анықтауды, ең алдымен, арматураланған топырақтан құрылыстың (тіреу қабырғаларының) қаптамасының бойымен жүргізу ұсынылады.

15.1.5 Күштік әсерлерге топырақ кедергісінің негізгі сипаттамалары тікелей сынақтардың деректерін статистикалық өңдеу нәтижелері бойынша орнатылатын нормативтік кедергілер (ілінісу - C , ішкі үйкеліс бұрышы - φ , деформация модулі - E және т. б.) болып табылады, ҚР ЕЖ 5. 01-102 деректері бойынша техникалық жобаны әзірлеу сатысында есептеу үшін.

15.1.6 Есептік сұлбаларды жобаланатын құрылыстың немесе топырақ массивінің жалпы орнықтылығының бұзылуының ықтимал нысандарын ескере отырып қабылдау ұсынылады. Бұл жағдайда топырақ массивінің ығысу беттері дөңгелек цилиндрлік немесе бүгілмелі болуы мүмкін.

15.1.7 Үйінділердің биіктігі инженерлік-геологиялық жағдайларды, жергілікті жердің еңістерін және автомобиль жолдарының жобалық еңістерін ескере отырып, бойлық пішінді жобалау кезінде белгіленеді.

Кіреберіс үйіндісінің негізінің шөгуі инженерлік-геологиялық және гидрологиялық ізденістер нәтижелері бойынша айқындалатын топырақ түріне және үйменің биіктігіне байланысты болады.

Үйіндінің биіктігі топырақ түріне байланысты негіздердің салыстырмалы шөгінділерінің мәндері 15.1-кестеде келтірілген.

15.1.8 Еңістердің биіктігі 12 м асатын үймелерді жобалау кезінде үйменің және оның еңістерінің орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатында нақты жағдайларға байланысты есептеумен анықтаған жөн:

- өз салмағының және осы уақыт өте келе шөгу әсерінен үйіндінің шөгуі;

15.1-кесте -Топырақтың ылғалдылығына байланысты үйіндінің шөгуі

№	Топырақ түрі	Шөгу % от $H_{нас}$
1	Ылғалды құмдар	1-2
2	Суға қаныққан құмдар, қатты илемді саздақтар, әлсіз ылғалды құмдақтар	2-4
3	Қатты илемді саздақтар, ылғалды құмдақтар	5-6
4	Жұмсақ илемді саздақтар, қатты ылғалды құмдақтар	6-7
5	Ақпа саздақтар, суға қаныққан құмдақтар	8-10

- үйінді еңістерінің тұрақтылығын қамтамасыз ететін көлденең пішіннің кескіні;

- топырақты бүйірден сығу үдерістерін болдырмайтын негізге қауіпсіз жүктеме (әлсіз негіздерде);

- үйіндінің салмағынан түсетін жүктемемен нығыздалу есебінен үйіндінің негізінің шөгу уақытындағы шамасы мен ағымы.

15.1.9 Үйіндінің биіктігін белгілеу кезінде үйіндінің биіктігінен пайызбен көрсетілген шөгу шамасы ылғалдылыққа байланысты 15.1-кестедегідей мынадай мәндерге ие екенін ескеру қажет.

15.1.10 Үйінділер топырақ негізінің жүк көтергіштігін ескере отырып жобаланады, оларды берік және әлсіз деп бөлуге болады.

ҚРҚЖ 3.03-101 бойынша әлсіздерге белсенді аймақ шегінде төменгі жағынан үйіндініңтеніне шамамен тең қалыңдығы бар, қуаты кемінде 0,5 мөлсіз топырақ қабаттары бар негіздер жатады.

Егер әлсіз топырақ қабаттары үйменің енінен төменірек тереңдіктерде, сондай-ақ биіктігі 12 м астам үймелер кезінде орналасқан жағдайда белсенді аймақтың шекарасы есеппен белгіленуі керек.

15.1.11 Сығылғыш топырақтарда қазбалардың тереңдігін үйіндінің биіктігінен кем емес етіп белгілеу керек. Қазбалардың тереңдігін үйіндінің биіктігіне сәйкес өзгертуге, бірақ кемдегенде келесіндей қабылдауға рұқсат етіледі:

а) тоңу тереңдігі;

б) үйінді топырақтар табанынан, күтілетін техногендік бұзылудан немесе жерлеу құрылысының негізінен 1 м төмен;

в) әлсіз топырақтар табанынан 1 м төмен ($E < 5$ МПа).

15.1.12 Қала құрылысы жағдайында іздестіру кезіндеде формациялық және беріктік қасиеттері күрт ерекшеленетін телімдердің болуына ерекше назар аудару қажет: көмілген іргетастар, жоғалған коммуникациялар, борпылдақ аймақтар, үйме қабат, жер асты қуыстары және т.б. бұл туралы мәліметтер іздестіру бойынша графикалық және мәтіндік материалдарда көрсетілуі тиіс.

15.1.13 Әлсіз негіздегі арматопырақ құрылыстарын салу кезінде ұзақ жүктемелердің әсерінен негіз топырағының физика-механикалық сипаттамаларының өзгеруі туралы толық ақпараталу қажет. Ізденістердің нақты бағдарламасы жобалауға арналған тапсырмада анақтылануы тиіс.

Арматура мен топырақ арасындағы үйкеліс (ілініс) коэффициентін ($f_{тр}$) кесінді аспаптардағы сынақтардың көмегімен анықтауға рұқсат етіледі (МЕМСТ 12248), ал тәжірибелік деректер болмаған жағдайда оның ең төменгі мәнін кесте бойынша қабылдау қажет (15.2-кестені қараңыз).

15.2-кесте - Арматураның топырақ бойынша үйкеліс (ілінісу) коэффициенттері

Толтыру топырағы	$f_{тр}$	$\varphi_{тр}$, град
Ұсақ дымқыл құм	0,62	32
Ылғалды ұсақ құм	0,58	30
Ірі дымқыл құм	0,53	28
Ылғалды құм	0,51	27
Қиыршық тас	0,42	23
Құмды қоспа	0,40	22

Ескертпе: Арматураның кедір-бұдырлы беті үшін мәндер ($f_{тр}$) 10 %-ға көбейтілуі мүмкін.

15.1.14 Толтыру топырақтарының беріктік сипаттамаларын анықтауды МЕМСТ 12248 сәйкес шоғырландырылған-дренаждалған сынақ сұлбасы бойынша стабилметрлерде және бір жазықтықты кесу аспаптарында жасанды сынамаларда орындау ұсынылады. Бұл ретте сынамалардың гранулометриялық құрамы топырақтың паспорттық деректеріне, ал тығыздау дәрежесі - нормативтік талаптарға сәйкес келуін бақылау керек.

15.1.15 Ішкі үйкелістің тиімді бұрышы φ' және тиімді ілінісу c' ығысуға сынауға немесе үш осьті сығуға сынауға арналған аспаптардың көмегімен анықтау ұсынылады. Ауыстыру қалыпты кернеулерді қолданған кезде

топырақ сынамасы толығымен біріктірілгеннен кейін басталуы керек. Үлгінің консистенциясы себудің дренаж жағдайларына сәйкес келуі керек.

15.1.16 Ылғалдылығы рұқсат етілгеннен асатын топырақ үйінділерін жобалау кезінде мыналар көзделеді: топырақты табиғи жолмен де, сөндірілмеген әкпен немесе белсенді күлмен өңдеу арқылы да құрғату; үйменің төменгі бөлігінде жоғары ылғалдылық топырақтарының шоғырлануын жеделдету (түйіршікті немесе синтетикалық материалдардан жасалған көлденең дренаждар); еңістерді тегістеу және оларды шайылудан қорғау; топырақ үйінділерінің көлденең қабаттарын орнату, геотоқымалардан қабатшаларды салу.

15.2 Жол-климаттық жағдайларды есепке алу

15.2.1 Жол құрылысы ауданының табиғи жағдайлары Қазақстан Республикасы аумағының жол-климаттық аймақтарға бөлінуін ескере отырып, ауа райы-климаттық факторлар кешенімен сипатталады (ҚР ЕЖ 3.03-101-2013* Б қосымшасы Б.1-суретті қараңыз).

15.2.2 Жол төсемесін жобалау және есептеу ҚР Ұ 218-151-2018 бойынша жол-климаттық аймақтарға байланысты температуралық-ылғалдылық режимін ескере отырып жүргізіледі.

15.2.3 Жер төсемесі мен жол төсемесінің жоғарғы бөлігінің орнықтылығы мен беріктігін қамтамасыз ету үшін III-V жол-климаттық аймақтарда орналасқан жолдар үшін жер асты суларының есептік деңгейінен жамылғы бетінің ең аз көтерілуі ҚР ЕЖ 3.03-101 23-кестесінде келтірілген. Тіктігі 1:1,5 кем құламалармен, сондай-ақ кемерлермен жобаланатын үймелер телімдеріндегі жамылғы бетінің көтерілуін есептеу негізінде нақтылауға жол беріледі.

15.2.4 Қазақстанның жол-климаттық жағдайларын ескере отырып, қатты емес жол төсемелері мен асфальтбетон төсемелерінің қызмет ету мерзімі мен кепілдік кезеңі ҚР Ұ 218-144 4.1-кестесінде келтірілген.

15.2.5 Жасанды құрылыстарға кіреберістердегі жол төсемелерінің тиімді құрылымдарын әзірлеу кезінде ҚР Ұ 218-129 4-т. басшылыққа алу қажет.

15.2.6 Қолайлы жағалауды жобалау кезінде топырақ-геологиялық, гидрологиялық және табиғи жағдайларға байланысты жұмыс қабатының қажетті тығыздығы мен тұрақтылығын қамтамасыз ету қажет. Бұл ретте жол төсемесінің жұмыс қабатының беріктігі мен тұрақтылығына қойылатын талаптарды қамтамасыз етудің екі қағидатын орындау қажет; және жол құрылымының режимін оңтайлы реттеуге сүйене отырып, жол төсемесінің

конструкциясымен бірге жұмыс қабатын жобалау принципі. Бұл ретте реттеудің ең қарапайым әдісі шарттарды сақтау қажеттілігі болып табылады:

- ауа-райы-климаттық факторлардың әсеріне төзімді топырақтың жұмыс қабатын төгу үшін пайдалану;

- осы Топырақтардың қажетті тығыздалу дәрежесін қамтамасыз ету;

- үйінді қасының (немесе жол төсемесінің түбінің) жер асты және жер үсті суларының есептік деңгейінен немесе 2-типті жер учаскелеріндегі деңгейден талап етілетін көтерілуін қамтамасыз ету. Рельефтің түрі және ылғалдану дәрежесі ҚР БК 3.03-101 қосымшасы бойынша анықталады.

15.2.7 Кіреберіс үйіндінің жұмыс қабатының көтергіштігі оны ылғалдандыру жағдайларына байланысты, ол ҚР ЕЖ 3.03-101 А қосымшасының 15.3-кестесі бойынша анықталады.

15.2.8 Атмосфералық жауын-шашынның әсерінен ылғалданатын қолайлы үйінді құрылымдарын қамтамасыз ету үшін жұмыс қабаты үшін қасиеттері 15.3-кестеде келтірілген талаптарды қанағаттандыруы қажет тұрақты топырақтар қолданылады.

15.3-кесте- Жұмыс қабаты топырақтарының тұрақты түрлері

Жол-климаттық аймақ	Рұқсат етілетін топырақ
III	Ісінгіш емес (1% аз) және ісінгіштігі аз (1...4%) және (ісінгіштігі I және II топтағы)
IV V	Қожыма (2 % аз) Шөкпейтін (2 % аз)

15.2.9 Егер кіреберіс үйіндіні ылғалдандыру атмосфералық жауын-шашынмен бірге қысқа тұрған жер үсті суларының әсер ету жағдайында жүзеге асырылса, онда ХХ кестеде келтірілген талаптарды ҚР ЕЖ 3.03-101 24-кестеде келтірілген талаптар бойынша орнатылған жер төсемесі үйіндісінің топырақтарын тығыздау дәрежесі бойынша сақтау қажет.

Жол құрылымы жер асты суларымен және ұзақ уақыт (30 тәуліктен астам) тұрған жер үсті суларымен, сондай-ақ атмосфералық жауын-шашынмен ылғалдану жағдайында жұмыс істеген жағдайда, оның тұрақтылығы жер асты (және жер үсті) суларының есептік деңгейінен және жер бетінен талап етілетін жабын бетінің көтерілуімен 15.4-кестеге сәйкес қамтамасыз етілуі тиіс.

15.2.10 Жол төсемелерінің құрылымдарын есептеу кезінде олардың негізі бола отырып, жол төсемелерінің құрылымдық қабаттарына төселетін жұмыс қабатының топырақтың есептік ылғалдылығын W_p анықтау қағидатты болып табылады. Бұл шама жылдың ең қолайсыз кезеңінде (белсенді

аймақтың топырағы ең ылғалданған уақыт) жол төсемелерін күрделі жөндеу арасындағы мерзімде кем дегенде бір жыл ішінде байқалады.

15.4-кесте – Топырақ (беттік) суының және жер бетінің деңгейінен жоғары көтеру

Жұмыс қабатының топырағы	Жамылғыны минималды көтеру, м, жол-климаттық аймақтағы жолдар үшін		
	III	IV	V
Ұсақ құм, құмды саздақ	0,9/0,7	0,75/ 0,55	0,5/0,3
Шаңдақ құм, шаңдақ саздақ	1,2/ 1,0	1,1/0,8	0,8/0,5
Жеңіл құмды саздақ, құмды жеңіл саз	1,8/1,4	1,5/1,1	1,1/0,8
Ауыр шаңдақ құмайт, жеңіл құмды саздақ, ауыр құмды құмайт, жеңіл шаңдақ және ауыр саз	2,1/1,5	1,8/1,3	1,2/0,8

Ескерту. Нумератор жабын бетінің биіктігін, бөлгіште жер бетінен жоғары, жер үсті ағыны қамтамасыз етілмеген учаскелерде немесе ұзақ уақыт (30 тәуліктен астам) тұрған жер үсті суларының деңгейінен жоғары екенін көрсетеді.

15.2.11 Максималды рұқсат етілген мәндермен салыстырғанда топырақ ылғалдылығының артуы тығыздаудың болмауына әкеледі, сондықтан м рұқсат етілмейді. Тығыздау коэффициентіндегі оңтайлы мәннің үлесіндегі максималды рұқсат етілген ылғалдылық мөлшері 15.5-кестеде келтірілген.

15.5-кесте – Рұқсат етілген максималды ылғалдықтың шамасы

Топырақ	Тығыздау коэффициенті кезіндегі оңтайлы мәннің үлестеріндегі рұқсат етілген максималды ылғалдылық	
	1-0,98	0,95
Ірі түйіршікті және ұсақ түйіршікті құм	2,0	2,5
Ұсақ және шаңдақ құм	1,4	1,6
Жеңіл құмайт, оның ішінде шаңдақ	1,3	1,4
Ауыр құмайт, жеңіл құмдақ	1,2	1,3
Ауыр құмдақ, шаңдақ құмдақ, саздақ	Ылғалдылықтың асып кетуіне жол берілмейді	

15.2.12 Әр түрлі жол-климаттық аймақтарға арналған жасанды құрылыстарға кіреберістегі жол төсемесінің құрылымын ҚР Ұ 218-129 5-т. бойынша автомобиль жолдарының санаттары мен қозғалыс қарқындылығына байланысты қабылдау керек.

15.2.13 Жол төсемесі 130кН тең қабылданатын көлік құралының нормативтік осьтік жүктемесіне есептеледі. Нормативтік қысым 0,6 МПа-ға тең қабылданады.

15.2.14 Жол төсемдерінің типтік құрылымдарының ең аз талап етілетін серпімділік модульдерінің мәндері ең көп жүктелген жолаққа есептелген жүктеме қосымшаларының жиынтық ең аз есептік санына байланысты 15.6-кестеде келтірілген.

15.6-кесте - Жол төсемесі беріктігінің коэффициенттері

Жол төсемесінің типі	Жолдың санаты	Талап етілетін беріктік коэффициенті $K_{пр}^{тр}$ өлшемшарт бойынша	
		серпімді иілу	иілу кезіндегі ығысуға төзімділік және созылу
Күрделі	I	1,50	1,10
	II	1,20	1,00
	III	1,17	1,00
	IV	1,15	1,00

15.2.15 Жол-климаттық аймақтарға байланысты асфальтбетон жамылғысы үшін битумды тұтқырғыштың типі ҚР Ұ 218-129 4-кестесі бойынша таңдалады.

15.2.16 Жол жамылғысы қабаттарының материалдары ретінде түрлі тұтқырлармен нығайтылған жергілікті материалдарды қолдану ҚР Ұ 218-129 6.2-тармағына және осы ұсынымдардың 15.3-бөліміне сәйкес жүргізіледі.

15.2.17 Көпір құрылыстарына кіреберістердегі үйіндінің жұмыс қабаты топырағының нығыздалуының есептік модулі кемінде 40 МПа құрауы тиіс.

15.2.18 Жер төсемесінің жұмыс қабатында топырақтың шаңды сұрыптарын, сондай-ақ ауыр саздарды қолдануға рұқсат етілмейді. Жер төсемесінің жұмыс қабатында барлық жол-климаттық аймақтарда құмды саздақтар мен құмды саздарды пайдаланған кезде барлық сыныптар мен санаттардағы автомобиль жолдары үшін жол төсемесін және су бұру жүйесін жобалау кезінде тағайындалатын іс-шаралар есебінен жол төсемінің 1-ші есептік ылғалдандыру сұлбасы бойынша жұмысын қамтамасыз ету ұсынылады.

15.2.19 Құмды саздақтарда және құмды саздарда жол төсемелерін жобалаған жағдайда ылғалдаудың 2-ші немесе 3-ші есептік сұлбаларында типтік жол төсемелерін есептік өлшемдер бойынша тексеру жүргізу және оның құрылымына тиісті нақтылаулар енгізу қажет.

15.3 Көпір құрылыстарына кіреберістерде жол төсемелерінде тас материалдарды пайдалану бойынша ұсыныстар

15.3.1 Бейорганикалықтұтқырғыштармен өңделген тас материалдар мен топырақтар автомобиль жолдарының барлық санаттары үшін автомобиль

жолдарының жол төсемелерінің негіздерін және тозу қабаты бар IV-V санаттағы автомобиль жолдарының жамылғыларын салуға арналған.

15.3.2 ҚР СТ 973 А қосымшасына сәйкес бейорганикалық тұтқырлармен өңделген тас материалдар мен топырақты қолдану саласы.

15.3.3 Бейорганикалық тұтқырғыштармен өңделген, жобалық жастағы тас материалдар мен топырақтардың беріктігі бойынша маркаға байланысты нығыздау модулі мәндерінің есептік сипаттамалары ҚР СТ 973 Б қосымшасында келтірілген.

15.3.4 Бейорганикалық тұтқырлармен өңделген тас материалдары мен топырақтарға қойылатын техникалық талаптар ҚР СТ 973 4-т. келтірілген.

15.3.5 Материалдар мен топырақтарға қойылатын талаптар ҚР ҚК 973 4.3-т. келтірілген.

15.3.6 Тұтқыр материалдарға қойылатын талаптар ҚР 973 4.4-т. келтірілген.

15.3.7 Қазақстан Республикасының аумағында апробацияланған тұрақтандырғыштардың тізбесі ҚР СТ 973 қосымшасында келтірілген.

15.3.8 Өңделген материалдарды дайындауға және химиялық қоспалар ерітінділерін дайындауға арналған су МЕМСТ 23732 талаптарына сәйкес келуі тиіс. Еритін тұздардың рұқсат етілген ең көп мөлшері 10000 мг/л, оның ішінде SO₄ иондары - 2700 мг/л, CL - 3300 мг/л аспауы тиіс.

V жол-климаттық аймақтың шөлді аудандарында, егер беріктік пен аязға төзімділік бойынша нормаланатын сапа көрсеткіштері бар өңделген материалдарды алу қамтамасыз етілсе, суда еритін тұздары көп көлдер мен су қоймаларының суын пайдалануға жол беріледі.

Тұрақтандырғыш ерітінділерін дайындау үшін батпақты және сарқынды суды пайдалануға жол берілмейді.

Құрамды таңдау кезінде су шығыны оңтайлы ылғалдылықта қоспаның максималды тығыздығын алу есебінен белгіленеді.

15.3.9 Құрамды таңдау кезінде беріктігі мен аязға төзімділігі бойынша берілген маркалары бар бейорганикалық тұтқырғыштармен өңделген тас материалдар мен топырақтарды алуды қамтамасыз ететін тұтқырғыштың қажетті мөлшері белгіленеді.

15.3.10 Нығайтылған топырақты пайдалану жұмыстарының технологиясы

15.3.10.1 Жұмыс технологиясын таңдау салынып жатқан жолдың санатын, жол-климаттық аймақты, топырақтың түрін, тұтқырғыш пен қоспалардың түрін, сондай-ақ қолданылатын механикаландыру құралдарын ескере отырып жүзеге асырылады.

Қазіргі уақытта топырақты нығайту үшін стационарлық немесе жартылай стационарлық араластыру қондырғыларында жергілікті немесе әкелінетін топырақтардан қоспаны дайындау әдісі кеңінен қолданылады, содан кейін дайын қоспаны төсеу орнына тасымалдайды.

15.3.10.2 Топырақ араластырғыш қондырғылар және бір жүрісті топырақ араластырғыш машиналар ҚР ЕЖ 3.03-101 бойынша 1...3 санаттағы жолдардың негіздерін салу кезінде қолданылады.

15.3.10.3 Органикалық емес тұтқырлармен нығайтылған топырақтардан негіздерді салу бойынша жұмыстар 5 °С төмен емес температурада, ал органикалық тұтқырлармен нығайтылған топырақтар – 10 °С төмен емес температурада жүргізіледі. Жауын-шашынды ауа райында жұмыс жүргізуге рұқсат етілмейді.

15.3.11 Барлық аталған іс-шаралар көпір құрылыстарының үйіндімен түйісуінің тиімді жұмысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

А қосымшасы
(ұсынымды)

Көпір құрылысының үйінділермен түйіндесі құрылымдарының техника-экономикалық негіздемесі

А.1.Жалпы ережелер

Салыстырылатын құрылымдық шешімдер Кеден одағы комиссиясының 2011.10.18 № 827 шешімімен бекітілген «Автомобиль жолдарының қауіпсіздігі» Кеден одағының техникалық регламентінің (КО ТР 014/2011) талаптарына сәйкес көлік құралдарының қауіпсіз және үздіксіз қозғалысы шарты бойынша жер төсемесіне қойылатын талаптарға жауап беруі тиіс.

Жасанды құрылыстарға, әсіресе әлсіз топырақтардағы кіреберіс үйіндісін күшейтудің техника-экономикалық негіздемесі мен тиімділігін техника-экономикалық көрсеткіштерді салыстыру нәтижелерінде көрсетуге болады.

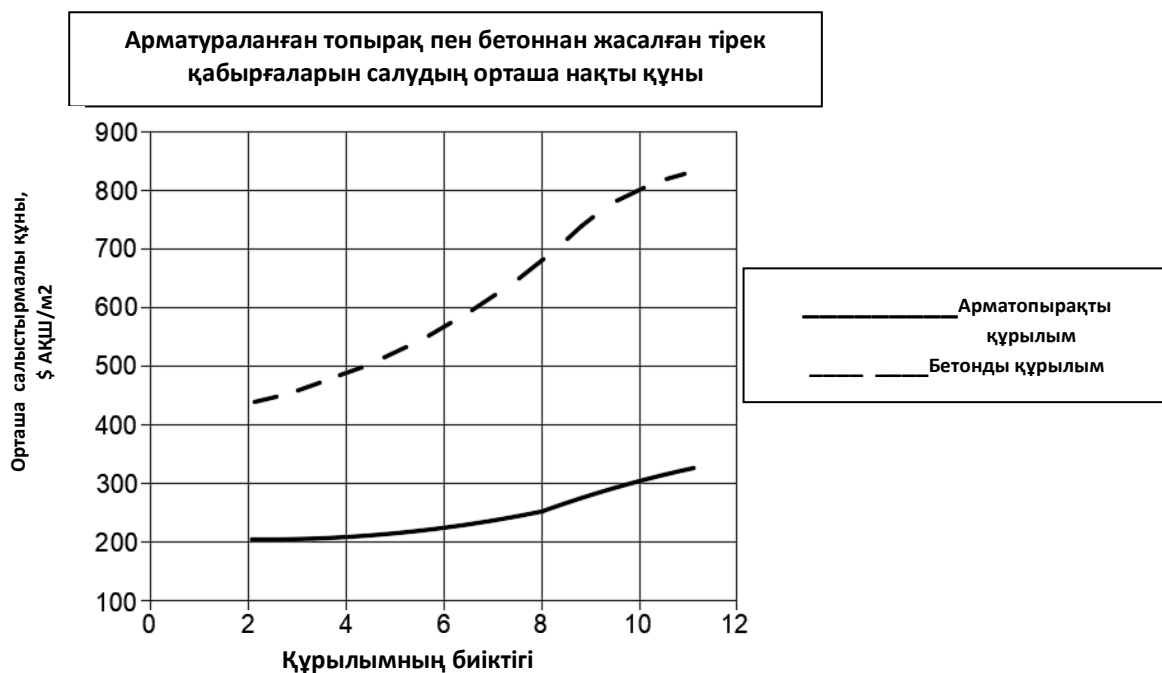
Экономикалық талдау үшін дәстүрлі сұлба мен инновациялық сұлба бойынша, яғни жаңа инновациялық материалдар мен технологияларды қолдана отырып, құрылысты салу шығындарын салыстыру жеткіліксіз. Мұндай талдау қалпына келтірудің өтелу мерзімін, сондай-ақ қазіргі экономикалық ғылым анықтаған басқа факторларды ескеруі керек.

Құрылыстың нұсқаларын таңдағанда, олардың техникалық және экономикалық тиімділігін салыстыру үшін құрылыс жағдайларының сәйкестендіру факторы өте маңызды:

- құрылыс ауданындағы инженерлік-геологиялық жағдайлар;
- жергілікті материалдардың болуы;
- материалдар мен құрылымдарды тасымалдау қашықтығы, жолдардың болуы;
- мердігер ұйымның мүмкіндіктері, оның қажетті техникамен және білікті қызметкерлермен қамтамасыз етілуі;
- құрылыс мерзімі;
- негізгі технологиялықүдерістерді орындау кезеңіндегі климаттық жағдайлар.

А.2 Бетон және арматопырақты тірек қабырғаларының үлгілік жобаларының техника-экономикалық көрсеткіштерінің арақатынасы туралы деректер

Салыстыруды «ЦНИИС» ААҚ көлік коммуникациялары мен экологиясының орталық зертханасы жасады (Мәскеу қ.). Бетон тіректері мен арматуралық қабырғалардың нақты құнын салыстыру А.1 суретте көрсетілген.



А.1-сурет - Арматураланған топырақ пен бетоннан жасалған тірек қабырғаларын салудың орташа нақты құны

Бұл суреттен көрініп тұрғандай, тірек қабырғаларының биіктігінің жоғарылауымен бетон қабырғаларының құны арматуралық құрылымдарға қарағанда тез өседі.

А.1.3 Түрлі құрылымдық шешімдер бойынша көпір құрылыстарын кіреберіс үйіндімен түйіндестіру құрылғысының құнын салыстыру.

Түрлі құрылымдық сұлбалардың нұсқаларын салыстыру шығындар көрсеткіштері бойынша жүргізілді. Көпір құрылыстарын үйіндімен түйіндестірудің 5 нұсқасы қарастырылған (А.2-сурет).

№1 нұсқа-себу негіздемелерін қолдана отырып, дәстүрлі (3.503.1-96 сериялы типтік жоба бойынша) сұлба бойынша.

№2 нұсқа- көпір құрылысының цементтопырақты және себу негізін пайдаланып үйіндімен түйісуі.

№3 нұсқа-бұрыштық типтегі тіреу қабырғасын қолдана отырып, көпір құрылысының үйіндімен түйісуі.

№4 нұсқа-көпір құрылысының интегралдық тіректерді пайдалана отырып үйімен түйіндесуі.

№5 нұсқа- көпір құрылысының арматуралық жүйесін (бөлек функциялары бар тірек) пайдалана отырып үйімен түйісуі.

Нұсқалардың құнын есептеу А. 1-кестеде келтірілген.

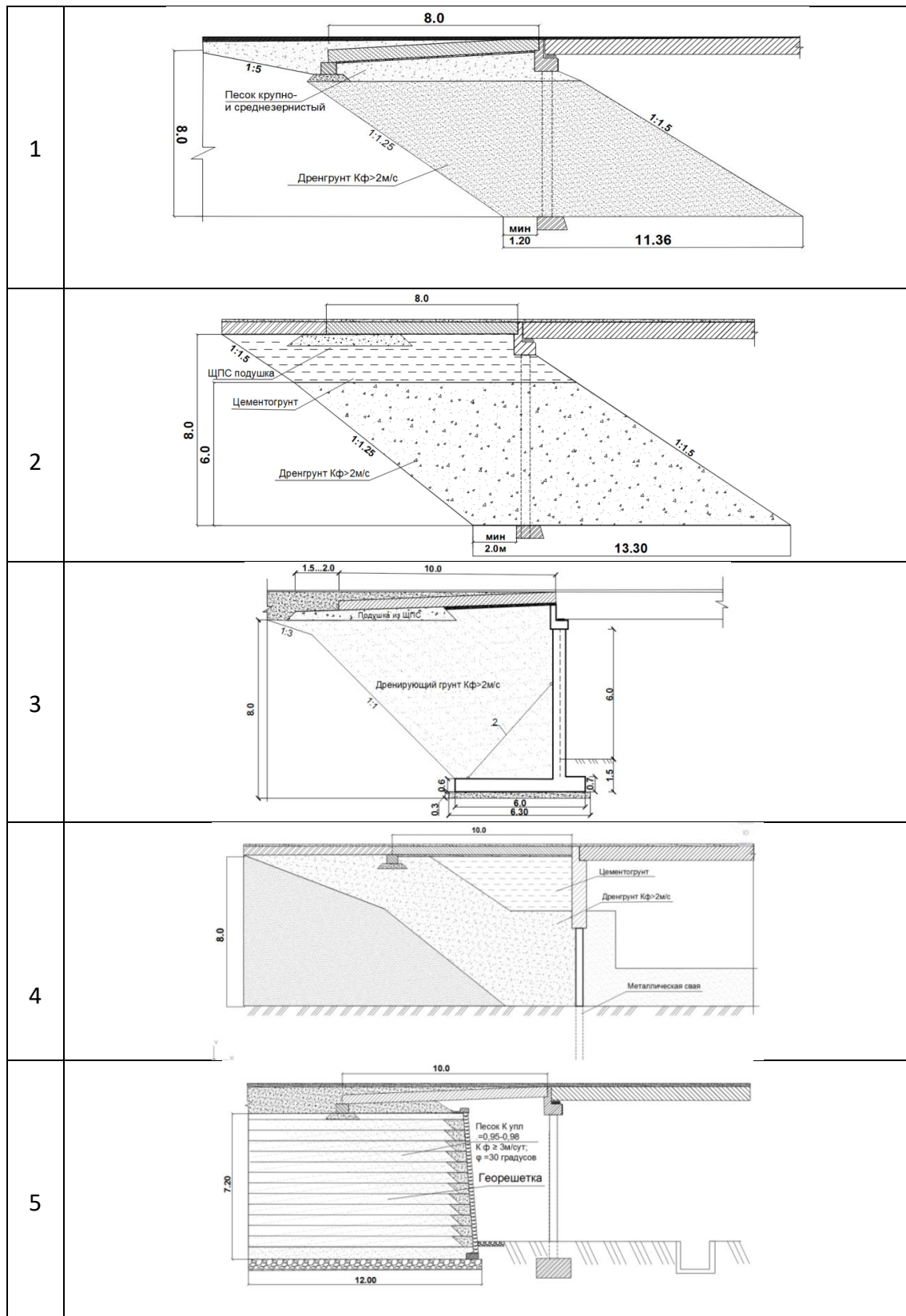
А.1-кестеде көрсетілгендей, ең арзан нұсқа - №4 нұсқа, мұнда интегралды тіректеріреберіс үйімен түйісулерінде қолданылады, ал қымбат нұсқа- тірек қабырғаларымен түйіндестіру.

ҚР Ұ 218-194-2022

Егер біз ең арзан нұсқаны 100% базалық нұсқа ретінде қабылдайтын болсақ, онда цементтопырақтан жасалған көпір құрылыстарына кіреберіс базалықтан 4,8%, бөлек функциялары бар тіректердеарматуралық жүйемен – 11,6%, дәстүрлі сұлбаға сәйкессебілмелі тіректерде - 11,6% және тірекқабырғасында - 19,6% қымбат (А.1-кесте).

А.1-кесте – Көпір құрылыстарын үйіндімен түйіндітудіңтүрлі нұсқаларын экономикалық салыстыру

Нұсқа	№ р/б	Атауы	Құны, теңгеде	Ескертпе
1	1	Жер жұмыстары	16 838 298	
	2	Қада жұмыстары және іргетас құрылысы	6 967 937	
	3	Көпір тірегі	3 448 223	
	4	Көпірді үйіндімен түйіндітіру	17 509 690	Барлығы:
	5	Жол төсемесі	1 609 226	46 673 374
2	1	Жер жұмыстары	16 838 298	
	2	Қада жұмыстары және іргетас құрылысы	6 967 937	
	3	Көпір тірегі	3 448 223	
	4	Көпірді үйіндімен түйіндітіру	14 201 408	Барлығы:
	5	Жол төсемесі	1 609 226	43 065 093
3	1	Жер жұмыстары	4 394 111	
	2	Көпір тірегі	15 191 774	
	3	Көпірді үйіндімен түйіндітіру	27 749 378	Барлығы:
	4	Жол төсемесі	1 839 116	49 174 378
4	1	Жер жұмыстары	12 140 801	
	2	Қада жұмыстары және іргетас құрылысы	16 764 139	
	4	Көпірді үйіндімен түйіндітіру	10 582 098	Барлығы:
	5	Жол төсемесі	1609226	41 096 264
5	1	Жер жұмыстары	312 918	
	2	Қада жұмыстары және іргетас құрылысы	6 322 566	
	3	Көпір тірегі	1 619 628	
	4	Көпірді үйіндімен түйіндітіру	35 904 019	Барлығы:
	5	Жол төсемесі	1 724 173	45 884 461

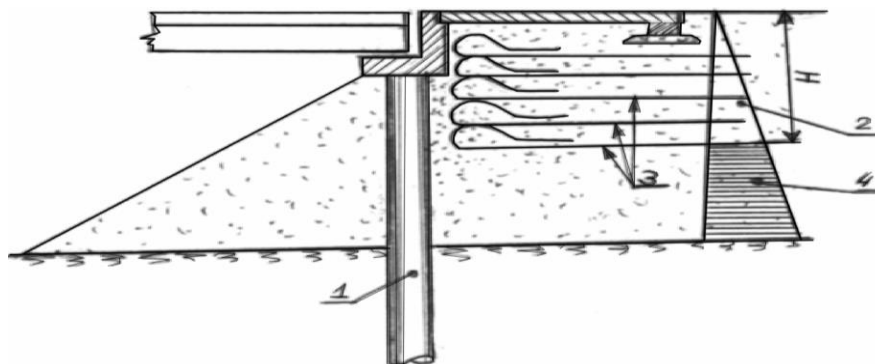


А. 2-сурет - Көпір құрылыстарын үйіндімен түйіндірудің құрылымдық шешімдерінің нұсқалары

Б қосымшасы
(ұсынымды)

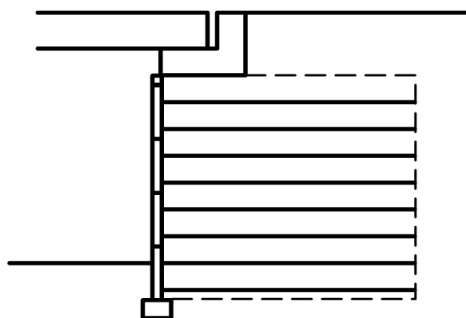
Армотопырақ жүйелерінің орналастыру және бұзу механизмдерінің мысалдары

Б.1 Армотопырақ жүйелерінің тұрақтылығы мен жоғалуының мысалдары Б1...Б3 суреттерінде келтірілген.

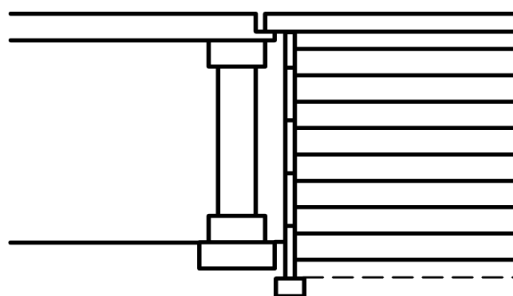


1 - тіректің бұрғылау бағаналары; 2- топырақ қысымы әпюрасының септен шығарылған бөлігі; 3- арматура лайтын қабаттар; 4- топырақ қысымы әпюрасының қалған бөлігі

Б.1-сурет – Конустарды арматуралау

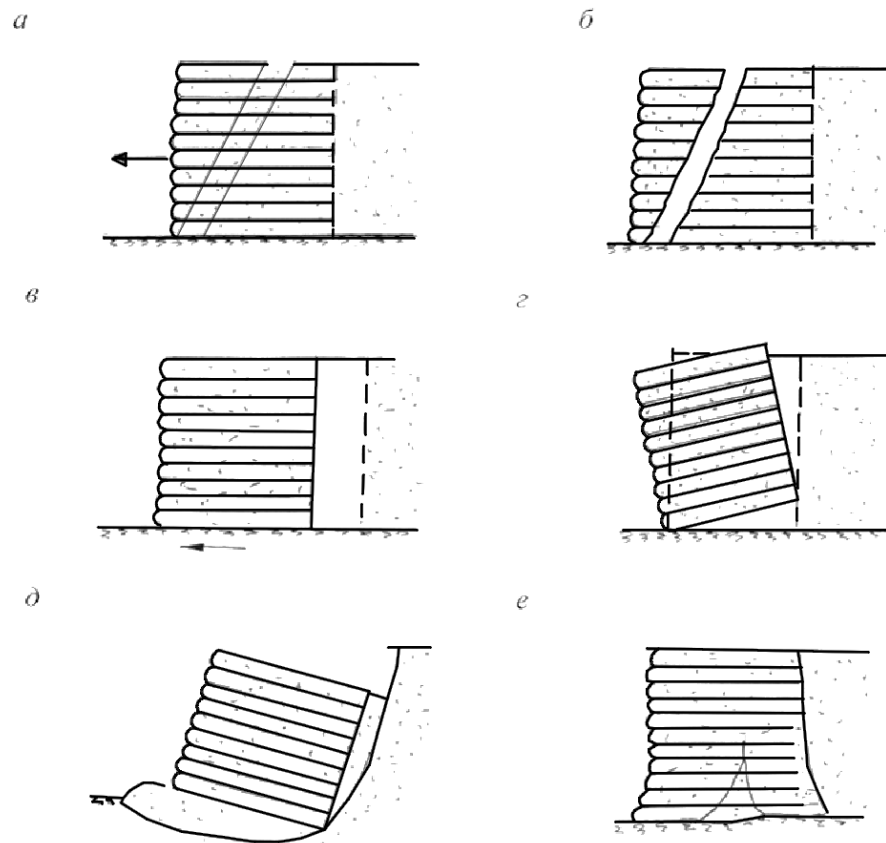


Б.2-сурет – Диван типіндегі тірек



Б.3-сурет – Бөлек функциялары бар тірек

Б.2 Армотопырақ жүйесін шекті күйге келтіретін бұзылу механизмдері



- а) арматуралайтын элементтерді тарту; б) арматуралайтын элементтердің үзілуі;
 в) негіз бойынша жылжу; г) аударылуы; д) жылжу қисығы бойынша жылжу;
 е) негіздің көтергіш қабілетінің жоғалуы

Б.4-сурет - Шекті күйге келтіретін армотопырақ жүйелерін бұзу тетіктерінің түрлері

ӘОЖ 624.21.09

МСЖ 93.040

ЭҚТӨЖ 45.21.21

Түйінді сөздер: жасанды құрылыстар, көпір құрылыстарының үйімен түйісуі, геосинтетикалық материалдар, үйінді, жер төсемесі, цементтопырақ, тірек кабырға, топырақтыанкер, жол төсемесі, беріктік коэффициенті, нығайтылған топырақ

ОРЫНДАУШЫЛАР:

Әзірлеме жетекшісі:
«ҚазжолҒЗИ» АҚ жетекші
ғылыми қызметкері, т.ғ.д.

А.А. Шалқаров

Орындаушылар:

А.А. Исмаилов

Қ.А. Шалқар

Б.А. Құтлұмұратов

**МИНИСТЕРСТВО ИНДУСТРИИ И ИНФРАСТРУКТУРНОГО
РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
СОПРЯЖЕНИЯ МОСТОВ, ПУТЕПРОВОДОВ И ИСКУССТВЕННЫХ
СООРУЖЕНИЙ С НАСЫПЬЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНЖЕНЕРНО-
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
Р РК 218-194-2022**

Издание официальное

Астана 2022

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ:

Акционерным обществом
«Казахстанский дорожный научно-
исследовательский институт»
(АО «КаздорНИИ»)

2 ВНЕСЕНЫ:

РГП на ПХВ «Национальный центр
качества дорожных активов»

**3 УТВЕРЖДЕНЫ И
ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ:**

Приказом Председателя Комитета
автомобильных дорог
Министерства индустрии и
инфраструктурного развития
Республики Казахстан №154
от «28» декабря 2022 г.

4 СОГЛАСОВАНЫ:

Акционерным обществом
«НК «КазАвтоЖол» от 30 ноября
2022 г. №03-01/12-01/3581-И

**5 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ:
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ:**

2027 год

5 лет

6 ВВЕДЕНЫ В ПЕРВЫЕ:

Документ доступен к просмотру в информационно-правовой системе нормативно-правовых актов Республики Казахстан «Әділет» из электронной базы данных «InfoZhol» - [http:// infozhol.kad.org.kz](http://infozhol.kad.org.kz)

Настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Комитета автомобильных

Содержание

1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Термины и определения.....	7
4 Общие положения	9
5 Конструктивные решения сопряжения мостовых сооружений с насыпью	9
6 Виды подпорных стен	18
7 Требования к материалам	21
8 Общие требования к конструктивным решениям	30
9 Основные требования к проектированию сопряжения мостовых сооружений с насыпью	42
10 Нагрузки и воздействия	46
11 Общие положения расчета береговых опор.....	56
12 Общие положения расчета подпорных стен	62
13. Общие положения расчета армогрунтовых систем	65
14. Ремонт и переустройство сопряжения мостовых сооружений с насыпью	71
15. Инженерные решения по устройству подходной насыпи и дорожной одежды в зависимости от инженерно-геологических и природно-климатических условий	111
Приложения А - Техничко-экономическое обоснование конструкций сопряжения мостового сооружения с насыпью	121
Приложения Б - Примеры обустройства и механизмы разрушения армогрунтовых систем	126

1 Область применения

1.1 Настоящие рекомендации устанавливают нормы и правила на проектирование новых, реконструкцию и капитальный ремонт существующих конструкций сопряжения мостовых сооружений и подпорных стен на автомобильных дорогах общего пользования всех категорий, включая внутрихозяйственные дороги сельскохозяйственных и промышленных предприятий, на улицах и дорогах населенных пунктов.

1.2 Рекомендации данного документа распространяются на проектирование различных конструкций сопряжения мостов, путепроводов и искусственных сооружений с насыпью в зависимости от инженерно-геологических и природно-климатических условий.

1.3 Настоящие рекомендации не распространяются на проектирование и строительство сооружений на автомобильных дорогах лесозаготовительных и лесохозяйственных организаций, не выходящих на сеть дорог общего пользования и к водным путям; на железных дорогах; коммуникационных сооружений, не предназначенных для пропуска транспортных средств, пешеходов.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие документы:

СП РК 1.02-105-2014 Инженерные изыскания для строительства.

Основные положения

СП РК 2.01-101-2013 Защита строительных конструкций от коррозии

СП РК 2.03-30-2017* Строительство в сейсмических зонах

СП РК 3.03-101-2013 Автомобильные дороги

СП РК 3.03-112-2013 Мосты и трубы

СП РК 5.01-101-2013 Земляные сооружения, основания и фундаменты

СП РК 5.01-102-2013 Основания зданий и сооружений

СП РК 5.01-103-2013 Свайные фундаменты

НТП РК 07-01.7 2012 Проектирование грунтовых анкеров

ПР РК 218-35-2016 Инструкция по контролю качества и приемки работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог

ПР РК 218-29-2016 Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог

Р РК 218-42-2021 Методические рекомендации по применению геосинтетических материалов в дорожном строительстве

Р РК 218-129-2016 Альбом рациональных конструкций дорожных одежд с учетом природно-климатических условий и категорий дорог

Р РК 218-144-2018 Рекомендации по назначению межремонтных сроков конструктивных элементов автомобильных дорог, в том числе обстановки пути после строительства, реконструкции, капитального, среднего и текущего ремонта

Р РК 218-151-2018 Рекомендации по расчетным значениям характерных показателей водно-теплового режима дорожных одежд и земляного полотна автомобильных дорог для разных климатических регионов

ТК СН РК 8.07-06-2017 Технологическая карта на укрепительные работы откосов земляного полотна автомобильных дорог геосинтетическими полимерными ячеистыми решетками

СТ РК 973-2015 Материалы каменные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия

СТ РК 1274-2014 Битумы и битумные вяжущие. Эмульсии дорожные. Технические условия.

СТ РК 1380-2017 Мостовые сооружения на автомобильных дорогах. Нагрузки и воздействия

СТ РК 1549-2006 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и щебень для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия

ГОСТ 380 -2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 2678-94 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний

ГОСТ 3282-74 Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия

ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 6727-80 Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 8239-89 Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент

ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент

ГОСТ 8731-74 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования

ГОСТ 8734-75 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

Р РК 218-194-2022

ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные.
Сортамент

ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 11955-82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия

ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

ГОСТ 14098-2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов

ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 23161-2012 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности

ГОСТ 23732-2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 23740-2016 Грунты. Методы определения содержания органических веществ

ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия

ГОСТ 26020-83 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия

ГОСТ 31384-2017 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

ГОСТ 32703-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования

ГОСТ 32730-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Песок дробленый. Технические требования

ГОСТ 32960-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения

ГОСТ 33390-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Мосты.

Нагрузки и воздействия.

Примечание - При пользовании настоящей рекомендации следует проверить действие ссылочных стандартов по указателю «Национальные стандарты» и по соответствующим информационным указателям. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом.

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 армогрунтовая система: Система, состоящая из грунта основания, уплотняемых слоев грунта насыпи и армирующих элементов в виде металлических стержней, полос, арматурных каркасов или геосинтетических тканей, решеток, сеток, закладываемых между слоями грунта насыпи с определенным вертикальным шагом, и облицовок различных конструкций.

3.2 геосинтетические материалы (геосинтетики): Общий термин, что характеризует материал, хотя бы один из компонентов которого изготовлен из синтетического или натурального полимера в виде полотна, полосы или трехмерной структуры, которая используется в контакте с грунтом и(или) другими материалами, который используют в геотехнических и гражданских строительных сооружениях.

3.3 георешетки: Плоская структура в виде регулярной решетки, изготовленная надежным соединением (экструзией, спаиванием или сплетением) в одно целое прочных к растяжению продольных и поперечных элементов, размер отверстий которой больше размера элементов.

3.4 грунтовый анкер: Конструктивный элемент, способный воспринимать только выдергивающие усилия, передаваемые на основание.

3.5 давление грунта активное: Силовое воздействие грунта на ограждающие конструкции в состоянии предельного равновесия, соответствующее стадии образования поверхности обрушения, при котором конструкция смещается по направлению от грунта.

3.6 давление грунта пассивное: Силовое воздействие грунта на ограждающую конструкцию в состоянии предельного равновесия, соответствующее стадии образования поверхности выпора, когда конструкция смещается по направлению к грунту.

3.7 дорожная одежда: Многослойная конструкция в пределах проезжей части автомобильной дороги, воспринимающая нагрузку от автотранспортного средства и передающая ее на грунт.

3.8 земляное полотно: Конструктивный элемент, служащий основанием для размещения дорожной одежды, а также технических средств организации дорожного движения и обустройства автомобильной дороги.

3.9 коэффициент запаса: Величина, показывающая способность конструкции выдерживать прилагаемые к ней нагрузки выше расчётных.

3.10 коэффициент устойчивости: Числовая величина, определяющая степень устойчивости склона или откоса.

3.11 мостовое сооружение: Инженерное сооружение (мост, путепровод, эстакада и другие) для пропуска дороги или иных коммуникаций через естественное или искусственное препятствие.

3.12 насыпь: Геотехническое сооружение, имеющее заданную конфигурацию, устраиваемое из природных или техногенных грунтов путем их отсыпки и уплотнения различными способами.

3.13 основания насыпи осадка: Достаточно медленные и неравномерные перемещения поверхности основания насыпи вследствие консолидации грунта основания под нагрузкой от веса насыпи или при изменении условий объединения толщи.

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

3.15 плита переходная: Элемент сопряжения моста с насыпью подход в виде железобетонной плиты, опирающейся одним концом на шкафную стенку устоя или консоль пролетного строения, а другим - на лежень или щебеночную подушку в насыпи подхода.

3.16 подпорная стенка: Геотехническая конструкция, предназначенная для обеспечения устойчивости вертикальных или очень крутых откосов.

3.17 покрытие дорожной одежды: Конструктивный элемент дорожной одежды, воспринимающий усилия от колес автотранспортных средств и подвергающийся непосредственному воздействию атмосферных факторов; покрытие, являясь верхним слоем дорожной одежды, определяет эксплуатационные качества проезжей части; в покрытие входят также слой износа и слои с шероховатой поверхностью.

3.18 предельное состояние разрушения: Разрушение или серьезное повреждение сооружения.

3.19 сопряжение с подходами: Конструктивное выполнение узла примыкания мостового сооружения к насыпи подхода.

3.20 укрепленный грунт: Искусственный материал, получаемый в результате уплотнения грунта, обработанного органическими или неорганическими вяжущими с добавками (извести, цемента, полимеров, поверхностно-активных веществ или без них, либо с одновременным их введением (комплексный метод укрепления) в грунтосмесительных машинах на дороге или в карьерных смесительных установках.

4 Общие положения

4.1 При проектировании сопряжений мостовых сооружений с насыпью на автомобильных дорогах необходимо предусмотреть:

- выполнения требований по обеспечению надежности, долговечности и бесперебойной эксплуатации искусственных сооружений в процессе строительства и эксплуатации;

- принимать проектные решения, обеспечивающие экономное расходование материалов, экономию топливных и энергетических ресурсов, снижение стоимости и трудоемкости строительства и эксплуатации;

- предусматривать возможность обеспечения высоких темпов возведения конструкций, широкой индустриализации строительства на базе современных средств механизации и автоматизации строительного производства, использование материалов, соответствующих нормативным документам;

- предусматривать меры по и охране труда и окружающей среды;

- предусматривать разработку технологических регламентов, необходимых для реализации принятых конструктивно-технологических решений.

4.2 Основные технические решения, принимаемые в проектах, по устройству сопряжения мостовых сооружений и подпорных стен следует обосновывать путем сравнения технико-экономических показателей конкурентоспособных вариантов. Пример технико-экономического сравнения различных конструкций сопряжения мостовых сооружений с насыпью приведены в Приложении А.

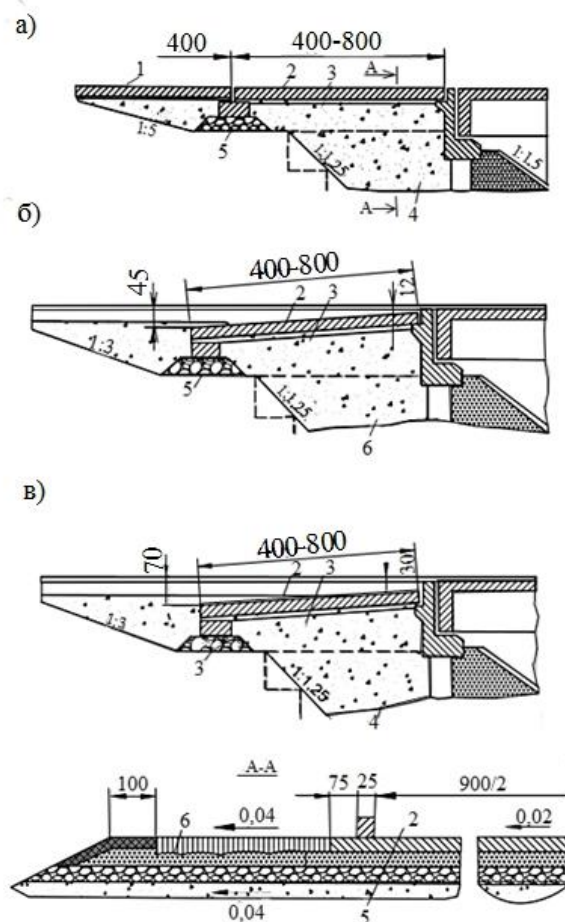
5 Конструктивные решения сопряжения мостовых сооружений с насыпью

5.1 Сопряжение существующих мостовых сооружений с насыпью

5.1.1 К традиционным типам сопряжения мостового сооружения с насыпью относятся обсыпные устои с переходными плитами, принятые по типовому проекту серии 3.503.1-96 «Сопряжение автодорожных мостов и

путепроводов с насыпью», разработанные Союздорпроектом совместно с Воронежским филиалом ГипродорНИИ.

5.1.2 Конструкция сопряжения по типовому проекту представляет собой железобетонную плиту, опирающуюся одним концом на шкафную стенку устоя, а другим – на поперечный железобетонный лежень на щебеночно-песчаной подушке (рис.1) [1].



- а) - для цементобетонных покрытий – поверхностного типа;
 - для асфальтобетонных покрытий: б) – полузаглубленные и в) – заглубленные;
 1 – промежуточная плита; 2 – переходная плита; 3 – крупно- и среднезернистый песок; 4 – дренирующий грунт; 5 – гравийно-щебеночная подушка; 6 – укрепленный грунт или асфальтобетон

Рисунок 1 - Конструкции сопряжений мостовых сооружений с насыпью

5.1.3 Широкое распространение получили железобетонные плоские переходные плиты, длина которых соответствует высоте насыпи и при высоте насыпи от 2 м до 8 м длина плиты составляет 4,6,8 метров.

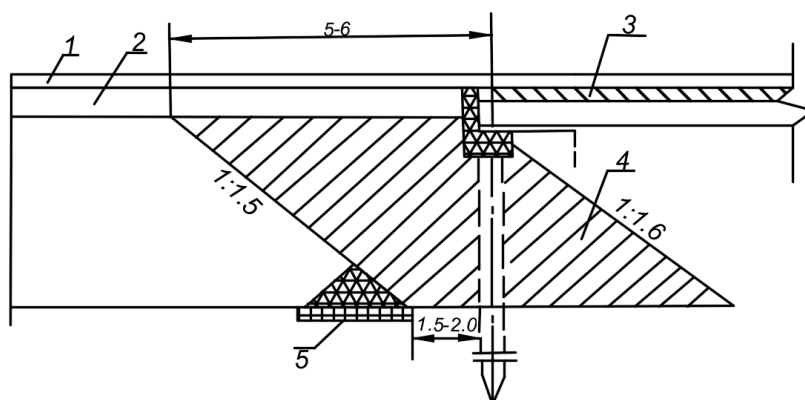
Продольный уклон плиты в сторону насыпи для заглубленной плиты составляет 1:8, для полузаглубленной – 1:12.

Переходные плиты должны укладываться одновременно с устройством покрытия.

5.2 Конструкции сопряжения моста с насыпью из цементогрунта

5.2.1 Другой вариант конструкции сопряжения моста с насыпью - использования цементогрунта на подходах и конусах устоя цементогрунта в качестве засыпки.

5.2.2 На рисунках 2 и 3 приведены конструкции земляного полотна на подходах к мостовым сооружениям при высоте насыпи до 3 м и более 3 м[2].



1 - асфальтобетон; 2 - дорожная одежда; 3 - мост; 4 - цементогрунт;
5 - каменный дренаж

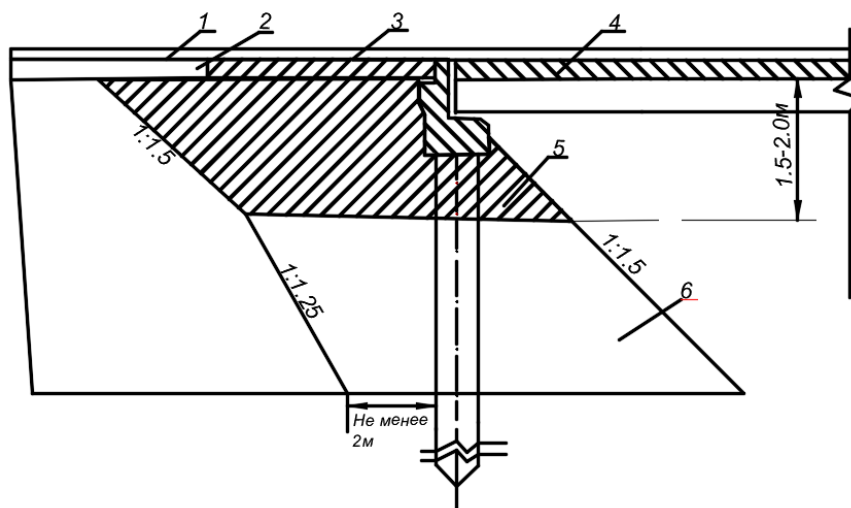
Рисунок 2 - Конструкция земляного полотна на подходе к мосту и конусов, возводимых из цементогрунта при высоте насыпи до 3 м

5.2.3 Данный способ применяется при невозможности тщательного уплотнения грунта из-за стесненности строительной площадки, т.е. при добавлении в рекомендуемый состав грунта цемента, позволяющего повысить прочность и морозостойкость грунтов.

5.2.4 Предлагаемый способ позволит:

- избежать деформации насыпи в местах сопряжений из-за недоуплотнения грунтов;
- расширить номенклатуру применяемых грунтов. Кроме дренирующих, можно применять практически любой грунт, пригодный для укрепления цементом;
- сократить время выдерживания земляного полотна до укладки дорожного покрытия;
- в ряде случаев отказаться от работ по укреплению откосов насыпи в местах сопряжений и конусов.

5.2.5 Количество цемента, необходимое для укрепления грунтов при устройстве земляного полотна в местах сопряжений с искусственными сооружениями и при устройстве конусов, указано в таблице 5.1, составленной с учетом типа грунта и степени его возможного уплотнения.



1 - асфальтобетон; 2 - дорожная одежда; 3 - переходная плита; 4 - мост; 5 - цементогрунт; 6 - дренирующий грунт

Рисунок 3 - Конструкция земляного полотна на подходе к мосту и конусов при высоте насыпи более 3 м

Таблица 5.1- Рекомендуемое количество цемента

Грунт	Рекомендуемое количество цемента, %, при коэффициенте уплотнения K		
	0,95	0,90	0,85
Мелкие однородные пески	4 - 5	6 - 7	7 - 8
Пылеватые пески и супеси	3 - 4	5 - 6	6 - 7
Суглинки	2 - 3	3 - 5	6 - 7

5.2.6 При высоте насыпи на сопряжении с искусственным сооружением не более 3 м участки насыпей, примыкающих к сооружению, и конусы мостов (путепроводов) возводят из цементогрунта рекомендуемого состава на полную высоту (рис. 2).

5.2.7 Длина участков насыпи на сопряжениях поверху должна быть не менее 5 - 6 м, а понизу - не менее 1,5... 2 м.

5.2.8 Переходные плиты в местах сопряжений земляного полотна из цементогрунта с мостами (путепроводами) устраивают только в двух случаях:

- 1) при цементобетонном покрытии на подходах;
- 2) при наличии в основании насыпи грунтов повышенной сжимаемости.

5.2.9 При высоте насыпи на сопряжении с искусственным сооружением более 3 м участки насыпей, прилегающих к сооружению, и конусы мостов (путепроводов) устраивают из цементогрунтов рекомендуемого состава только в верхней части насыпи (1,5...2 м), а нижнюю часть насыпи отсыпают из дренирующих грунтов с коэффициентом уплотнения не менее 0,95 (рис. 3).

5.3 Конструкции сопряжения мостовых сооружений с насыпью с интегральными устоями

5.3.1 В зарубежной практике при строительстве мостов и путепроводов малой и средней длины интегральные схемы сооружений внедряются, начиная с 70-х годов прошлого столетия.

5.3.2 На рис. 4 приведен конструктивная схема моста с интегральными устоями.

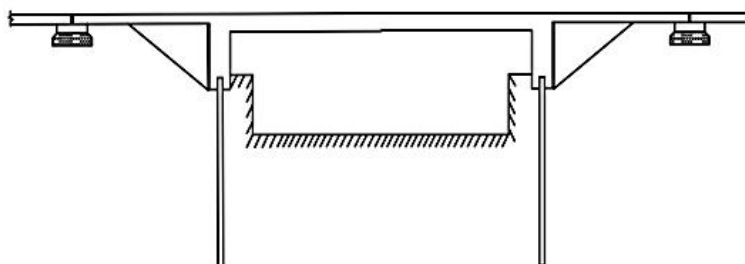
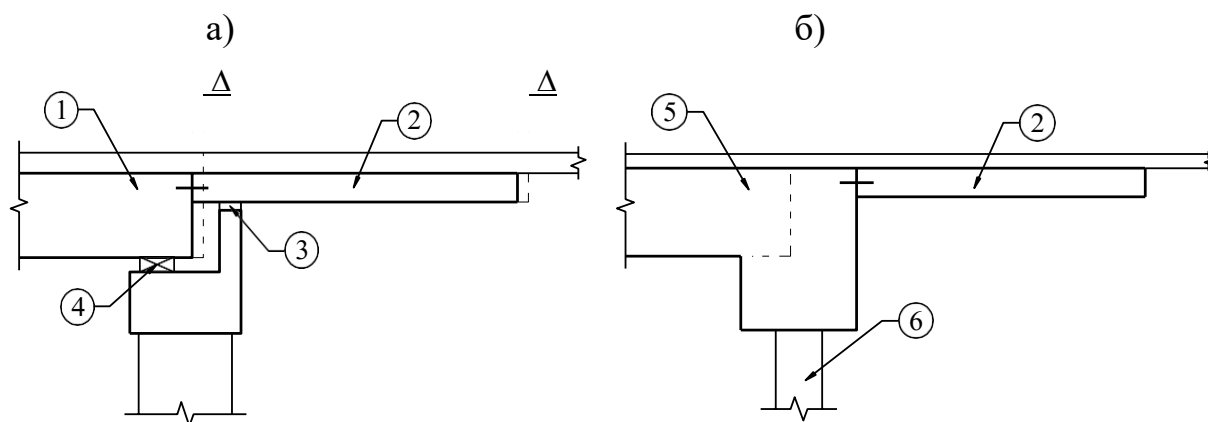


Рисунок 4 - Мост с интегральными устоями

5.3.3 Интегральные мосты по сравнению с традиционными мостами имеют особую конструкцию концевых опор, которая улучшает эксплуатационные качества системы. В мостах или путепроводах с интегральными устоями пролетные строения и опоры жестко связаны между собой и составляют единую конструкцию без деформационных швов и опорных частей. В этом случае обеспечивается водонепроницаемость и, таким образом, гарантируется непопадание воды с проезжей части в конструкции устоя и снижается вероятность увлажнения грунта за стенкой устоя и, следовательно, проявления просадок насыпного грунта.

5.3.4 Конструктивные схемы узла сопряжения мостовых сооружений с насыпью с интегральными и полуинтегральными устоями приведены на рис.5.



а - полуинтегрального типа; б - интегрального типа; 1 - пролетное строение; 2 - переходная плита; 3 - поверхность скольжения; 4 - опорная часть; 5 - балки пролетного строения, заделанные в устой; 6 - стальная свая

Рисунок 5 - Конструкции интегрального и полуинтегрального устоев

5.3.3 Преимуществами мостовых сооружений с интегральными устоями являются:

- простота и целостность конструкции;
- небольшие затраты на содержание;
- улучшение качества проезда в месте сопряжения путепровода с насыпью;
- простота в возведении насыпи.

5.4 Способ сопряжения мостовых сооружений с насыпью криволинейными переходными плитами

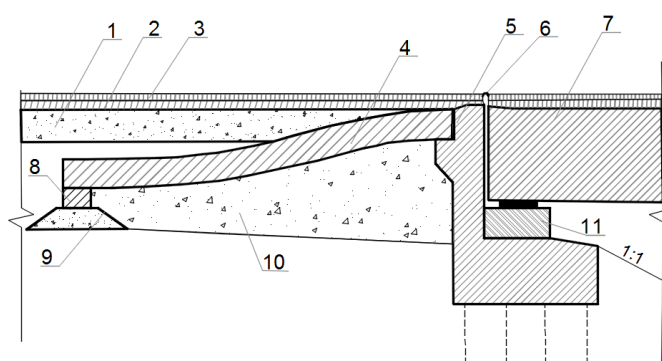
5.4.1 С конструкторско-технологической точки зрения плавное движение транспортных средств можно добиться с устройством криволинейных переходных плит, использование которых снижает ударно-динамическое воздействие от транспортных средств и повышает долговечность конструкции сопряжения и дорожной одежды.

5.4.2 Применение **вогнутых переходных плит** в сторону насыпи сделает продольный профиль более «крутым», что увеличит горизонтальное воздействие на мостовое сооружение в зоне деформационного шва и устоя.

5.4.3 Применение **выпуклых переходных плит** позволит сгладить второй угол перелома продольного профиля (на устой моста), т. к. к концу

переходной плиты её продольный профиль будет совпадать с продольным профилем плиты пролетного строения и обеспечит плавный проезд транспортного средства в этой зоне. Данное решение позволит уменьшить горизонтальное воздействие на мостовое сооружение путем исключения толчка транспортным средством при плавном проезде данного участка, но требует совершенствования начала въезда в переходную плиту.

5.4.4 Использование S-образных переходных плит, представляющих собой по сути дела не плитную, а оболочечную конструкцию, позволит сгладить оба угла перелома продольного профиля (и при въезде на переходную плиту и на устое моста), описанные выше, т.к. продольный профиль начального участка переходной плиты будет совпадать с продольным профилем дорожного покрытия, а к концу переходной плиты её продольный профиль будет совпадать с продольным профилем плиты пролетного строения и обеспечит плавный проезд автомобиля в обеих зонах. Такое решение позволит максимально уменьшить горизонтальное воздействие транспортного средства на мостовое сооружение, путем исключения толчков при плавном проезде обоих участков. Схематическая конструкция с использованием S-образной переходной плиты представлена на рис. 6.



- 1–щебеночно-гравийное основание дорожной одежды; 2–нижний слой покрытия дорожной одежды; 3– верхний слой покрытия дорожной одежды; 4–S-образная переходная плита; 5– устой моста; 6– деформационный шов; 7– пролетное строение; 8– монолитный лежень; 9– щебеночно-песчаная подушка монолитного лежня; 10– щебеночно-песчаная подушка вогнутой переходной плиты; 11 – подферменник

Рисунок 6 – Схема конструкции и узла сопряжения мостового сооружения с насыпью подхода с использованием S-образных переходных плит

5.4.5 Конструкция S-образной переходной плиты позволяет использовать лучшие качества вогнутой и выпуклой переходных плит и обеспечивает «мягкий» проезд за счет плавно изменяющегося продольного

профиля переходной плиты.

5.4.6 Преимуществом конструктивного решения сопряжения мостовых сооружений с насыпью с использованием S-образных переходных плит позволит повысить эксплуатационные качества узла сопряжения мостового сооружения с подходной насыпью, путем уменьшения негативных ударно-динамических воздействий.

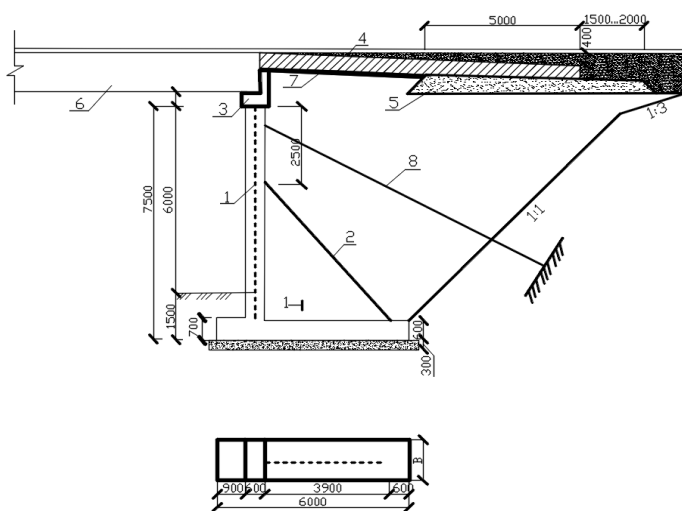
5.4.7 Основной недостаток данного способа - сложность технологии изготовления криволинейных плит.

5.5 Способ сопряжения мостовых сооружений с насыпью подпорной стенкой и монолитными переходными плитами

5.5.1 Подпорные стены предназначены для удержания грунта неустойчивого земляного полотна. Они могут быть бутобетонными, бетонными, железобетонными, армогрунтовыми, габионными; по конструктивному решению - монолитными, сборными и сборно-монолитными.

5.5.2 Бетонные и бутобетонные массивные стены устраивают секциями длиной 10...20 м со сквозными поперечными швами между ними. Для сбора и отвода воды, попадающей за стену, устраивают застенный дренаж с выпусками.

5.5.3 На рис. 7 приведена конструкция сопряжения мостовых сооружений с подходной насыпью с подпорной стенкой углового типа.



1- подпорная стена; 2 – анкерная тяга; 3 – шкафная стенка устоя; 4 – монолитная переходная плита; 5 – щебеночно-песчаная подготовка; 6 – пролетное строение; 7 – гравийно-щебеночная подушка; 8 - анкерная тяга, заанкеренный в грунт

Рисунок 7 – Конструкция сопряжения моста с насыпью с использованием подпорной стены

Для увеличения устойчивости стены против опрокидывания и уменьшения сдвигающего усилия устраиваются анкерные тяги. За счет этого улучшается условие работы на изгиб лицевой плиты, которая работает не как консольная балка, а как шарнирно опертая в месте примыкания тяги.

5.5.4 В конструкции сопряжения моста с насыпью предусмотрено устройство монолитной переходной плиты длиной 10 м. Высота поперечного сечения плиты принята 50 см.

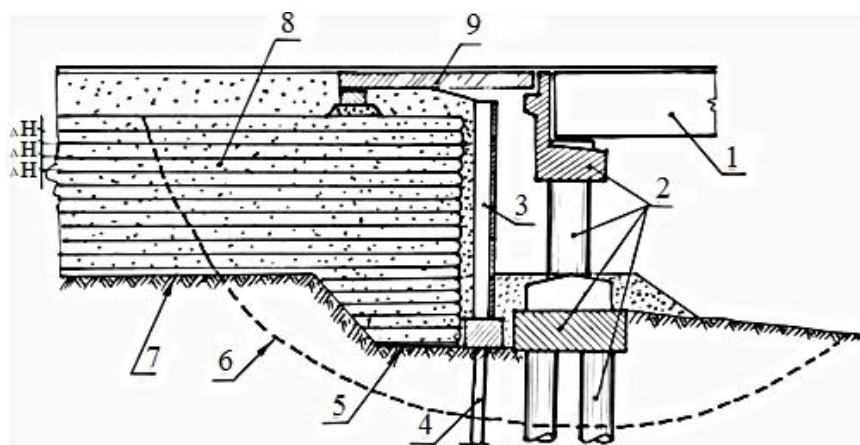
5.5.5 При закреплении в грунт анкерная тяга должна находиться за пределами призмы обрушения.

5.6 Способ сопряжения мостовых сооружений с насыпью с применением армогрунтовых конструкций

5.6.1 В последние годы для сооружения мостовых сооружений широкое применение получили армогрунтовые конструкции. Преимущественно они используются как береговые опоры (устои), выполняющие различные функции, например, во многих мостовых сооружениях в качестве сопряжения путепровода с геомассивами береговых опор и подходных насыпей приняты устои с отдельными функциями.

Примеры береговых опор с армогрунтовыми системами приведены в приложении Б.

5.6.2 Многофункциональные армогрунтовые системы мостов и путепроводов (рис. 8) должны обеспечивать:



- 1 - пролетное строение; 2 - несущие элементы устоя; 3 - лицевая стенка армогрунтовой системы; 4 – сваи фундамента лицевой стенки;
5 - заглубление армогрунтовой системы для разгрузки ростверка устоя; 6 – опасная поверхность скольжения; 7 - естественная поверхность потенциально оползневого склона; 8 - армогрунтовая система; 9 - переходные плиты

Рисунок 8– Многофункциональные армогрунтовые системы мостов и путепроводов

- разгрузку крайних опор от давления грунта насыпи и исключения конуса, т.е. обеспечения схемы устоя с отдельными функциями;
- разгрузку ростверков фундаментов крайних опор от давления грунта, создаваемого весом подходов насыпи;
- защиту конструкций моста или путепровода от воздействий оползневых склонов;
- минимизацию осадок конечного участка насыпи, если он подстилается слабыми грунтами основания, путем устройства "висячей" насыпи, опирающейся на свайное поле и гибкий ростверк;
- устойчивость насыпи в поперечном к оси направлении.

5.6.3 Применение в сопряжении моста с насыпью новых конструкций подходов, состоящих из армогрунтовых систем и устоев с отдельными функциями, армированные геосинтетическими материалами позволяет:

- сократить длину моста, исключив крайние два пролета;
- устранить две (крайние) опоры и двух (крайних) пролетных строений;
- избавиться от устройства конусов и их крепления.

5.6.4 Эффективность новых конструкций подхода к мосту с использованием армогрунтовых систем обеспечивается снижением:

- трудоемкости - на 45%;
- материалоемкости – на 35 %;
- сроков строительства – 40%;
- стоимости строительства – 30%;
- негативного воздействия на экологическую систему в районе строительства.

6. Виды подпорных стен

6.1 Подпорная стена может быть самостоятельным объектом или служить частью более крупного объекта капитального строительства.

Подпорные стены подразделяются по следующим параметрам:

- по пространственной компоновке;
- способу изготовления;
- сроку службы;
- виду воспринимаемых нагрузок;
- способу распределения нагрузки на элементы подпорной стены;
- характеру взаимодействия с грунтом;
- способу обеспечения устойчивости;

- отношению к водоносным горизонтам.

6.1.2 По пространственной компоновке подпорные стены являются линейным сооружением.

6.1.3 По способу изготовления подпорные стены разделяют на возводимые до формирования поддерживаемого грунта или насыпи [перечисление а)] и устраиваемые после формирования поддерживаемого грунта [перечисления б), в), г)]:

а) подпорные стены, устраиваемые в насыпях, предварительно разработанных котлованах и выемках; к данным сооружениям относятся массивные и уголкового подпорные стены;

б) подпорные стены, устраиваемые из сборных (предварительно изготовленных железобетонных, стальных, деревянных, композитных и т. п.) элементов, погружаемых забивкой или вдавливанием без выемки грунта с помощью молотов, вибропогружателей, вибровдавляющих, виброударных, вдавливающих и вращательно-вдавливающих устройств;

в) подпорные стены, устраиваемые в предварительно разработанных скважинах или узких траншеях (траншеи, ширина которых соизмерима с толщиной стен) путем их заполнения различными материалами (бетонной смесью, установкой железобетонных, стальных, деревянных, композитных элементов, глиной, щебнем и т. п.);

г) подпорные стен, выполняемые путем изменения свойств грунта в месте его устройства (например, из грунтоцементных элементов, выполняемых по струйной технологии).

6.1.4 По сроку службы подпорные стены разделяют:

а) на постоянные - используют в период строительства и эксплуатации объекта;

б) временные - используют только в период строительства объекта.

6.1.5 По виду воспринимаемых нагрузок подпорные стены подразделяются:

а) на несущие - воспринимают давление грунта, подземных вод, а также вертикальные нагрузки от транспортных средств;

б) ненесущие - воспринимают только давление грунта и подземных вод.

6.1.6 По способу распределения нагрузки подпорные стены подразделяются:

а) на сплошные - в виде непрерывной конструкции без зазоров между ее элементами – давление грунта воспринимается сравнительно равномерно всей поверхностью таких подпорных стен;

б) дискретные - в виде отдельных конструктивных элементов, погружаемых на некотором расстоянии и друг от друга - давление грунта

воспринимается отдельными несущими элементами таких подпорных стен, а между элементами устойчивость грунта обеспечивается за счет арочного эффекта или устройства дополнительных мероприятий.

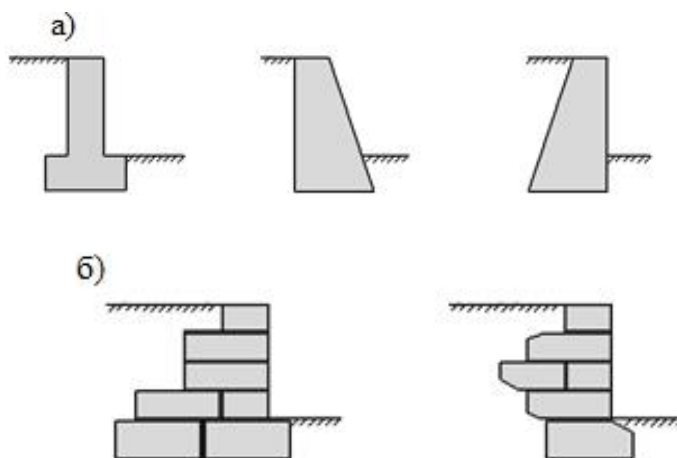
6.1.7 По характеру взаимодействия с грунтом подпорные стены подразделяются:

а) на массивные - удерживающие грунт, сопротивляясь сдвигу и опрокидыванию за счет собственного веса. Устраивают в предварительно разработанных широких траншеях или на поверхности земли.

В качестве материала стены принимают железобетон, бетон, бутобетон, или из сборных блоков и т. п. Могут иметь вертикальные, наклонные или ступенчатые грани. Характерная конфигурация массивных подпорных стен показана на рис.9:

б) уголкового подпорные стены - удерживают грунт, сопротивляясь сдвигу и опрокидыванию за счет дополнительного пригруза.

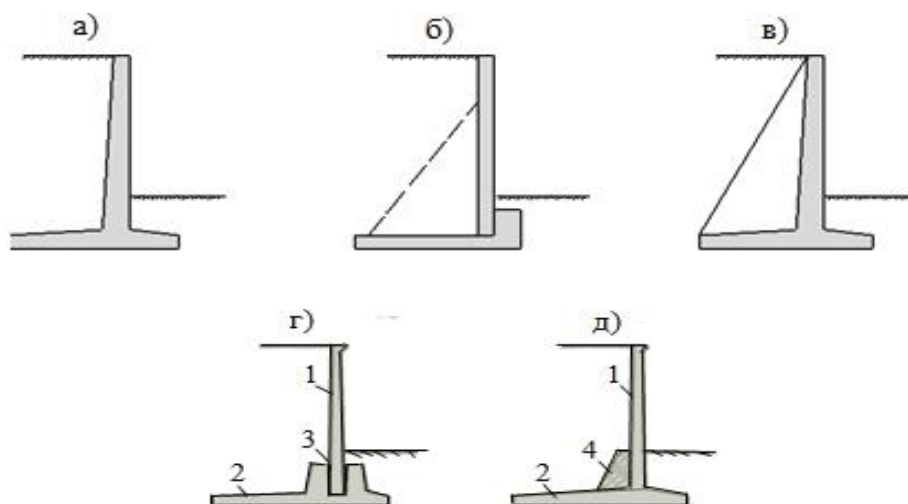
Подпорные стены устраивают в предварительно разработанных широких траншеях или на поверхности земли на естественном основании или на свайном фундаменте.



a–монолитные; *б*–блочные

Рисунок 9 –Массивные подпорные стены

В качестве материала преимущественно принимают железобетон или другие материалы, которые устраиваются как консоль но, так и с анкерными тягами или контрфорсами. Характерная форма уголкового подпорных стен показана на рис.10;

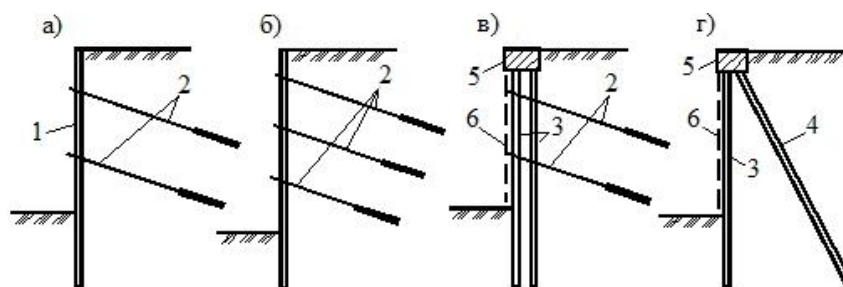


a – уголкового консольные; *б* – уголкового анкерные; *в* - контрфорсные;
г - уголкового сборные консольные; *д* - уголкового сборно-монолитные
 1 - лицевая плита; 2- фундаментная плита; 3- монолитный бетон;
 4-упор

Рисунок 10 – Тонкостенные подпорные стены

в) гибкие подпорные стены - удерживают грунт, сопротивляясь сдвигу и опрокидыванию за счет заделки и в некоторых случаях конструкций крепления (распорок, анкеров и т. п.). Устраивают в предварительно разработанных скважинах, в узких траншеях или без предварительной разработки грунта (например, вдавливанием).

К данному типу относятся подпорные стены, устраиваемые способом «стена в грунте» траншейного типа, из буровых свай, грунтоцементных элементов, ограждения из стальных труб или двутавров, шпунтовые ограждения и т. п. Примеры гибких подпорных стен приведены на рис.11.



1 — стены; 2 — анкеры; 3 — сваи вертикальные; 4 — сваи наклонные;
 5 — ростверки; 6 — экраны; а, б - шпунтовые, свайные или траншейные за анкерные; в — многорядные свайные за анкерные; г — в виде козловых свайных систем

Рисунок 11 - Заанкеренные подпорные и шпунтовые стены

При высоких насыпях подпорные стены служат для обеспечения устойчивости откосов насыпи земляного полотна.

7 Требования к материалам

7.1 Требования к материалам сопряжения мостовых сооружений с насыпью

7.1.1. Для устройства дренирующей засыпки за опорами и конусов применяют грунты и материалы, не увеличивающиеся в объеме при замерзании: крупный и средний песок, мелкий непылеватый песок (частиц менее 0,1 мм не более 25 %), металлургический шлак. Коэффициент фильтрации дренирующего грунта после уплотнения до величины 0,98 должен быть не менее 2... 3 м / сутки.

7.1.2 Неподтапливаемые конусы и откосы, а также подтапливаемые (в случаях облегченного гидравлического режима) можно укреплять, помимо сплошных конструкций, геосинтетическими полимерными ячеистыми материалами в соответствии с ТКСН Р РК 8.07-06.

На городских путепроводах и неподтапливаемых конусах мостов для заполнения ячеек решетчатых конструкций рекомендуется применять цветной щебень в сочетании с засевом специально подобранных трав.

7.1.3 Грунты, используемые в качестве обратной засыпки насыпей и подпорных стен транспортных сооружений, должны отвечать требованиям, перечисленным ниже (табл. 7.1).

Таблица 7.1 - Требования к грунтам засыпки

№	Контролируемый параметр	Грунт засыпки является основанием дорожного полотна	Грунт засыпки не является основанием дорожного полотна(*)
1	Угол внутреннего трения перемятого грунта в водонасыщенном состоянии, град	не менее 25	не менее 18
2	Число пластичности, I _p	-	не более 20
3	Коэффициент неоднородности грансостава, K _{60/10} (C _u)	не менее 5	не менее 3
4	Содержание частиц, размером менее 0,1 мм, в % по весу	не более 20	не регламентируется

Примечание: (*) Возможность использования глинистых грунтов в качестве обратной засыпки следует обосновать расчетом, учитывая допустимые величины деформаций для данного вида сооружений.

7.1.4 Применение грунтов, содержащих гравелистые включения размером более 50 мм не допускается. Величина удельного сцепления грунта (C) для целей проектирования, как правило, принимается равной нулю. При наличии специальных исследований на длительную прочность и ползучесть водонасыщенного грунта, допускается увеличивать удельное сцепление до 5 кПа.

Применение грунтов, обладающих неблагоприятными строительными свойствами, и изменяющих свои характеристики под воздействием внешних факторов (просадочных (ГОСТ 23161), набухающих (ГОСТ 12248), засоленных и имеющих биологические остатки (ГОСТ 23740) и т.д.) в качестве обратной засыпки, как правило, не допускается. Возможность их использования должна быть подтверждена компетентной специализированной организацией.

В условиях постоянного подтопления (увлажнения) большие просадки наблюдаются на подходах к мостам, сложенными пылеватыми суглинками и глинистыми грунтами. Поэтому такие грунты не рекомендуются в качестве основания или тела насыпи на подходных участках сопряжения моста с насыпью. Также не рекомендуется для отсыпки за опорами мостовых сооружений и в конусах связанных глинистых грунтов, приводящих к сезонным деформациям насыпи и покрытия.

7.1.5 В качестве засыпки может быть использован известняк с водонасыщением до 29% и естественной влажности до 23%.

7.1.6 В тех частях сооружения, которые подвержены динамическим воздействиям, не следует укладывать грунты, обладающие тиксотропными свойствами.

7.2 Требования к материалам сопряжения мостовых сооружений с насыпью из цементогрунта

7.2.1 При устройстве земляного полотна на сопряжениях с искусственными сооружениями для укрепления насыпи рекомендуется применять цемент и другие неорганические вяжущие, отвечающие требованиям СТ РК 973.

7.2.2 Цементы, применяемые для укрепления, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10178. Марка цемента должна быть не ниже «200».

7.2.3 Количество цемента, необходимое для укрепления грунтов при устройстве земляного полотна в местах сопряжений с искусственными сооружениями и при устройстве конусов, указано в табл. 7.2, составленной с учетом типа грунта и степени его возможного уплотнения.

7.2.4 Применение укрепленных песков, супесей и легких суглинков целесообразнее, чем тяжелых суглинков и мелких однородных песков, так как смешение тяжелых суглинков с цементом сопряжено с трудностями технологического порядка, а мелкие однородные пески требуют больших расходов цемента.

Таблица 7.2- Количество цемента, необходимое для укрепления грунтов

Грунт	Рекомендуемое количество цемента, %, при коэффициенте уплотнения K		
	0,95	0,90	0,85
Мелкие однородные пески	4 - 5	6 - 7	7 - 8
Пылеватые пески и супеси	3 - 4	5 - 6	6 - 7
Суглинки	2 - 3	3 - 5	6 - 7

7.3 Требования к материалам подпорных стен

7.3.1. В зависимости от принятого конструктивного решения подпорные стены могут возводиться из железобетона, бетона, бутобетона и каменной кладки [8].

7.3.2. Выбор конструктивного материала обуславливается технико-экономическими соображениями, требованиями долговечности, условиями производства работ, наличием местных строительных материалов и средств механизации.

7.3.3. Для бетонных и железобетонных конструкций рекомендуется применять бетоны по прочности на сжатие не ниже класса В 15.

7.3.4 Предварительно напряженные железобетонные конструкции следует проектировать преимущественно из бетонов класса В20; В25; В30 и В35.

Для бетонной подготовки следует применять бетон класса В5 и В10.

7.3.5 Требования к бутобетону по прочности и морозостойкости предъявляются те же, что и к бетонным и железобетонным конструкциям

7.3.6 Для армирования железобетонных конструкций, выполняемых без предварительного напряжения, следует применять стержневую горячекатаную арматурную сталь периодического профиля класса А300 и А400. Для монтажной (распределительной) арматуры допускается применение горячекатаной арматуры класса А240 или обыкновенной арматурной гладкой проволоки класса В_p500.

При расчетной зимней температуре ниже минус 30 °С арматурная сталь класса А300 марки ВСт5пс2 к применению не допускается.

7.3.7 В качестве напрягаемой арматуры предварительно напряженных железобетонных элементов следует в основном применять термически упрочненную арматуру класса А600 и А800.

Допускается также применять горячекатаную арматуру класса 500С, А-500СП и термически упрочненную арматуру класса А600.

7.3.8 Анкерные тяги и закладные элементы должны приниматься из прокатной полосовой стали класса С-38/23 марки ВСтЗкп2 по ГОСТ 380 при расчетной зимней температуре до минус 30 °С включительно и марки ВСтЗпс6 при расчетной температуре от минус 30 °С до минус 40 °С. Толщина полосовой стали должна быть не менее 6 мм.

Также допускается применение для анкерных тяг арматурной стали класса А400.

7.3.9 В сборных железобетонных и бетонных элементах конструкций монтажные (подъемные) петли должны выполняться из арматурной стали класса А240 марки ВСтЗсп2 и ВСтЗпс2 или из стали класса А300 марки 10ГТ.

7.3.10 Для облицовки подпорной стены из природного камня допускается применять камни той же марки, что и для кладки, при условии удовлетворения требованиям морозостойкости, но с подбором лучших камней, приколом их и более тщательной разделкой швов.

7.3.11 Камни кладки подпорных стен должны иметь по возможности правильную форму. Перевязка швов должна быть не менее 10 см, а для угловых камней - не менее 15 см.

7.3.12 Обратную засыпку за подпорными стенами рекомендуется производить крупнообломочными грунтами, а также песками: гравелистыми, крупными или средней крупности.

7.4 Требования к материалам армогрунтовых конструкций

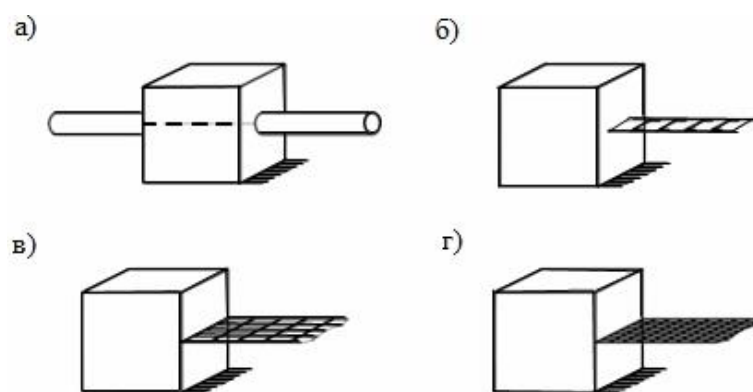
7.4.1 Грунт засыпки армогрунтовой системы должен иметь следующие нормативные характеристики в соответствии требованиями ГОСТ 32730, ГОСТ 32703, ГОСТ 25607, СП РК 3.03-112:

- угол внутреннего трения $\varphi \geq 35^\circ$;
- удельное сцепление $C \geq 0$;
- коэффициент фильтрации $K_f \geq 2,0$ м/сут;
- коэффициент неоднородности $d_{10} / d_{60} \geq 2,0$;
- коэффициент уплотнения песка при формировании армогрунтовой системы должен быть не менее 0,98 максимальной плотности по кривой

стандартного уплотнения.

7.4.2 Щебень для формирования упорно-дренажных призм должен быть двух фракций - крупный 22,4...31,5 мм и мелкий 5,6...11,2 мм для отсыпки призм методом заклинки по 8.4.10 СП РК 3.03-101. Щебень должен применяться из твердых горных пород по СТ РК 1549 и ГОСТ 32073.

7.4.3 Выбор армирующих элементов проводится в соответствии с требованиями СП РК 5.01-102. При проектировании армогрунтовых систем мотов, как правило, следует применять следующие конструктивные элементы, представленные на рис. 12:



а - стержни; б - арматурные каркасы; в - георешетка; г - геоткань

Рисунок 12- Виды армирующих элементов

а) стержни или полосы из нержавеющей стали или защищенные от коррозии в соответствии требованиями СП РК 2.01-101;

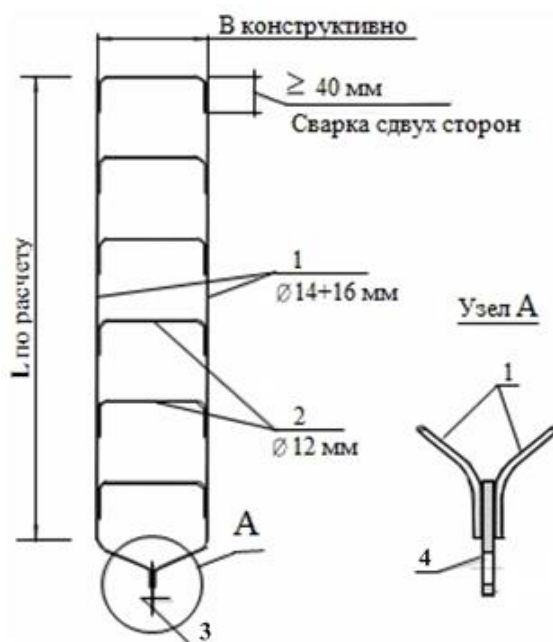
б) арматурные каркасы, сваренные из арматурной стали по ГОСТ 5781. Арматурные каркасы должны иметь два продольных стержня, к которым приваривают поперечные стержни. Поперечные стержни должны быть приварены с помощью продольных швов. Готовый каркас следует подвергать горячему цинкованию, обмазке битумом и обмотке геосинтетической тканью на битумной мастике для увеличения площади трения (рис. 13). Все соединения должны соответствовать условию равнопрочности;

в) георешетки по Р РК 218-42, выполненные из синтетических материалов: полиэстер, поливинилалкоголь, полипропилен, полиэтилен, композитные материалы;

г) геоткани, выполненные из различных синтетических материалов по Р РК 218-42.

7.4.4 Для отвода воды из армогрунтовой системы используют песок или песчано-гравийную смесь (ПГС) с коэффициентом фильтрации $K_{\phi} \geq 2,0$ м/сут.

7.4.5 Не рекомендуется использовать когезионную засыпку при строительстве армогрунтовых конструкций с длительным периодом эксплуатации.



1 - продольные стержни (диаметр по расчету); 2 – поперечные стержни диаметр $d = 12$ мм; 3 - серги для крепления к лицевой стенке (оцинкованные); 4 – отверстие для болта

Рисунок 13- Армирующий элемент в виде арматурного каркаса

Примечание - Все детали после сварки оцинкованы ($\Delta=50$ мкм), обмазаны битумом и обклеены геосинтетической тканью на битумной мастике.

7.4.6 При подборе грунта армогрунтового сооружения следует учитывать ниже перечисленные требования (см. табл. 7.3):

Таблица 7.3 - Классификация засыпок для подпорных стен и насыпей

Тип грунта	Категория сооружения		
	1	2	3
Фрикционная засыпка	+	+	+
Когезионно-фрикционная засыпка	+	+	+
Известняк	$S_r < 29\%$	+	+
	$S_r > 29\%$	-	-
Глинистая засыпка(местный грунт)	-	-	+

7.5 Требование к материалам грунтовых анкеров

7.5.1 В качестве армирующих элементов геоанкеров допускается применять стержневую арматуру, сварные объемные арматурные каркасы,

стальные прокатные профили (ГОСТ 8239, ГОСТ 26020, ГОСТ 8240, трубы (ГОСТ 8734, ГОСТ 10704) и специальные буровые трубчатые винтовые штанги.

7.5.2 В соответствии с пп. 5.25...5.28СП РК 5.01-103, продольные арматурные стержни объемных каркасов должны быть соединены не только хомутами, но и трубчатыми кольцами, установленными на сварке по длине каркаса на расстоянии не реже чем через пять его диаметров (но не чаще чем через 2 м). В целях обеспечения защитного слоя бетона между грунтом и арматурными стержнями каркаса последний должен быть оснащен фиксаторами, а также крестообразными анкерами, установленными в нижнем конце каркаса для исключения возможности его подъема при извлечении обсадных труб.

7.5.3 Фиксаторами защитного слоя, обеспечивающими центрирование каркаса в скважине, также должны быть оснащены одиночные арматурные стержни, армирующие профильные элементы и трубы.

7.5.4 Толщина защитного слоя бетона для рабочей арматуры должна быть не менее ее диаметра, но не менее 30 мм, для поперечной и конструктивной арматуры – не менее 20 мм. Для постоянных конструкций, работающих в агрессивных средах по ГОСТ 31384 толщина защитного слоя бетона и, соответственно диаметр каркаса, должны назначаться с учетом требований СП РК 2.01-101.

7.5.5 Продольная арматура должна располагаться равномерно по периметру каркаса. Коэффициент армирования, определяемый отношением площади сечения продольной арматуры к площади сечения микросваи должен составлять не менее 0,5 %. Минимальное расстояние в свету между стержнями продольной арматуры не менее наибольшего диаметра стержня, но не менее 30 мм.

Примечание – Расстояние в свету между стержнями периодического профиля определяются по номинальному диаметру без учета выступов и ребер.

7.5.6 При длине анкера более 12 м арматурный каркас, как правило, должен состоять из отдельных блоков стыкуемых предварительно или при опускании в скважину. Соединение блоков следует производиться сваркой выпусков продольной арматуры внахлест по ГОСТ 14098 или при помощи соединительных муфт с обеспечением равно прочности стыков и арматуры, а также возможности проведения опрессовки скважины.

7.5.7 Длину блоков следует назначать в проекте с учетом конкретных условий строительства (допускаемые габариты, характеристики бурового и грузоподъемного оборудования), избегая размещения стыков в зонах

максимальных расчетных усилий. Количество типоразмеров арматурных каркасов и составляющих их блоков должно быть минимально возможным.

7.5.8 Каркасы должны обладать достаточной жесткостью, исключающей возможные деформации при их транспортировке и подъеме в вертикальное положение. Жесткость каркаса достигается введением в его состав диагональных поперечных связей или прокатных профилей.

7.5.9 Для устройства геоанкеров рекомендуется применять марки стали, имеющие выраженную площадку текучести и обладающие достаточной коррозионной стойкостью.

7.5.10 Армирующие элементы геоанкера, которые при установке используются как буровой инструмент для бурения скважины, должны изготавливаться из высокопластичной стали с ударной вязкостью не менее 40 Дж при температуре минус 20 °С и не менее 27 Дж при температуре минус 50 °С.

7.5.11 В качестве элементов каркаса следует, как правило, применять:

- горячекатаную арматуру класса А–III (А400) и А–IV (А600) по ГОСТ 5781, термически упрочненную стержневую свариваемую арматуру классов Ат400С, Ат500С и Ат–IV (Ат600) по ГОСТ 10884, А400С, А500С и А600С по диаметром 12÷32 мм для рабочей продольной стержневой арматуры;

- горячекатаную арматуру классов А–II (А300) и А–I (А240) по ГОСТ 5781 диаметром от 6 до 10 мм для поперечной конструктивной и диаметром от 12 до 22 мм для монтажной арматуры;

- арматурную проволоку типа 5 Вр1 по ГОСТ 6727 для спиральной навивки;

- двутавры стальные горячекатаные по ГОСТ 8239 и ГОСТ 26020;

- швеллеры стальные горячекатаные по ГОСТ 8240 при комбинированных балочно-арматурных каркасах;

- элементы стальных труб по ГОСТ 10704, ГОСТ 8731, ГОСТ 8734 и горячекатаного листового и фасонного проката из углеродистой стали марки Ст3 по ГОСТ 380 для элементов жесткости и закладных деталей;

- проволоку отожженную стальную низкоуглеродистую по ГОСТ 3282 диаметром 1,2...2,0 мм для крепления поперечной арматуры и спиральной навивки.

7.5.12 Поперечное армирование следует выполнять в виде круглых по наружному диаметру каркаса арматурных хомутов или спиральной навивки арматурной проволоки с шагом не более 10 диаметров рабочей арматуры, но не более 300 мм.

7.5.13 Материалы для устройства геоанкера должны отвечать следующим основным требованиям:

- цемент для раствора следует выбирать в зависимости от вида и трещиноватости (пористости) пород, в которые погружается микросвая, устойчивости его в агрессивной среде, а также от срока схватывания и твердения;

- при неагрессивных грунтовых водах рекомендуется применять портландцементы марки не ниже М400;

- при сульфатной агрессии грунтовых вод рекомендуется применять сульфатостойкий и пуццолановый портландцемент;

- в инъецируемый раствор рекомендуется добавлять пластифицирующие добавки, не ухудшающие свойства раствора.

7.5.14 Рекомендации по приготовлению инъецируемых растворов должны содержать, как минимум, следующие требования:

- по консистенции раствора;

- по классу по морозостойкости;

- по защите арматуры от коррозии;

- по величине усадки;

- по прочности раствора при сжатии в семи суточном возрасте не менее 200 кгс/см², а в 28 суточном - не менее 300 кгс/см².

Предельную крупность песка, его качество и зерновой состав допускается ставить в зависимость от диаметра скважины.

7.5.15 Свойства инъекционных смесей должны соответствовать требованиям ГОСТ 10178. Вводимые воздухововлекающие и пластифицирующие добавки должны обеспечивать:

- минимально возможное водоцементное отношение;

- хорошую прокачиваемость с помощью используемых насосов;

- требуемую прочность и надежную связь цементного камня с металлом после твердения в грунте.

7.5.16 Вода для затворения смесей должна отвечать требованиям ГОСТ 23732.

8 Общие требования к конструктивным решениям

8.1 Общие положения

8.1.1 Сопряжение искусственного сооружения с насыпью должно обеспечивать плавность съезда и въезда автомобиля за весь период эксплуатации дороги [10].

8.1.2 Плавность проезда по сопряжению определяется допустимыми вертикальными ускорениями, которые испытывает автомобиль при проходе неровности. Величины этих ускорений связываются с физиологией человека и с сохранностью перевозимых грузов.

8.1.3 Максимально допустимое ускорение для грузового автомобиля должно составлять не более $0,6 g$ (где g - ускорение силы тяжести, равное $9,81 \text{ м/с}^2$).

8.1.4 При установлении допустимой неровности покрытия определяющим типом автомобиля принимается легковой, вертикальное ускорение которого не должно превышать $0,3 g$.

8.1.5 Подходом земляного полотна к искусственному сооружению считается участок равный высоте земляного полотна с учетом дорожной одежды, плюс 10 м. Протяженность данного участка может назначаться в том числе, исходя из технологических требований.

8.1.6 Подходные участки земляного полотна, расположенные на слабонесущих грунтах, могут быть запроектированы в двух вариантах – осадочном и безосадочном. В случае применения осадочного варианта основание насыпи усиливается сотовым геоматрасом. В безосадочном варианте насыпь сооружается на свайном основании.

8.1.7 Капитальные покрытия можно устраивать после завершения не менее 90% расчетной осадки или при условии, что средняя интенсивность осадки за месяц, предшествующий устройству покрытия, не превышает 2 см/год. Для устройства облегченных покрытий требуется достижение не менее 80% конечной осадки или интенсивности осадки не более 5 см/год.

8.1.8 В случае, если срок консолидации основания насыпи превышает допустимые проектными решениями и условиями эксплуатации сооружения сроки, могут быть использованы дополнительные конструктивные мероприятия, повышающие скорость консолидации:

- устройство глубоких дренажных прорезей по обеим сторонам насыпи;
- устройство вертикальных дрен;
- метод переменной дополнительной пригрузки.

8.1.9 В тех случаях, когда дополнительные мероприятия не обеспечивают устойчивость основания насыпи и ускорение его осадки в заданный срок строительства, допускается стадийный метод устройства покрытия (при необходимости - с открытием временной эксплуатации до окончательного устройства покрытия).

8.1.10 Свайные основания рассчитываются в соответствии с СП РК 5.01-103. В качестве свай могут использоваться: забивные призматические, свай-

оболочки, буронабивные, а так же любые другие типы и виды свай при соответствующем технико-экономическом обосновании.

8.1.11 Расчет несущей способности свай, их общее количество и схемы размещения производится исходя из конкретных инженерно-геологических условий, высоты земляного полотна в месте сопряжения с искусственным сооружением, а также выбранного типа свай.

8.1.12 Ширина свайного поля определяется, исходя из требований к ширине проезжей части, дорожным обустройствам, высоте насыпи и обеспечения местной устойчивости откосных частей земляного полотна, при их наличии.

8.1.13 Свай объединяются для совместной работы монолитным железобетонным или гибким ростверком. Толщина ростверка и схема армирования геосинтетическими материалами рассчитываются в зависимости от действующих нагрузок.

8.1.14 При сопряжении земляного полотна подходного участка, с земляным полотном на осадочном основании необходимо обеспечить опережающую отсыпку насыпи до проектных отметок с заходом на свайно-ростверковое основание.

8.1.15 Проектирование участков сопряжения земляного полотна автомобильных дорог с искусственными сооружениями производят в следующем порядке:

- определяют величину конечной осадки насыпи при использовании слабых грунтов в основании;
- проверяют устойчивость основания;
- прогнозируют длительность завершения осадки;
- намечают варианты конструктивно-технологических решений, обеспечивающих в случае необходимости повышение устойчивости, ускорение осадки или снижение ее величины;
- выполняют расчеты по этим вариантам и выбирают оптимальный;
- дают рекомендации по наиболее рациональной технологии, механизации и организации работ;
- выполняют наблюдения в процессе строительства и (в случае необходимости) вносят коррективы в расчеты по фактическим данным с целью уточнения объемов земляных работ, режима возведения насыпи, сроков устройства дорожной одежды и т.д.

8.2 Требования к конструктивным решениям существующих сопряжений с обсыпными устоями

8.2.1 В конструкцию сопряжений входит часть земляного полотна за береговой опорой моста (отсыпаемая из дренирующего грунта), заканчивающаяся объемлющим опорой конусом. Дорожное покрытие в этом месте устраивают из переходных плит .

8.2.2 В зависимости от типа покрытия, устраиваемого на подходах к мосту, применяют три типа переходных плит: при цементобетонном покрытии - поверхностные плиты, при асфальтобетонном - полузаглубленные и заглубленные.

Переходные плиты, лежни, гравийно-щебеночные подушки, стыки омоноличивания плит, элементы их опирания на шкафной стенке проектируют в соответствии с типовым проектом «Сопряжения автодорожных мостов и путепроводов с насыпью», разработанным ГПИ «Союздорпроект».

8.2.3 Полузаглубленные плиты применяют при асфальтобетонных покрытиях, устраиваемых на жестком и полужестком основаниях. К жесткому относится основание из железобетонных конструкций (лежни), к полужесткому - основание из каменных материалов, укрепленных цементом, гранулированным доменным шлаком, молотым шлаком, золой уноса и др.

8.2.4 Заглубленные плиты укладывают при асфальтобетонных покрытиях, устраиваемых на нежестких основаниях из каменных материалов различной прочности, а также шлакового щебня, обработанных органическими вяжущими в установке или на месте производства работ.

8.2.5 Расстояние от поверхности покрытия до верха переходной плиты у опирания ее на шкафную стенку (а) и на конце плиты (б) принимают по табл. 8.1 .

Таблица 8.1- Расстояние от поверхности покрытия до верха переходной плиты

Типы переходных плит	Размеры , см	
	а	б
Полузаглубленные	12	45
Заглубленные	30	70

Во избежание расстройств деформационного шва переходная плита со стороны устоя должна опираться не на верх шкафной стенки, а на ее прилив.

8.2.6 Длину переходных плит назначают в зависимости от ожидаемых осадок тела и основания насыпи. При недостаточных данных о физико - механических характеристиках грунтов в основании насыпи длину переходных плит принимают ориентировочно по табл.8.2.

8.2.7 Сопряжение моста с насыпью следует конструировать так, чтобы щебеночная подушка под лежнем переходной плиты всей своей шириной опиралась на насыпь ниже глубины промерзания.

Таблица 8.2 - Длина переходных плит в зависимости от высоты насыпи и категорий дорог

Высота насыпи, м	Длина переходных плит, м, при грунтах основания насыпи, для категорий дорог					
	малосжимаемых			повышенной сжимаемости		
	I - II	III	IV - V	I - II	III	IV - V
2 - 4	4	4	4	6	4	4
4 - 5	6	4	4	6	6	4
5 - 6	6	6	4	8	8	6
6 - 7	6	6	6	8	8	6
7 - 8	8	6	6	8	8	8
Более 8	8	8	6 - 8	8	8	8

Примечания: 1. Длина переходных плит рассчитана при величинах осадок на второй год после отсыпки насыпи. Осадка тела насыпи принята 0,15; 0,20 и 0,28 % $H_{нас}$ (соответственно для $H_{нас} = 4; 6; 8$ м), основания насыпи - 0,6 % $H_{нас}$ (малосжимаемые грунты) и 1,0 % $H_{нас}$ (грунты повышенной сжимаемости). Допускаемые углы перелома профиля соответствуют п. 1.2.

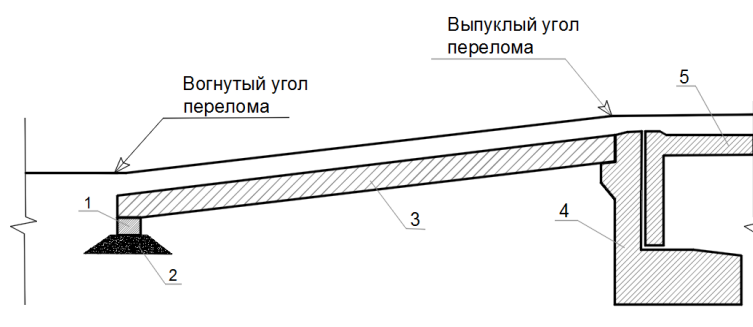
2. К малосжимаемым грунтам относятся скальные, крупнообломочные и песчаные грунты, твердые и полутвердые супеси, суглинки и глины с коэффициентом консистенции менее 0,25; к грунтам повышенной сжимаемости - супеси, суглинки и глины с коэффициентом консистенции.

8.2.8 Длину переходных плит назначают, исходя из допустимых углов перелома профиля при опускании конца переходной плиты на величину суммарной осадки тела насыпи и ее основания, оставшейся по истечения года после отсыпки (рис. 14).

8.2.9 При проектировании узла сопряжений с насыпью в некоторых случаях может оказаться выгодным применение переходных плит длиной 10...15 м с опиранием их на насыпь посредством опор диванного типа. Применение таких переходных плит рекомендуется лишь в путепроводах транспортных развязок и при малосжимаемых грунтах основания.

8.2.10 При слабых глинистых грунтах в основании насыпи на подходах к мосту проезжей части придается строительный подъем по треугольнику.

Максимальная ордината строительного подъема располагается над концом переходной плиты, опирающимся на лежень, и принимается равной ориентировочно 0,7 % высоты насыпи.



1 – лежень; 2 – щебеночная подушка лежня; 3 – переходная плита; 4 – устой; 5 – пролетное строение

Рисунок 14 - Наглядная схема углов перелома продольного профиля в зоне сопряжения

Разгон строительного подъема в сторону от моста осуществляется на длине, равной двум высотам насыпи.

При устройстве поверхностных плит строительный подъем достигается положением лежня, а для полузаглубленных и заглубленных плит - за счет разной толщины основания покрытия. Строительный подъем целесообразнее устраивать при цементобетонном или асфальтобетонном покрытии, на бетонном основании.

8.2.11 Верх примыкающей к устью насыпи до уровня подошвы щебеночной подушки под лежнем переходной плиты следует отсыпать из дренирующего грунта с коэффициентом фильтрации после уплотнения до величины 0,98...1,0, равным не менее 2...3 м/сутки.

Основанию дренирующей засыпки создается продольный в сторону пролета уклон (0,05) и двухскатный поперечный уклон (0,05).

8.2.12 Переходные плиты применяют либо сборные, либо сборно-монолитные (поверхностные плиты - только сборно-монолитные); для улучшения водонепроницаемости покрытия и уменьшения массы блоков целесообразнее применять сборно-монолитные плиты.

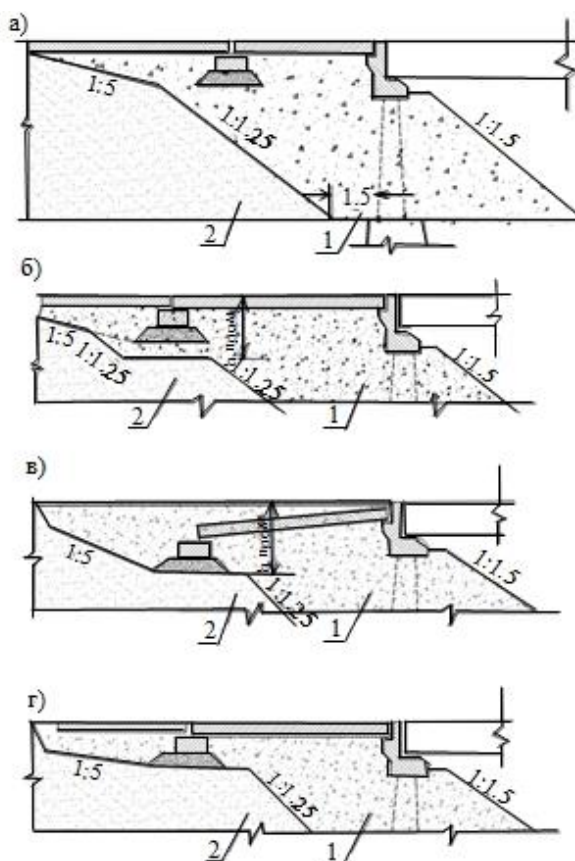
Наружным концом переходные плиты опираются на лежень - обязательный конструктивный элемент при сборных плитах, укладываемый на тщательно уплотненную гравийно-щебеночную подушку толщиной не менее 0,4 м. Сборные плиты объединяют между собой шпоночным швом с

установкой проволочной спирали и заполнением бетоном. Сверху швы между плитами заполняют битумной мастикой.

8.2.13 Поверхности переходных плит и лежня, соприкасающиеся с землей, должны быть покрыты обмазочной гидроизоляцией.

8.2.14 Часть насыпи за устоями и конусы отсыпают из дренирующего грунта, сопряжение которого с грунтом тела насыпи не должно быть круче 1:1,25 с максимальным размером по низу насыпи при опорах сплошного типа (массивные устои, устои с заборной стенкой и др.) - 2,0 м, а при устоях сквозного типа - 1,5 м.

8.2.15 Сопряжение моста с насыпью следует конструировать так, чтобы гравийно - песчаная подушка под лежнем переходной плиты всей своей шириной опиралась на дренирующий грунт (рис. 15, а), либо на насыпь ниже глубины промерзания (рис. 15, б, в).



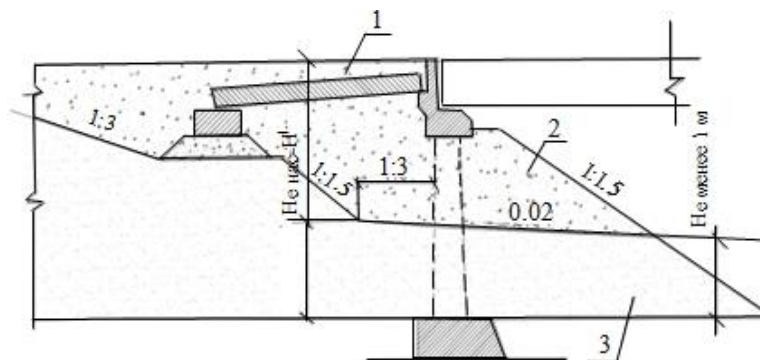
1 - дренирующий грунт; 2 - грунт насыпи; $h_{\text{пром}}$ - глубина промерзания грунта

Рисунок 15 - Схема общей компоновки узла сопряжения моста с насыпью

8.2.16 В районах недостаточного увлажнения, где средняя многолетняя сумма осадков (период наблюдений не менее 20 лет) за сентябрь и октябрь не

превышает 50 мм, а также для песчаных насыпей подушка под лежень может опираться выше глубины промерзания рис. 15, г).

В этих районах для предварительно уплотненных насыпей, имеющих высоту более 3...4 м, допускается снижение объема дренирующей засыпки (рис. 16). При этом толщина дренирующей засыпки принимается от верха покрытия $H^I = 2/3 H_{нас}$, где $H_{нас}$ до 4 м - для III дорожно-климатической зоны и до 3 м для IV - V зон. Снижение объема дренирующей засыпки необходимо учитывать при расчете береговых опор на горизонтальное давление грунта насыпи.



1 - переходная плита; 2 - дренирующий грунт; 3 - грунт насыпи

Рисунок 16 - Схема устройства дренирующей засыпки на мостах в районах недостаточной влажности

8.2.17 Для устройства дренирующей засыпки за опорами и конусов применяют грунты и материалы, не увеличивающиеся в объеме при замерзании: крупный и средний песок, мелкий непылеватый песок (частиц менее 0,1 мм не более 25 %), металлургический шлак.

8.2.18 Дорожное покрытие и обочины земляного полотна на протяжении длины переходных плит плюс 4 м должны быть водонепроницаемыми, что обеспечивается:

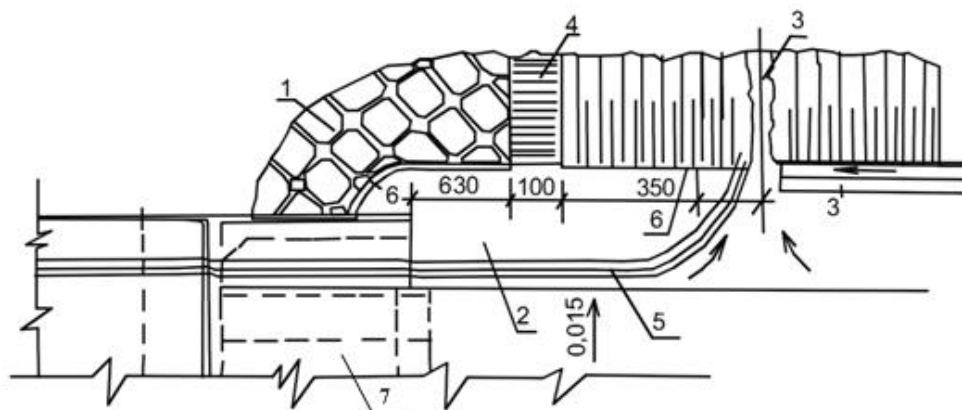
а) для асфальтобетонного покрытия - укладкой двух слоев асфальтобетона общей толщиной 7 см;

б) для цементобетонного покрытия - изготовлением верхней (моноконтной) части плиты из бетона повышенной плотности с уплотняющими добавками, согласно СТ РК 973;

в) для обочин - укладкой асфальтобетона или грунта, обработанного вяжущим. В районах недостаточного увлажнения (п. 8.2.16) обочины не укрепляют.

8.2.19 При расположении моста на вогнутой кривой или при уклоне дорожного покрытия в сторону моста поверхностные воды с покрытия

должны отводиться за пределы сопряжения продольными лотками и сбрасываться поперечными лотками, устраиваемыми на откосе насыпи (рис. 17). Для этого насыпь около моста на длине переходных плит плюс 10 м уширяют на 0,75 м с каждой стороны.



1 - решетчатые укрепления конуса; 2 - укрепленная обочина; 3 - водоотводный и водосбросный лотки; 4 - лестничный сход; 5 - колесоотбойное ограждение; 6 - бетонный бордюр; 7 – переходные плиты.

Рис. 17 - Пример устройства водоотвода в узле сопряжения (план)

8.2.20 При расположении моста или путепровода на выпуклом профиле поверхностную воду также следует отводить продольными лотками за пределы сопряжений и сбрасывать поперечными лотками по откосу насыпи.

Количество поперечных лотков во всех случаях определяется расчетом и исходя из местных условий.

8.2.21 Неподтапливаемые конусы и откосы, а также подтапливаемые (в случаях облегченного гидравлического режима) можно укреплять, помимо сплошных конструкций, решетчатыми из сборных элементов с заполнением ячеек различными материалами.

На городских путепроводах и неподтапливаемых конусах мостов для заполнения ячеек решетчатых конструкций рекомендуется применять цветной щебень в сочетании с засевом специально подобранных трав.

8.3 Требования к конструктивным решениям сопряжений моста с насыпью из цементогрунта

8.3.1 При устройстве земляного полотна на сопряжениях с мостами и конусов из цементогрунта рекомендуемого состава укрепления откосов

насыпи и конусов от размыва при скорости течения потока до 1...3 м/сек и при отсутствии интенсивного навала льда, как правило, не требуется.

8.3.2 Отвод воды из земляного полотна обеспечивается устройством поперечного каменного дренажа в основании насыпи (см. рис.2).

8.3.3 На высоких насыпях (более 3 м) укладка переходных плит обязательна. При выборе размеров плит следует назначать в соответствии с табл. 8.2.

8.3.4 Откосы нижней части насыпи на подходах к искусственным сооружениям и конусы мостов (путепроводов), устраиваемые из дренирующих грунтов, необходимо укреплять на всю высоту

8.3.5 Земляное полотно на сопряжениях с искусственными сооружениями, устраиваемое из цементогрунтов рекомендуемого состава, отсыпают до отметки низа дорожной одежды.

8.3.6 В случаях укладки переходных плит на цементогрунтовое земляное полотно лежень и щебеночную подушку не устраивают. Применяют только поверхностный тип переходных плит.

8.3.7 Переходные плиты и дорожные покрытия из битумоминеральных смесей или асфальтобетона на подходных участках к мостовым сооружениям, возведенных из цементогрунтов, можно устраивать по истечении месяца после возведения земляного полотна. Цементобетонное покрытие рекомендуется устраивать не ранее чем через год.

8.4 Требования к конструктивным решениям сопряжений моста с насыпью из железобетонных подпорных стен

8.4.1 Подпорные стены из железобетона рекомендуются углового типа (без контрфорсов, а при высоте свыше 3...4 м с контрфорсами); при соответствующем обосновании могут также применяться другие железобетонные подпорные стены. Конструкции подпорных стен могут выполняться монолитными, сборными и сборно-монолитными.

8.4.2 Толщина подпорной стены и ее отдельных элементов должна быть не менее:

- для каменной кладки и бутобетонной..... 0,6 м;
- для бетонной кладки 0,4 м;
- для железобетона 0,1 м.

8.4.3 Подпорные стены необходимо разделять сквозными вертикальными швами (на всю высоту стены, включая фундамент) на секции длиной от 6 до 20 м. Швы следует располагать так, чтобы подошва каждой секции опиралась на однородный грунт.

8.4.4 Стены на автомобильных дорогах допускается делить на секции длиной менее 6 м, при условии специального обоснования приведения давлений от каждого ряда колес автотранспорта (на призме обрушения) к нагрузке, распределенной на сплошной полосе .

8.5 Требования к конструкциям армогрунтовых конструкций мостовых сооружений

8.5.1 Армогрунтовые системы мостов подразделяются на:

- системы армирования конусов;
- устои диванного типа на армогрунтовых основаниях;
- устои с отдельными функциями;
- многофункциональные армогрунтовые системы;
- системы для ремонта и реконструкции.

Системы армирования конусов (рисунок Б.1) следует применять в типовых конструкциях обсыпных устоев мостов и путепроводов с целью уменьшить или полностью снять давление грунта насыпи с несущих элементов устоя, находящихся внутри конуса, а также для повышения устойчивости конуса и устройства более крутых его откосов.

8.5.2 Проектные прочностные показатели грунтов основания армогрунтовой системы должны обеспечивать восприятие нагрузок, передаваемых на основание армогрунтовой системы в соответствии требованиями ГОСТ 32960.

8.5.3 При недостаточной прочности грунтов основания необходимы конструктивно-технологические мероприятия по его усилению (замена грунта, цементация, устройство свайного поля и гибкого ростверка и др.) согласно СП РК 5.01-101, СП РК 5.01-102.

8.5.4 При применении устоя с отдельными функциями удлинять мост или путепровод за пределы потенциально оползневых склонов не требуется.

8.5.5 Армогрунтовые системы при ремонте и реконструкции мостов и путепроводов должны устранять воздействие насыпи или оползневых проявлений на конструкции устоя и обеспечивать зазор между шкафной стенкой и торцом пролетного строения.

8.5.6 Для устройства армогрунтовых систем мостов допускается устройство буровых свай в геосинтетических оболочках. Буровые сваи следует проектировать согласно требованиям СП РК 5.01-103.

8.5.7 Фундаменты лицевых стенок должны соответствовать требованиям СП РК 5.01-102, СП РК 5.01-103;

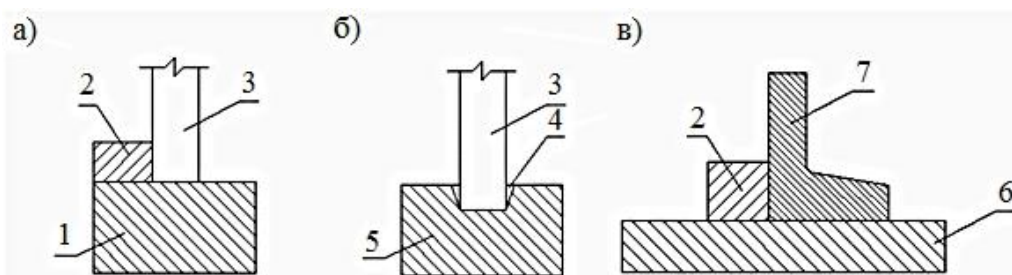
- б) при неоднородных инженерно-геологических условиях вдоль

фундамента, фундамент и лицевая стенка должны быть разделены деформационно-осадочными швами;

в) при недостаточных прочностных характеристиках верхних слоев основания или при наличии слоистых оснований с прослойками слабых грунтов (текучепластичные суглинки, текучие супеси, тиксотропные грунты и т.п.) следует устраивать свайный фундамент;

г) на всех поверхностях железобетонных фундаментов, контактирующих с грунтом, должна быть устроена гидроизоляция.

8.5.8 Фундаменты мелкого заложения следует выполнять из сборных или монолитных железобетонных конструкций (рис. 18).



а - ленточный с упором; б - ленточный с нишей; в - фундамент плитного типа; 1 - железобетонный фундамент ленточный; 2 – железобетонный упор; 3 - лицевая стенка; 4 - ниша в фундаменте; 5 - железобетонный фундамент ленточный с нишей; 6 - железобетонная плита; 7 - блок лицевой стенки

Рисунок 18- Фундаменты мелкого заложения

При монолитных железобетонных фундаментах следует укладывать щебеночную подушку с проливкой цементным раствором под его подошвой. Подушка выполняется из фракционного щебня и устраивается методом заклинки.

Сборные железобетонные элементы лицевой стенки требуется устанавливать на фундамент на цементном растворе не ниже марки М200 по ГОСТ 28013.

8.5.9 Фундаменты глубокого заложения следует проектировать в составе: свайных элементов, ростверка и упора.

8.5.10 При расчете фундаментов глубокого заложения следует учитывать дополнительное горизонтальное давление грунта основания на фундамент от веса подходной насыпи.

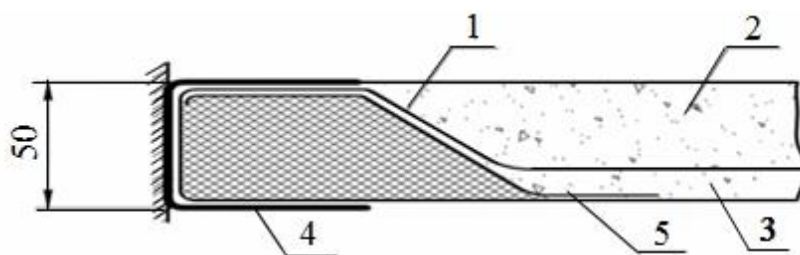
8.5.11 Свайные фундаменты лицевых стенок следует проектировать из двух рядов свай. Сваи одного ряда следует устраивать наклонными для восприятия горизонтального давления грунта основания, вызванного весом

подходной насыпи. Сваи второго ряда следует устраивать вертикальными для восприятия нагрузки от собственного веса лицевой стенки.

8.5.12 Лицевые стенки армогрунтовых систем мостовых сооружений должны обеспечивать полную водо- и грунто непроницаемость. Для этого швы лицевых стенок, собираемых из отдельных крупных или мелких блоков должны быть проклеены гидроизоляционным материалом в соответствии требованиями СП РК 2.04-108. Применение сухой кладки без гидроизоляции швов не допускается.

Лицевые стенки армогрунтовых систем мостов следует проектировать только вертикальными. Между лицевой стенкой и армогрунтовой системой следует предусматривать зазор не менее 20 см для возможности деформации геосинтетики.

8.5.13 В торце армогрунтовой системы следует устраивать упорно-дренажные призмы (рис.19). Из призмы воду необходимо отводить за пределы лицевой стенки.



- 1 - армирующая геоткань; 2 - песок; 3 - щебеночная призма; 4 - дорнит;
5 - разделительный фильтрующий материал (нетканый)

Рисунок 19- Устройство дренажной призмы

9 Основные требования к проектированию сопряжения мостовых сооружений с насыпью

9.1 Требования к проектированию сопряжения моста с насыпью существующих мостовых сооружений

9.1.1 Неровность характеризуют углами перелома профиля покрытия. При въезде на мост по наклонной переходной плите автомобиль испытывает толчки на двух переломах профиля: у начала переходной плиты (вогнутый угол перелома) и у ее конца - на устое (выпуклый угол перелома). Наибольшие углы перелома профиля принимают: 6 % - для дорог I - II категорий; 9 % - для дорог III категории и 12 % - для дорог IV - V категорий.

9.1.2 Для плавного въезда автомобиля на мост при устройстве сопряжения его с насыпью необходимо:

а) обеспечить надлежащую плотность грунтов земляного полотна по всей его высоте (коэффициент уплотнения грунтов при оптимальной влажности должен быть не менее 0,98 - 1,0);

б) создать надежный отвод поверхностных вод с покрытия и из тела насыпи с применением дренирующей засыпки за опорами и в конусах, дренажных слоев под покрытием с устройством бортовых лотков и противофильтрационной защиты покрытия и обочин в пределах сопряжения;

в) выдержать земляное полотно до устройства постоянного покрытия не менее года, в течение которого происходят основные осадки тела и основания насыпи;

г) уложить переходные плиты длиной, достаточной для перекрытия зоны образования местных просадок и для обеспечения плавного сопряжения проезжей части моста с дорожным покрытием.

9.1.3 Для проектирования сопряжения необходимы следующие данные:

- инженерно - геологический разрез основания насыпи вблизи моста с физико - механическими характеристиками грунтов (с компрессионными кривыми), необходимыми для прогноза осадки основания;

- высота насыпи , ширина ее поверху и заложение откосов;

- физико - механические характеристики грунтов, применяемых для насыпи (в том числе для дренирующей засыпки за опорами и конусов);

- конструкция дорожной одежды.

9.1.4 Сопряжения проектируют в соответствии с Типовым проектом серии 3.503.1-96 «Сопряжение автодорожных мостов и путепроводов с насыпью», разработанным ГПИ «Союздорпроект».

9.1.5 Высоту насыпи около моста принимают исходя из гидравлических и конструктивных условий с соблюдением требований СП РК 3.03-101 о достаточном возвышении низа дорожной одежды над расчетным уровнем грунтовых или поверхностных вод с 10 % - ной вероятностью превышения или над поверхностью земли при необеспеченном стоке.

9.1.6 Конечную осадку тела уплотненного земляного полотна принимают в зависимости от вида грунта и высоты насыпи по табл . 9.1.

Таблица 9.1 - Осадка тела уплотненного земляного полотна

Грунты насыпи	Осадка насыпи, %, при ее высоте , м		
	до 6	6 - 12	12 - 24
Глины	0,6 - 0,8	1,0 - 1,3	1,9 - 2,2
Суглинки	0,5	0,8	1,4
Супеси	0,3	0,6	1,3

Конечную осадку основания насыпи для грунтов, уплотняющихся под весом насыпи, рассчитывают в соответствии с «Пособием о проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах» (М.,2004). Через год после отсыпки земляного полотна осадку тела насыпи можно принимать 50 %, а основания - 75 % от полной.

9.1.7 Длину переходных плит назначают исходя из допустимых углов перелома профиля (п. 8.2) при опускании конца переходной плиты на величину суммарной осадки тела насыпи и ее основания, оставшейся по истечении года после отсыпки. Расчетную суммарную осадку можно снизить при учете осадки фундамента устоя, возводимого на естественном основании из грунтов повышенной сжимаемости с условным сопротивлением до 3 кгс/см².

9.2 Основные требования к проектированию сопряжения моста с насыпью из цементогрунта

9.2.1 Для обеспечения устойчивости грунтов земляного полотна на сопряжениях с искусственными сооружениями при невозможности тщательного уплотнения грунта можно применить метод повышения прочности и морозостойкости недоуплотненных грунтов обработкой их цементом. При определенном количестве цемента прочность недоуплотненных грунтов приобретает значения, которые имеет не обработанный добавками, но уплотненный до требуемой плотности грунт.

9.2.2 Предлагаемый способ позволит:

- избежать деформации насыпи в местах сопряжений из-за недоуплотнения грунтов;
- расширить номенклатуру применяемых грунтов. Кроме дренирующих, можно применять практически любой грунт, пригодный для укрепления цементом;
- сократить время выдерживания земляного полотна до укладки дорожного покрытия;
- в ряде случаев отказаться от работ по укреплению откосов насыпи в местах сопряжений и конусов.

9.3 Основные требования к проектированию сопряжений мостовых сооружений с насыпью с интегральными устоями

9.3.1 При использовании интегральных устоев в сопряжении мостовых сооружений с насыпью необходимо вывести деформационный шов из узла сопряжения конструкции пролетного строения с насыпью подхода.

9.3.2 Этот эффект достигается достаточно жестким объединением железобетонной переходной плиты с пролетным строением, а также применением в основании прямоугольного устоя гибких стальных свай. При этом переходная плита не заглубляется, а располагается горизонтально в уровне пролетного строения.

9.3.3 Применение сталежелезобетонных пролетных строений для мостов малых пролетов.

9.4 Основные требования к проектированию сопряжений мостовых сооружений с подпорной стенкой

9.4.1 Расположение подпорной стены на автомобильной дороге должно удовлетворять требованиям главы СП РК 3.03-101.

9.4.2 В продольном направлении подошву подпорной стены следует располагать на горизонтальной площадке или на уклоне до 0,02. При уклоне местности свыше 0,02‰ необходимо стену устраивать со ступенчатой подошвой.

9.4.3 Глубина заложения подошвы фундамента подпорной стены при непучинистых нескальных грунтах в основании должна быть не менее 1 м, а при прочих грунтах должна, кроме того, не менее чем на 0,25 м превышать расчетную глубину промерзания грунта. При опирании на скальные грунты глубина заложения подошвы фундамента должна быть не менее 0,25 м.

Допускается при грунтах в основании, подверженных пучению, проектировать фундамент такой же глубины, как и в случае непучинистых нескальных грунтов при условии, что под подошвой фундамента до глубины, на 0,25 м превышающей глубину промерзания, устроена специальная подушка на утрамбованного песка или щебня.

К подверженным пучению грунтам относятся суглинки, супеси, пылеватые и мелкие пески, а также крупнообломочные грунты, содержащие частицы размером 0,1 мм в количестве 30% по весу и более.

9.4.4 При проектировании конструкций железобетонных и бетонных подпорных стен следует выполнять требования СП РК 3.03-112, предъявляемые к железобетонным и бетонным конструкциям мостов.

9.4.5 Для повышения устойчивости стены против опрокидывания в ее конструкции со стороны засыпки предусматривают консольный выступ (разгрузочную консоль); для повышения устойчивости против скольжения устраивают также шпору в подошве стены или этой подошве придают уклон, при котором ее скольжению по грунту сопротивляется сила веса стены.

9.4.6 Поверхности подпорных стен, соприкасающиеся с грунтом (кроме подошвы фундамента), следует покрывать гидроизоляцией, например, горячим битумом (за 2 раза).

Для обеспечения учитываемых в расчете сил трения между грунтом и этими поверхностями их следует делать неровными.

При бетонных и железобетонных стенах этого можно достичь, смещая горизонтально расположенные соседние доски опалубки относительно друг друга на 0,5...1,0 см.

9.4.7 За подпорной стеной на высоте не менее 0,5 м над дном кювета (для верховых стен) или поверхностью грунта (для низовых стен) следует устраивать продольный дренаж (с уклоном не менее 0,04) из камня, щебня или гравия. В основании дренажа должна быть дана подготовка из слоя жирной глины или уложены сборные железобетонные желоба. В теле подпорной стены не реже чем через 2 м необходимо предусмотреть трубки для выпуска воды из дренажа.

9.4.8 На выступах стен и разгрузочных консолях следует устраивать сливы. Сливы, расположенные со стороны грунта, покрывают слоем камня и крупного песка.

9.4.9 На низовых автодорожных подпорных стенах при горизонтальной поверхности засыпки следует предусмотреть ограждение барьерного типа (из железобетонных брусьев, в виде парапета и т.п.).

9.4.10 Для удобства осмотра и эксплуатационного обслуживания у подпорных стен высотой 3 м и более необходимо устраивать сходы по концам стен и в промежутке через каждые 100 м. Вместо сходов можно устанавливать металлические лестницы или скобы, заделанные в стену. На автомобильных дорогах сходы, лестницы и скобы должны находиться за обочиной.

9.5 Основные требования к проектированию армогрунтовых систем мостов

9.5.1 Армогрунтовая система моста должна обеспечивать надежное сопряжение моста с береговым склоном и подходной насыпью с учетом инженерно-геологических условий площадки строительства.

9.5.2 Армогрунтовая система моста должна обеспечивать восприятие всех нагрузок и воздействий в течение расчетного срока эксплуатации согласно ГОСТ 32960, ГОСТ 33390, СПРК 3.03-101, СП РК 3.03-112.

10 Нагрузки и воздействия

10.1 Общие положения

10.1.1 Нормативные нагрузки от автотранспортных средств и схемы нагружения следует принимать по СП РК 3.03-112, СТ РК 1380, ГОСТ 32960, ГОСТ 33390.

10.1.2 Вес дорожного покрытия должен быть учтен в виде равномерно распределенной нагрузки по поверхности переходных плит, подпорной стены и армогрунтовой системы.

10.1.3 Устои мостовых сооружений и подпорные стены необходимо рассчитывать на воздействие горизонтальных и вертикальных внешних нагрузок на призмы обрушения у тыльных поверхностей и выпоры перед лицевыми поверхностями, включая нагрузки от подвижного состава автомобильного транспорта, технологического оборудования, складированных материалов и изделий.

10.1.4 Временную нормативную нагрузку от подвижного транспорта (рис.20) при движении его вдоль подпорной стены в соответствии со СП РК 3.03-112 следует принимать приведенной к эквивалентной равномерно распределенной (полосовой) нагрузке интенсивностью q по полосе шириной b_0 для:

- АК от автотранспортных средств в виде двух полос $-b_0=2,5$ м,

$$q = K(10,85 + y_a \operatorname{tg} \theta_0) / (0,85 + y_a \operatorname{tg} \theta_0) \cdot 2,55, \text{ кПа}, \quad (10.1)$$

где $K = 14$ - для основных магистральных дорог;

$K = 8$ — для внутренних хозяйственных дорог;

$$q = K(10,85 + y_a \operatorname{tg} \theta_0) / (0,85 + y_a \operatorname{tg} \theta_0) \cdot 2,55, \text{ кПа}, \quad (10.2)$$

где $K = 14$ - для основных магистральных дорог;

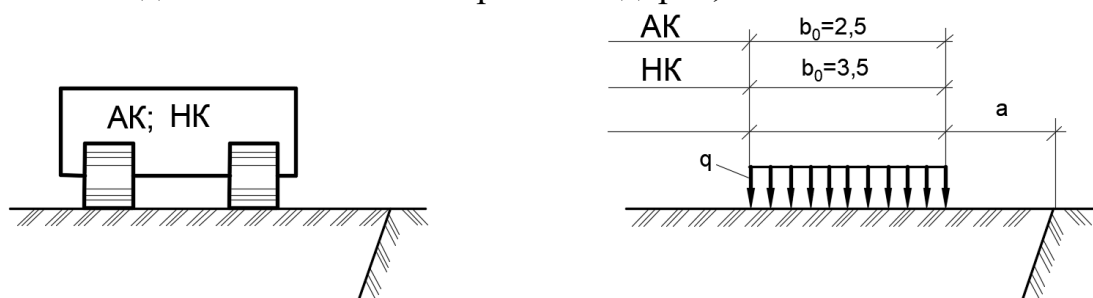


Рисунок 20 - Схема приведения нагрузок от подвижного транспорта к эквивалентной полосовой нагрузке

- НК от одной машины на колесном ходу $-b_0 = 3,5$ м,

$$q = 112 / (1,9 + y_a \operatorname{tg} \theta), \text{ кПа}; \quad (10.3)$$

10.1.5 Значения коэффициента надежности по нагрузке γ_f при расчёте по первой группе предельных состояний должны приниматься по табл. 10.1, в которой значения коэффициента, указанные в скобках, относятся к расчёту конструкций на устойчивость положения, когда уменьшение постоянной нагрузки может ухудшить условия работы конструкции.

Таблица 10.1 - Значения коэффициента надежности по нагрузке γ_f

Нагрузки	Коэффициент надёжности по нагрузке γ_f
Постоянные Собственный вес конструкции, вес грунта в природном состоянии, гидростатическое давление подземных вод	1,1 (0,9)
Вес уплотненного грунта в засыпке	1,15 (0,9)
Вес насыпного грунта	1,2 (0,9)
Вес дорожного покрытия проезжей части и тротуаров	1,5
Временные длительные От колонн автомобилей АК, от оборудования, складированных материалов, равномерно распределенная нагрузка на территории	1,2
Временные кратковременные От колесной НК-80 и гусеничной НГ-60 нагрузок	1,0
От колонн автомобилей АБ	1,1

Динамический коэффициент надежности для временной нагрузки принимается равным единице.

10.1.6 Горизонтальные и поперечные нагрузки от центробежных сил на криволинейных участках пути в расчёте подпорных стен не учитываются.

10.1.7 При отсутствии конкретных нагрузок на призму обрушения подпорные стены (кроме расположенных на косогорах) рассчитываются с учетом временной нормативной равномерно распределенной нагрузки интенсивностью 10 кПа, которая включает в себя автомобильную нагрузку Н-10.

10.2 Нагрузка на переходных плитах

10.2.1 В соответствии с п. 6.3.1 СП РК 3.03-112 нормативная временная вертикальная нагрузка от автотранспортных средств принимается:

а) в виде полос АК (см. рис. 20), каждая из которых включает одну двухосную тележку с осевой нагрузкой 10 К (кН) и равномерно распределенную нагрузку интенсивностью v (на обе колеи) – $K(\text{кН/м})$, где S – длина, м, соприкосновения колеса с покрытием проезжей части.

Для всех мостовых сооружений класс нагрузки K следует принимать равным 14.

б) в виде четырехосной тележки Н14 с нагрузкой на ось 24,5 К(кН) для мостов и труб, проектируемых под нагрузку А14.

10.2.2 Горизонтальные и поперечные нагрузки от центробежных сил на криволинейных участках пути в расчёте подпорных стен не учитываются.

10.2.3 При отсутствии конкретных нагрузок на призму обрушения подпорные стены (кроме расположенных на косогорах) рассчитываются с учетом временной нормативной равномерно распределенной нагрузки интенсивностью 10 кПа.

10.2.4 Загружения моста указанными нагрузками должны создавать в рассчитываемых элементах наибольшие усилия, в установленных нормах местах конструкции - максимальные перемещения (деформации). При этом:

-число полос нагрузки, размещаемой на мосту, не должно превышать установленного числа полос движения;

-расстояния между осями смежных полос нагрузки должны быть не менее 3,0 м;

-при многополосном движении в каждом направлении и отсутствии разделительной полосы на мосту ось крайней внутренней полосы нагрузки каждого направления не должна быть расположена ближе 1,5 м от осевой линии или линии, разделяющей направления движения.

10.2.5 При расчетах конструкций мостов по прочности и устойчивости по СП РК 3.03-112 следует рассматривать два случая воздействия нагрузки АК:

-первый – предусматривающий невыгодное размещение на проезжей части (в которую не входят полосы безопасности) числа полос нагрузки, не превышающего числа полос;

-второй – предусматривающий при незагруженных тротуарах невыгодное размещение на всей ширине ездого полотна (в которое входят полосы безопасности) двух полос нагрузки (на однополосных мостах – одной полосы нагрузки).

При этом оси крайних полос нагрузки АК должны быть расположены не ближе 1,5 м от кромки проезжей части – в первом и от ограждения ездового полотна – во втором случаях.

10.2.6 При расчетах конструкций на выносливость и по предельным состояниям второй группы следует рассматривать только первый случай воздействия нагрузки АК.

При определении в рассматриваемом сечении совместного воздействия нескольких силовых факторов допускается для каждого фактора нагрузку АК устанавливать в самое неблагоприятное положение.

10.2.7 Тяжелую одиночную нагрузку НК следует располагать вдоль направления движения на любом участке проезжей части моста (в которую не входят полосы безопасности). Ось нагрузки НК должна быть расположена не ближе 1,75 м от кромки проезжей части. Нагрузку НК не учитывают совместно с временной нагрузкой на тротуарах, с сейсмическими нагрузками, а также при расчетах конструкций на выносливость. При расчетах по второму предельному состоянию нагрузка НК принимается с коэффициентом 0,8.

10.2.8 Распределение давления в пределах толщины одежды проезжей части следует принимать под углом 45°.

10.3 Горизонтальное давление грунта на устои

10.3.1 При определении нормативного горизонтального давления от собственного веса грунта на обсыпанные связным грунтом устои следует учитывать влияние внутреннего сцепления грунта.

10.3.2 В расчетах горизонтального давления не учитывается сила трения грунта о заднюю грань устоев.

10.3.3 Горизонтальное давление грунта не следует учитывать на сваи, которые забиты или в намытую, или в отсыпанную насыпь, простоявшую не менее 5 лет.

Горизонтальное давление следует учитывать только от уложенного сверху насыпи грунта: выше отметки верха насыпи - активное горизонтальное давление грунта, ниже - избыточное.

10.3.4 Равнодействующую нормативного значения горизонтального давления E_1 (тс) на заднюю грань устоев (рис. 20) от собственного веса насыпного связного грунта (выше естественной поверхности) при $Z_1 \geq h_B$ допускается определять по формуле

$$E_1 = \frac{1}{2} e_1 \cdot (H - Z_1) \cdot B, \quad (10.4)$$

где e_1 - горизонтальное давление грунта, определяется по формуле тс/м²;

$$e_1 = e_{x1} - e_{c1} = \gamma^H H \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi^H}{2} \right) - 2c \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi^H}{2} \right)$$

γ^H - нормативное значение объемного веса грунта, тс/м³;

φ^H - нормативное значение угла внутреннего трения грунта, град.;

C^H - нормативное значение внутреннего сцепления грунта, тс/м²;

H - высота расчетного слоя грунта, м, считая от его основания до верха дорожного покрытия;

B - ширина устоя в плоскости задней грани, на которую действует (распределяется) горизонтальное давление, м.

Величина Z_1 (см. рис. 20) определяется по формуле

$$Z_1 = \frac{2C^H}{\gamma^H} \cdot \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi^H}{2} \right). \quad (10.5)$$

Эюра горизонтального давления на устой от веса насыпного связного грунта ограничивается его кровлей, если $Z_1 < h_0$, а равнодействующая E_1 определяется как произведение площади трапецидальной эюры давления на ширину устоя.

10.3.4 Для массивного сплошного устоя необходимо принимать в качестве расчетной полную его ширину, а для устоя из стоек или свай - сумму толщин, обращенных к насыпи. При круглой форме поперечного сечения указанных элементов сумма размера их диаметра умножается на коэффициент 0,9.

10.3.5. Равнодействующая нормативного значения горизонтального давления E_0 (тс) на заднюю грань устоя от собственного веса насыпного дренирующего грунта верхней части подходной насыпи определяется по формуле (рис. 21)

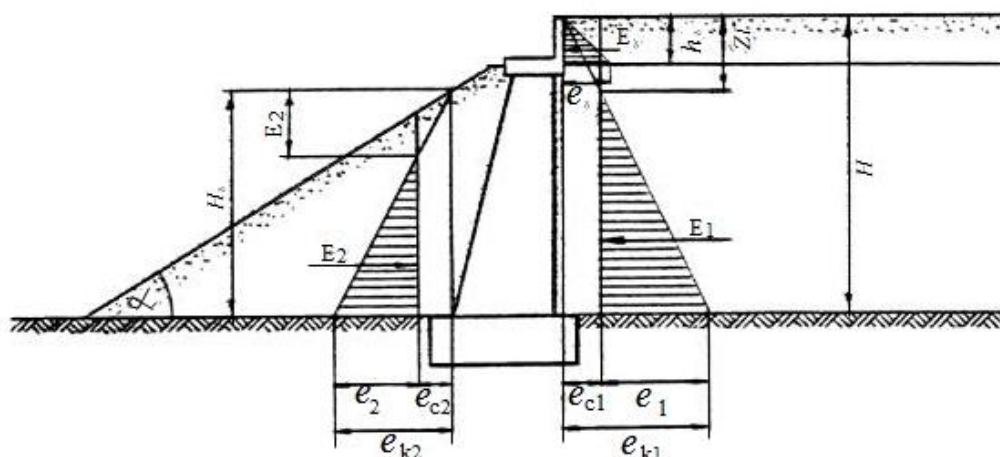


Рисунок 21 - Схема к расчету давления грунта на устои с фундаментами козлового типа, мелкого заложения, свайные и глубокого заложения

$$E_{\delta} = \frac{1}{2} e_{\delta} \cdot h_{\delta} \cdot B, \quad (10.6)$$

где e_{δ} - горизонтальное давление дренирующего грунта, тс/м² в уровне подошвы слоя;

$$e_{\delta} = \gamma^H \cdot h_{\delta} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^{\circ} - \frac{\varphi^H}{2} \right)$$

h_{δ} - высота слоя дренирующего грунта, м, считая от его основания до верха дорожного покрытия.

10.3.6 Нормативное значение горизонтального давления грунта E_2 на устои со стороны пролета следует учитывать в виде активного давления.

10.3.7. Равнодействующая нормативного значения горизонтального давления E_2 (тс) на устои по передней грани (см. рис. 10.2) от собственного веса насыпного связного грунта (выше естественной поверхности) надлежит определять по формуле

$$E_2 = \frac{1}{2} e_2 \cdot (H_2 - Z_2) \cdot B, \quad (10.7)$$

где e_2 - горизонтальное давление грунта, определяемое по формуле тс/м²;

$$e_2 = 0,8 e_{x2} = 0,8 \gamma^H H_2 \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \sin \left(45^{\circ} - \frac{\varphi^H}{2} \right)}{\cos \left(45^{\circ} - \frac{\varphi^H}{2} - \alpha \right) \cdot \operatorname{tg} \left(45^{\circ} + \frac{\varphi^H}{2} \right)}$$

α - угол наклона образующей конуса к горизонту и уровню естественной поверхности грунта, град.;

H_2 - расстояние от естественной поверхности грунта до образующей конуса по вертикали, проходящей по передней грани устоя, м;

Z_2 - глубина, до которой отсутствует давление грунта, м.

10.3.8 Расчетное значение горизонтального давления от собственного веса грунта на устой следует принимать равным его нормативному значению с коэффициентом перегрузки 1,2 или 1,0 в зависимости от того, какое значение дает наибольшее расчетное суммарное воздействие.

10.4 Нагрузки и воздействия на подпорные стены

10.4.1 Значения характеристик грунтов природного сложения определяются, как правило, путем непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях и статистической обработки их результатов по ГОСТ 20522. Они обозначаются]:

- нормативные $-\gamma^H, \varphi^H$ и c^H ;
- для расчётов по первой группе предельных состояний - γ_I, φ_I и c_I ;
- для расчётов по второй группе предельных состояний - $\gamma_{II}, \varphi_{II}$ и c_{II} .

Удельный вес грунта γ для практических расчётов допускается принимать с учетом показателя точности оценки его среднего значения.

Для φ и c принимаются только их минимальные значения.

При отсутствии непосредственных определений φ , c и E грунтов ненарушенного сложения допускается принимать их нормативные значения φ^H и c^H по справочным данным. При этом расчётные значения этих характеристик принимаются следующими:

$$\gamma_I = 1,05 \gamma^H, \gamma_{II} = \gamma^H; \quad \varphi_I = \varphi^H / \gamma_\varphi, \varphi_{II} = \varphi^H; \quad c_I = c^H / 1,5, c_{II} = c^H,$$

где γ_φ — коэффициент надежности по грунту, принимается равным 1,1 для песчаных и 1,15 для пылевато-глинистых грунтов.

10.4.2 Значения характеристик грунтов засыпки, уплотненных с коэффициентом уплотнения k_y не менее 0,95 от их плотности в природном сложении, допускается устанавливать по свойствам этих же грунтов в природном залегании. Соотношения между характеристиками грунтов засыпки и природного сложения принимаются следующими:

$$\begin{aligned} \gamma_{II}' &= 0,95 \gamma_{II}; \quad \varphi_{II}' = 0,9 \varphi_{II}; \quad c_{II}' = 0,5 c_{II}, \text{ но не более } 7 \text{ МПа;} \\ \gamma_I' &= 0,95 \gamma_I; \quad \varphi_I' = 0,9 \varphi_I; \quad c_I' = 0,5 c_I, \text{ но не более } 10 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Для сооружений с глубиной заложения 3 м и менее предельные значения удельного сцепления грунта засыпки c_1' следует принимать не более - 5 кПа, а c_{II}' - не более 7 кПа. Для сооружений высотой менее 1,5 м значения c_1' следует принимать равными нулю.

10.4.3 При определении давления от собственного веса грунта в расчётах по первой группе предельных состояний значения удельного веса грунта γ и γ' следует умножать на коэффициенты надежности по нагрузке в соответствии с табл. 10.1.

10.4.4 Давление грунта на подпорную стенку называется активным E_a . Если же стенка под действием приложенных к ней сдвигающих сил стремится сама переместиться в сторону грунта, то она встречает со стороны грунта сопротивление, называемое пассивным давлением или отпором E_p .

10.4.5 Для случая горизонтальной поверхности земли за стенкой и отсутствия на ней нагрузки P_0 , вертикальной стенки и отсутствия трения между стенкой и грунтом интенсивность активного давления грунта P_a в точке, лежащей на глубине z от поверхности земли, определяется формулой (без учета сцепления грунта):

$$P_a = \gamma_w z * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right). \quad (10.8)$$

Для пассивного давления P_p :

$$P_p = \gamma_w z * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right). \quad (10.9)$$

где P_a , P_p – активное и пассивное давление в точке, лежащей на глубине z от поверхности земли (рис. 18);

γ – объемный вес грунта засыпки;

φ – угол внутреннего трения засыпки.

10.4.6 С учетом сцепления c давление в любой точке вертикальной стенки будет равно:

- активное

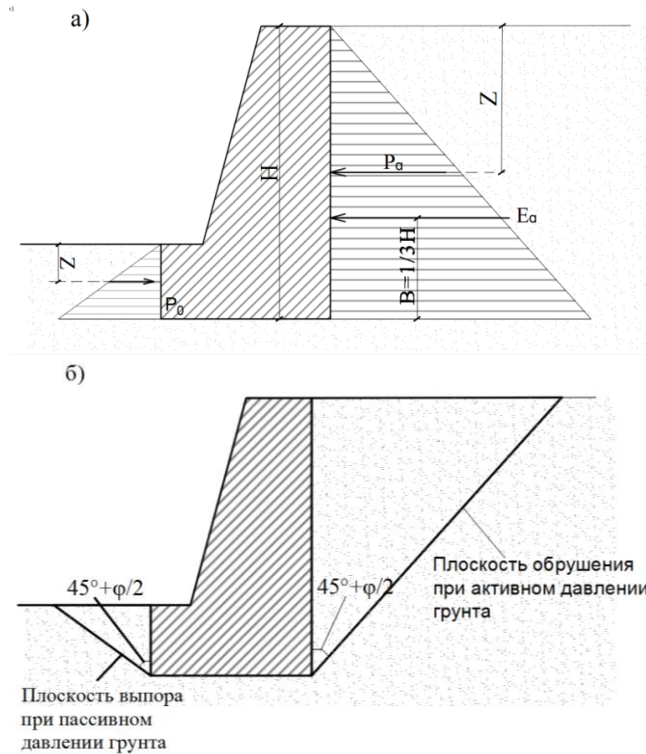
$$P_a = \gamma_w z * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right); \quad (10.10)$$

- пассивное

$$P_p = \gamma_w z * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right). \quad (10.11)$$

10.4.7 Эпюры распределения давлений P_a и $P_{п}$ показаны на рис. 22, а. На рис. 22, б показаны углы, под которыми происходит обрушение (при активном давлении) и выпор грунта (при пассивном давлении).

10.4.8 Если на горизонтальной поверхности засыпки действует равномерно распределенная нагрузка P_0 , то для расчета активного давления грунта ее заменяют слоем грунта засыпки мощностью h (рис. 22)



а – эпюра распределения активного давления; эпюра распределения пассивного давления (отпора) на подпорную стенку; б – плоскости, по которым происходит обрушение (при активном давлении) и выпор грунта (при пассивном давлении); P_a и $P_{п}$ – активное и пассивное давление на стенку на глубине z ; E_a – полное активное давление на стенку

Рис. 22 - Определение давления грунта на подпорную стенку

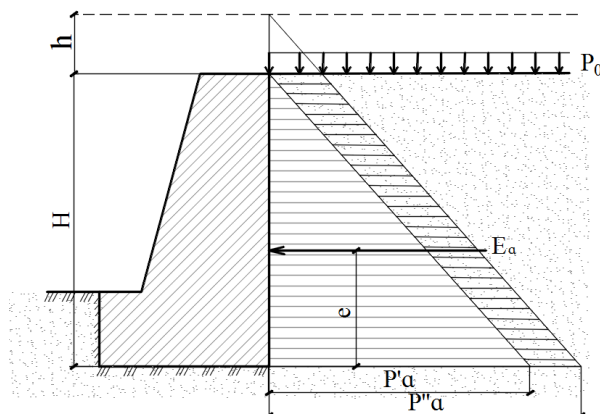
$$h = \frac{P_0}{\gamma_w} \quad (10.12)$$

где γ_w – объемный вес грунта засыпки.

Тогда формула (10.37) примет вид:

$$P_a = \gamma_w (z + h) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (10.13)$$

Эпюры распределения давлений по формуле (108) представлены на рис. 23.



P'_a - без пригрузки; P''_a - с равномерно распределенной нагрузкой P_0 на поверхности земли за стенкой

Рисунок 23 -Эпюры распределения давлений на подпорную стену

10.4.9 Полное активное давление E_a однородного несвязного грунта на стенку высотой H определяется по формуле:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_w H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right). \quad (10.14)$$

Расстояние точки приложения силы E_a от подошвы фундамента стенки будет:

$$e = \frac{1}{3} H. \quad (10.15)$$

10.4.10 При наличии на поверхности грунта равномерно распределенной нагрузки P_0 (рис. 26)

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_w H(H + 2h) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right). \quad (10.16)$$

При наличии пригрузки P_0 расстояние точки приложения силы E_a от подошвы фундамента стенки (рис. 22)

$$e = \frac{H(H+3h)}{3(H+2h)} \quad (10.17)$$

10.4.11 Полное пассивное давление равно:

$$E_{\text{п}} = \frac{1}{2} \gamma_W H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right). \quad (10.18)$$

Полное активное давление грунта на стенку с учетом сцепления грунта c_W выражается формулой

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_W H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2c \left[H * \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - \frac{c_W}{\gamma_W} \right]. \quad (10.19)$$

10.4.12 Пассивное давление (отпор) грунта с учетом сцепления равно:

$$E_{\text{п}} = \frac{1}{2} \gamma_W H^2 * \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2cH \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right). \quad (10.20)$$

В последнем случае точка приложения пассивного давления от подошвы фундамента стенки равна (рис. 18, а):

$$e = \frac{H}{3} * \frac{a+2d}{a+d} \quad (10.21)$$

11 Общие положения расчета береговых опор

11.1 Плоский сдвиг устоев

11.1.1 В расчете устоев на плоский сдвиг кроме горизонтального активного давления связного грунта (выше естественной поверхности грунта) на заднюю и переднюю грани следует учитывать избыточное горизонтальное давление грунта (ниже естественной поверхности от веса подходной насыпи) на фундаменте мелкого и глубокого заложения со сплошной подошвой, а также на сваи, оболочки или столбы фундаментов с плитой, заглубленной в грунт природного сложения. Для фундаментов с плитой, подошва которой располагается над естественной поверхностью грунта, избыточное давление не учитывается.

11.1.2 Избыточное горизонтальное давление грунта на фундамент ниже естественной поверхности от веса подходной насыпи определяется в зависимости от вида грунтов в пределах глубины заложения фундамента, особенностей его конструкции и размеров насыпи, (рис. 20).

11.1.3 Расчетное значение горизонтального давления грунта e_H в уровне естественной поверхности принимается по табл. 11.1 при коэффициенте безопасности $K_G = 1$.

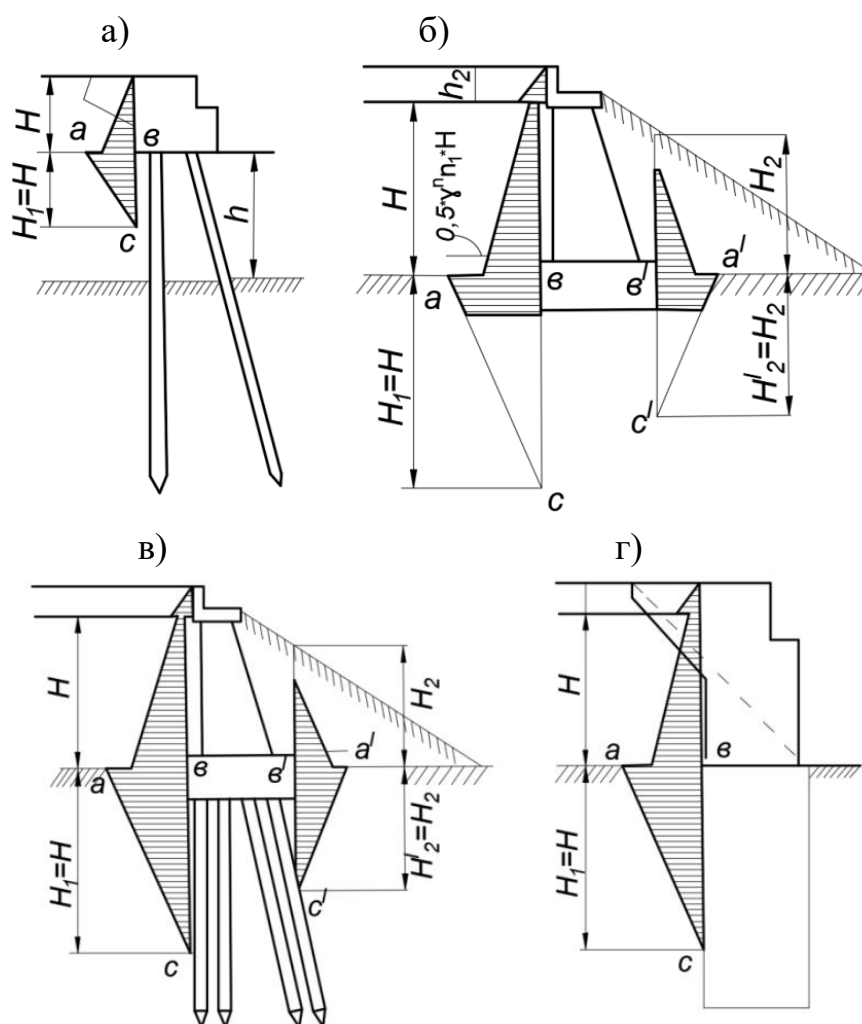
В табл. 11.1 принято:

γ^H - нормативное значение объемного веса грунта, тс/м³;

n_l - коэффициент, учитывающий влияние ширины и высоты насыпи на величину избыточного горизонтального давления грунта, определяется по табл. 11.2.

11.1.4 Горизонтальное давление грунта на переднюю грань обсыпного устоя от веса конуса (рис. 24,а и б) в уровне естественной поверхности условно принимается равным $2/3$ от величин, приведенных в табл. 11.1, где за H принимается расстояние H_2 от естественной поверхности грунта до образующей конуса по вертикали, проходящей по передней грани массивного фундамента или плиты свайного фундамента.

11.1.5 При значениях $e_H = 0,5\gamma^n n_1 H$ расчетная глубина распространения давления условно принимается равной H_1 (рис. 24,в). При иных значениях e_H глубина распространения давления соответственно увеличивается или уменьшается. В этих случаях расчетная глубина H_1 определяется из рассмотрения условия подобия треугольников эпюр давления грунта, в которых известны величины горизонтальных катетов (значения E_H), а искомой является величина H_1 . Аналогично следует определять противодействия со стороны конуса, принимая за H высоту H_2 .



а - козлового типа; б - мелкого заложения; в - свайными; г - глубокого заложения

Рисунок 24 - Схема к расчету давления грунта на устои с фундаментами

Таблица 11.1- Нормативное значение горизонтального давления

№ п/п	Грунты	Нормативное значение горизонтального давления e_H в уровне естественной поверхности грунта (тс/м ²)
1	Плотные пески, гравий, галька, суглинки и глины полутвердой	$0,35 \gamma^H n_1 H$
2	Пески и супеси средней плотности, тугопластичные суглинки и глины	$0,50 \gamma^H n_1 H$
3	Пески и супеси, рыхлые пылеватые пески, мягкопластичные глины и суглинки	$0,65 \gamma^H n_1 H$
4	Суглинки, глины и илы текучепластичные и текучей консистенции	$0,75 \gamma^H n_1 H$

Таблица 11.2 - Значение коэффициента n_1

Значение коэффициента n_1		
Ширина насыпи поверху, м	Высота насыпи, и	
	10	30
10	0,6	0,7
20	0,7	0,8
30	0,8	0,9
40	0,9	1,0

Примечания: 1. При ширине насыпи поверху менее 10 м значение коэффициента n_1 следует принимать для ширины 10 м.

2. Для промежуточных значения высот и ширин насыпи значение коэффициента n_1 определяют по интерполяции.

11.1.6 Если вершина эпюры избыточного горизонтального давления располагается ниже фундамента, то ее низ следует ограничивать уровнем его подошвы.

11.1.7 Величины равнодействующих избыточного горизонтального давления грунта, действующих на фундамент ниже подошвы плиты, рекомендуется приводить к уровню подошвы, взяв отношение суммы моментов всех этих сил относительно условной точки C и C_1 (рис. 25), или же относительно уровня острия свай, если вершина эпюры избыточного горизонтального давления грунта располагается ниже фундамента - к расстоянию от этой условной точки до подошвы плиты.

11.1.8 Расчет опор па устойчивость против скольжения необходимо производить по формуле:

$$\frac{\sum E_i}{f \sum G_i} \leq m, \quad (11.1)$$

где $\sum E_i$ - сумма всех активных сил, действующих параллельна проверяемому сечению, тс;

f - коэффициент трения, принимаемый согласно п. 11.1.10;

G_L - нормальные составляющие всех активных сил, перпендикулярные проверяемому сечению, тс;

$m \leq 0,8$ - коэффициент условий работы.

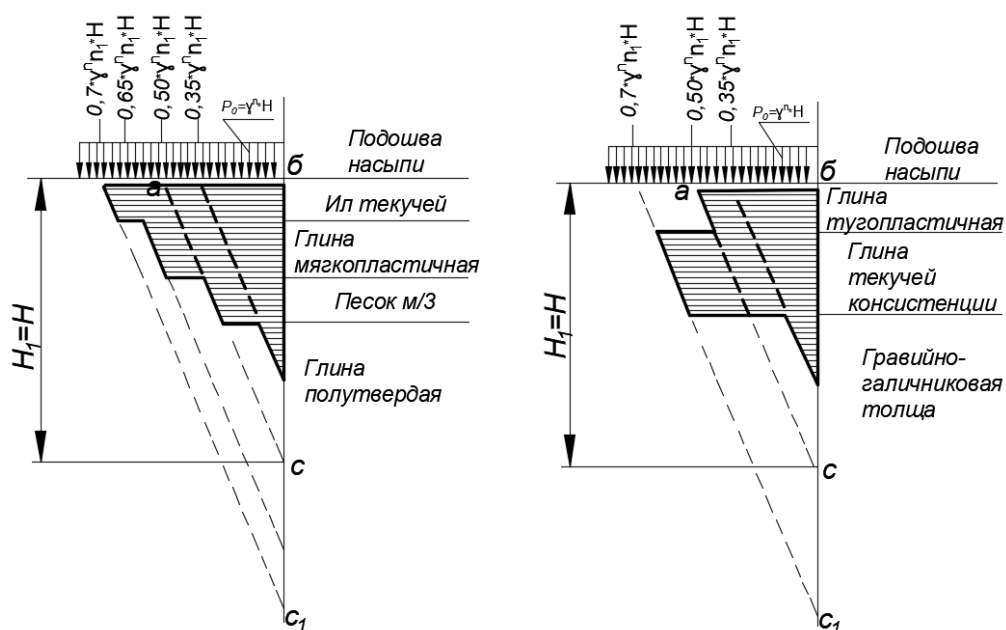


Рисунок 25 - Схема к расчету избыточного горизонтального давления грунта ниже естественной поверхности от веса подходной насыпи

11.1.10 Проверку устойчивости опор против скольжения следует производить с учетом взвешивающего действия воды при наивысшем ее уровне при следующих значениях коэффициентов трения подошвы фундамента по грунту:

- для глин и скальных грунтов с омыливающейся поверхностью (глинистые известняки, глинистые сланцы и т. п.):

при затоплении водой	0,1
во влажном состоянии	0,23
в сухом состоянии	0,30

для суглинков и супесей	0,30
для песков	0,40
для гравелистых и галечниковых грунтов	0,50
для скальных пород с неомыливающейся поверхностью	0,60

11.2 Глубокий сдвиг устоев совместно с грунтом по круглоцилиндрической поверхности

11.2.1 Устои, расположенные на крутых склонах, а также устои с подходной насыпью высотой более 10 м в случае нахождения под несущий пластом слоя слабого глинистого грунта или прослойки водонасыщенного грунта, подстилаемого глиной, следует рассчитывать на устойчивость против глубокого сдвига (смещение фундамента совместно с грунтом по круглоцилиндрической поверхности скольжения).

11.2.2 Радиус и положение центра наиболее опасной круглоцилиндрической поверхности скольжения при расчете определяет методом попыток. Поверхность скольжения не должна пересекать тело фундамента, за исключением случаев проверки устойчивости свайных фундаментов, в которых поверхность скольжения следует также принимать пересекающей сваи (при наличии толщи слабого грунта в ее пределах).

11.2.3 Расчет против скольжения по круглоцилиндрической поверхности производится следующим образом.

Для принятой произвольной, но вероятной цилиндрической поверхности скольжения радиуса R определяется отношение момента сдвигающих сил M_{cd} относительно центра вращения O (рис. 26) к предельному моменту удерживающих сил относительно того же центра. При определении предельного момента $M_{ДР}$ сопротивление свай скольжению сползающего массива грунта по круглоцилиндрической поверхности, пересекающей сваи, не учитывается, что обеспечивает дополнительный запас устойчивости.

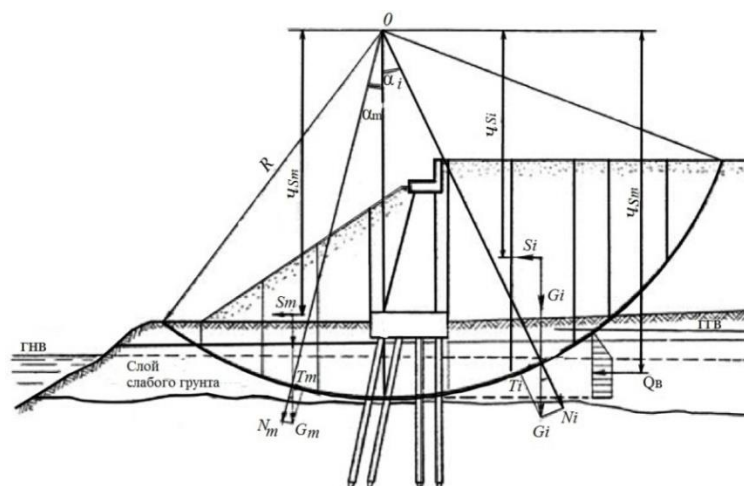


Рисунок 26 - Схема к расчету устоев на устойчивость против глубокого сдвига совместно с грунтом по круглоцилиндрической поверхности
Эти моменты следует определять по формулам:

$$M_{сд} = \sum_{i=1}^n N_i R \quad (11.2)$$

$$M_{пр} = R[\sum_{i=1}^n N_i \operatorname{tg}\varphi_i^H + \sum_{i=1}^n C_i^H L_i B_i] \quad (11.3)$$

где $T_i = G_i \sin \alpha_i$ - сдвигающая составляющая веса i -ой части массива, тс;
 G_i - вес i -ой части массива, заключенной между двумя вертикальными плоскостями, тс; при поверхности сдвига, пересекающей сваи, вес устоя и давление от веса пролетного строения не учитывается; в случае устройства фундамента мелкого заложения (в котловане) эти силы следует учитывать.

Если поверхность скольжения в пределах i -го участка проходит по водопроницаемому слою (песку, супеси) или по границе водопроницаемого и водонепроницаемого слоев, то вес G_i следует определять с учетом

гидростатического взвешивания грунта, расположенного ниже уровня воды при расчетном паводке;

α_i - угол, град., между вертикалью и радиусом, проведенным из центра вращения в точке пересечения направления действия силы G_i с поверхностью скольжения (принимается положительным в случае действия сдвигающих сил в сторону пролета, отрицательных - в случае действия сдвигающих сил в сторону подходной насыпи);

$N_i = G_i \cos \alpha_i$ - нормальная (к поверхности скольжения) составляющая веса i -ой части массива, т;

φ_i^H и C_i^H - нормативные значения соответственно угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта, пересекаемого поверхностью скольжения в пределах i -го участка, град, в тс/м²;

L_i - длина дуги поверхности скольжения i -го участка массива, м;

B_i - средняя (условная) ширина поверхности скольжения грунта в пределах i -го участка, но не более ширины подошвы насыпи (рис. 27);

n_i - число участков, на которое разделен вертикальными плоскостями грунтовый массив ($n \geq 8$).

11.2.4 Разбивку сползающего массива вертикальными плоскостями следует производить так, чтобы поверхность сдвига в пределах каждой выделенной части массам проходила по одному слою грунта.

11.2.5 Значения $M_{сд}$ и $M_{пр}$ определяется для нескольких произвольно заданных, но вероятных, цилиндрических поверхностей скольжения, различающихся положениями точки O и значениями радиуса R .

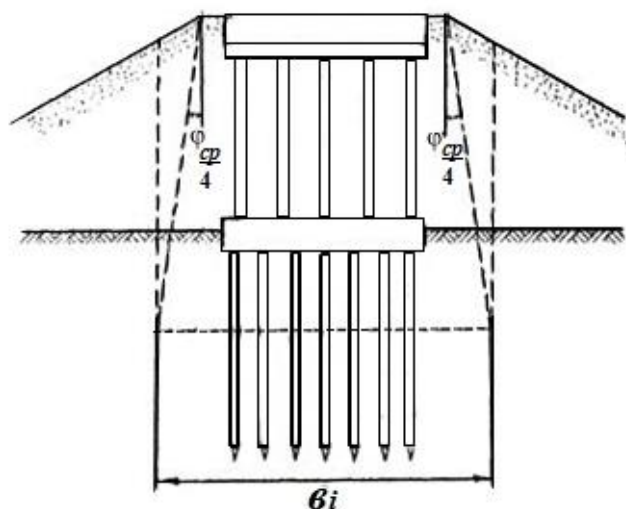


Рисунок 27- Схема и определение ширины скольжения грунтового массива

11.2.6 Наибольшее из отношений $M_{сд}/M_{пр}$ подсчитанных для всех этих поверхностей скольжения, должно удовлетворять условию

$$\left(\frac{M_{сд}}{M_{пр}}\right)_{max} \leq m_{сд} \quad (11.4)$$

где $m_{сд}$ - коэффициент условий работы, принимаемый равным 0,7, если поверхность скольжения не пересекает сваи, и равным 0,8, если пересекает.

12 Общие положения расчета подпорных стен

12.1 Плоский сдвиг

Сооружения, воспринимающие горизонтальную нагрузку, проверяются на сдвиг по подошве фундамента. В общем случае коэффициент устойчивости на сдвиг по подошве определяется формулой (рис.24):

$$k_{зап} = \frac{(P-U) \operatorname{tg} \varphi + \omega c + (E_{пн} - E_{ан})}{(Q_{в} - Q_{н}) + (E_{ав} - E_{ан})}, \quad (12.1)$$

где P – вес сооружения;

U – гидростатическое противодавление на подошву фундамента при наличии грунтовой воды выше подошвы фундамента);

φ – угол трения по подошве фундамента (подошва фундамента – грунт);

c – сцепление по подошве фундамента (подошва фундамента – грунт);

ω – площадь подошвы фундамента;

$E_{ав}, E_{ан}$ – полное активное давление грунта верховое и низовое;

$E_{пн}$ – пассивное давление грунта низовое;

$Q_в, Q_н$ – сдвигающие усилия, приложенные с верховой и низовой стороны сооружения.

Без учета пассивного давления грунта с низовой стороны $E_{пн}$ формула (12.1) имеет вид:

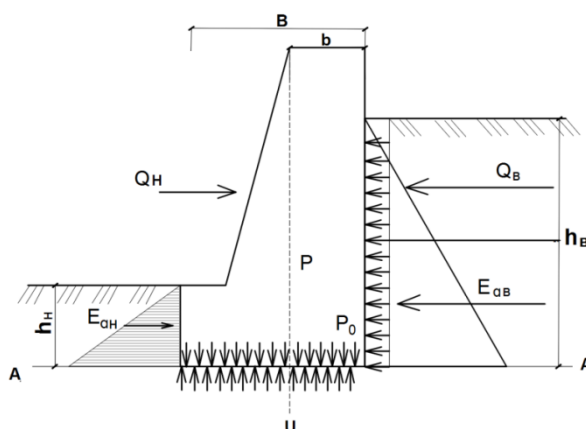


Рисунок 28 - Схема к расчету коэффициента запаса устойчивости сооружения, воспринимающего горизонтальную нагрузку, на сдвиг по подошве фундамента

$$k_{\text{зап}} = \frac{(P-U) \operatorname{tg} \varphi + \omega c}{(Q_в - Q_н) + (E_{ав} - E_{ан})}. \quad (12.2)$$

Если линейную зависимость сопротивления сдвигу $s_p = p \operatorname{tg} \varphi_W + c_W$ представить в виде:

$$F_p = \frac{s_p}{p} = \operatorname{tg} \varphi_W + \frac{c_W}{p}, \quad (12.3)$$

то выражение (12.2) можно записать в следующей форме:

$$k_{\text{зап}} = \frac{(P-U)F_p}{(Q_в - Q_н) + (E_{ав} - E_{ан})}. \quad (12.4)$$

где F_p – коэффициент сопротивления сдвигу при нормальной нагрузке p .

12.2 Круглоцилиндрическая поверхность скольжения

Оценка устойчивости сооружения по методу круглоцилиндрической поверхности скольжения для случая горизонтальной поверхности земли производится по формуле:

$$k_{\text{зап}} = \frac{\sum G_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i R + \sum c_i l_i R}{Pd + Ha}, \quad (12.5)$$

или, принимая $\cos \alpha_i = 1$:

$$k_{\text{зап}} = \frac{\sum G_i \operatorname{tg} \varphi_i R + \sum c_i l_i R}{Pd + Ha}, \quad (12.6)$$

где G_i – вес расчетного блока (рис. 29);

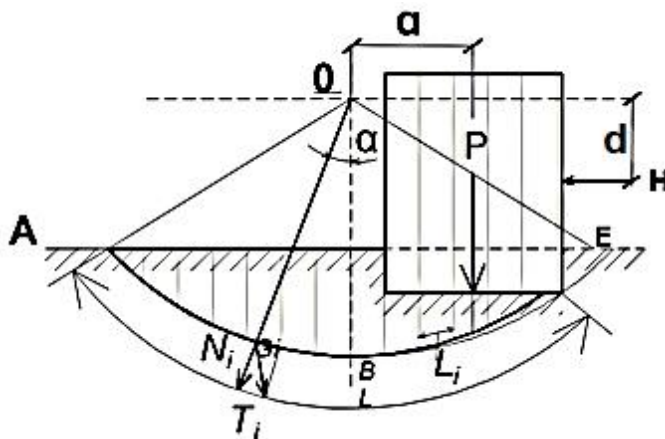


Рисунок 29 - Схема к расчету устойчивости сооружения, воспринимающего горизонтальную нагрузку H , по круглоцилиндрической поверхности вращения

α_i – угол между направлением силы G_i и нормальным напряжением N_i ;

φ_i – угол внутреннего трения;

R – радиус круглоцилиндрической поверхности скольжения; c_i – сцепление грунта;

l_i – ширина расчетного блока;

P – вес сооружения;

H – горизонтальная сила, приложенная к сооружению;

d – плечо момента силы P относительно центра вращения O ;

a – плечо момента силы H относительно центра вращения.

При однородном грунте, когда объемный вес его и параметры сдвига φ_w и c_w постоянны, формула (12.6) примет следующий вид:

$$k_{\text{зап}} = \frac{G \operatorname{tg} \varphi_w R + c_w L R}{Pd + Ha}, \quad (12.7)$$

где G – вес грунта в объеме всего сектора скольжения;

L – длина круглоцилиндрической поверхности скольжения.

12.3 Проектирование грунтовых анкеров в составе подпорной стены

Проектирование грунтовых анкеров в составе стены и без нее производится в соответствии с положениями и указаниями НТП РК 07-01.7.

13 Общие положения расчета армогрунтовых систем

13.1 Общие положения

13.1.1 Армогрунтовые системы должны рассчитываться по предельным состояниям двух групп:

а) по предельным состояниям первой группы определяют:

- армирующий материал и его размещение по высоте;

- заделку армирующих элементов за призму обрушения грунта в его неподвижную часть;

- устойчивость положения армогрунтового блока на сдвиг, опрокидывание и скольжение по поверхностям различного вида.

б) по предельным состояниям второй группы определяют перемещения передней поверхности армогрунтовой системы с целью проверки отсутствия ее контакта с бетоном лицевой стенки.

13.1.2 Расчет устойчивости армогрунтовых систем по предельным состояниям производится в зависимости от механизмов разрушения конструкций, приведенных в приложениях Б.

13.2 Учет ползучести армирующих геосинтетических материалов

13.2.1 Расчетную (проектную) прочность материала $S_a^{пр}$ следует ограничивать до такой доли от разрывной прочности, которая не будет достигнута в течение расчетного срока эксплуатации сооружения.

13.2.2 При проведении расчетов следует ограничивать величину

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\text{б}} - \varepsilon_{\text{н}}, \quad (13.1)$$

где $\varepsilon_{\text{н}}$ - относительная деформация в начале эксплуатации сооружения;

$\varepsilon_{\text{б}}$ - относительная деформация в конце срока эксплуатации сооружения.

Величина $\Delta\varepsilon$ при расчетах по второй группе предельных состояний должна быть ограничена следующими значениями:

$\Delta\varepsilon \leq 0,5\%$ - при проектировании устоев мостовых сооружений;

$\Delta\varepsilon \leq 1,0\%$ - при проектировании подпорных стен.

13.3 Расчетная прочность решеток по первой группе предельных

состояний

13.3 Прочность решеток по первой группе предельных состояний основана на формуле(57) Р РК218-42:

$$\text{Допустимая нагрузка } T_d = \frac{T}{f_{cr} \cdot f_{m1} \cdot f_{m2}} \cdot \quad (13.2)$$

Частные коэффициенты принимают (в зависимости от исходного сырья для производства геосинтетических армирующих материалов).

При отсутствии испытаний на ползучесть, коэффициент f_{cr} назначается в соответствии с табл. 13.1.

Таблица 13.1 - Значения коэффициента f_{cr} для геосинтетических материалов из различного сырья

Исходное сырье	Обозначение	Значения коэффициента f_{cr}
Арамид	AR	3,5
Полиамид	PA	3,5
Полиэтилен	PE	4,0
Полиэстер	PES	3,5
Полипропилен	PP	6,0
Полиэстер	PES	3,5

Величина коэффициента f_{m1} должна быть определена на контакт с грунтами трех категорий:

- мелкозернистый грунт (песок, супесь, суглинок, глина);
- щебень, ПГС и гравий фракций до 31,5 мм;
- щебень, ПГС и гравий фракций до 70 мм

Величина коэффициента f_{m1} должна быть определена на контакт с грунтами трех категорий:

- мелкозернистый грунт (песок, супесь, суглинок, глина);
- щебень, ПГС и гравий фракций до 31,5 мм;
- щебень, ПГС и гравий фракций до 70 мм.

При отсутствии данных значение коэффициента f_{m1} следует принимать равным 1,5 при контакте с песком или грунтом с остатками на сите с ячейками 2 мм менее 10% по массе. При контакте с каменным материалом с окатанными частицами (гравий) принимают $f_{m1} = 2,0$.

13.4 Основные силы, действующие на конструкцию

13.4.1 Основные силы, действующие на конструкцию, и геометрические

размеры показаны на рис. 43 Р РК 218-42.

13.4.2 Вследствие относительно больших напряжений, возникающих в конструкциях из армированного грунта, величины критического состояния или постоянного объема используются для прочностных характеристик грунта (т.е. φ_{cv} , c'_{cv}). Эффективное сцепление армированной засыпки обычно принимают равным нулю, но допускается максимальная величина, равная 5 кПа.

13.4.3 Расчетная прочность решеток по первой группе предельных состояний основана на формуле (2).

13.4.4 Коэффициент снижения прочности от ползучести принимается в соответствии со сроком службы и расчетной температурой в грунте насыпи +25°С определяются по п. 12.27 Р РК218-42.

13.4.5 Расчет внешней и внутренней устойчивости выполняют согласно пп. 12.2.8 и 12.2.9 Р РК 218-42.

13.5 Проверка по деформациям

Важнейшим аспектом для армонасыпи в процессе эксплуатации является ограничение деформации облицовки, вызванной удлинением георешеток.

В зависимости от назначения и эксплуатационного срока службы конструкции возможно использовать различную проектную прочность арматуры:

- временные армогрунтовые подпорные структуры с гибкими облицовками, структуры низкой значимости могут иметь деформацию от 2% до 5%;

- армогрунтовые подпорные стены с жесткими облицовками и важные объекты – 1% на весь расчетный срок службы;

- армогрунтовые устои мостов (диванного типа и с отдельными функциями) – 0.5% на весь расчетный срок службы.

В данном расчете используется проектная прочность, полученная не в момент разрыва георешетки, а при заданном % удлинении для данного срока службы и температуры.

Расчетная прочность решеток по второй группе предельных состояний основана на формуле (13.3):

$$\text{Допустимая нагрузка. } T_d = \frac{T_{cr}}{f_{m1} \cdot f_{m2}} \cdot \frac{1}{\gamma} \quad (13.3)$$

где T_{cr} –долговременная прочность, которая ограничивает послестроительные деформации заданной величиной с учетом ползучести на заданный срок службы при определенной средней температуре в грунтовом

массиве;

γ – коэффициент надежности по прочности георешетки, равный 1.00 для данной проверки.

13.6 Учет сейсмического воздействия на армогрунтовую систему.

13.6.1 При расчетах устойчивости армогрунтовых систем в районах с повышенной сейсмичностью сейсмические силы допускается считать приложенными квазистатически. При этом величину горизонтального сейсмического воздействия A_h рекомендуется принять равной 0,10; 0,20 и 0,29g соответственно при 7, 8 и 9 (9+) баллах, а направление воздействия – наихудшим для расчетного сочетания нагрузок. На площадках с сейсмичностью 6 баллов и менее армогрунтовые подпорные стены следует проектировать без учета сейсмических воздействий. Величину вертикального сейсмического воздействия A_v рекомендуется принять как 50% от A_h . Данные величины ниже, чем фактически испытываемые при землетрясении, это связано с предпосылкой о том, что некоторые деформации сооружения допустимы при том, что оно не будет разрушено.

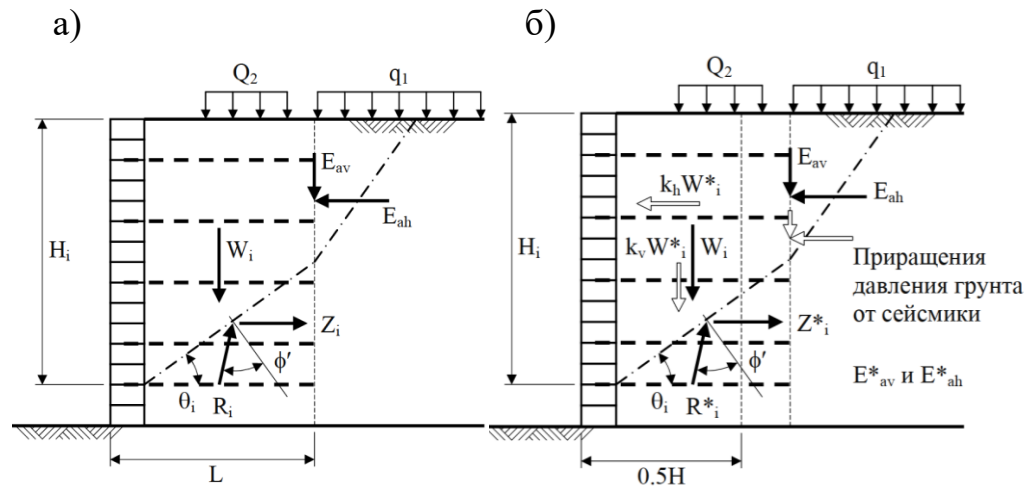
13.6.2 Расчётные схемы для определения внутренней устойчивости при отсутствии и наличии сеймики приведены на рис.30,а и 30,б соответственно. Силы, возникающее от действия сеймики отмечены знаком «*».

Армогрунтовая система является непосредственным продолжением грунта основания. Пиковые ускорения передаются в рассматриваемый массив как силы инерции.

Поскольку грунтовый массив не является сплошным телом, то пиковые инерционные силы не воздействуют на весь массив одновременно. Для расчета принимается объем грунта, равный половине высоте стены, как показано на рис. 30,б.

Сила инерции определяется как вес активной зоны W^* , умноженный на коэффициент ускорения. Для горизонтального ускорения используется k_h , для вертикального – k_v . Коэффициенты ускорения определяется в зависимости от принятой величины сейсмического воздействия и рассматриваемого механизма разрушения.

13.6.3 Для поверхностей разрушения, приведенных на рис.31, не пересекающих георешетки, допускается развитие деформаций в пределах 25-50 мм, соответственно принимаются $k_h = 0,5A_h$ и $k_v = 0,5A_v$.



H – общая высота армонасыпи; H_i – расстояние от верха стены до выхода рассматриваемой поверхности разрушения; L – длина заделки геосинтетического материала; ϕ' – угол внутреннего трения грунта армонасыпи; θ – угол от горизонтали до рассматриваемой поверхности разрушения; Q_2 и q_1 – внешние нагрузки; E_{ah} и E_{av} – горизонтальный и вертикальный компоненты силы давления от грунта обратной засыпки и приложенной дополнительной нагрузки; E_{ah}^* и E_{av}^* – приращения горизонтального и вертикального компонента силы давления от грунта обратной засыпки и приложенной дополнительной нагрузки от сейсмике; W_i – вес обрушающейся зоны; Z_i – сила, требуемая для удержания обрушающейся зоны; R_i – сопротивление по основанию зоны обрушения; а) для расчета без сейсмике; б) для учёта сейсмике

Рисунок 30 - Сравнение схем для расчета внутренней устойчивости армогрунтовой подпорной стены без и с сейсмической нагрузкой

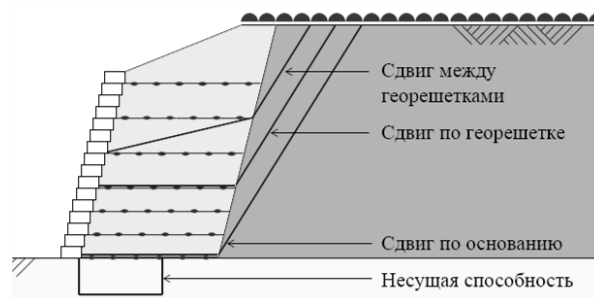


Рисунок 31 - Поверхности разрушения, не пересекающие армирование

Для поверхностей разрушения, приведенных на рис.32, которые пересекают георешетки $k_h = (1,45 - A_h)A_h$.

13.6.4 Приложение сейсмических нагрузок происходит мгновенно,

вследствие чего георешетки оказывают кратковременное сопротивление, близкое к их прочности на разрыв. Таким образом, при расчете внутренней устойчивости при сейсмическом воздействии в расчете проектной прочности не учитывается коэффициент снижения от ползучести.

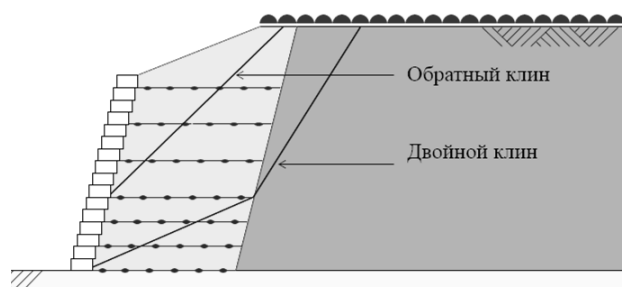


Рисунок 32 - Поверхности разрушения, пересекающие армирование

13.6.5 Требуемый коэффициент устойчивости армогрунтовых насыпей при сейсмическом нагружении при расчете по упрощенному методу Бишопа принимается равным 1,10.

13.7 Численное моделирование

13.7.1 Для учета пространственной работы армогрунтовых систем в процессе строительства и эксплуатации используют численное моделирование с применением современных сертифицированных геотехнических программных комплексов, реализующих метод конечных элементов (МКЭ), позволяющих определять деформации и напряжения.

13.7.2 В численном моделировании для описания поведения грунта под нагрузкой, следует использовать упругопластические модели Мора - Кулона и физические нелинейные модели.

13.7.3 При выполнении численного расчета армирующий элемент должен задаваться параметрами начальной (по стандартному испытанию) и длительной (на расчетный момент времени) осевой жесткостью при фактическом значении растягивающего усилия в процентах от кратковременной прочности, а также параметром вязкости.

14. Ремонт и переустройство сопряжения искусственных сооружений с насыпью

14.1 Ремонт насыпи на подходах к искусственным сооружениям

14.1.1 Перечень работ, выполняемых по видам ремонта земляного полотна и водоотвода содержится в ПР РК 218-29-2016.

14.1.2 Ремонт земляного полотна и водоотвода выполняют с целью обеспечения (восстановления) на отдельных участках дороги заданных эксплуатационных характеристик и приведения их отдельных элементов в соответствии с требованиями автомобильного движения, местными климатическими или гидрологическими условиями. Ремонтные работы направлены на обеспечение соответствия высотных отметок отдельных участков насып и условиям их увлажнения грунтовыми водами или заносимости снегом, на ликвидацию на небольших участках пучин, восстановление и укрепление обочин, уположение и укрепление откосов насыпей с учетом грунтовых и климатических условий, на сплошную прочистку водоотводных канав, кюветов, исправление разрушенных водоотводных и дренирующих устройств и возведение новых, очистку дороги от селевых выносов грунта, обвалов и оползней, уширение земляного полотна в необходимых местах.

14.1.3 На участках, где отмечаются пучение или просадки грунтов, необходимо:

- произвести замену пучинистых грунтов непучинистыми или слабопучинистыми на глубину промерзания, характерную для условий ремонтируемого участка;
- создать эффективный отвод поверхностных вод путем укрепления обочин и откосов;
- отремонтировать или изменить конструкции места расположения водоотводных канав;
- обеспечить эффективное дренирование грунтов насыпей и выемок путем ремонта или устройства вновь дренажа;
- выполнить работы по устройству капилляропрерывающих, водонепроницаемых, теплоизолирующих, защитных и других прослоек, в том числе с использованием каменных и рулонных синтетических материалов.

14.1.4 Стабильность любого грунтового сооружения зависит от устойчивости его конструктивных элементов и основания, на котором оно расположено. Наиболее сложно обеспечить стабильность сооружений, расположенных на неустойчивых склонах, подверженных оползням и значительным сплывам грунтов, а также неустойчивых откосов грунтовых сооружений. Неожиданные сплывы и оползания массивов грунта со склонов приводят к уменьшению конструктивных расчетных размеров и нарушению относительно устойчивого равновесия земляного сооружения.

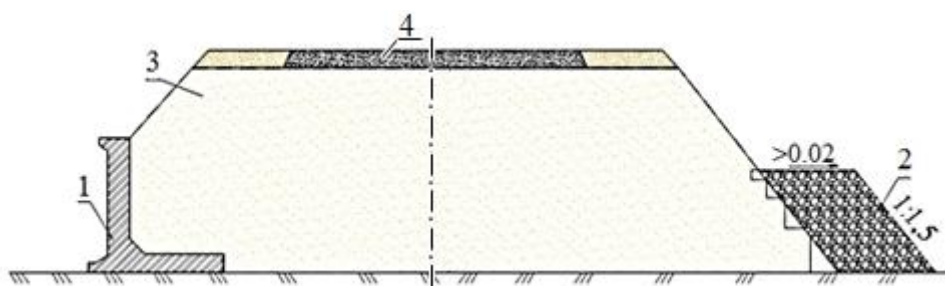
14.1.5 Для усиления насыпей на подходах к искусственным сооружениям применяются подпорные стены разного вида, анкерные

конструкции, упорные призмы, контрбанкеты, контрфорсы и др.

14.1.6 Подпорные стены предназначены для удержания грунта неустойчивого земляного полотна или оползневого косогора. Они могут быть бутобетонными, бетонными, железобетонными, армогрунтовыми, габионными; по конструкции – монолитными, сборными и сборно-монолитными. Бетонные и бутобетонные массивные стены устраивают секциями длиной 10–20 м со сквозными поперечными швами между ними. Для сбора и отвода воды, попадающей за стену, устраивают застенный дренаж с выпусками.

14.1.7 Сборные железобетонные подпорные стены дешевле монолитных за счет вовлечения в работу против сдвига давления местного грунта. Пример усиления откоса сборной железобетонной подпорной стенкой уголкового типа показан на рис. 33.

14.1.8 В качестве поддерживающих сооружений наибольшее распространение получили контрбанкеты – грунтовые призмы, отсыпаемые у откосов насыпей (рис. 33). Контрбанкеты могут быть из камня, щебня, галечника, гравия, отходов щебеночных заводов, песка или местного грунта (в зависимости от местных условий).

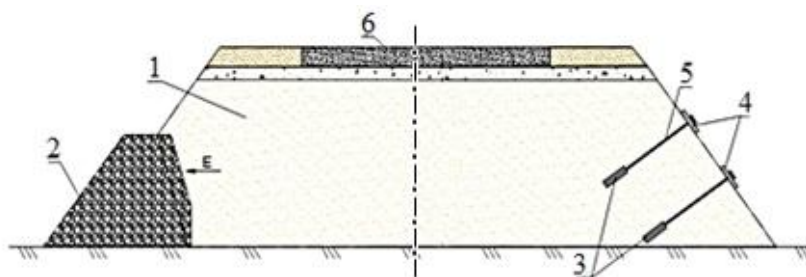


1 - подпорная стена; 2 – контрбанкет; 3 – насыпь; 4 покрытие

Рисунок 33 - Сборная железобетонная подпорная стена уголкового типа и контрбанкет для укрепления сползающего откоса насыпи

14.1.9 Они могут применяться для повышения устойчивости земляного полотна, укрепления оползневых и неустойчивых косогоров. Недостатками контрбанкетов являются их большой объем, невозможность использования в стесненных условиях.

14.1.10 Контрфорсы представляют собой прерывистые небольшой длины поддерживающие сооружения большого поперечного сечения (рис. 34). Контрфорсы работают на сдвиг и опрокидывание. В зависимости от вида и состояния грунта основания могут заанкериваться в него или нет. Выполняются они из бетона, каменной кладки или бутобетона.

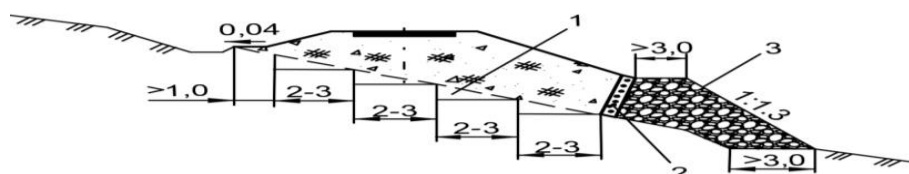


a– пригруз откоса камнем; *б*– пригруз откоса усилием в тросах;
 1- насыпь; 2 – контрфорсы; 3 – анкер; 4 – железобетонные плиты; 5 – тязь;
 6 – покрытие

Рисунок 34 - Контрфорсы и анкерные конструкции укрепления неустойчивых откосов

14.1.11 Анкерные конструкции применяют для укрепления откосов насыпей и выемок от сплывов грунта, а также для стабилизации балластных шлейфов на насыпях. В анкерных конструкциях оползневое давление неустойчивого массива грунта частично передается на анкер, частично гасится увеличенными силами трения и сцепления по поверхности сплыва и дополнительными аналогичными силами, действующими по поверхности контакта пригруза с откосом. На рис. 34, показано укрепление откоса насыпи анкерными конструкциями.

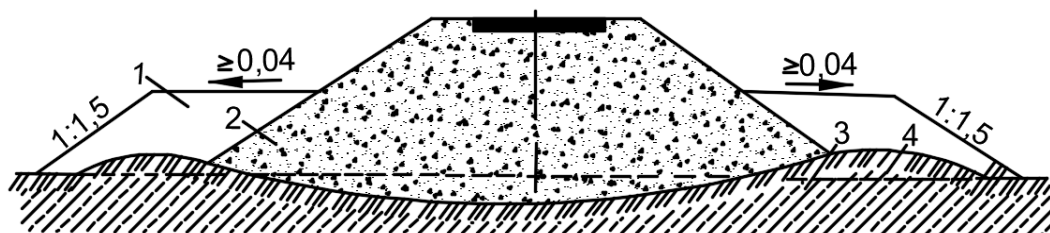
14.1.12 Упорные призмы (рис. 35) сооружают способом выкладки при наличии сортированного камня или как обычную каменную наброску из несортированной горной массы. Второй способ не требует затрат ручного труда. Для защиты пустот между камнями от проникновения грунта насыпи утрамбовывают разделительный слой из мелкого камня, щебня или других дренирующих грунтов. Крутизна откоса упорной призмы зависит от способа производства работ. При устройстве призмы способом выкладки камня крутизна откоса может быть увеличена до 1:1.



1 – срезка растительного слоя или нарезка уступов; 2 – промежуточный слой; 3 – упорная призма

Рисунок 35 - Устройство каменной упорной призмы на косогоре

14.1.13 При выпирании грунтов основания проектируется присыпка пригрузочных берм (рис. 36). Пригрузочные бермы устраивают у подошвы откосов насыпи в виде контрбанкетов небольшой высоты, но значительной ширины; возможно ступенчатое очертание берм.



1 – пригрузочная берма; 2 – суглинок; 3 – супесь пылеватая и илистая; 4 – бугры выпирания

Рисунок 36 - Пригрузочные бермы для укрепления насыпи

14.1.14 Обочины земляного полотна должны иметь поперечный уклон на 20% больше поперечного уклона проезжей части. Ремонт неукрепленных обочин заключается в их планировке и уплотнении со срезкой завышения и подсыпкой занижения. В населенных пунктах в зависимости от частоты наездов на обочины транспортных средств и степени увлажнения обочины укрепляют материалами требуемой прочности.

14.1.15 При избыточном увлажнении или размыве обочин поверхностными водами и наличии в земляном полотне грунтов, склонных к пучинообразованию, обочины укрепляют гидрофобными материалами. В условиях большого наезда автомобилей на обочины и малого увлажнения их укрепляют любым материалом.

14.1.16 Разрушения укрепленных обочин ликвидируют, применяя материалы, аналогичные ранее уложенным или более прочные. Незначительные разрушения неукрепленных откосов ликвидируют планировкой, а при постоянных разрушениях - укреплением их посевом многолетних трав, сборными элементами, монолитным бетоном, пневмонабрызгом на их поверхность вяжущих материалов и их смесей с грунтом. Участки, подверженные пучинообразованию, ремонтируют быстрым отводом воды за пределы земляного полотна и защитой его от переувлажнения.

14.1.17 На участках с малыми (8 - 10‰) или затяжными продольными уклонами через каждые 100 м устраивают выпуски из боковых канав, на всем протяжении очищают дренажные устройства и водоотводные канавы с уклоном 60‰, планируют неукрепленные обочины, устраивают на обочинах теплоизолирующие прослойки и укрепляют обочины.

14.1.18 При ремонте обочин заделывают выбоины, ямы, колеи (предварительно удалив из них воду и грязь) грунтом, аналогичным грунту обочин. Если обочины укреплены, ремонт выполняют с применением тех же материалов, которые использованы для их укрепления.

14.1.19 Откосы насыпей должны быть укреплены посевом трав с проведением необходимых агротехнических мероприятий по созданию устойчивого дернового покрова. Если на откосах отмечается образование оползней, селевых выносов или обвалов, они должны быть очищены и спланированы с восстановлением дернового покрова. При постоянных деформациях поверхности откосов или их разрушении следует выполнить работы по уменьшению крутизны откосов или укреплению откосов подпорными стенами и анкерными конструкциями (рис. 33, 34).

14.1.20 Деформации разрушения слоев или конструкций укрепления откосов исправляют с применением материалов, ранее использованных в укреплении или более эффективных. Если в целом конструкция укрепления не соответствует грунтовым и климатическим условиям, необходимо принять решение по ее переустройству.

14.1.21 На участках, где отмечен большой приток поверхностных вод имеющийся водоотвод не обеспечивает своевременное их удаление за пределы земляного полотна, в зависимости от местных условий на границе резерва может быть устроена дополнительная водоотводная канава, выполнена планировка поверхности резерва с обеспечением эффективного отвода воды от насыпи и ее удаление. Поверхность резервов должна быть укреплена посевом многолетних культурных трав.

14.1.22 Наряду с ремонтом открытой водоотводной системы прочищают и ремонтируют поврежденные водостоки, дренаж и промывают с помощью гидромелиоративных машин. Выполняется замена отдельных дрен или дрен на небольших по протяжению участках, ремонт устьев дрен, колодцев, замена на отдельных участках фильтровальной обсыпки. Для снижения степени заиления в последующем фильтровальной отсыпки ремонтируемых участков целесообразно использовать нетканые синтетические материалы.

14.1.23 При постоянном размыве боковых канав ливневыми и тальными водами, подмыве оснований насыпей и выемок, конусов и укреплений малых

искусственных сооружений дно, боковые стенки канав, выходные русла укрепляют сборными бетонными элементами, мощением, дернованием и другими способами с учетом скорости течения и объема перемещаемой воды, степени размываемости грунтов. Во всех случаях боковые стенки канав должны иметь укрепление выше максимального уровня воды в период пропуска наибольших объемов на 10...15см. Производят работы по регулированию и выпрямлению русел искусственных сооружений.

14.1.24 При высоком уровне грунтовых вод целесообразно устроить дополнительный слой основания из фильтрующих грунтов, повысить эффективность работы дренирующего слоя, например, путем применения дренирующих слоев из синтетических рулонных материалов.

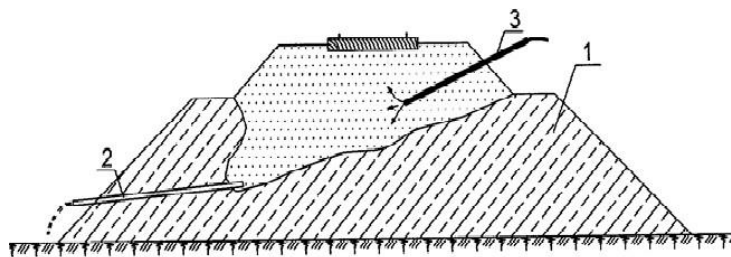
14.1.25 При сильном увлажнении насыпей грунтовыми водами на границе полосы отвода целесообразно устраивать продольные дренажные прорезы, конструкция которых принимается в зависимости от грунтовых и гидрологических условий.

14.1.26 Особенно важно при ремонте земляного полотна устранить все причины, порождающие пучинообразование. При невозможности понижения уровня грунтовых вод устройством дренажей или поднятием земляного полотна пучинистые участки перестраивают, применяя изолирующие или прерывающие прослойки.

14.1.27 К капитальным противопучинным мероприятиям относится замена пучинистых грунтов земляного полотна грунтами, не теряющими своей прочности при увлажнении (песчаными, супесчаными и другими морозостойкими), на глубину их промерзания, а также устройство противодренажных завес и теплоизоляционных прослоек.

14.2. Инъекционный ремонт и усиление земляного полотна

14.2.1 Способ ремонта подходной насыпи земляного полотна включает изготовление дренажных скважин и удаление накопленной воды из земляного полотна по дренажным скважинам. После устройства в грунте дренажных скважин осуществляют погружение инъекторов, причем погружение производят с противоположной дренажным скважинам стороны земляного полотна или между ними, после чего осуществляют принудительное удаление воды из полостей земляного полотна за его пределы через дренажные скважины путем направленного нагнетания через инъекторы твердеющего раствора в сторону дренажных скважин (рис. 37). Технический результат состоит в повышении эффективности осушения земляного полотна с одновременным его упрочнением.



1 - поры насыпи земляного полотна; 2 - дренажная скважина; 3 - иньектор

Рисунок 37 - Усиление тела насыпи иньектированием

14.2.2 Предлагаемый способ относится к ремонту и усилению тела подходной насыпи земляного полотна на участках с пустотами, мешками и корытами.

14.2.3 Известны способы ремонта насыпи земляного полотна, заключающиеся в том, что производят осушение грунтов различными прорезями, выпусками, дренами; подъемку пути на балласт или замену грунтов; планировку насыпи, сложенной глинистыми грунтами.

14.2.4 Способ ремонта подходной насыпи земляного полотна иньектированием вяжущих материалов в образованные пустоты с помощью специальных иньекторов, извлекаемых из тела земляного полотна после окончания работ, не способствует эффективному удалению влаги из тела земляного полотна. Для нагнетания раствора требуются высокие давления (пустоты в насыпи заняты водой), что приводит к усугублению напряженного состояния и невозможности направленного распространения иньектируемого раствора в теле насыпи, возможны прорывы раствора.

14.2.5 При данном способе ремонта насыпи на подходах к искусственным сооружениям, осуществляют отвод воды, накопленной в земляном полотне посредством устройства дренажных скважин. Недостатком способа является то, что влага удаляется самотеком, а это не гарантирует удаления всей влаги из земляного полотна. Другим серьезным недостатком является то, что при удалении влаги из земляного полотна остаются поры и трещины, заполненные воздухом, что приводит к усадке земляного полотна и просадке пути.

14.2.6 В качестве иньектируемого материала можно использовать цементно-песчаный раствор или органические вяжущие, применение которых позволяет одновременно вытеснить воду из полостей, пор и трещин

земляного полотна. Схватывание цементно-песчаного раствора или органических вяжущих, позволяет упрочнять земляное полотно.

14.2.7 Инъектирование материала осуществляют под давлением 0,5...1,5 МПа (рис.37). Вода, находящаяся в этих порах и полостях, вытесняется от инъектора в сторону дренажной скважины. По мере вытеснения воды из полостей и пор земляного полотна ее место занимает инъектируемый материал. В качестве последнего можно использовать цементно-глинистый раствор, цементно-песчаный раствор либо органический вяжущий материал.

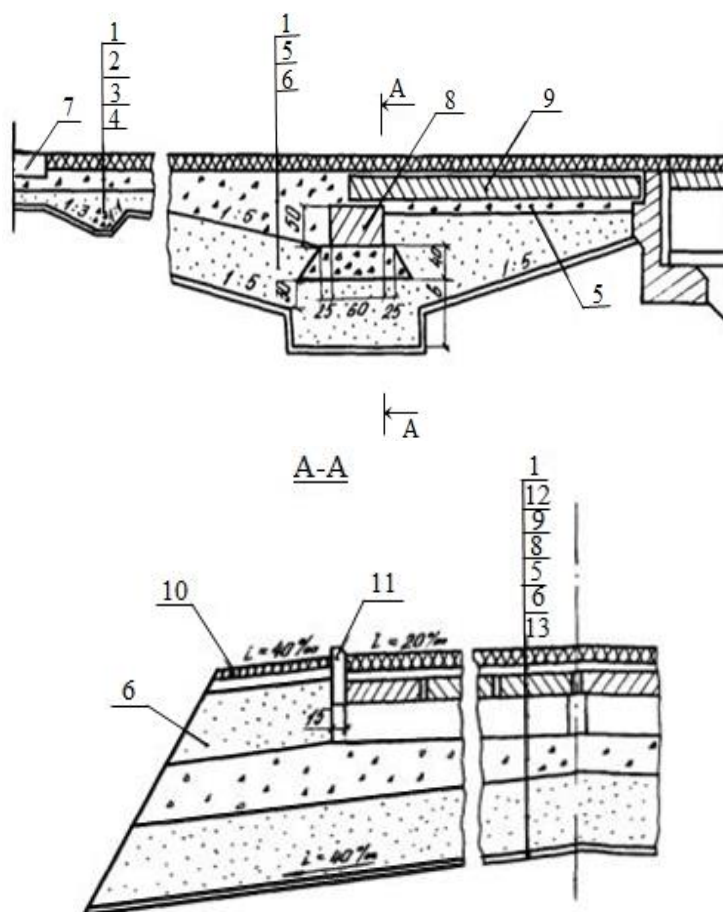
14.3 Ремонт и переустройство узла сопряжения мостовых сооружений с насыпью

14.3.1 При необходимости ремонта и переустройства узла сопряжения моста с насыпью, включающего устой моста, переходные плиты, лежень, дорожную одежду, водоотводные устройства, дренажи и укрепление обочин и откосов применяют конструктивные решения (рис.38).

14.3.2 Для устранения недопустимых углов перелома микропрофиля проезжей части в случае наличия в узле сопряжения переходных плит необходимой длины и качественной засыпки за устоем (п. 14.3.3) выполняются следующие виды работ:

- срезка и профилировка обочин и откосов с заделкой мест размывов;
- устройство водоотводных лотков вдоль кромки проезжей части и водосбросных лотков по откосам насыпи;
- укладка водонепроницаемого покрытия на обочинах (при усовершенствованных типах покрытия проезжей части);
- восстановление слоев дорожной одежды с устранением недопустимых углов перелома профиля покрытия в зоне сопряжения моста с насыпью и на подходах.

Критерием оценки состояния узла сопряжения служат допускаемые величины углов перелома продольного профиля из условия допустимого динамического воздействия на дорожную одежду (табл.14.1).



1- асфальтобетон ($h = 9$ см); 2 - основание проезжей части; 3 - дренирующий слой; 4 - перехватывающий дренаж; 5 - щебень; 6 - песок с $K_{\phi} = 4$ м/сут; 7 - покрытие проезжей части на подходе; 8 - лежень; 9 - переходная плита; 10 - асфальтобетон $h = 5$ см по слою щебня $h = 10$ см; 11 - бортовой камень; 12 - подуклон из черного щебня; 13 - слой черного щебня или пленка из нетканых материалов или битумной мастики

Рисунок 38 - Конструкция узла сопряжения моста с насыпью

Таблица 14.1 - Допустимый угол перелома неровности

Расчетная скорость движения, км/ч	Допустимый угол перелома неровности, ‰
100-150	соответственно от 7,0 до 5,0
80	8,0
70	9,0
60	9,5
40	14,0

14.3.3 Устранение недопустимых углов перелома микропрофиля проезжей части при наличии сопряжения переходных плит необходимой длины (см. табл. 8.2) и качественной дорожной засыпки за устоем ($K_{\phi} \geq 4$ м/сут) достигается путем ремонта дорожной одежды, укрепления (ремонтом)

поверхности обочин и откосов, устройства (ремонт) водоотводных и водосбросных лотков. Эти мероприятия применяют при неисправностях, связанных с инфильтрацией воды, возрастающей при образовании просадок и выбоин, возвышении обочин под проезжей частью, отсутствии водонепроницаемого покрытия на обочинах дорог с усовершенствованными типами покрытия проезжей части, при размывах откосов и обочин.

На дорогах с невысокой интенсивностью движения (V категория), особенно в IV - V дорожно-климатических зонах проведение названных ремонтных работ может оказаться эффективным и при некачественной засыпке за устоем.

14.3.4 Для устранения недопустимых углов перелома профиля в зоне сопряжения моста с насыпью и на подходах в необходимых местах удаляют покрытие, затем укладывают основание с проектным профилем и восстанавливают покрытие на участке от края моста до водосбросных лотков (при их отсутствии на участке длиной не менее 10 м).

Покрытие устраивают из асфальтобетона толщиной не менее 15 см. Щебеночное основание на этом участке устраивают по расчету, толщиной не менее 30 см. В целом прочность дорожной одежды на этом участке не должна быть меньше, чем на подходах к мосту.

14.3.5 При ремонте узла сопряжения, дефекты которого вызваны неблагоприятными грунтово-влажностными условиями, за устоем (п. 14.3.6) проводят работы по замене связных грунтов и устройству перехватывающего дренажа.

14.3.6 Замена на дренирующий связного грунта верхней части насыпи или только над обочинами, а также устройство перехватывающего дренажа при возможном притоке по уклону в пористых слоях дорожной одежды, т.е. когда на развитие деформации проезжей части оказывают воздействие грунтовые или пойменные воды, в результате чего влажность грунтов в расчетный период может превысить максимальные значения (табл. 14.2).

При работах на узлах сопряжения III схеме по увлажнению на границе раздела местного и дренирующего грунтов устраивают гидроизоляционную прослойку (черный щебень, нетканый материал, битумная мастика и т.п.).

14.3.7 Связный грунт верхней части насыпи заменяют дренирующим при следующих узлах сопряжения по увлажнению по схемам:

- 1-ая схема - для дорог I-III категорий в любых дорожно-климатических зонах;

- 2-ая схема - то же, что и для I типа, а для дорог IV-V категорий в III дорожно -климатической зоне;

- 3-ья схема - для всех категорий дорог в любых дорожно-климатических зонах.

Таблица 14.2 - Максимально допустимые значения относительной влажности грунтов за устоем

Дорожно-климатическая зона	Коэффициент фильтрации песчаного основания, K_f , м/сут	Продольный уклон земляного полотна на подходе, %	Максимальная относительная влажность в расчетный период (весной)
III	≥ 2	0	0,70
		40	0,68
		80	0,65
	≥ 4	0	0,72
		40	0,70
		80	0,66
IV	≥ 2	0	0,74
		40	0,69
		80	0,66
	≥ 4	0	0,71
		40	0,69
		80	0,64

14.3.8 Толщину слоя дренирующего материала под лежнем с $K_f \geq 4$ м/сут для переходных плит длиной 4 (6 и 8) м принимают:

- 0,3 (0,4) м - во всех зонах и при любом типе узла сопряжения по увлажнению для супесей легких пылеватых, в IV-V зонах для суглинков и глин;

- 0,4 (0,5) м - в III зоне при любом типе узла по увлажнению для супесей пылеватых, суглинков и глин;

- 0,6 (0,8) и 0,7 (1,0) м - в I-III дорожно-климатических зонах при 1-2 схеме по увлажнению для супесей пылеватых и для суглинков (глин);

- 1,0 (1,2) м и 1,7 (2,0) м - в I-II дорожно-климатических зонах при 3 схеме по увлажнению для супесей пылеватых и для суглинков (глин).

14.3.9 Замену грунта по всей ширине насыпи проводят при высоте насыпи (H) за устоем, превышающей глубину (h_1) заложения дренирующей засыпки (см. рис. 14.6).

14.3.10 При $H \leq h_1$, проводят замену грунта только под щебеночной подготовкой лежня.

Для снижения возможности увлажнения грунтов за устоем капиллярным поднятием от уровня грунтовых вод устраивают водонепроницаемую изолирующую прослойку (грунт, обработанный органическим вяжущим, битумная или из другого водонепроницаемого материала плита и т.п.) по границе раздела дренирующего и местного грунтов на участке сопряжения.

14.3.11 Работы по устройству перехватывающего дренажа выполняют в такой последовательности:

- снятие покрытия и слоев дорожной одежды на участке, превышающем по ширине размеры траншеи под дренаж, не менее чем на 1 м в каждую сторону;

- устройство траншеи под дренаж;
- выполнение дренажной засыпки на всю ширину насыпи;
- укладка слоев дорожной одежды;
- восстановление обочин.

14.3.12 При ремонте узла сопряжения с дефектами, обусловленными недостаточной длиной переходных плит, их отсутствием или разрушением, проводят работы по замене (укладке новых) переходных плит. При необходимости заменяют связный грунт за устоем на дренирующий и устройство перехватывающего дренажа. Если в сопряжении не было переходных плит, их укладке должны предшествовать работы по устройству прилива для опирания на береговой опоре.

14.3.13 Замена переходных плит, когда дефекты узла сопряжения вызваны недостаточной их длиной или разрушением, или укладка переходных плит, если до этого они отсутствовали.

14.3.14 Работы по перекладке переходных плит выполняют в следующей очередности:

- снятие покрытия и слоев дорожной одежды над переходными плитами;
- демонтаж переходных плит и лежней;
- снятие плит укрепления откосов и конусов;
- снятие слоя щебеночной подготовки;
- снятие грунта верха насыпи за устоем до назначенного уровня подошвы дренирующей засыпки;
- устройство дренажной прорези под лежнем, дренирующей засыпки, щебеночной подготовки под переходные плиты;
- укладка лежней и переходных плит;
- восстановление слоев дорожной одежды и покрытия;

- устройство водоотводных лотков вдоль покрытия и сбросных лотков с откоса насыпи;
- укладка водонепроницаемого покрытия на обочинах;
- укрепление откосов насыпи и конусов;
- при необходимости выполняют комплекс работ по устройству перехватывающего дренажа (п. 14.3.10).

14.3.15 Работы по замене (укладке новых) переходных плит включают комплекс работ, указанных в п. 14.3.16, в том числе устройство перехватывающего дренажа. При необходимости производят также замену связного грунта дренирующим. Кроме того, установке новых переходных плит должны предшествовать работы по устройству прилива для опирания их на опоре.

14.3.16 При толщине песчаного основания под лежнем более 0,3 м в целях экономии устраивают основание в виде дренажной прорези шириной, равной ширине подошвы щебеночной подготовки под лежнем (рис. 34). Прорезь выводится на оба откоса, профиль дна прорези делают двускатным. При ориентировании откоса насыпи на юг профиль дна прорези рекомендуется делать односкатным с уклоном в южную сторону.

14.3.17 Работы по устройству перехватывающего дренажа выполняют в такой последовательности:

- снятие покрытия и слоев дорожной одежды на участке, превышающем по ширине размеры траншеи под дренаж, не менее чем на 1 м в каждую сторону;
- устройство траншеи под дренаж;
- выполнение дренажной засыпки на всю ширину насыпи;
- укладка слоев дорожной одежды;
- восстановление обочин.

14.4 Технология производства работ при ремонте подходной насыпи к искусственным сооружениям

14.4.1. Снятие покрытия и слоев дорожной одежды проводят обычным способом отбойными молотками и бульдозером.

14.4.2. Устройство траншеи под перехватывающий дренаж производят вручную, дно траншеи уплотняют электротрамбовками в соответствии с указаниями типового проекта 3.503.1-96 Вып. 2-1 «Схемы производства работ».

14.4.3 Щебеночную подготовку под лежень и переходную плиту устраивают из щебня крупностью 40...70 мм, для расклинивания – крупностью 10...20 мм, а для перехватывающих дренажей – 10...20 мм.

14.4.4 Устройство засыпки под перехватывающий дренаж:

- засыпку под перехватывающий дренаж отсыпают из щебня (п. 14.4.3);
- для уплотнения щебня применяют ручные электротрамбовки или самопередвигающиеся виброплиты.

14.4.5 Восстановление слоев дорожной одежды производят обычно способом с соблюдением требований нормативных документов.

14.4.6 Водоотводные лотки из сборных железобетонных блоков или из монолитного бетона (на месте) вдоль покрытия и водосбросные лотки на откосах насыпи устраивают в соответствии с типовым проектом серии 3.503.1-66.

14.4.7 Водонепроницаемое покрытие на обочинах устраивают из асфальтобетона или грунта, обработанного вяжущим - битумом, карбомидными смолами.

14.4.8 Строповку блоков переходных плит производят специальными захватами, обжимающими плиту по ее толщине. Переходные плиты снимают автомобильным краном. Строповку лежневых блоков осуществляют "в обхват". Перед подъемом (снятием) плит они должны быть откопаны. Запрещается использовать старые строповочные петли.

14.4.9 Щебеночную подготовку под лежень и переходные плиты снимают экскаватором со складированием материала для повторного использования при соблюдении требований к щебню по п. 14.4.3.

14.4.10 Послойное уплотнение щебеночной подготовки выполняют малогабаритными механизмами в соответствии с требованиями проекта 3.503.1 - 96. Вып. 2-1.

Нижний слой щебня крупностью 40 - 70 мм, толщиной 5 см должен быть втрамбован в дренирующую засыпку. Затем отсыпают слой щебня крупностью 40 - 70 мм, толщиной 40 см и уплотняют. В этот слой втрамбовывают щебень крупностью 10 - 20 мм для расклинивания.

14.4.11 Снятие плит укрепления откосов и конусов производят специальными контейнерами (для плит демонтируемых вручную) или автокранами (для плит больших размеров) с применением для строповки захватов, обжимающих плиту по толщине.

14.4.12 Снятие грунта верха насыпи за устоем до назначенного уровня подошвы дренирующей засыпки осуществляют экскаватором-планировщиком с погрузкой и вывозом грунта.

14.4.13 Работы по устройству дренирующей засыпки производят в два приема - до уровня подошвы щебеночного основания под лежень, - до уровня щебеночного основания дорожной одежды и плит.

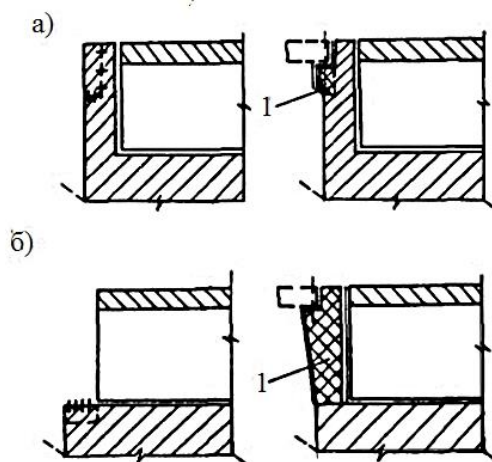
14.4.14 При устройстве засыпки за устоем необходимо руководствоваться схемой послойной отсыпки, разравнивания и уплотнения дренирующего грунта увлажнением до полного водонасыщения.

14.4.15 Для засыпки за устоем применяется дренирующий материал, не подверженный распаду с коэффициентом фильтрации, определяемым по методике Союздорнии не менее 4 м/сут. Содержание пылеватых частиц ($<0,05$ мм) не более 2 %, эффективный диаметр частиц $d_{эф} > 0,1$ мм, коэффициент неоднородности > 3 . В качестве одного из таких материалов может быть использован мелкий, средне - или крупнозернистый песок с аналогичными характеристиками.

14.4.16 Укладку лежня и переходных плит производят обычным путем, как и при строительстве, в соответствии с указаниями проекта 3.503.1-96. Вып.2-1.

14.4.17 Работы по укреплению откосов насыпи и конусов производят в соответствии с требованиями СП РК 3.03-112, СП РК 5.01-101, ПР РК 218-35.

14.4.18 Устройство прилива на шкафной стенке для опирания переходных плит, при его отсутствии (см. рис.39,а) производится после



а - при наличии шкафной стенки; б - при отсутствии шкафной стенки
I - приливка для опирания переходных плит

Рисунок 39 - Устройство прилива на опорной стенке для опирания переходных плит

разработки бетона ее верхней части на высоту, равную толщине укладываемых плит +600 мм, размещением и закреплением арматуры

прилива и омоноличивания совместно со шкафной стенкой бетоном класса В25.

14.4.19 При отсутствии шкафной стенки устоя изготовление ее и монтаж производят в соответствии с рис. 39, б.

14.5 Возведение насыпи на подходах к водопропускным трубам

14.5.1 Отличительной особенностью возведения водопропускных труб является то, что работы по засыпке и уплотнению грунтов ведется в стесненных условиях и часто для засыпки грунтов используются однородные пески и крупнообломочные грунты, которые трудно поддаются уплотнению.

Уплотнение грунтов в стесненных условиях имеет технологическую специфику, связанную или с ограниченностью фронта работ, или со слабой несущей способностью грунта, или с особенностями геометрических элементов земляного сооружения, что практически затрудняет и исключает возможность использования обычных грунтоуплотняющих средств и машин, применяемых при сооружениях автомобильных дорог. Процесс уплотнения усложняется также наличием у водопропускных труб сборных элементов, не позволяющих развивать достаточные усилия, необходимые для достижения требуемой плотности грунта.

14.5.2 Классификация способов работ при новом строительстве, реконструкции и ремонте водопропускных труб приведены на рис. 40 и 41.

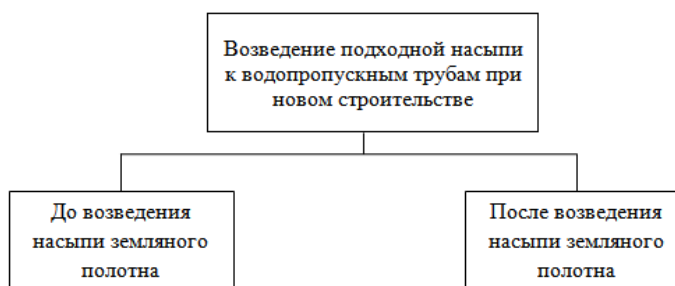


Рисунок 40 -Возведение подходной насыпи к водопропускным трубам при новом строительстве

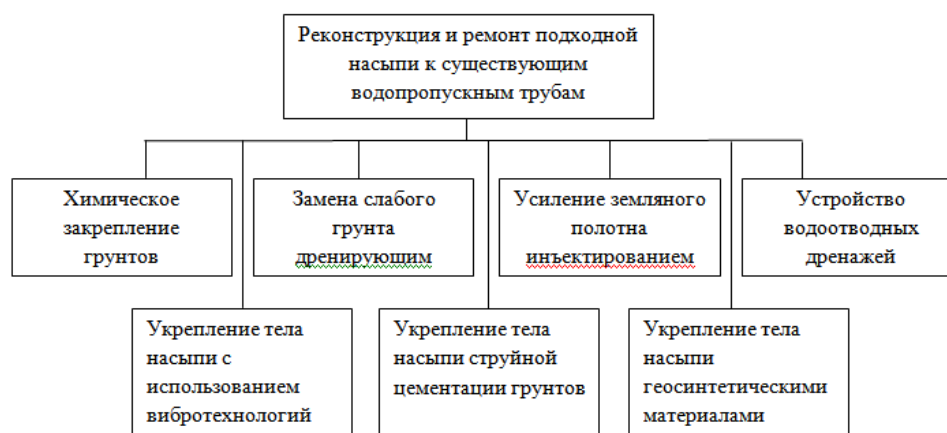


Рисунок 41–Ремонт существующей подходной насыпи к водопрпускным трубам

14.5.3 Строительство водопрпускной трубы до возведения насыпи

14.5.3.1 При возведении водопрпускных труб особо ответственным процессом является засыпка грунта подходной насыпи непосредственной близости от конструкции, в зоне подхода к трубе с каждой ее стороны. Грунтовая призма засыпки вокруг трубы должна быть прочной и устойчивой, обеспечивать взаимодействия конструкции с окружающим грунтом.

Наибольшая надежность грунтовой призмы и сооружения в целом обеспечивается применением дренирующих грунтов, особенно для стальных и металлических гофрированных конструкций.

14.5.3.2 Недостаточное уплотнение грунта, используемого при засыпке котлована, под действием нагрузок и погодно-климатических факторов приводит к деформациям покрытий и необходимости их ремонта на следующий год после засыпки трубы. Так как основная часть просадок грунта завершается только второй или третий год эксплуатации труб, то примерно 30-40 % покрытий приходится ремонтировать второй, иногда и третий раз.

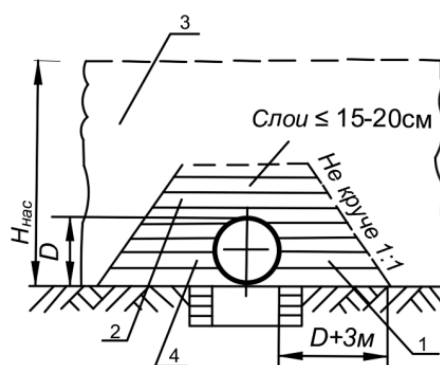
14.5.3.3 Засыпку трубы следует производить с опережением возведения земляного полотна (рис. 42), вслед за монтажом и нанесением гидроизоляции и установкой трубы в грунтовое ложе - основания, т.е. в нулевой слой грунта.

Нулевой слой грунта, в котором устраивается ложе, можно отсыпать непосредственно на естественное основание (удаляя только растительный покров), если оно сложено песчаными (кроме пылеватых) или крупнообломочными грунтами. В этом случае естественное основание под

трубой должно быть уплотнено по всей длине конструкции и на ширине не менее 4 м.

14.5.3.4 При строительстве дорог правилами предусмотрены три стадии засыпки водопропускных труб грунтом: заполнение пазух между стенками котлована и фундаментом до уровня верхней отметки фундамента, засыпка непосредственно трубы слоями не более 15...20 см с тщательным уплотнением на высоту, равную диаметра трубы и толщине защитного слоя (0,2...,3 м) и возведение над трубой остальной части насыпи до проектной отметки (рис. 42).

14.5.3.5 При отсутствии дренирующих грунтов для засыпки труб следует применять грунты: щебеночно-галечниковые и дресвяно-гравийные с крупностью частиц не более 50 мм, пески гравелистые, крупные и средней крупности, а также пески мелкие с содержанием частиц размером менее 0,1 мм не более 10%. Если в районе строительства не наблюдается интенсивное пучинообразование могут быть применены глинистые грунты, укрепленные

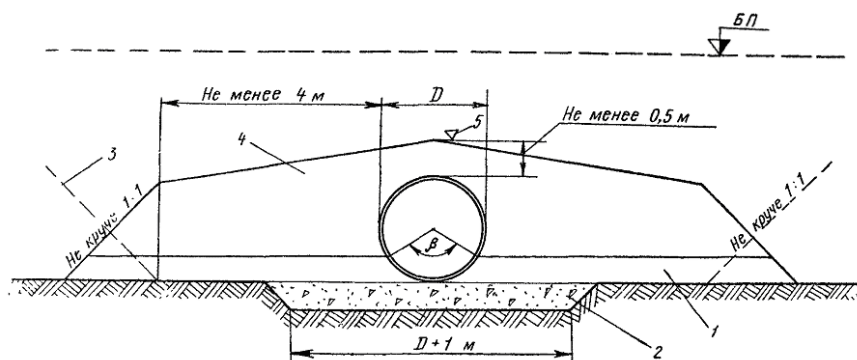


1- пазухи труб; 2 - защитный слой; 3 – земляное полотно; 4 – место уплотнения

Рисунок 42 - Засыпка грунтом водопропускной трубы с опережением возведения насыпи земляного полотна

неорганическими веществами. В качестве засыпки для труб из глинистых грунтов могут быть применены: супесь легкая крупная с содержанием песчаных частиц размером 2...0,05 мм более 50% от сухого грунта, суглинок непылеватый (песчаных частиц более 40%), глина песчаная (песчаных частиц более 40%).

14.5.3.6 Устройство грунтовой призмы труб следует производить грунтами, перечисленными в п. 14.5.3.5 и требований настоящих Рекомендации. Степень уплотнения грунта в пределах грунтовой призмы с размерами, указанными на рис. 43, должна быть не ниже 0,95 максимальной стандартной плотности.



1 - нулевой слой; 2 - подушка; 3 - откос насыпи при сооружении труб в прогале;
4 - грунтовая призма; 5 - требуемый уровень грунтовой призмы (засыпки) трубы; β -
угол опирания трубы на грунтовое ложе, принимаемый равным в зависимости от способа
укладки $90-120^\circ$

Рисунок 43 - Конструкция грунтовой призмы водопропускных труб

14.5.3.7 Процесс устройства грунтовой призмы у трубы должен включать следующие виды работ:

- транспортировку грунта из карьера или резерва к трубе автосамосвалами или скреперами;
- разравнивание грунта бульдозером слоями заданной толщины;
- послойное уплотнение грунта грунтоуплотняющими машинами, а в непосредственной близости от трубы - ручными механизированными трамбовками;
- штыковку грунта в гофрах трубы;
- контроль плотности засыпки 14.5.3.16.

Примечание. Для уплотнения грунта в удалении более 1 м от стенки трубы в уровне ее горизонтального диаметра могут применяться все грунтоуплотняющие средства, используемые при уплотнении дорожных насыпей.

14.5.3.8 Засыпать трубы следует наклонными от трубы слоями (уклон не круче 1:5), толщина которых назначается в зависимости от грунтоуплотняющих средств (рис. 44):

- а) 0,3-0,6 м - при применении грунтоуплотняющих машин виброударного действия для стесненных условий с одним или двумя рабочими органами и дизель-трамбовочной машиной;
- б) 0,2 м - при использовании пневмокатков массой 25-30 т (Д-551 и др.);
- в) 0,15 м - при применении ручных электротрамбовок.

Особое внимание необходимо уделять уплотнению грунта у стен трубы. При этом электротрамбовки следует располагать на расстоянии 5 см от наружной грани стены.

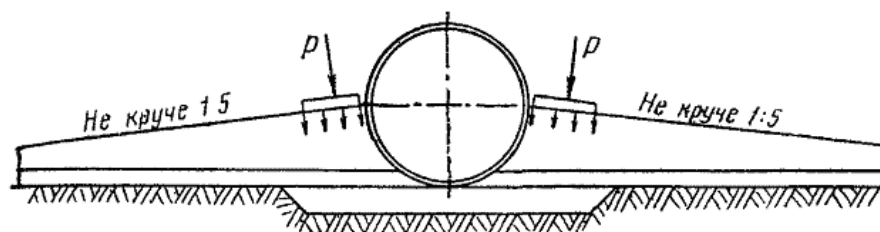


Рисунок 44 - Схема засыпки и уплотнения грунта наклонными слоями

14.5.3.9 Отсыпку грунта следует производить с разворотом самосвала перед трубой и подачей его для разгрузки задним ходом вдоль оси насыпи (рис. 45, а) или же с кольцевым движением самосвалов и скреперов с въездом и съездом со стороны откосов насыпи (рис. 45, б).

Отсыпку грунта слоями во всех случаях необходимо начинать от трубы по всей ее длине.

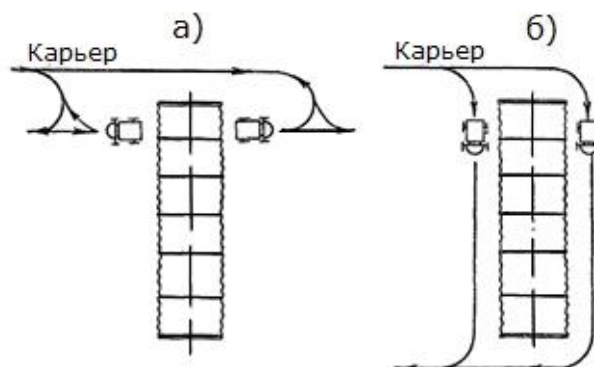


Рисунок 45 - Схемы движения автосамосвалов в процессе отсыпки грунта

14.5.3.10 Засыпать трубы необходимо послойно в такой последовательности. Грунт укладывают одновременно с обеих сторон трубы и разравнивают бульдозером. После уплотнения слоя грунта с одной стороны трубы производят отсыпку второго слоя, а с другой стороны - уплотнение грунта. В таком же порядке осуществляются отсыпка и уплотнение всех последующих слоев до верха трубы.

14.5.3.11 При уплотнении грунта над водопропускными трубами целесообразно иметь два типа уплотняющих машин: для подбивки пазух у труб у фундаментов и для уплотнения основной засыпки. Кроме того при основной засыпки необходимо устраивать съезды в конце трубы для разворота движущейся вдоль нее машины или применять механизированные средства, способные нести работу челночным способом.

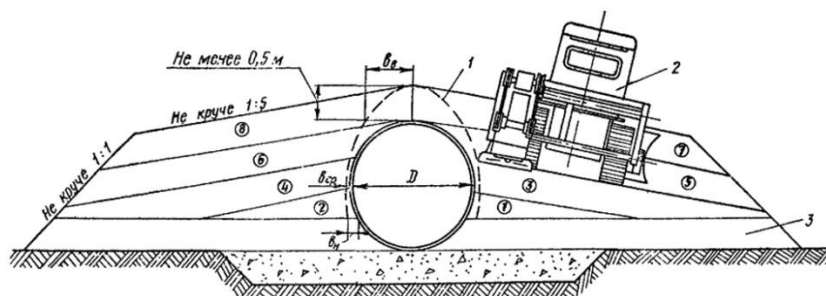
14.5.3.12 Уплотнение каждого слоя грунта, если оно производится при движении машин вдоль трубы, следует начинать с удаленных от нее участков

и с каждым последующим проходом приближаться к стенкам трубы. Уплотнение грунта непосредственно у трубы допускается только тогда, когда с противоположной ее стороны уже отсыпан слой грунта этого же горизонта по всей длине трубы.

Последовательность отсыпки слоев, их толщина и допустимое приближение к трубе рабочих органов уплотняющих машин приведены на рис. 46 и 47.

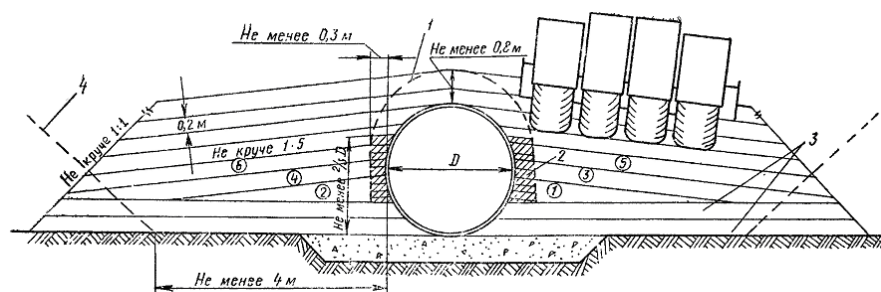
14.5.3.13 Уплотнение грунта в пазухах многоочковых труб рекомендуется производить механизированными ручными трамбовками с обязательным соблюдением последовательности отсыпки слоев (рис. 48).

Толщина слоя в пазухе не должна превышать 0,15 м. Для засыпки пазух грунтом следует использовать универсальные экскаваторы-планировщики и драглайны.



1, 2 и т.д. - номера слоев в технологическом порядке их отсыпки; 1 - контур максимального приближения рабочего органа машины к стенке трубы; 2 - виброударная грунтоуплотняющая машина; 3 - нулевой слой; v_n и $v_{ср}$ - максимальные приближения рабочего органа к стенке трубы.

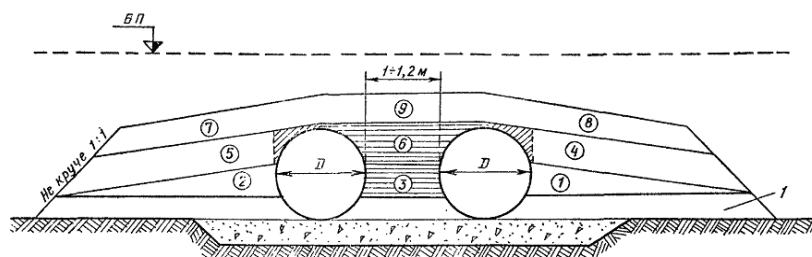
Рисунок 46 - Технологическая последовательность и схема послойного уплотнения грунта засыпки труб виброударной машиной для стесненных условий



1, 2 и т.д. - номера слоев в технологическом порядке их отсыпки; 1 - граница максимального приближения скатов катка к трубе; 2 - грунт, уплотняемый ручными механизированными трамбовками; 3 - нулевой слой; 4 - линии очертания границ торцов

насыпи в случае устройства трубы в прогале; при проезде катка поперек трубы следует соблюдать требования п. 14.5.3.15 настоящих Рекомендаций

Рисунок 47 - Технологическая последовательность и схема послойного уплотнения грунта засыпки труб пневмокатками



1, 2 (в кружках) и т.д. - номера слоев в технологическом порядке их отсыпки; ////////////////
 - грунт над трубой, уплотняемый в процессе возведения следующего по высоте слоя;
 ===== - грунт, уплотняемый ручными механизированными трамбовками;
 I - нулевой слой

Рисунок 48 - Технологическая последовательность и схема послойного уплотнения грунта засыпки многоочковых труб

14.5.3.14 В зимних условиях трубы следует засыпать только талыми (сухими несмерзшимися) грунтами; при этом рекомендуются грунтоуплотняющие машины ударного и виброударного действия.

Допустимое время рабочего цикла от момента разработки грунта до окончания его уплотнения не должно превышать времени, в течение которого грунт сохраняет способность к уплотнению.

14.5.3.15 Максимальные приближения рабочего органа к стенке трубы на разных уровнях v_H и v_{cp} , равные: для $D = 1$ м $v_H = 0,15$ м, $v_{cp} = 0,05$ м, $v_B = 0,4$ м; для $D = 1,5$ м $v_H = 0,20$ м, $v_{cp} = 0,05$ м, $v_B = 0,5$ м; для $D = 2$ м $v_H = 0,30$ м, $v_{cp} = 0,05$ м, $v_B = 0,7$ м; для $D = 3$ м и более $v_H = 0,40$ м, $v_{cp} = 0,05$ м, $v_B = 1,1$ м.

14.5.3.16 Контроль плотности грунта следует осуществлять на протяжении всего процесса засыпки трубы путем отбора проб. Плотность проверяется на горизонтах $0,25D$; $0,5D$ и $0,75D$) по высоте с обеих сторон трубы на расстоянии $0,1$ и 1 м от боковых стенок в средней по ее длине части. Количество проб должно быть не менее двух в каждой точке.

14.5.3.17 Проезд над трубами диаметром до 3 м строительных машин с нагрузкой на ось до 10 тс допускается при толщине слоя над верхом конструкции не менее $0,5$ м (в плотном теле), с нагрузкой на ось $11-20$ тс - при толщине слоя не менее $0,8$ м и с нагрузкой на ось $21-50$ тс - при толщине слоя не менее 1 м. Если проектом предусмотрена меньшая толщина засыпки,

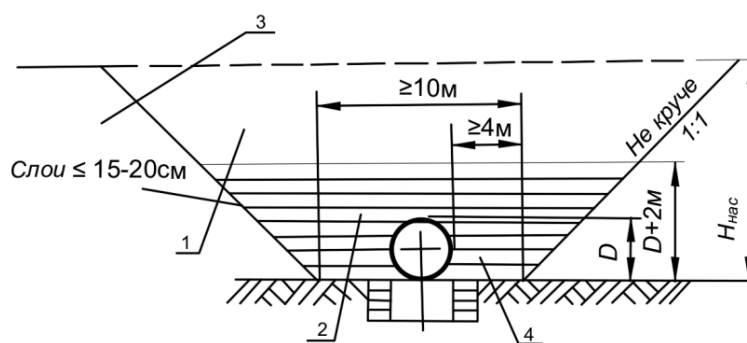
то для пропуска машин через сооружение в месте их проезда требуется досыпать грунт до указанной толщины.

14.5.4 Строительство водопропускной трубы после возведения насыпи

14.5.4.1 При технико-экономическом обосновании допускается возведение водопропускной трубы в прогалах насыпи (рис 42), при этом ширину прогала (в свету) по низу следует назначать из расчета обеспечения расстояния между основанием откоса насыпи и стенкой трубы на уровне горизонтального диаметра не менее 4 м.

14.5.4.2 При строительстве дорог правилами предусмотрены три стадии засыпки водопропускных труб грунтом: заполнение пазух между стенками котлована и фундаментом до уровня верхней отметки фундамента, засыпка непосредственно трубы слоями не более 15...20 см с тщательным уплотнением на высоту, равную диаметра трубы и толщине защитного слоя (0,2...0,3 м) и возведение над трубой остальной части насыпи до проектной отметки (рис. 49). Эти правила аналогичны правилам производства работ при обратном засыпке труб, но размеры оставляемых прогалов, т.е. расстояний между водопропускной трубой и земляным полотном позволяют применить обычные уплотняющие средства.

14.5.4.3 Отсыпку грунта следует производиться кольцевым движением самосвалов и скреперов с въездом и съездом со стороны откосов насыпи. Для засыпки труб в прогалах можно использовать бульдозеры, перемещая ими грунт, специально доставленный для этой цели и уложенный с обеих сторон трубы на насыпи.



1-прогал; 2- прослойки из геосинтетических материалов; 3 – насыпь; 4- пазух

Рисунок 49 - Засыпка грунтом водопропускной трубы с опережением возведения насыпи земляного полотна

Для засыпки труб в прогалах можно использовать бульдозеры, перемещая ими грунт, специально доставленный для этой цели и уложенный с обеих сторон трубы на насыпи.

Отсыпку грунта слоями во всех случаях необходимо начинать от трубы по всей ее длине.

Для подбивки пазух необходимо использовать малогабаритные трамбовки массой до 40 кг и небольшие самопередвигающиеся или навешиваемые на гидравлический экскаватор виброплиты и вибротрамбовки. Грунт защитного слоя и основной засыпки можно уплотнять, учитывая габариты прогалов, катками или какими-либо средствами динамического воздействия с регулируемой интенсивности нагрузки. При выборе такого средства следует предусмотреть необходимость уплотнения грунта у самой стенки трубы, так как не каждая машина способна к ней подойти или падать туда свой рабочий орган.

14.5.4.4 В стесненных условиях уплотнять грунт вокруг трубы следует, машиной виброударного действия. При уплотнении слоев, расположенных ниже горизонтального диаметра трубы, машина должна передвигаться вдоль трубы. Если труба засыпается до возведения насыпи или в широком прогале, то слои, находящиеся выше этого уровня, целесообразно уплотнять челночным способом (рис. 50). По этим же схемам можно производить уплотнение грунта дизель-трамбовочной машиной или машиной виброударного действия с двумя рабочими органами.

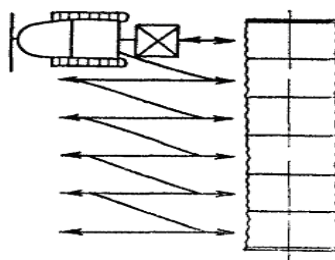


Рисунок 50 - Схема уплотнения грунта виброударной машиной челночным способом

14.6 Реконструкция и ремонт подходов к существующим водопропускным трубам

14.6.1 Укрепление грунтов подхода химическими методами закрепления

14.6.1 Технология производства работ, при которой в качестве ведущей машины используется грунтосмесительная установка, включает:

-приготовление смеси грунта с вяжущим и транспортирование ее к месту укладки;

- распределение, укладку и уплотнение смеси;

- уход за уложенным слоем.

В процессе приготовления смеси грунт, гранулометрические добавки, вода и вяжущие подаются в смесительное отделение одновременно.

14.6.1.2 При изготовлении смесей с цементом, зольными вяжущими с активаторами все технологические операции по устройству слоя должны быть завершены не позднее 4 часов с момента ее приготовления. При необходимости увеличения технологического разрыва до 8...12 часов в смесь в виде водных растворов вводят технический лигносульфонат или кремнийорганическую добавку в количестве, соответственно, от 0,5% до 1% и от 0,001% до 0,5% от массы вяжущего.

При использовании смесей, содержащих цемент и органическое вяжущее, безопасный технологический разрыв между приготовлением и уплотнением смеси увеличивается до 6...8 часов.

Продолжительность технологического разрыва между приготовлением и уплотнением смесей в случае использования извести, а также зольных вяжущих без активаторов составляет до 48 часов.

14.6.1.3 Грунты, укрепленные жидкими или эмульгированными вяжущими допускается хранить в летний период на открытых площадях, осенне-зимний период - в закрытых складах или под навесом. Допустимый срок хранения определяется по ГОСТ 12801 или опытным путем.

Грунты, укрепленные органическими вяжущими с добавкой минеральных вяжущих, хранению не подлежат.

Допускается складирование и хранение до укладки грунтов, укрепленных зольными вяжущими, известью, белитовыми шламами при температуре до 5°C в течение двух суток, при температуре ниже 5°C - 15 суток, а при температуре ниже 0°C - 30 суток.

14.6.1.4 Приготовленную смесь автомобилями-самосвалами вывозят на дорогу, укладывают на подготовленное основание с помощью самоходного укладчика, планировщика или автогрейдера и уплотняют до максимальной плотности с помощью пневмо-, вибро- или комбинированных катков.

При использовании комбинированного катка первые 4...6 проходов по одному следу выполняют в статическом режиме (без включения вибрации) вальцом вперед со скоростью от 2 до 3 км/час. Уплотнение слоя

следует производить от краев к середине с перекрытием каждого следа при последующем проходе от 30 до 40 см.

Последующие 2...3 прохода по одному следу комбинированный каток производит в вибрационном режиме на скорости от 4 до 6 км/час. При возникновении дефектов вибрацию следует отключить.

Процесс уплотнения завершает средний или тяжелый гладковальцовый каток за 3...5 проходов по следу в статическом режиме на скорости от 4 до 6 км/час.

14.6.1.5 При использовании укладчиков смесь сначала уплотняют имеющимися на укладчике системами уплотнения, а окончательно самоходными катками на пневматических шинах за 8–10 проходов или комбинированными за 4...6 проходов по одному следу.

Вальцы и пневмоколеса в процессе уплотнения слоя не должны смачиваться водой. Каток должен двигаться параллельно оси дороги и не останавливаться в процессе уплотнения. Вибраторы на катке следует включать и выключать только в движении во избежание появления следов от вальца.

14.6.1.6 При достижении максимальной плотности смеси осуществляется чистовое профилирование слоя с подкаткой гладковальцовым или пневмокатком с гладким протектором.

За уплотненным слоем из грунта, укрепленного минеральным вяжущим или минеральным в сочетании с органическим вяжущим, необходимо производить уход в течение 5...10 суток до достижения им 70% проектной прочности.

Уход осуществляют путем укрытия слоя паронепроницаемой пленкой, устройства песчаного слоя толщиной не менее 5 см или розлива пленкообразующих материалов (битумной эмульсии по СТ РК 1274, жидкого битума по ГОСТ 11955 в количестве от 0,8 до 1,5 л/м²).

14.6.1.7 В настоящее время для заполнения пустот и крупных пор в теле насыпи на подходах к водопропускным трубам широко применяется **способ цементации** грунтов, образующий в основании твердый цементный или цементно-глинистый массив.

14.6.1.8 Для цементации применяются цементные, цементно-песчаные и цементно-глинистые растворы. Для каждого конкретного случая необходимо выбирать как состав раствора и водоцементное отношение (В/Ц), которое может изменяться от 1 до 0,4. Инъекционные растворы должны иметь следующие характеристики: подвижность раствора по конусу -10...14 см, водоотделение в течение 2 ч - 0...2 %, прочность при сжатии после твердения

в течение 28 сут. - 1...2 МПа. Плотность цементных растворов, составляет 1,60...1,85 г/см³. Все эти характеристики должны быть отражены в проекте.

14.6.1.9 Применение цементных растворов обуславливается характером трещиноватости горных пород. При применении способа фильтрация должна быть продолжаться и не должна быть прекращена полностью. Это объясняется повышенной крупностью помола цемента, который имеет размер частиц порядка 50 мкм, а это значит, что трещины размером 0,2 мм не будут зацементированы. Кроме того, водные растворы цемента не дают 100%-ного выхода камня, что также влечет за собой остаточную фильтрацию.

14.6.1.10 Способ уплотнения грунтов подпорной насыпи способом глинизации применяется в сухих грунтах для заполнения карстовых пустот, которые имеют свойства впитывать воду после нагнетания глинистого раствора. Глинистый раствор после заполнения пустот должен находиться под гидравлическим напором в течение нескольких суток.

Для глинизации применяют глинистый раствор плотностью 1,2...1,3 г/см³. При повышении давления (более 2 МПа) вода из глинистого раствора отжимается, обезвоженное глинистое тесто плотно заполняет пустоты и придаст грунту водонепроницаемость.

14.6.1.11 Глинизацию как и цементацию, следует применять при небольших скоростях движения грунтовых вод во избежание уноса раствора из тампонируемой зоны, в гравелистых и трещиноватых грунтах, в которых коэффициент фильтрации находится в пределах от 50 до 5000 м/сут.

14.6.1.12 Способ силикатизации служит для усиления оснований и осуществляется в нескольких вариантах. Для закрепления песков с коэффициентом фильтрации от 6 до 90 м в сутки применяется двухрастворный способ силикатизации.

14.6.1.13 Сущность двухрастворного способа силикатизации состоит в том, что в песчаный грунт любой влажности через забитую металлическую перфорированную трубу, т.е иньектор поочередно нагнетается раствором силиката натрия (натриевого жидкого стекла) $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{nSiO}_2$ и раствором хлористого кальция CaCl_2 . Результатом химической реакции между ними является образование в порах грунта образуются гидрогеля кремниевой кислоты и быстрого прочного закрепления грунта. Двухрастворный способ обеспечивает высокую прочность грунта (табл. 14.3) и практически его полную водонепроницаемость. Недостатками этого способа являются высокая стоимость и большая трудоемкость работ. Кубиковая прочность закрепленного грунта достигает 1,5...3,5 МПа, кроме того, прочность

закрепленного грунта не снижается при воздействии на него агрессивных вод.

Таблица 14.3 – Прочность грунтов при силикатизации

Коэффициент фильтрации грунта, см/сек	Способ укрепления	Предел прочности на сжатие через 28 суток, кН/м ²
Крупные и средние пески	Двухрастворный	2900...3400
		1900...2900
	Однорастворный	1500...1900
		390...490
Мелькие и пылеватые пески	Однорастворный	590...1500
		Лессовый грунт

14.6.1.14 Однорастворный способ силикатизации применяются для закрепления мелких и пылеватых песков с коэффициентом фильтрации от 0,0006 до 0,006 см/сек. В грунт нагнетают гелеобразующий раствор из жидкого стекла и фосфорной кислоты либо из жидкого стекла, серной кислоты и сернокислого аммония.

В первом варианте обеспечивается более быстрое гелеобразование. Прочность закрепленного грунта (табл. 14.3) значительно ниже, чем при двухрастворном способе. Этот способ находит применение главным образом при устройстве противofильтрационных завес.

Также, однорастворный способ силикатизации используются для закрепления лёссовых просадочных грунтов, имеющих коэффициент фильтрации от 0,0001 до 0,0023 см/сек. При этом в грунт нагнетают раствор одного жидкого стекла. Гелеобразование происходит за счет реакции раствора жидкого стекла с водорастворимыми солями грунта и его обменным комплексом. Роль второго раствора выполняет сам грунт. Прочность закрепленного грунта приведена в табл. 14.3.

14.6.1.15 При большой скорости фильтрации в трещиноватых скальных и полускальных грунтах применяется способ горячей битумизации. Сущность способа заключается в нагнетании через пробуренные скважины расплавленного битума, который, остывая в трещинах, повышает грунту водонепроницаемость. Обычно битум не смешивается с водой, а при соприкосновении с ней образует пленку, плохо проводящую тепло, то при нагнетании он заполняет большие пустоты даже при наличии значительных скоростей движения грунтовых вод. Остывание битума в больших трещинах и пустотах происходит медленно из-за его

слабой теплопроводности, и поэтому радиус распространения его значителен.

Недостатками горячей битумизации является:

- наличие напора грунтовых вод наблюдается выдавливание битума из трещин;

- из-за значительной вязкости даже расплавленный битум не может полностью заполнить трещины с раскрытием менее 1 мм.

Радиус битумизации колеблется от 0,75 до 1,5 м, а водопроницаемость полностью не снимается, поэтому способ горячей битумизации редко применяется в транспортном строительстве.

14.6.1.16 Сущность способа холодной битумизации заключается в нагнетании водного раствора карбомидной смолы с добавкой соляной кислоты. Способ применяется для закрепления мелкозернистых песчаных грунтов с коэффициентами фильтрации от 10 до 50 м/сутки для придания грунту только водонепроницаемость. Способ обеспечивает прочное закрепление, придает грунтам водонепроницаемость. Кроме того, способ позволяет закреплять карбонатные грунты. При повышенном содержании карбонатов (до 3%) проводится предварительная обработка грунта раствором кислоты в объеме, равном объему гелеобразующего раствора.

Из-за сложности технологии приготовления битумной эмульсии по сравнению с технологией приготовления растворов при силикатизации и смолизации, данный способ не получил широкого распространения.

14.6.1.17 Самой приемлемой для закрепления грунтов способом смолизации является мочевиноформальдегидная (карбамидная) смола с различными отвердителями. Данная смола легко растворяется в воде, имеет малую вязкость, отверждается при невысокой температуре. и по своей цене вполне доступна для широкого использования при закреплении грунтов.

14.6.1.18 Способ обеспечивает прочное закрепление, придает грунтам водонепроницаемость. Кроме того, способ позволяет закреплять карбонатные грунты. При повышенном содержании карбонатов (до 3%) проводится предварительная обработка грунта раствором кислоты в объеме, равном объему гелеобразующего раствора.

14.6.2. Замена слабой толщии грунта дренирующим

14.6.2.1 Технологической картой по замене слабого грунта дренирующим предусмотрено:

- производство работ по выторфовке с разработкой и погрузкой слабого грунта экскаватором в автосамосвалы и вывозом за пределы строительной площадки в места утилизации;

- провести планировку поверхности дна траншеи бульдозером с созданием поперечных уклонов не менее 25%; по возможности выполнить уплотнение поверхности дна траншей из расчета один/два прохода катка по одному следу;

- устройство слоя замещения из дренирующего грунта с подвозкой автосамосвалами, распределением и профилировкой бульдозером и автогрейдером с уплотнением грунтовым виброкатком (максимальная толщина каждого слоя 45см).

14.6.2.2 Удаление слабого грунта производится экскаватором с погрузкой торфа в автосамосвалы. Удаление слабого грунта начинают вести от оси трассы. Для обеспечения бесперебойной работы экскаваторов предусмотрено устройство промежуточного приобъектного склада для выбранного слабого грунта. Работы по удалению слабого грунта выполняются в соответствии с рабочей документацией.

14.6.2.3 После удаления слабого грунта может быть уложен геотекстильный материал между основанием насыпи и слоем замещения. Решение о необходимости применения геотекстильного материала должно приниматься в соответствии с проектным решением для каждого конкретного случая.

14.6.2.4 Работы по разработке слоя слабого грунта и устройству дренирующего слоя ведутся одновременно в рамках единого цикла. Это позволяет автосамосвалам подходить под погрузку к экскаваторам по отсыпанному слою земляного полотна.

6. Разравнивание и планирование грунта выполняется бульдозером за четыре прохода, с перемещением грунта из кучи на расстояние до 10 м слоями толщиной 0,45 м., по челночной схеме от оси трассы к краям на всю ширину, с перекрытием предыдущего следа на 0,5 м. Первый слой насыпи отсыпают способом "от себя".

14.6.2.5. При значительной глубине траншеи и толщины отсыпаемого грунта его уплотнения ведётся путем использования наиболее крупных и тяжелых грунтоуплотняющих машин ударно-вибрационного воздействия. Для этой цели применяется самоходный грунтовой массой 12,5 т способный прорабатывать водонасыщенный песок на глубину до 45 см. при 6 - 8 проходах по следу, с обязательным поддержанием частоты колебаний вальца 25 - 27 Гц с перекрытием предыдущего следа на $\frac{1}{3}$ ширины вальца катка, с перемещением полос уплотнения от края слоя к оси.

14.6.2.6 Особое внимание следует уделить уплотнению первого слоя основания насыпи. Начинать укатку надо в статическом режиме (с отключенным вибратором), т.к. вибрационное воздействие может привести к разуплотнению грунтов минерального дна слабого грунта, как правило, находящихся в перенасыщенном водой состоянии. При работе в режиме виброуплотнения, следует следить за поверхностью уплотняемого слоя и в случае появления сетки трещин (свидетельствуют о разуплотнении дна), виброрежим надо отключить.

14.6.2.7 Потребность в машинах, оборудовании и приспособлениях определена из расчета их оптимальной загрузки в составе комплексной механизированной бригады.

14.6.2.8 Дренирующий грунт доставляется на место производства работ сочленёнными автосамосвалами. Доставленный дренирующий грунт выгружается в разработанную, свободную от слабого грунта траншею. Автосамосвал разворачивается на насыпи и подает задним ходом к месту выгрузки.

Устройство дренирующей засыпки вызывает трудности в тех случаях, когда дренирующий грунт приходится возить издалека. Кроме того, еще не все строительные организации оснащены механизмами для уплотнения грунта (вне зависимости от его качества) в стесненных условиях.

14.6.2.9 Для устройства дренирующей засыпки на подходах к водопропускным трубам применяют грунты и материалы, не увеличивающиеся в объеме при замерзании: крупный и средний песок, мелкий непылеватый песок (частиц не менее 0,1 мм не более 25%), шлак металлургический. Коэффициент фильтрации дренирующего грунта после его уплотнения до коэффициента $K = 0,98...1,0$ должен быть не менее 2...3 м/сут.

Применение дренирующей засыпки снижает активное горизонтальное давление на опоры в 2,5...3 раза.

Для обеспечения необходимой плотности дренирующей засыпки и конусов важно правильно выбрать тип уплотняющего механизма. Стесненность фронта работ и близость к конструкциям моста, которые могут быть повреждены при работе, определяют в данном случае применение малогабаритных и маневренных машин.

14.6.2.10 Для уплотнения дренирующего грунта и щебеночных оснований в стесненных местах наиболее эффективны механизмы ударного, вибрационного и виброударного действия.

Электротрамбовки просты в управлении и сами перемещаются в процессе работы, пригодны для уплотнения грунтов в самых труднодоступных местах; система рычагов и амортизаторов исключает вредное влияние вибрации на рабочих.

Виброплиты могут быть также применены для уплотнения щебня, гравия и шлака. Благодаря низкому расположению центра тяжести виброплиты легко управляются, а соединение вибрационной и подmotorной плит посредством амортизационных пружин обеспечивает защиту рабочего от вибрации.

14.6.2.11 Уплотнение грунта дренирующей засыпки и конусов производят при оптимальной влажности, послойно до коэффициента уплотнения 0,98 – 1,0 от стандартной плотности. Толщина слоев принимается в зависимости от применяемых механизмов. При ручном уплотнении толщина слоев должна быть не более 10-15 см.

14.6.2.12 При наличии вблизи трассы водоемов уплотнение дренирующей засыпки и конусов следует производить с поливкой водой, увеличивая влажность грунта против оптимальной на 20%. При этом можно несколько увеличить толщину уплотняемых слоев.

14.6.2.13 При невозможности обеспечения необходимого уплотнения самых недоступных мест в этих местах следует укладывать цементогрунт.

14.6.2.14 Необходимо осуществлять систематический контроль уплотнения путем отбора проб и определения плотности и влажности грунта. Плотность грунта определяется методом кольца с режущим краем, а влажность – методом высушивания до постоянного веса.

14.6.2.15 Плотность и влажность грунтов с каждой стороны моста определяется на каждом метре высоты насыпи в трех местах: 1) на расстоянии 2...3 м от береговой опоры; 2) на конусе и 3) на расстоянии 40 м от моста. В последнем случае плотность и влажность определяют по двум пробам, взятым на горизонте, примерно равном половине высоты насыпи и на 0,7 м от ее верха.

14.6.3 Усиление тела насыпи на подходах к водопропускным трубам инъектированием

14.6.3.1 Усиление тела насыпи на подходах к водопропускным трубам инъектированием необходимо выполнить согласно п. 14.2 настоящих рекомендаций.

14.6.4 Устройство водоотводных дренажных прорезей

14.6.4.1 При проектировании насыпи на подходах к водопропускным трубам необходимо предусмотреть надежный отвод поверхностных вод из тела земляного полотна и с покрытия, который достигается устройством дренажных слоев и поперечных дренажных прорезей под покрытием и противофильтрационной защиты обочин.

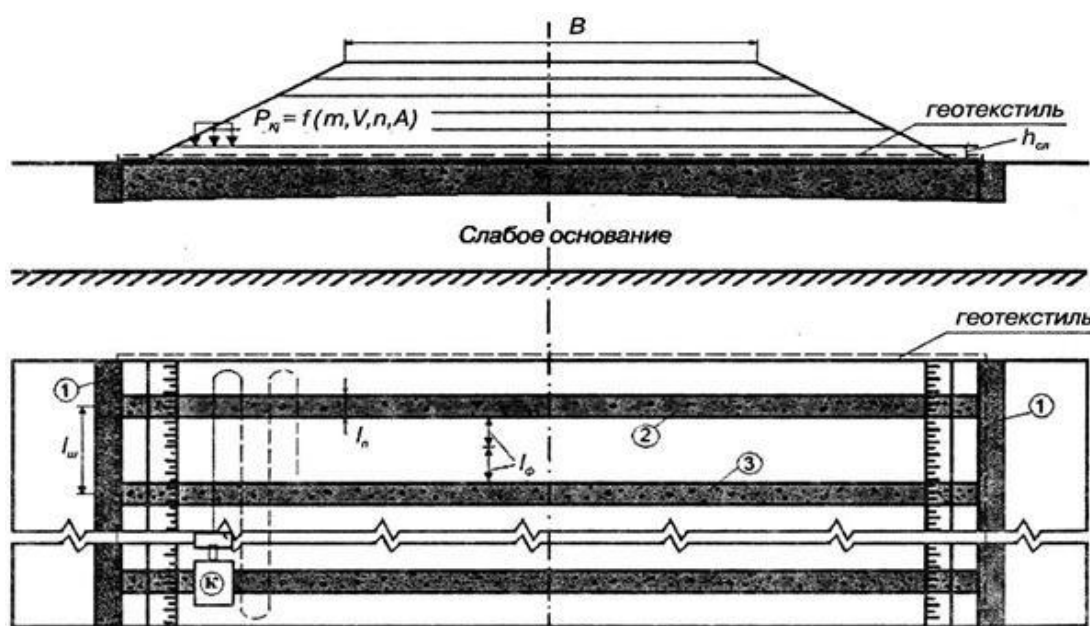
14.6.4.2 Поверхностям покрытия автомобильной дороги, конструктивным слоям дорожной одежды и слоям грунтов в теле насыпи придают поперечный уклон, что способствует отводу воды и осушению грунтов земляного полотна и материалов дорожной одежды.

14.6.4.3 Работы по устройству перехватывающего дренажа в теле насыпи необходимо выполнить согласно п. 14.3.11.

14.6.4.4 Поперечные прорезы под основанием насыпи устраиваются в слабых водонасыщенных грунтах в соответствии с для ускорения консолидации основания за счет сокращения пути фильтрации воды, отжимаемой из слабой толщи (рис. 51). Особенностью расчета дренажных прорезей является необходимость учета условий фильтрационной консолидации грунтов в пошаговом режиме под строительной нагрузкой.

14.6.4.5 Дренажные канавы (1) и поперечные прорезы (2) целесообразно устраивать при мощности слабого слоя до 4 м и возможности сохранения в слабом грунте вертикальных откосов в течение времени, необходимого для заполнения каждой прорези дренирующим грунтом.

14.6.4.6 При проектировании земляного полотна с прорезями расстояние между ними определяется расчетом, исходя из заданного срока достижения интенсивной части осадки слабого грунта.



1-продольные дренажные каналы; 2-поперечные дренажные прорезы; 3 –
дренирующий грунт

Рисунок 51 - Технологическая схема устройства поперечных прорезей в
слабом основании

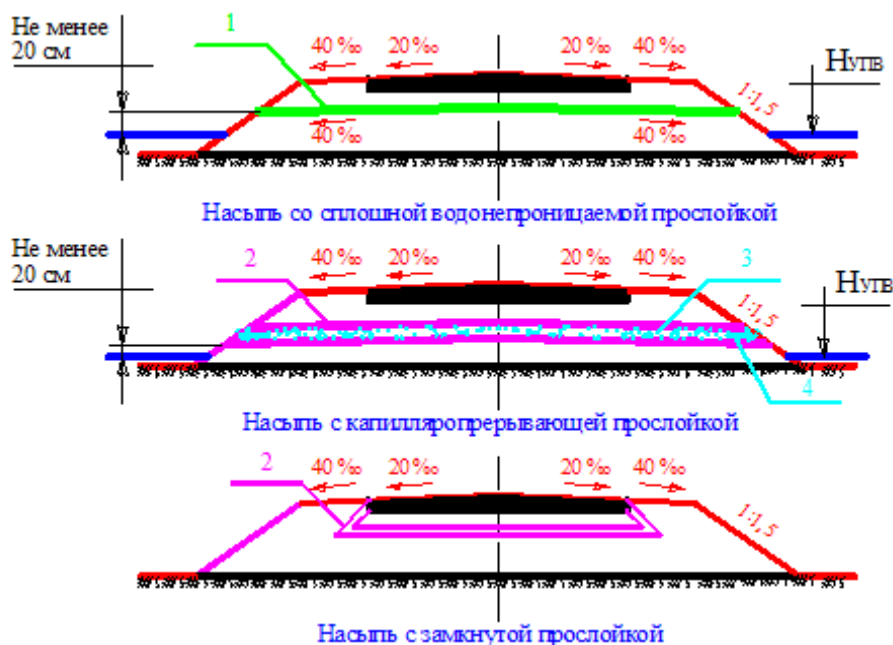
Для расчета прорезей необходимы следующие данные: расчетные величины нагрузки (с учетом веса катка); расчетная мощность слабой толщи (с учетом условий фильтрации); конечная осадка слабого основания; результаты консолидационных и компрессионных испытаний грунтов слабой толщи.

14.6.4.7 Расстояние l между дренажными прорезями в свету ориентировочно назначают исходя из фильтрационных свойств грунтов и проверяют расчетом в зависимости от заданного срока фильтрационной консолидации. Ширину прорезей l_{II} назначают 1 - 1,2 м в зависимости от применяемого оборудования для устройства прорезей. Для заполнения прорезей следует использовать песок гравелистый с коэффициентом фильтрации $K_{\phi} > 4$ м/сут, гравий и щебень.

14.6.4.8 Для отвода воды из под основанием дорожной одежды устраивают капилляропрерывающие и дренирующие слои.

Прослойки из водонепроницаемых материалов (битума, грунта, обработанного битумом, геосинтетических материалов) устраивают на всю ширину земляного полотна. При большой ширине земляного полотна, допускается устройство замкнутых дренирующих прослоек (рис. 52).

14.6.4.9 Капилляропрерывающие прослойки устраивают толщиной не менее 10 – 15 см из крупнозернистого песка или гравия, обладающих малой высотой капиллярного поднятия, располагая их по всей ширине земляного



1 - грунт, обработанный органическими вяжущими материалами, или полиэтиленовая пленка; 2 –изолирующий слой мелкого гравия; 3 – слой гравия, щебня или мелкозернистого песка; 4 – крупный гравий или щебень

Рисунок 52 - Прослойки из водонепроницаемых материалов

высотой капиллярного поднятия, располагая их по всей ширине земляного полотна. Для предохранения от загрязнения, сверху и снизу прослойки укладывают слой мелкого гравия толщиной не менее 3 – 5 см.

14.6.4.10 Укрепление тела насыпи на подходах к водопропускным трубам при помощи защитно-армирующих слоев из геосинтетических материалов следует производить согласно пп.8.1.20...8.1.26 Р РК 218-42.

14.6.5 Укрепление тела насыпи на подходах к водопропускным трубам вибротехнологией

14.6.5.1 Методом глубинного перемешивания закрепляют грунты, получая требуемые параметры/показатели закрепления:

- а) прочность, модуль деформации другие деформационные характеристики;
- б) водонепроницаемость;
- в) однородность закрепления в плане и по глубине;
- г) фиксированные границы закрепления в плане и по глубине.

Цементация грунтов методом глубинного перемешивания выполняется использованием растворов на основе цемента.

14.6.5.2 Методы глубинного укрепления для сыпучих и связных грунтов имеют отличия, обусловленные различной способностью реагировать на динамические воздействия. Пески при глубинном уплотнении обычно подвергаются вибрации.

Для связных грунтов наибольший эффект уплотнения обеспечивается при воздействии статической нагрузки.

14.6.5.3 Глубинное уплотнение производят на всю глубину насыпи или на всю глубину активной зоны, влияющей на осадку. Этим способом чаще всего производят уплотнение рыхлых песков, слабых водонасыщенных и просадочных грунтов.

14.6.5.4 Укрепление грунтовыми сваями заключается в устройстве на определённом расстоянии друг от друга скважин, заполненных уплотненным грунтом.

14.6.5.5 Скважины образуют способом вытеснения грунта. Связные грунты укрепляют грунтовыми сваями при $S_r \leq 0,7$.

Скважины на всю глубину уплотняемой зоны пробивают специальным снарядом, состоящим из штанги (сердечника) и наконечника большего диаметра. Засыпаемый в скважину грунт уплотняют тем же снарядом.

14.6.5.6 Скважины устраивают энергией взрыва. Пробивают скважину – шпур, диаметром 60..80 м, в которую опускают заряд взрывчатых веществ, состоящий из патронов, соединенных в цепочку. После взрыва образуется скважина диаметром около 40 см., которую заполняют грунтом, имеющим оптимальную влажность.

14.6.5.7 С помощью вибрационных воздействий песчаные грунты обычно уплотняют погружением вибратора (рис. 53).

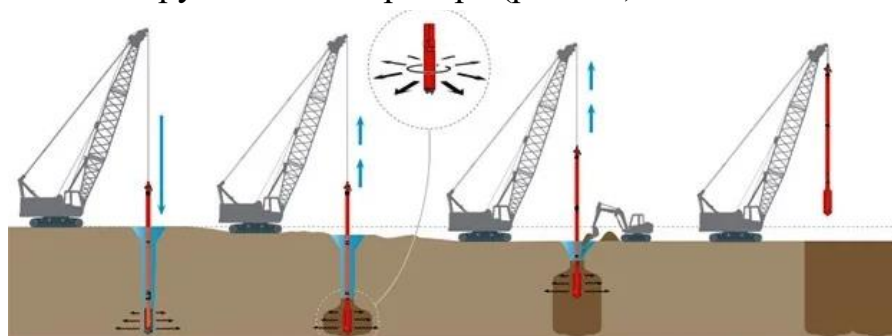
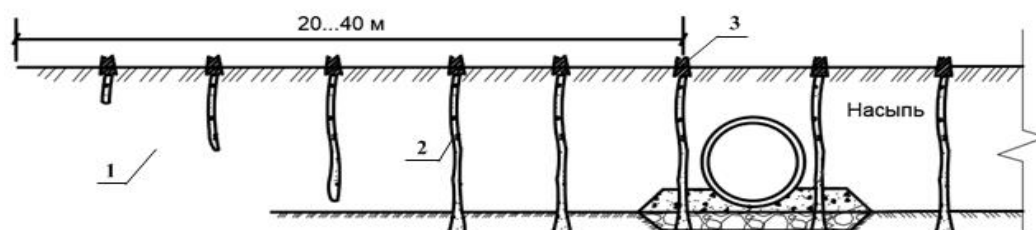


Рисунок 53 - Глубинное уплотнение земляного полона вибрационным методом

14.6.5.8 В настоящее время для увеличения размеров зоны уплотнения вместо глубинного вибратора применяют установки, состоящей из высокочастотного вибропогружателя, прикрепленного к уплотнителю. Уплотнитель представляет собой металлическую пространственную конструкцию в виде трубчатой штанги к приваренными к ней горизонтальными ребрами. Наиболее распространенный уплотнитель имеет длину 7 м. при диаметре 1,0 м и позволяет уплотнять водонасыщенные рыхлые пески на глубину 6 м, доводя удельный вес скелета грунта до 18 кН/м^3 .

14.6.5.9 Для эффективности уплотнения с помощью глубинных вибрационных воздействий, песок должен быть насыщен водой, что способствует снижению трения между частицами. Если уплотняемая зона находится выше уровня грунтовых вод, то уплотнение производится при предварительном насыщении песка водой. Обычно на $1,0 \text{ м}^3$ грунта естественной влажности расходуется 120 – 150 л воды.

14.6.5.10 Пример укрепления тела насыпи на подходах к водопропускной трубы показан на рис. 54.



- 1- усиливаемая насыпь на подходе к водопропускной трубы; 2 - инъекционные сваи диаметром 200...500 мм; 3 - конусные отверстия, устраиваемые для инъекции цементно-песчаного раствора

Рисунок 54 - Усиление подходной насыпи к водопропускным трубам

14.6.6 Укрепление тела насыпи на подходах к водопропускным трубам струйной цементацией

14.6.6.1 Одним из эффективным методом усиления подходной насыпи к водопропускным трубам является метод струйной цементации. Данным методом закрепляются любые грунты различной степени водонасыщенности (для песков) и консистенции (для связных грунтов) – супесчаные, суглинистые и глинистые, получая требуемые показатели закрепления:

- а) прочность, модуль деформации, другие прочностные и деформационные характеристики;
- б) водонепроницаемость;

- в) однородность закрепления в плане и по глубине;
- г) расчетные границы закрепления с условным радиусом в плане и по глубине.

14.6.6.2 Технология основана на струйной цементации (Jet-Grouting) и заключается в применении кинетической энергии высокоскоростной суспензионной водоцементной струи (от 20 до 60 МПа), погруженной в грунтовый массив и вращающейся в плоскости, перпендикулярной оси скважины с одновременным подъемом вверх (рис.55).

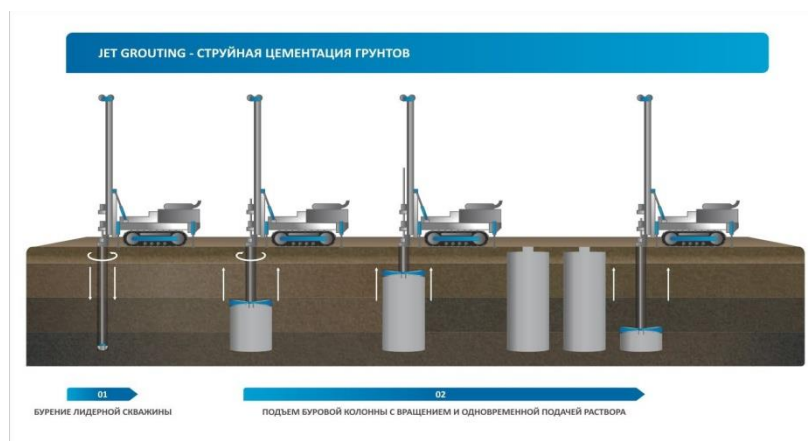


Рисунок 55 - Струйная цементация грунтов

14.6.6.3 В результате разрушения и перемешивания грунта с цементной суспензией, образуется закрепленный грунтоцементный массив различных форм (от цилиндрических до плоских панелей), размеров (D от 100 мм до 1000 мм) и плотности (прочность на сжатие в песчаных грунтах составляет в среднем - 15 МПа, в глинистых 4...6 МПа).

14.6.6.4 Уменьшение жесткости насыпи достигается путем уменьшения количества грунтоцементных свай или уменьшением длины свай, размещенных в параллельных рядах, по мере удаления от водопропускной трубы. Такая операция позволяет выдержать необходимую среднюю жесткость насыпи, не прибегая к послойной отсыпке гравийно-щебеночных слоев с их послойным уплотнением. Грунтоцементные сваи выполняют с переменной несущей способностью путем изменения их длин и/или диаметров в каждом последующем ряду от водопропускной трубы.

14.6.6.5 Достижение переменной несущей способности грунтоцементных свай за счет одновременного изменения их длин и диаметров в каждом последующем ряду от устоев моста, позволяет оптимизировать параметры свай при минимальных технологических затратах и обеспечивать переменную жесткость грунта в насыпи как под дорожной одеждой, так и под переходной плитой.

14.6.6.6 Кроме того, соседние сваи в каждом ряду насыпи, можно выполняют разного диаметра и длины.

Такая совокупность операций позволяет оптимизировать технологический процесс и достигать необходимую жесткость в соответствующей полосе насыпи.

14.6.6.7 Устройство грунтоцементных свай выполняют как по контуру насыпи, так и поперек насыпи у устоя моста и на некотором расстоянии от него. Такая схема существенно повышает жесткость насыпи в горизонтальном направлении, исключает необходимость устройства лежня и в разы увеличивает устойчивость конуса и откосов при соблюдении установки внутреннего, внешнего водоотведения.

14.6.6.8 Каждый последующий ряд грунтоцементных свай размещают соосно предшествующему ряду или в шахматном порядке. Размещение каждого ряда набивных свай соосно предшествующему ряду позволяет достичь максимальной прочности насыпи в месте опирания на нее переходной плиты, а их размещение в шахматном порядке позволяет оптимизировать прочность насыпи и ее дренирующую способность.

14.6.7 Укрепление тела насыпи геосинтетическими материалами

14.6.7.1 При ремонтных работах подходной насыпи к водопропускным трубам в зависимости от конкретных условий дополнительные слои (прослойки) из геосинтетических материалов 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, на обочинах, а также между основанием и покрытием из цементобетонной смеси. Геосинтетические материалы выполняют в этих случаях одну или несколько функций (армирование для укрепления насыпи, стабилизация, защита, дренирование, гидроизоляция).

14.6.7.2 При устройстве прослойки из геосинтетических материалов в основании насыпи, сложенном слабыми грунтами, подготовка может не выполняться, если отсутствует опасность повреждения геосинтетических материалов. При наличии глубокой колеи или ям их засыпают грунтом и планируют автогрейдером или бульдозером. Если в момент производства работ на участке имеются поверхностные воды, то необходимо отсыпать выравнивающий песчаный слой.

14.6.7.3 Усиление дорожных одежд армирующими и стабилизирующими георешетками достигается благодаря совместной работе

геоматериала с зернистым материалом основания (покрытия переходного типа), приводящей к блокировке (ограничению перемещений) отдельных зерен этого материала в ячейках геосетки (георешетки). Образованный композитный слой «зернистый материал + георешетка», обладает лучшими механическими свойствами, прежде всего, повышенной устойчивостью к воздействию динамических нагрузок.

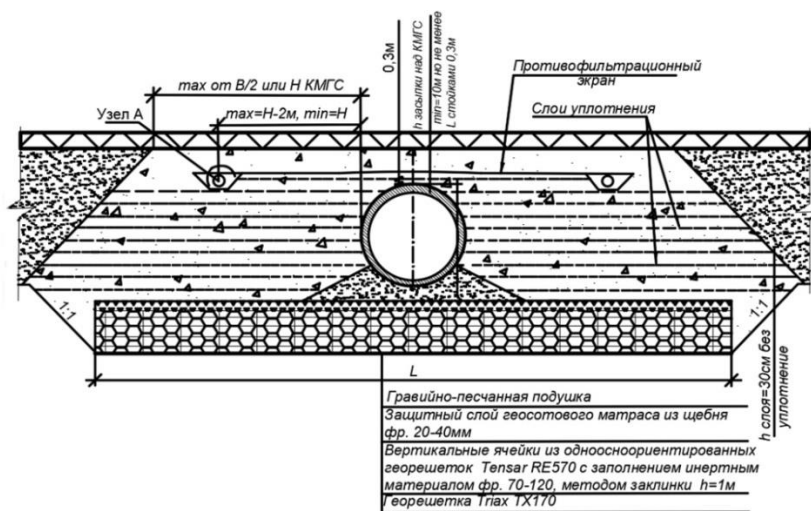
14.6.7.4 Ремонт и усиление асфальтобетонных покрытий с использованием геосинтетических материалов выполняется, когда прочность дорожной конструкции в целом обеспечена и отсутствуют значительные сдвигающие нагрузки от транспортных средств. Такое конструктивное решение может быть применено также при строительстве, 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 0,75. В последнем случае следует выполнить предварительно мероприятия, направленные на усиление дорожной одежды, а при необходимости - и по регулированию водно-теплового режима земляного полотна.

14.6.7.5 Усиление дорожных одежд армирующими и стабилизирующими георешетками достигается благодаря совместной работе геоматериала с зернистым материалом основания (покрытия переходного типа), приводящей к блокировке (ограничению перемещений) отдельных зерен этого материала в ячейках геосетки (георешетки). Образованный композитный слой «зернистый материал + георешетка», обладает лучшими механическими свойствами, прежде всего, повышенной устойчивостью к воздействию динамических нагрузок.

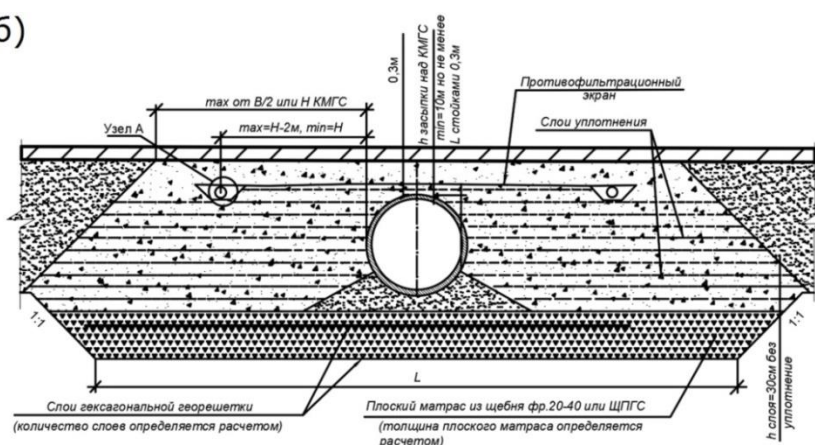
14.6.7.6 Технологическая схема по ремонту тела насыпи и дорожной одежды, а также усиления асфальтобетонного покрытия следует выполнять приведения в соответствующих разделах Р РК 218-42-2021.

14.6.7.7 Эффективным методом усиления подходной насыпи к водопропускным трубам также является устройство грунтовой обоймы из геосинтетических материалов. На рис. 56 приведены варианты устройство грунтовой обоймы из геосинтетических материалов с основанием из объемной георешеткой и армированными слоями из гексогальной георешеткой.

а)



б)



а) основание из объемной георешеткой

б) армирование основания слоями гексагональной георешетки

Рисунок 56 - Устройство грунтовой обоймы из геосинтетических материалов

15. Инженерные решения по устройству подходной насыпи и дорожной одежды в зависимости от инженерно-геологических и природно-климатических условий

15.1 Учет инженерно-геологических и инженерно-гидрологических условий

15.1.1 Практика проектирования сопряжения мостовых сооружений с насыпью должна основываться на основном расчете конструкции, исходя из предельного состояния разрушения, и проверочном расчете, исходя из предела эксплуатационной надежности.

15.1.2 По данным инженерно-геологических изысканий должны быть разработаны комплексные мероприятия по прогнозированию водно-

теплового режима грунтов основания и тела насыпи с целью предупреждения недопустимых деформаций и нарушения устойчивости дорожного полотна.

При инженерно-геологических изысканиях для проектирования земляного полотна на подходах к искусственным сооружениям особое внимание следует обращать на наличие возможных источников увлажнения земляного полотна сточными водами, и при необходимости разрабатывать мероприятия, обеспечивающие его защиту от переувлажнения. К таким мероприятиям относятся: понижение уровня грунтовых вод дренажными устройствами, устройство изолирующих водонепроницаемых прослоек из геотекстильных материалов, замена пучинистого грунта на дренирующий слой.

15.1.3 Для проектирования узла сопряжения мостовых сооружений с насыпью необходимо определить время стабилизации осадок оснований. Время стабилизации осадок тело насыпи зависит от рода грунтов основания степени их уплотнения.

15.1.4 При проектировании подходной насыпи к искусственным сооружениям в качестве основных характеристик грунтов земляного полотна следует принимать грунты, которые определены по результатам инженерно-геологических данных береговых опор.

Определение физико-механических свойств грунтов основания рекомендуется выполнять, прежде всего, вдоль облицовки сооружения (береговой опоры, подпорных стен).

15.1.5 Основными характеристиками сопротивления грунтов силовым воздействиям являются нормативные сопротивления (сцепление - C , угол внутреннего трения - φ , модуль деформации - E и др.), устанавливаемые по результатам статистической обработки данных непосредственных испытаний грунтов или, для расчетов на стадии разработки технического проекта, по данным СП РК 5. 01-102.

15.1.6 Расчетные схемы рекомендуется принимать с учетом возможных форм нарушения общей устойчивости проектируемого сооружения или грунтового массива. При этом поверхности смещения грунтового массива могут быть приняты круглоцилиндрическими или ломаными.

15.1.7 Высоту насыпей назначают при проектировании продольного профиля с учетом инженерно-геологических условий, уклонов местности и проектных уклонов автомобильных дорог.

Осадка основания подходной насыпи зависит от типа грунта, определяемого по результатам инженерно-геологических и гидрологических изысканий и высота насыпей.

Значения относительных осадок оснований в зависимости от рода грунта высоты насыпи приведены в таблице 15.1.

15.1.8 При проектировании насыпей с высотой откосов более 12 м в зависимости отконкретных условий с целью обеспечения устойчивости насыпи и ее откосов следуетопределять расчетом:

- осадку насыпи за счет ее доуплотнения под действием собственного веса и протекания этой осадки во времени;

Таблица 15.1 - Осадка насыпи в зависимости от влажности грунта

№	Вид грунта	Осадка % от $H_{нас}$
1	Пески влажные	1-2
2	Пески водонасыщенные, суглинки твердопластичные, супеси слабовлажные	2-4
3	Суглинки тугопластичные, супеси влажные	5-6
4	Суглинки мягкопластичные, супеси сильновлажные	6-7
5	Суглинки текучие, супеси водонасыщенные	8-10

- очертание поперечного профиля, обеспечивающее устойчивость откосов насыпи;

- безопасную нагрузку на основание, исключаящую процессы бокового выдавливания грунта (на слабых основаниях);

- величину и протекание во времени осадки основания насыпи за счет его уплотнения под нагрузкой от веса насыпи.

15.1.9 При назначении высоты насыпи необходимо учесть, что величина осадок, выраженная в процентах от высоты насыпи, в зависимости от влажности имеют следующие значения таблица 15.1.

15.1.10 Насыпи проектируются с учетом несущей способности грунтового основания, которые можно разделить на прочные и слабые.

По СП РК 3.03-101 к слабым относятся основания, в которых в пределах активной зоны, толщиной ориентировочно равной ширине насыпи понизу, имеются слои слабых грунтов мощностью не менее 0,5 м.

В случае, если слои слабых грунтов располагаются на глубинах, превышающих ширину насыпи понизу, а также при насыпях высотой более 12 м границу активной зоны следует устанавливать расчетом.

15.1.11 На сжимаемых грунтах глубину выработок следует назначать не менее высоты насыпи. Допускается изменять глубину выработок в соответствии с высотой насыпи, но принимать не менее:

а) глубины промерзания;

б) 1м ниже подошвы насыпных грунтов, ожидаемого техногенного нарушения или основания погребенного сооружения;

в) 1м ниже подошвы слабых грунтов ($E < 5$ МПа).

15.1.12 При изысканиях в условиях городской застройки, следует обращать особое внимание на наличие участков с резко отличающимися деформационными и прочностными свойствами: погребенные фундаменты, утерянные коммуникации, рыхлые зоны, насыпные толщи, подземные полости и т.д. Сведения об этом должны отражаться в графических и текстовых материалах по изысканиям.

15.1.13 При строительстве армогрунтовых сооружений на слабом основании, необходимо получить подробную информацию об изменении физико-механических характеристик грунта основания под действием длительных нагрузок. Конкретная программа изысканий должна быть уточнена в задании на проектирование.

Коэффициент трения (зацепления) между арматурой и грунтом ($f_{тр}$) допускается определять с помощью испытаний на срезных приборах (ГОСТ12248), а при отсутствии опытных данных его минимальное значение необходимо принимать по таблице (см. табл. 15.2).

Таблица 15.2 - Коэффициенты трения(зацепления) арматуры по грунту

Грунт засыпки	$f_{тр}$	$\varphi_{тр}$, град
Мелкий песок маловлажный	0,62	32
Мелкий песок влажный	0,58	30
Крупный песок маловлажный	0,53	28
Крупный песок влажный	0,51	27
Гравий	0,42	23
Песчаная смесь	0,40	22

Примечание: Для шероховатой поверхности арматуры значения ($f_{тр}$) могут быть увеличены на 10% .

15.1.14 Определение прочностных характеристик грунтов засыпки рекомендуется выполнять на искусственных образцах в стабилOMETрах и приборах одноплоскостного среза по схеме консолидировано-дренированного испытания согласно ГОСТ12248. При этом следует контролировать, чтобы гранулометрический состав образцов соответствовал паспортным данным грунта, а степень уплотнения - нормативным требованиям.

15.1.15 Эффективный угол внутреннего трения φ' и эффективное сцепление C' рекомендуется определять при помощи приборов для испытаний на сдвиг или испытаниями на трехосное сжатие. Сдвиг должен начинаться после того, как образец грунта полностью консолидирован при каждом приложении нормальных напряжений. Консистенция образца должна соответствовать условиям дренирования в засыпке.

15.1.16 При проектировании насыпей из грунтов, влажность которых превышает допустимую, предусматривают: осушение грунтов как естественным путем, так и обработкой негашеной известью или активной золой; ускорение консолидации грунтов повышенной влажности в нижней части насыпи (горизонтальные дренажи из зернистых или синтетических материалов); уположение откосов и защита их от размыва; устройство горизонтальных прослоек из геотекстиля.

15.2 Учет дорожно-климатических условий

15.2.1 Природные условия района строительства дороги характеризуются комплексом погодно-климатических факторов с учетом деления территории Республики Казахстан на дорожно-климатические зоны (см. рис.Б.1 прил. Б СП РК 3.03-101).

15.2.2 Проектирование и расчет дорожной одежды следует производить с учетом температурно-влажностного режима в зависимости от дорожно-климатических зон по Р РК 218-151-2.

15.2.3 Для обеспечения устойчивости и прочности верхней части земляного полотна и дорожной одежды наименьшее возвышение поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых вод для дорог, расположенных в дорожно-климатических зонах III- V, приводится в табл. 23 СП РК 3.03-101.

Возвышение поверхности покрытия на участках насыпей, проектируемых с откосами крутизной менее 1 : 1,5, а также с бермами, допускается уточнять на основании расчета.

15.2.4 Срок службы и гарантийный период нежестких дорожных одежд и асфальтобетонных покрытий с учетом дорожно-климатических условий Казахстана представлены в таблице 4.1 Р РК 218-144.

15.2.5 При разработке рациональных конструкций дорожных одежд на подходах к искусственным сооружениям следует руководствоваться с п. 4 Р РК 218-129.

15.2.6 При проектировании подходной насыпи необходимо обеспечить требуемую плотность и устойчивость рабочего слоя в зависимости от грунтово-геологических, гидрологических и природных условий. При этом необходимо выполнения двух принципов обеспечения требований к прочности и стабильности рабочего слоя дорожной одежды; и принцип проектирования рабочего слоя совместно с конструкцией дорожной одежды исходя из оптимально регулирования режима дорожной конструкции. При этом наиболее простой метод регулирования заключается в необходимости соблюдения условий:

- использование для отсыпки рабочего слоя грунтов, устойчивых к воздействию погодно-климатических факторов;
- обеспечение требуемой степени уплотнения этих грунтов;
- обеспечение требуемого возвышения бровки насыпи (или низа дорожной одежды) над расчетным уровнем подземных и поверхностных вод или уровнем на участках местности 2-го типа. Тип местности по характеру и степени увлажнения определяется по приложению Б СП РК 3.03-101.

15.2.7 Несущая способность рабочего слоя подходной насыпи зависит от условий его увлажнения, которое определяется по табл. А.13 приложения А СП РК 3.03-101.

15.2.8 Для обеспечения конструкций подходной насыпи, увлажнение которой происходит за счет атмосферных осадков, для рабочего слоя используются стабильные грунты, свойства которых должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 15.3.

Таблица 15.3 - Стабильные разновидности грунтов рабочего слоя

Дорожно-климатическая зона	Допускаемый грунт
III	Непучинистый (менее 1%) и слабопучинистый (1...4%) и (I и II группы пучинистости)
IV V	Набухающий (менее 2 %) Непросадочный (менее 2 %)

15.2.9 В случае если увлажнение подходной насыпи осуществляется в условиях воздействия кратковременно стоящих поверхностных вод

совместно с атмосферными осадками, то требований приведенных в табл. XX, необходимо соблюдать требования по степени уплотнения грунтов насыпи земляного полотна, устанавливаемой по табл. 24 СП РК 3.03-101.

В случае, когда дорожная конструкция работает в условиях ее увлажнения подземными и длительно (более 30 сут) стоящими поверхностными водами, а также атмосферными осадками, то ее стабильность должно обеспечено с помощью требуемого возвышения поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых (и поверхностных) вод и поверхностью земли в соответствии с табл. 15.4.

Таблица 15.4 - Возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых (поверхностных) вод и поверхностью земли

Грунт рабочего слоя	Минимальное возвышение покрытия, м, для дорог в дорожно-климатических зонах		
	III	IV	V
Песок мелкий, супесь песчанистая	0,9/0,7	0,75/ 0,55	0,5/0,3
Песок пылеватый, супесь пылеватая	1,2/ 1,0	1,1/0,8	0,8/0,5
Суглинок легкий песчанистый, глина легкая песчанистая	1,8/1,4	1,5/1,1	1,1/0,8
Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый песчанистый, глина легкая пылеватая и тяжелая	2,1/1,5	1,8/1,3	1,2/0,8

Примечание. В числителе указано возвышение поверхности покрытия, в знаменателе над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем длительно (более 30 сут.) стоящих поверхностных вод.

15.2.10 При расчете конструкций дорожных одежд принципиальным является определение расчетной влажности грунта W_p рабочего слоя, который подстилает конструктивные слои дорожной одежды, являясь их основанием. Указанная величина наблюдается в наиболее неблагоприятный период года (время, в течение которого грунт активной зоны наиболее увлажнен) хотя бы в одном году за срок между капитальными ремонтами дорожной одежды.

15.2.11 Превышение влажности грунтов по сравнению с максимально допустимыми значениями повлечет за собой недоуплотнение, следовательно, является недопустимым. Величина максимально допустимой

влажности в долях от оптимального значения при коэффициенте уплотнения приведена в табл. 15.5.

Таблица 15.5 - Величина максимально допустимой влажности

Грунт	Максимально допустимой влажности в долях от оптимального значения при коэффициенте уплотнения	
	1-0,98	0,95
Песок крупнозернистый и мелкозернистый	2,0	2,5
Песок мелкий и пылеватый	1,4	1,6
Легкая супесь, в том числе пылеватая	1,3	1,4
Супесь тяжелая, суглинок легкий	1,2	1,3
Суглинок тяжелый, суглинок пылеватый, глина	Превышение влажности не допускается	1,2

15.2.12 Конструкцию дорожной одежды на подходах к искусственным сооружениям для различных дорожно-климатических зон следует принимать в зависимости от интенсивности движения и категорий автомобильных дорог по п. 5 Р РК 218-129.

15.2.13 Дорожная одежда рассчитывается на нормативную осевую нагрузку от транспортного средства, принимаемой равной 130 кН. Нормативное давление принято равным 0,6 МПа.

15.2.14 Значения минимальных требуемых модулей упругости типовых конструкций дорожных одежд, зависящих от суммарного минимального расчётного количества приложений расчётной нагрузки на наиболее нагруженную полосу, приведены в табл. 15.6.

Таблица 15.6 - Коэффициенты прочности дорожных одежд

Тип дорожных одежд	Категория дороги	Требуемый коэффициент прочности $K_{пр}^{тр}$ по критерию	
		упругого прогиба	сдвигоустойчивости и растяжения при изгибе
Капитальный	I	1,50	1,10
	II	1,20	1,00
	III	1,17	1,00
	IV	1,15	1,00

15.2.15 Тип битумного вяжущего для асфальтобетонного покрытия в зависимости от дорожно-климатических зон выбирается по табл. 4 Р РК 218-129.

15.2.16 Применение местных материалов, укрепленными различными вяжущими, в качестве материалов слоев дорожной одежды производится согласно п. 6.2 Р РК 218-129 и раздела 15.3 настоящих рекомендаций.

15.2.17 Расчётный модуль упругости грунта рабочего слоя насыпи на подходах к мостовым сооружениям должен составлять не менее 40 МПа.

15.2.18 В рабочем слое земляного полотна не разрешается применение пылеватых разновидностей грунтов, а также тяжёлых глин. При использовании в рабочем слое земляного полотна суглинков песчанистых и глин песчанистых во всех дорожно-климатических зонах для автомобильных дорог всех классов и категорий рекомендуется обеспечить работу дорожной одежды по 1-й расчётной схеме увлажнения за счёт мероприятий, назначаемых при проектировании земляного полотна и системы водоотведения.

15.2.19 В случае проектирования дорожных одежд на суглинках песчанистых и глинах песчанистых во 2-й или 3-й расчётных схемах увлажнения следует провести проверку типовой дорожной одежды по расчётным критериям и внести соответствующие уточнения в её конструкцию.

15.3 Предложения по использованию каменных материалов в дорожных одеждах на подходах к мостовым сооружениям

15.3.1 Каменные материалы и грунты, обработанные неорганическими вяжущими предназначены для устройства оснований дорожных одежд автомобильных дорог для всех категории автомобильных дорог и покрытий автомобильных дорог IV-V категорий со слоем износа.

15.3.2 Область применения каменных материалов и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими в соответствии с приложением А СТ РК 973.

15.3.3 Расчетные характеристики значений модуля упругости в зависимости от марки по прочности каменных материалов и грунтов в проектном возрасте, обработанных неорганическими вяжущими приведены в приложении Б СТ РК 973.

15.3.4 Технические требования к каменным материалам и грунтам, обработанным неорганическими вяжущими приведены в п.4 СТ РК 973.

15.3.5 Требования к материалам и грунтам приведены в п. 4.3 СТ РК 973.

15.3.6 Требования к вяжущим материалам приведены в п. 4.4 СТ РК 973.

15.3.7 Перечень стабилизаторов, апробированных на территории Республики Казахстан приведен в приложении ЖСТ РК 973.

15.3.8 Вода для изготовления обработанных материалов и приготовления растворов химических добавок должна соответствовать требованиям ГОСТ23732. Максимально допустимое содержание растворимых солей не должно превышать 10000 мг/л, в т.ч. ионов SO_4 - 2700 мг/л, CL - 3300 мг/л.

Допускается в пустынных районах V дорожно-климатической зоны использовать воду озер и водоемов с большим содержанием водорастворимых солей, если обеспечивается получение обработанных материалов с нормируемыми показателями качества по прочности и морозостойкости.

Для приготовления растворов стабилизаторов не допускается применение болотной и сточной воды.

Расход воды при подборе состава устанавливается из расчета получения максимальной плотности смеси при оптимальной влажности.

15.3.9 При подборе состава устанавливается необходимое количество вяжущего, обеспечивающее получение каменных материалов и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими с заданными марками по прочности и морозостойкости.

15.3.10 Технология работ с использованием укрепленных грунтов

15.3.10.1 Выбор технологии работ осуществляют с учетом категории строящейся дороги, дорожно-климатической зоны, типа грунта, вида вяжущего и добавок, а также используемых средств механизации.

В настоящее время для укрепления грунтов наиболее широко используется способ приготовления смеси из местных или привозных грунтов в стационарных или полустационарных смесительных установках с последующей транспортировкой готовой смеси к месту укладки.

15.3.10.2 Грунтосмесительные установки и однопроходные грунтосмесительные машины применяют при строительстве оснований дорог 1...3 категорий по СП РК 3.03-101.

15.3.10.3 Работы по устройству оснований из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими, проводят при температуре не ниже 5°C, а грунтов, укрепленных органическими вяжущими - не ниже 10°C. В дождливую погоду проводить работы не разрешается.

15.3.11 Все перечисленные мероприятия позволяют обеспечить эффективную работу сопряжений мостовых сооружений с насыпью.

Приложение А
(рекомендуемое)

**Технико-экономическое обоснование конструкций сопряжения
мостового сооружения с насыпью**

А.1 Общие положения

Сравниваемые конструктивные решения должны отвечать требованиям, предъявляемым к земляному полотну по условию безопасного и бесперебойного движения транспортных средств в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011), утвержденного Решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 № 827.

Технико-экономическое обоснование и эффективность усиления подходной насыпи к искусственным сооружениям, особенно в слабых грунтах можно показать на результатах сравнения технико-экономических показателей.

Для экономического анализа недостаточно проводить только сравнение затрат на возведения сооружения по традиционной схеме и по инновационной схеме, то есть с применением новых инновационных материалов и технологий. Такой анализ должен учитывать сроки окупаемости реконструкцию, а также другие факторы, определяемые современной экономической наукой.

При выборе вариантов сооружения для сравнения их технико-экономической эффективности очень важен фактор идентичности условий строительства:

- инженерно-геологические условия в районе строительства;
- наличие местных материалов;
- дальность перевозки материалов и конструкций, наличие дорог;
- возможности подрядной организации, вооруженность ее необходимой техникой и квалифицированным персоналом;
- сроки строительства;
- климатические условия в период выполнения основных технологических процессов.

А.2 Данные о соотношении технико-экономических показателей типовых проектов бетонных и армогрунтовых подпорных стен

Сравнение было произведено Центральной лабораторией транспортных коммуникаций и экологии ОАО ЦНИИС (г.Москва). Сравнение удельных стоимостей бетонных подпорных и армогрунтовых стен показано на рис. А.1.

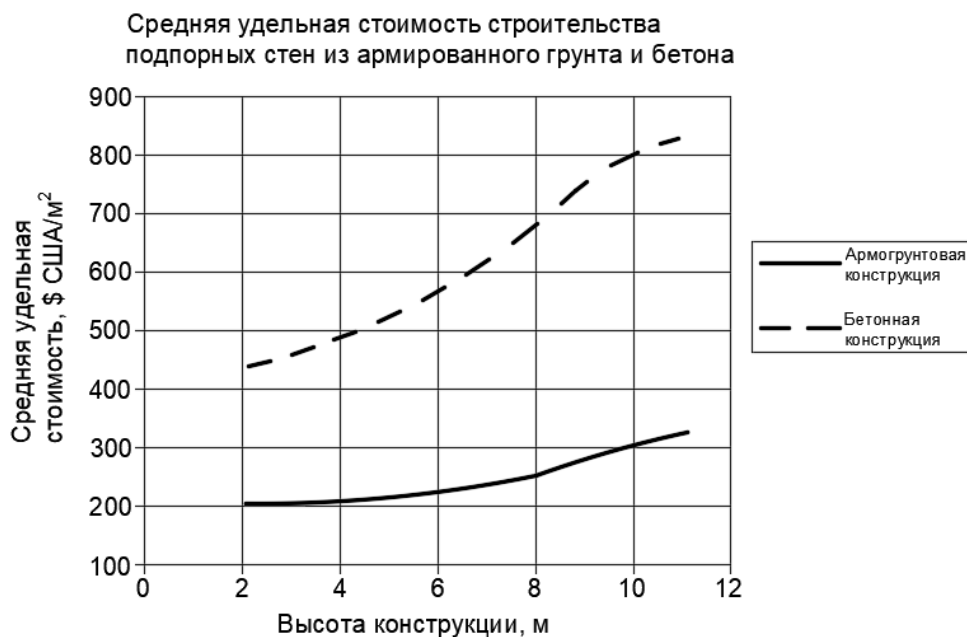


Рисунок А.1 - Средняя удельная стоимость строительства подпорных стен из армированного грунта и бетона

Как видно из этого рисунка, с увеличением высоты подпорных стен стоимость бетонных стен растёт быстрее, чем армогрунтовых конструкций.

А.3 Сопоставление стоимостей устройства сопряжения мостовых сооружений с подходной насыпью по различным конструктивным решениям.

Сравнение вариантов различных конструктивных схем произведено по стоимостным показателям. Рассмотрены 5 вариантов сопряжения мостовых сооружений с насыпью (рис. А.2).

Вариант №1 – по традиционной (по типовому проекту серии 3.503.1-96) схеме с применением обсыпных устоев.

Вариант №2 – сопряжения мостового сооружения с насыпью с использованием цементогрунта и обсыпного устоя.

Вариант №3 – сопряжения мостового сооружения с насыпью с использованием подпорной стенки уголкового типа.

Вариант №4 – сопряжения мостового сооружения с насыпью с использованием интегральных устоев.

Вариант №5 – сопряжения мостового сооружения с насыпью с использованием армогрунтовой системы (устой с отдельными функциями).

Расчеты стоимостей вариантов приведены в таблице А.1.

Как видно из табл. А.1 наиболее дешевым вариантом является вариант №4, где в сопряжениях подходной насыпи применены интегральные устои, а дорогим вариантом является сопряжение с подпорными стенками.

Если в качестве базового принять самый дешевый вариант за 100%, то сопряжения подходной насыпи к мостовым сооружениям из цементогрунта

дороже базового на 4,8 %, с армогрунтовой системой с устоями отдельными функциями – на 11,6%, по традиционной схеме с обсыпными устоями – на 11,6% и с подпорной стенкой – на 19,6% (табл. А.1).

Таблица А.1 – Экономическое сравнение различных вариантов сопряжения мостовых сооружений с насыпью

Вар.	№ п/п	Наименование	Стоимость в тенге	Примечание
1	1	Земляные работы	16 838 298	
	2	Свайные работы и устройство фундамента	6 967 937	
	3	Опора моста	3 448 223	
	4	Сопряжение моста с насыпью	17 509 690	Итого:
	5	Дорожная одежда	1 609 226	46 673 374
2	1	Земляные работы	16 838 298	
	2	Свайные работы и устройство фундамента	6 967 937	
	3	Опора моста	3 448 223	
	4	Сопряжение моста с насыпью	14 201 408	Итого:
	5	Дорожная одежда	1 609 226	43 065 093
3	1	Земляные работы	4 394 111	
	2	Опора моста	15 191 774	
	3	Сопряжение моста с насыпью	27 749 378	Итого:
	4	Дорожная одежда	1 839 116	49 174 378
4	1	Земляные работы	12 140 801	
	2	Свайные работы и устройство фундамента	16 764 139	
	4	Сопряжение моста с насыпью	10 582 098	Итого:
	5	Дорожная одежда	1609226	41 096 264
5	1	Земляные работы	312 918	
	2	Свайные работы и устройство фундамента	6 322 566	
	3	Опора моста	1 619 628	
	4	Сопряжение моста с насыпью	35 904 019	Итого:
	5	Дорожная одежда	1 724 173	45 884 461
Поперечный разрез				
ар.				

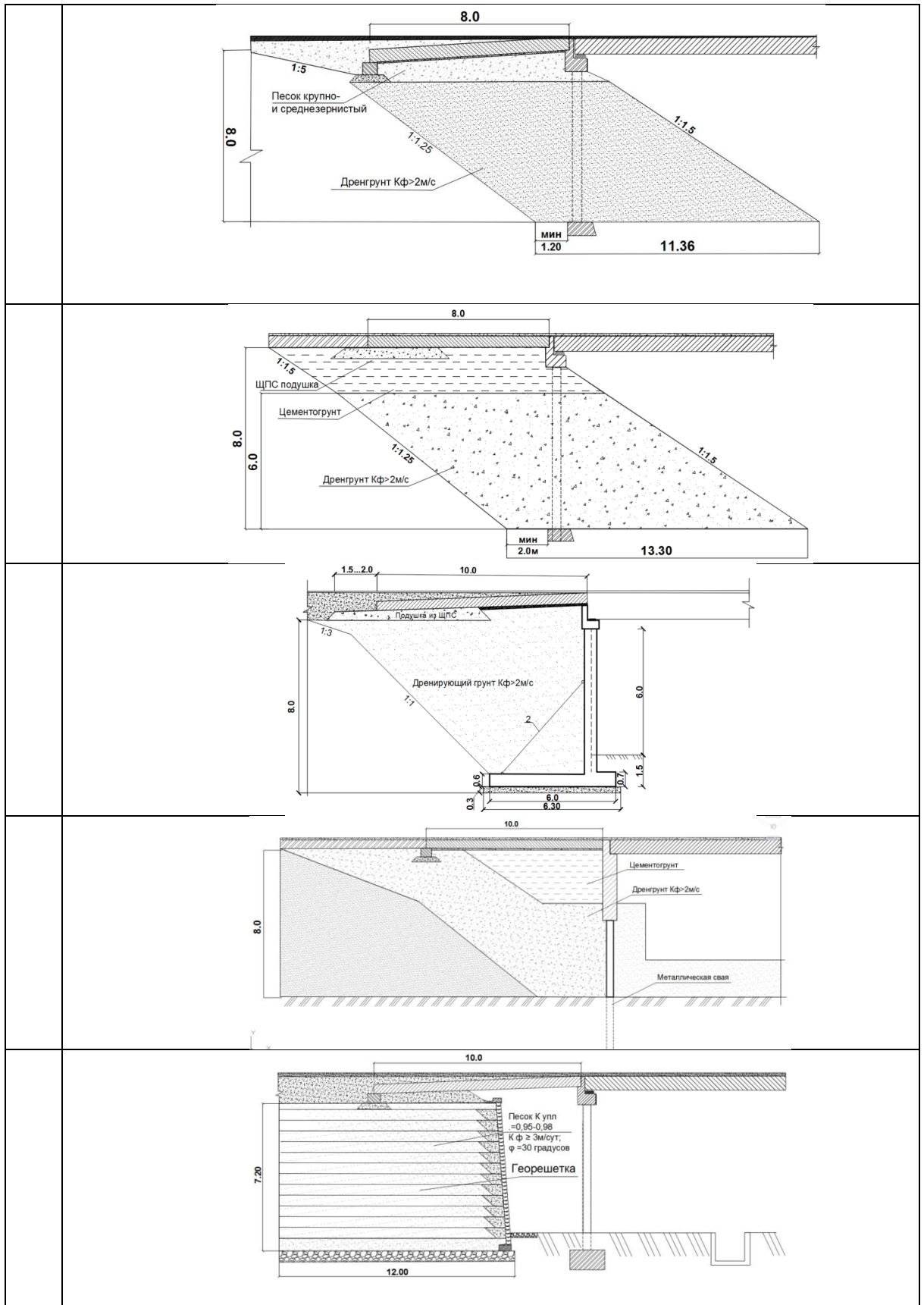
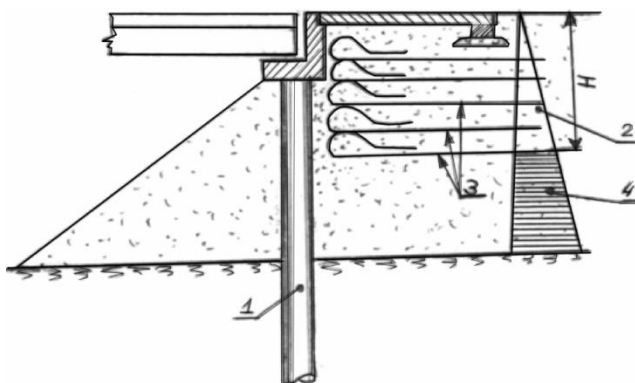


Рисунок А.2 - Варианты конструктивных решений сопряжения мостовых сооружений с насыпью

Приложение Б
(рекомендуемое)

**Примеры обустройства и механизмы разрушения
армогрунтовых систем**

Б.1. Примеры обустройства армогрунтовых систем приведены на рис. Б1...Б3.



1 – береговая опора; 2 - исключенная из расчета часть эпюры давления грунта; 3 - армирующие прослойки; 4 - оставшаяся часть эпюры давления грунта

Рисунок Б.1- Армирование конусов

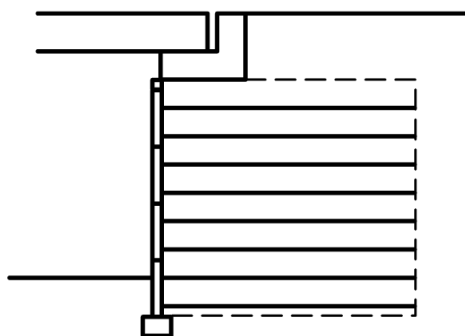


Рисунок Б.2- Устой диванного типа

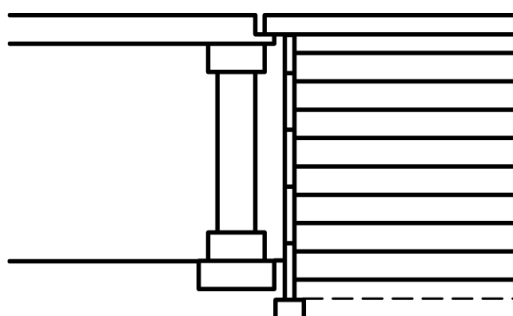
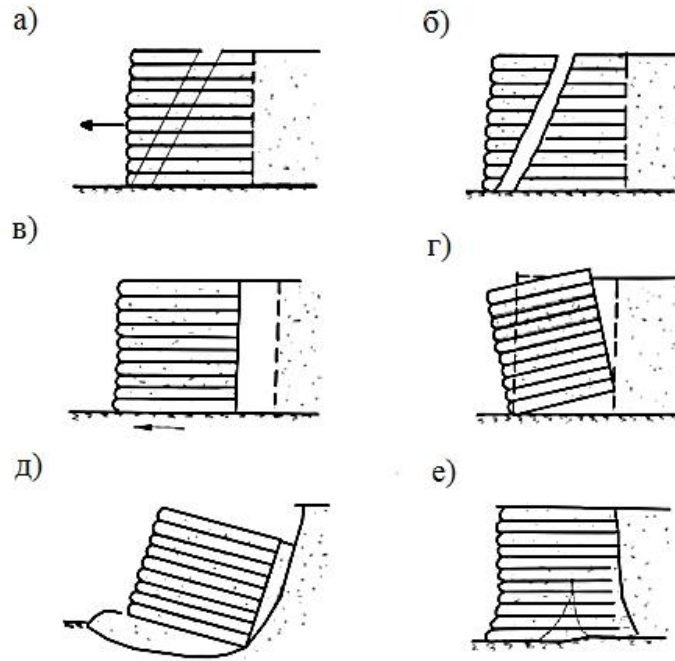


Рисунок Б.3– Устой с раздельными функциями

Б.2 Механизмы разрушения армогрунтовых систем, приводящих их в предельные состояния



а) выдергивание армирующих элементов; б) разрыв армирующих элементов; в) сдвиг по основанию; г) опрокидывание; д) сдвиг по кривой скольжения; е) потеря несущей способности основания

Рисунок Б.4- Механизмы разрушения армогрунтовых систем, приводящих их в предельные состояния

ДК 624.21.09

МКС 93.040

КПВЭД 45.21.21

Ключевые слова: искусственные сооружения, сопряжения мостовых сооружений с насыпью, геосинтетические материалы, насыпь, земляное полотно, цементогрунт, подпорная стена, грунтовый анкер, дорожная одежда, коэффициент устойчивости, укрепленный грунт

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Руководитель разработки: ведущий
научный сотрудник
АО «КаздорНИИ», д.т.н.

А.А. Шалкаров

Исполнители:

А.А. Исмаилов

К.А. Шалкар

Б.А. Кутлумуратов