

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ КӨЛІК МИНИСТРЛІГІНІҢ
АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫ КОМИТЕТІ**

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

ВЕДОМСТВОЛЫҚ НОРМАТИВ

ВЕДОМСТВЕННЫЙ НОРМАТИВ

**КӨПР ҚҰРЫЛЫСТАРЫ.
КӨПР ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ ҮЙІНДІМЕН ТҮЙІСУ АЙМАҚТАРЫ**

ҚР ВН 3.2.7-001-2025

**МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ.
ЗОНЫ СОПРЯЖЕНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ С НАСЫПЬЮ**

ВН РК 3.2.7-001-2025

Ресми басылым

Издание официальное

Астана 2025

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ КӨЛІК МИНИСТРЛІГІНІҢ
АВТОМОБИЛЬ ЖОЛДАРЫ КОМИТЕТІ**

ВЕДОМСТВОЛЫҚ НОРМАТИВ

КӨПІР ҚҰРЫЛЫСТАРЫ

Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісу аймақтары

ҚР ВН 3.2.7-001-2025

Ресми басылым

Астана 2025

Алғысөз

1 ӨЗІРЛЕДІ:

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

**2 БЕКІТІЛДІ ЖӘНЕ
ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛДІ:**

Қазақстан Республикасы Көлік Министрлігі
Автомобиль жолдары комитеті м.а. Төрағасының
2025 жылғы «12» желтоқсандағы № 127 бұйрығы

3 КЕЛІСІЛДІ:

«ҚазАвтоЖол» Ұлттық компаниясы» акционерлік
қоғамының 2025 жылғы «26» наурыздағы
№ 03-01/12-01/980-И

«Жол активтері сапасының ұлттық орталығы»
ШЖҚ РМК 2025 жылғы «3» желтоқсандағы
№ 03/761

4 АЛҒАШ РЕТ ЕНГІЗІЛДІ

*Құжат Қазақстан Нормативтік техникалық құжаттардың бірыңғай мемлекеттік
қорында (<https://new-shop.ksm.kz/egfntd/ntdgo/>), сондай-ақ «RNBase»
(<https://rnbase.qazjolgi.kz/ru/>) электронды мәліметтер базасында қол жетімді*

Осы ведомстволық норматив Қазақстан Республикасы Көлік министрлігі Автомобиль
жолдары комитетінің рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара
көшірілмейді, көбейтілмейді және таратылмайды

Мазмұны

1 Қолдану саласы	1
2 Нормативтік сілтемелер	1
3 Терминдер мен анықтамалар	3
4 Жалпы ережелер	4
Көпірдің үйіндімен түйісу тораптарының жай-күйін тексеру және бағалау әдістемесі	6
6. Гидрологиялық және инженерлік-геологиялық іздестіру материалдарына қойылатын талаптар	11
7 Конустарды үймелеуге арналған топыраққа және тақта төсенішінің шағыл тасты төсемінің негізіне қойылатын талаптар	12
8 Кіреберіс үйінділерінің тіреулермен түйісу және көпір құрылыстарының кіреберіс үйінділерімен түйісу орындарына қойылатын конструктивтік талаптар	13
8.1 Кіреберіс үйінділерінің іргелес учаскелеріне қойылатын конструктивті талаптар	13
8.2 Көпір құрылыстарының кіреберіс үйінділерімен түйісуіне қойылатын конструктивтік талаптар	15
8.3 Көпірдің үйіндімен түйісуінде қолданылатын жаңа конструктивтік шешімдер	20
9 Көпір құрылыстарына жақындағанда үйіндінің негізі мен денесінің көтергіш қабілетін жөндеу және арттыру технологиясын таңдау	25
9.1 Үйінді негізі мен денесінің топырақтарын нығайту (нығайту) әдістері	25
9.2 Кірме үйіндінің негізін нығайтуды таңдаудың техникалық-экономикалық негіздемесі	32
10. Көпір құрылыстарына кіреберістерде үйінділердің конустары мен құламаларын нығайту	40
10.1 Көпірдің автомобиль жолының үйіндісімен түйісу торабын салуға арналған материалдар мен конструкцияларға қойылатын талаптар	40
10.2 Көпір құрылыстарына кіреберістерде конустар мен құламаларды нығайтудың технологиялық процесі	43
11 Күрделі жөндеу кезінде көпір құрылысының үйіндімен түйісу торабының құрылысы	43
11.1 Түйісу торабының элементтерін бөлшектеу	43
11.2 Күрделі жөндеу кезінде көпір құрылысының түйісу торабының құрылысы	44
12 Көпірдің кірме үйінділермен түйісуін жөндеу (орташа)	45
13 Көпірдің кірме үйінділермен түйісуін күтіп-ұстау	46
14 Көпір құрылыстарына кіреберістерде үйіндінің негізі мен денесінің топырағын нығайту тәсілдерін практикалық қолдану	47
А қосымшасы (міндетті). Конустың орнықтылығын есептеу бойынша ұсынымдар	55
Б қосымшасы (міндетті). Үйінді мен оның негізінің шөгуіне байланысты өтпелі птақталар астындағы төсемдер мен шағыл тасты төсеніштердің шөгуін есептеу әдістері	60
В қосымшасы (міндетті). Өтпелі тақталарды жобалау бойынша ұсынымдар	63
Г қосымшасы (міндетті). Көпір құрылыстарына жақындау үйіндісінің көтергіш қабілетін арттыру және ақауларын жою әдістері	64
Библиография	77

1 Қолдану саласы

Осы ведомстволық нормативтік құжат жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдарында (бұдан әрі - автомобиль жолдары) орналасқан көпір құрылыстарының кіреберіс үйінділерімен түйісу конструкцияларын жобалауға қолданылады және өтпелі тақталар мен төсемдердің темірбетон конструкцияларын, өтпелі тақталардың тіреу тораптарын және жаңа, реконструкцияланған және күрделі жөндеуден өтетін көпір құрылыстарының түйісу шағыл тас төсеніштерін жобалауға жалпы талаптарды белгілейді.

Сонымен қатар, құжат жаңадан, реконструкциялаудан, күрделі жөндеуді немесе көпір құрылыстарын жөндеуді жобалау кезінде конустардың құламаларын үймелеу және нығайту, түйіспелерді орнату ережелеріне қойылатын талаптарды белгілейді.

Стандарттың талаптары кез келген климаттық жағдайларда және есептік сейсмикалығы 9 балға дейінгі аудандарда пайдалануға арналған көпір құрылыстарына қолданылады.

2 Нормативтік сілтемелер

Осы стандартта мынадай құжаттарға нормативтік сілтемелер пайдаланылды:

ҚР СТ 973-2015 Жол және әуеайлақ құрылысына арналған органикалық емес тұтқырғыштармен өңделген тас материалдар мен топырақтар. Техникалық шарттар.

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

ҚР СТ 1684-2017 Автомобиль жолдарындағы көпір құрылыстары мен су өткізгіш құбырлар. Жобалауға қойылатын жалпы талаптар.

ҚР СТ 2372-2013 Геосинтетикалық материалдар. Геотоқымалы тоқылмаған төсеніш. Техникалық шарттар.

ҚР СТ 2791-2015 Геосинтетикалық материалдар. Торлы полимерлі георешарбақтар. Техникалық шарттар.

ҚР СТ 2792-2015 Геосинтетикалық материалдар. Арматура мен тұрақтандыруға арналған жалпақ геоторлар мен геосарбақтар. Техникалық шарттар

ГОСТ 9.707-81 Коррозиядан және тозудан қорғаудың бірыңғай жүйесі. Полимерлі материалдар. Климаттық тозуға жедел сынау әдістері.

ГОСТ 12.2.010-75 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Пневматикалық қол машиналары. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

ГОСТ 12.2.013.0-91 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Электр қол машиналары. Жалпы қауіпсіздік талаптары және сынақ әдістері.

ГОСТ 7502-98 Металды өлшеу рулеткалары. Техникалық шарттар.

ГОСТ 8267-93 Құрылыс жұмыстарына арналған тығыз жыныстардан алынған шағыл тас пен қиыршық тас. Техникалық шарттар.

ГОСТ 8486-86 Қылқан жапырақты ағаш. Техникалық шарттар.

ГОСТ 8736-2014 Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Техникалық шарттар.

ГОСТ 10528-90 Нивелирлер. Жалпы техникалық шарттар.

ГОСТ 10950-2013 Қылқан жапырақты ағаш. Бетке жағу әдісімен антисептикалық өңдеу.

ГОСТ 12248-2010 Топырақтар. Беріктік пен деформация сипаттамаларын зертханалық анықтау әдістері.

ГОСТ 13015-2012 Құрылысқа арналған бетон және темірбетон бұйымдары. Жалпы техникалық талаптар. Қабылдау, таңбалау, тасымалдау және сақтау ережелері.

ГОСТ 14231-88 Карбамид-формальдегидті шайырлар. Техникалық шарттар.

ГОСТ 16436-70 Пневматикалық және электрлік қол машиналары. Терминдер мен анықтамалар.

ГОСТ 23161-2012 Топырақтар. Шөгу сипаттамаларын зертханалық анықтау әдісі.

ГОСТ 23732-2011 Бетондар мен ерітінділерге арналған су. Техникалық шарттар.

ГОСТ 23740-2016 Топырақтар. Органикалық заттардың мөлшерін анықтау әдістері.

ГОСТ 24211-2008 Бетондар мен ерітінділерге арналған қоспалар. Жалпы техникалық шарттар.

ГОСТ 25100-2020 Топырақтар. Жіктеу.

ГОСТ 25584-2016 Топырақтар. Сүзу коэффициентін зертханалық анықтау әдістері.

ГОСТ 26633-2015 Ауыр және ұсақ түйіршікті бетондар. Техникалық шарттар.

ГОСТ 27751-2014 Құрылыс конструкциялары мен негіздерінің сенімділігі. Негізгі ережелер.

ГОСТ 28013-98 Құрылыс ерітінділері. Жалпы техникалық шарттар.

ГОСТ 30412-96 Автомобиль жолдары мен әуеайлақтар. Негіздер мен жабындардың тегіссіздіктерін өлшеу әдістері.

ГОСТ 31108-2020 Жалпы құрылыс цементтері. Техникалық шарттар.

ГОСТ 31938-2022 Бетон конструкцияларын нығайтуға арналған композиттік полимерлі арматура. Жалпы техникалық шарттар.

ГОСТ 31994-2013 Жол қозғалысын ұйымдастырудың техникалық құралдары. Автомобильдерге арналған бүйірлік жол қоршаулары. Жалпы техникалық талаптар.

ГОСТ 32495-2013 Бетон мен темірбетонды ұнтақтаудың алынған шағыл тас, құм және құмды-шағыл тасты қоспалар. Техникалық шарттар.

ГОСТ 32703-2014 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Шағыл тас және қиыршық тас. Техникалық талаптар.

ГОСТ 32824-2014 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Табиғи құм. Техникалық талаптар.

ГОСТ 32868-2014 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Инженерлік-геологиялық зерттеулер жүргізуге қойылатын талаптар.

ГОСТ 32960-2014 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Нормативтік жүктемелер, жүктеменің есептік сұлбалары.

ГОСТ 33063-2014 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Жер бедері мен топырақ түрлерінің жіктелуі.

ГОСТ 33100-2014 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Автомобиль жолдарын жобалау ережелері.

ГОСТ 33178-2014 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Көпірлердің жіктелуі.

ГОСТ 33179-2014 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Көпірлер мен өтпелі жолдарды зерттеу. Жалпы талаптар.

ГОСТ 32804-2014 Іргетастарға, тіректерге және жер жұмыстарына арналған геосинтетикалық материалдар. Жалпы техникалық талаптар.

ГОСТ 33384-2015 Жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдары. Көпір құрылысын жобалау. Жалпы талаптар.

ГОСТ 34028-2016 Илем

ҚР ЕЖ 1.02-102-2014 Құрылысқа арналған инженерлік-геологиялық ізденістер

ҚР ЕЖ 1.02-105-2014 Құрылысқа арналған инженерлік зерттеулер. Негізгі ережелер.

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 3.04-107-2014 Гидротехникалық құрылыстарға (толқындық, мұздық және кемелерден) жүктемелер мен әсерлер.

ҚР ЕЖ 5.01-101-2013 Жер жұмыстары, негіздер мен іргетастар.

ҚР ЕЖ 5.01-102-2013 Ғимараттар мен құрылыстардың негіздері.

ҚР ҚН ТК 8.07-06-2017 Геосинтетикалық полимерлі ұяшықты торлармен автомобиль жолдарының жер төсемінің беткейлерін нығайту жұмыстарына арналған технологиялық карта.

3 Терминдер мен анықтамалар

Осы стандартта тиісті анықтамалары бар мынадай терминдер қолданылған:

3.1 Көтергіштік қасиеті: Шекті күйлерден асырмай құрылыс объектісінде жүзеге асырылатын максималды ықпал ету әсері.

3.2 Көпір: Өзендер немесе су кедергілері арқылы өтетін көпір құрылысы, көпір құрылысының жалпыланған атауы.

3.3 Көпір құрылысы: Табиғи немесе жасанды кедергілермен көлік жолын қиып өту кезінде орнатылатын инженерлік жол құрылысы (көпір, өтпезол, эстакада және т.б.); көбінесе «көпір» терминімен ауыстырылады.

3.4 Жолөтпесі: Бір көлік магистралін екіншісінен әртүрлі деңгейде өткізуге арналған көпір құрылысы.

3.5 Геосинтетикалық материал: Синтетикалық немесе табиғи полимерлерден, органикалық емес заттардан жасалған, топырақпен немесе басқа ортамен жанасатын, жол құрылысында қолданылатын материал.

3.6 Геоторлы материал: Геожолақтардан қалыптасатын кеңістіктік геосинтетикалық материал, олар материалдың жазықтығына қатысты перпендикуляр жазықтықтарда орналасады және бекітіледі, көлденең өлшемі қабырғалардың биіктігіне сәйкес келетін жасушалар арқылы түзіледі.

3.7 Биоматериал: Полимерлі моножіптен, талшықтардан және оның құрылымында өсімдік тұқымдары бар басқа элементтерден тұратын өткізгіш дискретті беріктелген кеңістіктік конструкция.

3.8 Рисберма: Шайылудың алдын алу үшін су басқан беткейдің табанында орналасқан тас қорғау призмасы.

3.9 Сүзілу коэффициенті: Белгілі бір сүзілетін суға қатысты топырақтың өткізгіштігінің сипаттамасы; сызықтық сүзу заңында судың бірлік қысым градиентіндегі сүзу жылдамдығына тең.

3.10 Пластикалық ауысулардың үзілуі: Сызықтық емес математикалық модельде бір ортақ түйінде іргелес элементтердің пластикалық деформацияларының әртүрлі шамаларымен көрсетілген шекті күйге жету.

3.11 Жер жамылғысының су-жылу режимі: Жер жамылғысының әртүрлі нүктелеріндегі топырақтың ылғалдылығы мен температурасының уақыт шегінде өзгеру сипаты.

3.12 Әлсіз топырақтар: Табиғи пайда болу жағдайында ығысу беріктігі 0,075 МПа-дан кем (айналмалы кесу аспаптарымен сынау кезінде) немесе 0,25 МПа жүктеме кезінде 50 мм/м-ден астам шөгу модулі (деформация модулі 5 МПа-дан төмен) болатын байланыстырылған топырақтар. Осы сынақтар болмаған кезде әлсіз топырақтарға шымтезек және шымтезектелген топырақтар, лайлар, сапропельдер, консистенция коэффициенті 0,5-тен жоғары сазды топырақтар, иолдивтік саздар, дымқыл сортаң топырақтар жатқызылуы тиіс.

3.13 Төсем: Тікбұрышты қиманың ұзартылған блогы түріндегі темірбетонды түйісу элементі, кіреберістің үйіндісі жағынан құрама темірбетон тақталарын тіреу кезінде таспалы іргетас қызметін атқарады және мұқият тығыздалған шағыл тас төсеміне төселеді.

3.14 Арматуралық топырақ негізі: Беріктілігін арттыруды және деформациялануын төмендетуді қамтамасыз ететін арматуралық элементтер орналастырылған топырақ массиві.

3.13 Үйінді конусы: Көпір құрылысының тірегіне тікелей жанасатын қиылған конус түріндегі кіреберіс үйіндісінің бөлігі.

3.14 Үйінді құламалары: Жасанды жер құрылысын шектейтін бүйірлік көлбеу беттер. Ойықтарда сыртқы және ішкі құламалар ажыратылады.

3.15 Үйінді негізі: Үйінді тұрғызуға арналған жер бетінің бөлігі, сондай-ақ үйіндіден төмен топырақтан түсетін жүктемелерді қабылдайтын үйіндіден төмен топырақ қабаты.

3.16 Цементтопырақ: Цементтен, топырақтан және судан тұратын құрылыс материалы.

4 Жалпы ережелер

4.1 Көпір құрылыстарының кірме үйіндімен түйісулерін жобалау кезінде ГОСТ 33178 (В қосымшасы) белгілеген қызмет мерзімі ішінде түйісулердің негізгі қасиеттерін қамтамасыз ететін іс-шаралар көзделуге тиіс, мысалы:

А) ГОСТ 33384 (8.2.4 және 8.2.6-тармақтар) сәйкес бойлық пішінінің рұқсат етілген сыну бұрыштарымен сипатталатын өтпенің тегістігі;

б) 8.2.7 сәйкес шкаф қабырғасы мен тіректің деформациялық жігі бар өтпелі тақтаның топсалы түйісу торабын гидроокшаулау;

в) ГОСТ 33384 сәйкес барлық түйісу конструкцияларын жер үсті суоларынан қорғау (8.7.7-тармақ).

Түйісулердің негізгі тұтынушылық қасиеттерін қамтамасыз ететін іс-шаралар сейсмикалық жүктемені қамтитын тіркесулер бойынша есептеулерді қоспағанда, ҚР СТ 1380 сәйкес жүктемелер мен әсерлердің барлық үйлесімдеріне арналған есептеулермен негізделуге тиіс, бұл ретте шекті күйлердің I тобы бойынша тек көтергіштік қабілетін қамтамасыз ету қажет.

4.2 Рұқсат етілген тұнбалардың асып кетуіне байланысты өтпе тегістігінің бұзылуы көпір құрылысының негізгі тұтынушылық қасиетінің төмендеуіне әкеледі: оның жүк көтергіштігі, себебі ол тіреу және іргелес аралық құрылым үшін динамикалық коэффициенттің жоғарылауына және тиісінше жүктеменің рұқсат етілген класының төмендеуіне әкеледі. Түйісу құрылғысы түйісу қызметінің есептік мерзімі ішінде (оның ішінде 7.5 бойынша қосымша іс-шараларды пайдалана отырып) бойлық пішіннің сынуының нормативтік бұрыштарын сақтаудың жеткілікті негіздемесі болған кезде орындалуы қажет.

4.3 Жобалау кезінде түйісулердің тұтынушылық қасиеттерін қамтамасыз ету үшін:

а) ҚР ЕЖ 3.03-112 сәйкес ұштастыра отырып, дренажда толтырғыштың топырағына нақты талаптар келтіру.

б) 6-бөлімге сәйкес құрылыс және пайдалану процесінде топырақ қасиеттерінің ықтимал өзгерістерін (дренажды толтыру және негіз) болжауды ескере отырып, өтпелі тақталардың соңындағы шөгуін анықтау үшін қажетті және жеткілікті инженерлік ізденістер деректерін пайдалана отырып, шекті күйлер бойынша түйісу конструкцияларының есептеулерін орындау;

в) көпір құрылысына кіреберіс жолдарда жер төсемінің су-жылу режимінің ерекшеліктерін ескеру және қажет болған жағдайда оған түйісу конструкцияларының тіреу аймағында топырақ массивінің батпақтануынан болатын теріс әсерді азайту үшін шаралар қолдану;

г) ГОСТ 27751 сәйкес шекті күйлердің I тобы бойынша түйіспе конструкцияларының көтергіш қабілетін 4.1, а) сәйкес жолдың тегістігі бұзылған кезде жоғары динамикалық

әсерлерді ескере отырып қамтамасыз ету.

4.4 Көпір құрылыстарының үйінділермен және үйінділер конустарымен түйісуін жобалау кезінде 4.5, 4.6 және А қосымшасына сәйкес терең ығысуға қарсы негізбен бірге конус денесінің тұрақтылығының есептік негіздемесін орындау қажет, ол үшін топырақтың беріктігі мен деформациялық қасиеттерінің есептік параметрлерінің сенімді мәндерін алу қажет.

Конустар мен үйінділердің беткейлерін нығайтуды жобалау кезінде 8.1.4 сәйкес еңістегі және тіреудегі нығайту конструкцияларының тұрақтылығын ығысу бойынша конус негізінде есептеу керек.

Кіреберіс үйіндісінің конустары А қосымшасы бойынша қабылданатын жүктемелер мен әсерлерге есептеледі.

Сейсмикалық әсерлерді есепке алғанда 6.4 сәйкес топырақ қасиеттерінің өзгеруін ескеру қажет, бұл ретте уақытша жылжымалы және сейсмикалық жүктемелердің үйлесу коэффициенттері А.9 бойынша қабылданады.

4.5 Егер жағалық тіректердің (тіреулердің) конустарын және кірме үйінділердің негіздерін есептеу кезінде сырғанау беті тіреуіштің іргетасының немесе қадалардың төменгі ұштарының астынан өтсе, онда конустар мен үйінді тіректердің негіздерінің терең ығысуға қарсы тұрақтылығы тіректердің конструкцияларымен (іргетас, тіреуіш денесі, беларқа, шкаф қабырғасы және т. б.) бірлесіп жұмыс істеуден ығысу күштерінің азаюын ескермей қамтамасыз етілуі тиіс.

4.6 Тұрақтылық қорының коэффициенті конустар мен негіздердің тұрақтылығын терең ығысуға қарсы есептеуде тұрақтылық қорының коэффициентін кемінде 1,3 қабылдау қажет.

Сырғанаудың дөңгелек цилиндрлік беттері бойынша үйіндінің тұрақтылығын есептеулерді орындау кезінде (А.1, а және А. 12, а) тұрақтылық қорының коэффициенті мақсатына қарай сенімділік коэффициентінің ГОСТ 33384 бойынша жұмыс жағдайларының коэффициентіне қатынасынан кем емес қабылданады (7.4-тармақ).

4.7 Ең қауіпті сырғанау бетін есептеу кезінде тұрақтылық қорының минималды коэффициенті 1,3-тен аз болады, оны арттыру қажет. Ол үшін келесі әрекеттерді орындау керек:

а) конустың геометриясын өзгерту (көлбеу тіктігін азайту, кемерлерді қосу және т.б.);

б) негіздің жоғарғы қабаттарының беріктік және деформациялық қасиеттерінің қажетті мәндеріне қол жеткізу (топырақты ауыстыру, ҚР ЕЖ 3.03-101 талаптарын ескере отырып, негіздің әлсіз топырағын нығайту (7.3.8-тармақ));

в) 7-бөлімнің талаптарын ескере отырып, негізгі физика-механикалық қасиеттерінің (γ_n , кН/м³ топырақтың нормативтік үлес салмағы, C_n , кПа нормативтік ілінісуі, φ_n ішкі үйкелісінің нормативтік бұрышы, градуспен) жоғары мәндері аяқталған шөгіндісі бар себілген және тығыздалған топырақты зертханалық зерттеулердің немесе статикалық зондаудың деректері бойынша дұрыс белгіленген сеппенің дренажды топырағын қолдану;

г) конустың денесінде кернеулерді қайта бөлу нәтижесінде көлбеу құрылымын күшейту мақсатында геосинтетикалық материалдардан жасалған арматуралық қабаттарды қолдану. Топырақты арматуралау ҚР СТ 2792 талаптарын ескере отырып жүргізілуі тиіс.

4.8 Конустардың беткейлерін нығайту конструкцияларының жіктелуі және олардың қолданылу саласын айқындау 4.9 - 4.13-тармақшаларына және 8.1-бөлімге сәйкес жүргізіледі.

Кіреберіс үйінділерінің конустарын нығайту үшін, әдетте, конструкциялардың келесі түрлері қолданылады:

а) монолитті темірбетон;

б) құрама бетон және темірбетон тақталары;

в) ұяшықтарды шағыл таспен (қиыршық таспен) немесе шымтезекпен толтыра отырып, торлы құрама темірбетон конструкциялары;

г) ұяшықтарды шағыл таспен (қиыршық таспен) толтыра отырып, геоторлы материалдар қолданылған жамылғы;

д) тас қалау;

е) матрац-төсеніш типіндегі габион конструкциялары;

ж) биоматериалдар қолданылған жамылғы;

и) икемді темірбетон тақталары қолданылған жамылғы;

к) икемді бетон төсеніштер;

л) нығайтулардың аралас конструкциялары.

Нығайту конструкцияларына қойылатын техникалық талаптар [2] және 8.1-бөлімге сәйкес қабылданады.

4.9 Құламалар мен конустарды нығайту конструкциясының жобалық құжаттамасын әзірлеу кезінде көлбеудің тіктігін, сең жүру жағдайларын, толқындардың әсерін және есептік су тасқыны кезінде максималды шығындарға жауап беретін жылдамдықтағы су ағынын ескере отырып, сондай-ақ сәулеттік талаптарға, құрылыстың орналасу жағдайларына, жергілікті құрылыс материалдарының болуына және т. б. негізге ала отырып таңдалады.

4.10 Әлсіз сең жүретін өзендерде (мұздың қалыңдығы 0,2 м-ден аспайтын) су басу шегінде көпір кіреберістерінің үйінділерінің конустарын нығайту үшін 4.8, а); 4.8, е); 4.8, и), 4.8, к) нығайту түрлерін қолдануға рұқсат етіледі. Бұл ретте монолитті бетонның қалыңдығы кемінде 0,12 м, құрама иілгіш тақталардың қалыңдығы кемінде 0,15 м болуы тиіс.

4.11 Мұздың қалыңдығы 0,2 м-ге тең немесе одан асатын өзендерде су тасқыны шегінде көпір құрылыстарының кіреберістерінің үйінділерінің конустарын нығайту үшін қалыңдығы 0,16 м-ден кем емес монолитті темірбетонмен (4.8, а) нығайтуды қолдану керек.

4.12 Нығайтудың жоғарғы белгісін ГОСТ 33384 талаптарына сәйкес белгілейді (8.7.7-тармақ).

4.13 Жүктемелердің, оның ішінде сейсмикалық, сондай-ақ көпір құрылыстарына кіреберіс жолдарындағы үйінділер конустары нығайту конструкцияларына толқындық және мұздық әсерлердің шамаларын ҚР ЕЖ 3.03-112, ҚР ЕЖ 3.04-107, ҚР ЕЖ 268.1325800.2016 (8.3.30-тармақ) [1] бойынша жүргізу керек.

4.14 Көпір құрылыстарына кіреберістерде үйінділер конустарын орнату кезінде үйінді негізіне судың кіруін болдырмау қажет. Кіреберістер жағынан жер үсті суының ағуы жағдайында суды жер төсемінен тыс бұруға арналған дренаждық құрылғылар көзделуі тиіс.

4.15 Кіреберіс үйінділерінің конустарын орнату туралы мәліметтер келтірілген көпір құрылысының жобалау құжаттамасының бөлімінде, оның ішінде ҚР ЕЖ 5.01-101 (4.3.4-бөлім) сәйкес қажетті ақпарат болуы тиіс.

5 Көпірдің үйіндімен түйісу тораптарының жай-күйін тексеру және бағалау әдістемесі

Көпірдің жер жамылғысының үйіндісімен түйісу тораптарының жай күйін тексеру және бағалау жөніндегі жұмыстар екі кезеңде жүргізіледі:

- алдын ала - ақауларды анықтау, оларды бағалау, жіктеу, пайда болу себептерін анықтау және жөндеу қажеттілігі туралы мәселені шешу мақсатында;

- егжей-тегжейлі - түйісу торабын жөндеу бойынша сындарлы-технологиялық шешім қабылдау үшін.

Алдын ала тексеруді күзде ең көп жауын-шашын кезінде жүргізу ұсынылады, бұл кезде жер жамылғысы мен жол төсемелерінің деформацияларынан басқа, жер үсті дренажы

қиын учаскелерді жиектер мен жабындарға бөліп, құрылысқа ағызылатын жол учаскелерінің ұзындығын нақтылауға болады.

Алдын ала тексеру мыналарды қамтиды:

- құрылысқа арналған техникалық құжаттаманы зерделеу және бағалау, көпірдің (түйісу торабының) салыну жылын, пайдалану кезеңінде жүргізілген жөндеу жұмыстарының түрі мен уақытын анықтау;

- атқарушылық құжаттама бойынша түйісу элементтерінің негізгі параметрлерін нақтылаумен анықтау, атап айтқанда:

- түйісу торабының жалпы сипаттамасы (көпір өткелінің бойлық бейінінің сипаты; тіректің артындағы үйіндінің биіктігі; тіректің типі мен негізгі параметрлері; түйісу торабының конструкциясы);

- дренажды науалардың болуы және түрі;

- үйінді деформациясын бағалау;

- жол төсемесінің деформацияларының сипаттамасы;

- үйінді аймағында 0,1 (10%) асатын су тасқыны (нөсер) суларының, жер асты суларының деңгейі;

- іргетастың топырақ-геологиялық құрылымы;

- түйісу түйінінің аймағында үйінді үшін қолданылатын топырақ түрі.

Жер жамылғысының деформацияларының түрі мен типі мынадай көрсеткіштер бойынша көзбен бағаланады: жалпы және жергілікті шөгулер; конустардың, беткейлердің және оларды нығайтулардың деформациялары; судың тоқырауымен тереңдетулер; ойықтар мен жарықтар; жолдың үстіндегі жол жиектерінің көтерілуі; еңістердің және олардың нығайтуларының шайылуы, ағуы және құлауы; су бұру және су төгу науаларының деформациялары.

Жол төсемелерінің деформациясы микропішінді келесі белгілердің біріне сәйкес сипаттайды: шөгулер жоқ, тегіс шөгулер әлсіз немесе айқын көрінеді, пандус тәрізді микропішін. Сонымен қатар, төсемде тегістеу (жөндеу) қабаты болған кезде оның жол төсемімен түйісу сипаты көрсетіледі (бір жазықтықта, қысқа пандус, жапсырма).

Алдын ала тексеру нәтижелерін талдау негізінде мыналар анықталады:

- іргетастың артындағы топырақты ылғалдандырудың ықтимал көздері және ылғалдандыру үшін түйісу түйінінің түрі;

- өтпелі тақталардың ұзындығының (егер бар болса) жергілікті жағдайларға сәйкестігі (ҚР ЕЖ 5.9.2 3.03-112 талаптары);

- кіреберіс үйіндісінің тұнбасының толу дәрежесі, олардың алдағы шамасы мен ұзақтығы;

- жөндеу қажеттілігі.

Алдын ала тексерудің нәтижелері бойынша үйінді ылғалдандырудың ықтимал көздері туралы қорытынды жасалады.

Жер үсті суларымен ылғалдануды судың тоқырауы бар ойпаттар, сондай-ақ жамылғыдағы жарықшақтар, сынықтар мен шұңқырлар болған кезде ескеру қажет.

Жол жиегі бойындағы құрылысқа ылғалдың түсуін құрылысқа қарай бойлық еңістің шамасы жол жиектерінің көлденең еңісінен асатын жағдайларда ескеру қажет. Жол төсемесінің дренажды қабаттары бойынша түйісу торабына ылғалдың түсуі бойлық еңісі кемінде 20 % болған кезде назарға алынады.

Осы мәліметтерге сүйене отырып, олар келесі сыныптамаға сүйене отырып, ылғалдану түйінінің түрін сипаттайды:

- жолдардың көлденең немесе дөңес бойлық пішіндерінде орналасқан, тасқын сулардың төсеніш астындағы құм қабаты табанының деңгейі 0,1 (10%) - I тип;

- жолдың бойлық бейінінің ойыс учаскесінде немесе бірінші жағдайдағыдай тасқын сулармен су басу ықтималдығы жоғары еңіс учаскеде орналасқан - II тип.

Көпір көлбеу жол учаскесінде орналасқан кезде, жоғарғы жағындағы түйісу торабы II типке, ал төменгі жағы I типке жатады.

Егер топырақ негіздің құм қабатының табанынан жоғары болса, жер асты немесе жайылма сулары 0,1 (10%) ықтималдығына қарағанда жиі су астында қалса, көпірлердің түйісу түйіндері III типке жатады.

Үйіндінің биіктігі, ені мен топырағы туралы мәліметтер негізінде, осы топырақтардың төгілу және тығыздалу сипаты мен уақыты, сондай-ақ негіз топырақтары туралы мәліметтер негізінде жалпы шөгудің өршуінің маңызды факторлары ажыратылады және аяқталу дәрежесі мен алдағы шамасы және ұзақтығы туралы қорытынды жасалады.

Көп жағдайда негіздің тығыздалуына байланысты жалпы шөгу аяқталады: құмды және құмды сазды топырақтарда 3 жылдан көп емес; саздақтарда - 3-5 жыл; сазды топырақтарда - 5-10 жыл. Максималды уақыт ылғалды және қатты ылғалданған топыраққа сәйкес келеді.

Үйінділердің шөгінділерінің ұзақтығы оның топырақтарының тығыздалуына байланысты, әдетте, екі жыл пайдаланумен шектеледі.

Іргетас пен түйісу торабының конструктивті шешімі бойынша мыналар белгіленеді:

- аралық құрылымның консольдік бөлігінің дірілдеуіне, шкаф қабырғасының болмауына байланысты конустардың жоғарғы бөлігін бұзу мүмкіндігі;
- артқы қабырғалары бар массивті тіректермен үйіндіден ылғалдың ағып кету сипаты;
- өтпелі тақталарды тірекке тіреу әдісі, егер олар қазіргі уақытта жоқ болса.

Егжей-тегжейлі зерттеулерді көктемде үйінді топырақтарының ең көп ылғалдануы кезінде жүргізу ұсынылады. Бұл ретте көпірге кіру және одан шығу жолақтары бойынша жүру бөлігінің учаскелері жеке тексеріледі.

Егжей-тегжейлі тексеру кезінде шешілетін негізгі міндеттер:

- жер төсемінің жай-күйін, кіреберіс учаскелеріндегі жамылғының тегістігін бағалау;
- автомобильдердің жол төсемелеріне динамикалық әсерінің төмендеуін анықтау;
- жөндеу жұмыстарының түрін таңдау;
- түйісу торабы элементтерінің деформацияларын жою бойынша жөндеу жұмыстарының көлемін анықтау;
- жөндеу бойынша орындалған іс-шаралардың экономикалық тиімділігін белгілеу.

Ұңғымаларды немесе шурфтарды төсеу және алынған топырақ сынамаларын сынау арқылы іргетастың топырақ сеппесінің жай-күйін бағалау жүргізіледі. Ұңғымалар немесе шурфтар кіреберіс үйіндісінің биіктігіне тең, бірақ 8 м аспайтын көпірден қашықтықтағы жолдың шетіне төселеді, топырақ сынамаларын алу тереңдігі I-кестенің деректеріне сәйкес белгіленеді.

1-кесте - Түйісу тораптарын егжей-тегжейлі зерттеу кезінде топырақты іріктеудің максималды тереңдігі

Тіреудің артындағы үйінді топырағының типі	Жол-климаттық аймақтар	Ұңғыманың тереңдігі, м
Құмайт:		
- жеңіл	IV	1,7
- шаңды	III-IV	1,8
Саздақ, саз	III-IV	2,0

Топырақ сынамалары жол төсемесінің түбіне сәйкес келетін тереңдіктен, топырақтың барлық түрлеріне сәйкес, біркелкі құрылымда - 0,5 м сайын алынады. Далада әр сынама үшін табиғи ылғалдылық пен тығыздық анықталады, зертханада бірдей сипаттамалар, бірақ стандартты тығыздау кезінде, сондай-ақ ілінісу шамасы, ішкі үйкеліс бұрышы және

серпімділік модулі, сұйықтық шекарасындағы ылғалдылық немесе толық ылғал сыйымдылығы (құмдар үшін), ылғал өткізгіштік коэффициенті (құмдар үшін - сүзу коэффициенті) анықталады.

Алынған мәліметтер негізінде көктемгі кезеңде ұңғыманың немесе шурфтың бүкіл тереңдігіне топырақ $K_{\phi} \geq 4$ м/тәул. сүзу коэффициенті, ішкі үйкеліс бұрышы 40° -тан аспайтын және 2-кестеде келтірілген мәндерден артық емес орташа салыстырмалы құм болып табылатын осы көпір өтпесі үшін үйінді топырақтарының ылғалдылығы мен беріктік параметрлерінің оңтайлы деңгейлерге сәйкестігі туралы қорытынды жасалады, ылғалдылық.

2-кесте - Тіреудің артындағы топырақтың салыстырмалы ылғалдылығының максималды рұқсат етілген мәндері

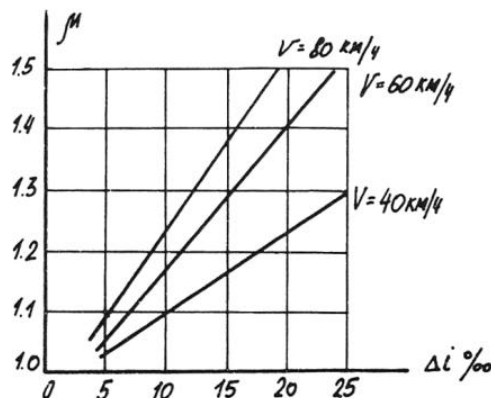
Жол-климаттық аймақ	Құм негізінің сүзу коэффициенті, K_{ϕ} , м/тәул	Кіреберістегі жер жамылғысының бойлық еңісі, %	Есептік кезеңдегі максималды салыстырмалы ылғалдылық (көктемде)
III	≥ 2	0	0,70
		40	0,68
		80	0,65
	≥ 4	0	0,72
		40	0,70
		80	0,66
IV	≥ 2	0	0,74
		40	0,69
		80	0,66
	≥ 4	0	0,71
		40	0,69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

Жүру бөлігінің тегістігі оң жақ жолақта орналасқан (көпірден кіреберісте және шығуда жамылғының шетінен 1 - 1,5 м), 1,0 м нүктелер арасындағы қадаммен, учаскеде (ұзындығы кемінде 10 м) айқын деформациялары бар жарма бойынша жамылғыны нивелирлеу жолымен бағаланады.

Микропішін күрт сынған жерлерде қосымша нүктелер (пандустың шеткі нүктелері, тегістеу қабатының ескі жамылғымен түйісуі және т.б.) болады.

Алынған микропішін бойынша 2-кестенің деректерімен реттелетін жол берілмейтін жамылғы тегістігі бар учаскелердің ұзындығы белгіленеді.

Автомобильдердің жол төсемесіне динамикалық әсер ету дәрежесі 1-суреттегі және 3-кестедегі графиктің көмегімен микропішіннің сыну бұрыштарының шамасы бойынша белгіленеді.

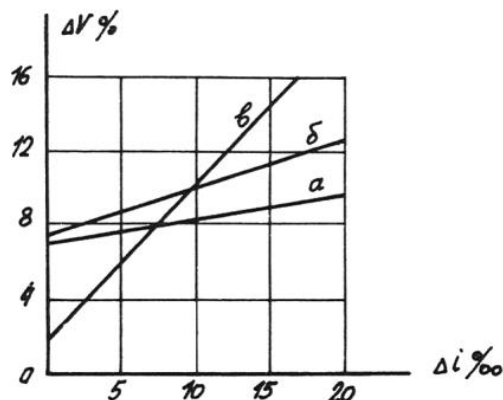


1-сурет - Көлік құралдарының (автомобильдің) динамикалық коэффициентінің микропешиннің сыну бұрышына тәуелділігі

3-кесте - Тегіссіздіктің рұқсат етілген сыну бұрыштары

Есепті қозғалыс жылдамдығы, км/сағ	Тегіссіздіктің рұқсат етілген сыну бұрышы, ‰
100-150	сәйкесінше 7,0-ден 5,0-ке дейін
80	8,0
70	9,0
60	9,5
40	14,0

Орындалған жөндеу жұмыстарының экономикалық тиімділігі 2-суреттегі графиктерге сәйкес жөндеу жүргізілгенге дейін және одан кейін автомобильдердің қозғалыс жылдамдығының төмендеу шамасы бойынша бағаланады.



а - жүк; б - жеңіл; в - автобустар

2-сурет - Көпірдің үйіндімен түйісуі кезінде автомобиль жылдамдығының төмендеуіне қатысты шаманың жамылғы тегістігіне тәуелділігі

6. Гидрологиялық және инженерлік-геологиялық іздестіру материалдарына қойылатын талаптар

6.1 Көпір құрылыстарын іздестіруге қойылатын жалпы талаптарды ГОСТ 33179 және ҚР ЕЖ 1.02-105 бойынша қабылдау керек.

6.2 Уақыт пен кеңістіктегі геологиялық ортаның жай-күйінің өзгеру болжамын жасау ГОСТ 32868 және ҚР ЕЖ 1.02-102 талаптарына сәйкес жүргізіледі.

6.3 Инженерлік іздестіру нәтижелері құрылыс алаңының инженерлік-геологиялық жағдайларының және құрылыс және пайдалану процесінде топырақтың (оның ішінде үйінді) қасиеттерінің ықтимал өзгерістерін болжауды ескере отырып, конус денесінің (дренажды толтыру) және негіз топырақтарының шекті жай-күйлер бойынша көтергіш қабілетін есептеу үшін қажетті және жеткілікті деректерді қамтуы тиіс. Конус денесінің үйінді топырағы бойынша бір мәнді және дәйекті деректер болмаған кезде 7-бөлімнің және А қосымшасының нұсқауларына сәйкес ең нашар (көтергіштік қабілеті қорларының ең аз мәндерін қамтамасыз ететін) физика-механикалық сипаттамаларды қабылдауға жол беріледі.

Инженерлік іздестірулердің тиісті нәтижелерінсіз немесе олар жеткіліксіз болған кезде немесе жеткілікті есептік негіздемесіз жобалауға жол берілмейді.

6.4 Сейсмикалық әсер ету кезінде топырақ қасиеттерінің өзгеруін ЕЖ 268.1325800.2016 (8.3.20-тармақ) [1] сәйкес ескеру қажет.

6.5 Түйісулерді жобалау үшін ең алдымен негіз топырақтарының санаты анықталады: әлсіз деформацияланатын (ГОСТ 25100, В.5-кесте), деформацияланатын (ГОСТ 25100 бойынша қатты және орташа деформацияланатындарға қатысты, В.5-кесте) немесе әлсіз (6.5.1-сәйкес).

6.5.1 Әлсіздерге белсенді аймақ шегінде қуаты кемінде 0,5 м әлсіз топырақ қабаттары бар негіздер жатады.

Әлсіз топырақтардағы түйісулерді жобалау кезінде инженерлік-геологиялық зерттеулердің құрамын [2] көрсетілген ережелерге сәйкес қабылдау ұсынылады (2-бөлімді қараңыз).

6.5.2 Белсенді аймақтың шегінде топырақтың барлық қабаттары әлсіз деформацияланатын негіздер әлсіз деформацияланатындарға жатады.

6.5.3 Деформацияланатындарға белсенді аймақ шегінде қуаты кемінде 0,5 м деформацияланатын топырақ қабаттары бар негіздер жатады.

6.5.4 Инженерлік-геологиялық зерттеулер негіздің белсенді аймағының қуатынан асатын тереңдікте жүргізіледі.

6.6 Инженерлік-геологиялық және инженерлік-геотехникалық зерттеулердің нәтижелері жабынды іргетас ретінде есептеу үшін қажетті, олар 6.7 және 6.8 сәйкес келуі керек.

6.7 Негіздердің топырақтарын жіктеу ГОСТ 25100 сәйкес жүргізілуі керек.

6.8 Ұсақ іргетастардың табанындағы негіздердің есептік кедергісін есептеу үшін қажетті топырақтың физика-механикалық сипаттамаларының мәндері ҚР ЕЖ 5.01-102 және осы ВН қосымшасының талаптарына сәйкес айқындалуы тиіс.

6.9 Егер кіреберіс үйінділері денесінде жер асты сулары болса, олардың орналасу астындағы шағыл тас төсемінің түбіне қатысты қауіпсіз тереңдігі және судың есептік деңгейі [3] бойынша анықталады.

7 Конустарды үймелеуге арналған топыраққа және тақта төсенішінің шағыл тасты төсемінің негізіне қойылатын талаптар

7.1 Конустар топырақтарына қойылатын талаптар 7.3, 7.6-7.8 және 8.1-тармақтарға,

сондай-ақ осы ВН-ның А қосымшасына сәйкес қабылдануы тиіс.

7.2 Үйіндіні және түйісу астындағы дренажда сеппесін орнату жұмыстарын жүргізу кезінде техникалық талаптарды ҚР ЕЖ 5.01-102 бойынша қабылдау керек (4.3.4-тармақты қараңыз).

7.3 Кіреберіс үйінділерінің конустарын үймелеу үшін қолданылатын топырақтар ГОСТ 33100 көрсетілген жобалау ережелеріне сәйкес олардың беріктігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етуі тиіс (7.20-тармақты қараңыз). Әдетте, конустарды үймелеу шеткі тіректердің артындағы көпір құрылысына (дренажды толтыру) кіреберістерде үйіндінің бір бөлігін үймелеу үшін қолданылатын материалдарға ұқсас, тығыздау және сүзу параметрлері ұқсас материалдардан жүзеге асырылады.

7.4 Төсеніштің шағыл тасты төсемінің астындағы топырақты тығыздау кезінде, оның ішінде топыраққа тапталған қалыңдығы 50 мм төсемнің төменгі қабатын тығыздау кезінде қойылатын талаптарды ЕЖ 45.13330.2017 [4] бойынша қабылдау керек (Н қосымшасын қараңыз).

7.5 Көпір құрылысына кіреберістегі үйінділер тығыздау коэффициенті автомобиль жолының үйіндісінен төмен емес қабаттарға тығыздалуы тиіс. Түйісулерді жобалау кезінде үйінді негізінің шөгуін (әсіресе негіздің әлсіз топырақтарында маңызды) және жоспарлы түрде салынған үйінділердегі құмды үйінді топырақтың өздігінен тығыздалу ұзақтығы 0,5-1 жылды құрайтындығын ескеру қажет (ЕЖ 22.13330.2016, 6.9-кесте) [5]. Шөгу аяқталғаннан кейін және қажет болған жағдайда оны толтырғаннан кейін кіреберістердің үйіндісімен жұптастыруды ұйымдастырған жөн. Әлсіз негіздегі кіреберіс үйінділері үшін ҚР ЕЖ 3.03-101 көрсетілген талаптарды қамтамасыз ету қажет (7.3.8-тармақты қараңыз).

ҚР СТ 1684-2017 сәйкес шеткі тіректердің артқы бетінен 10 м қашықтықта көпірлер мен жол өтпелеріне кіреберістердің жер төсемінің ені көпір құрылысының енінен әр жағынан кемінде 0,5 м артық болуы керек. Үлкейтілген еннен қалыптыға өту ұзындығы кемінде 20 м болуы керек.

Негіздің және төгілген топырақтың шөгу (шоғырлану) процесі аяқталғаннан кейін түйістіру құрылысын орнату мүмкіндігі болмаған жағдайларда деформацияланатын немесе әлсіз топырақтары бар негіздерде, сондай-ақ биіктігі 8 м-ден асатын үйінділер негіздерінің барлық түрлері үшін үйіндінің шөгуі аяқталғаннан кейін жолдың тегістігін қамтамасыз ететін есептеулермен негізделген іс-шараларды жүргізу ұсынылады:

а) үйіндіні топырақ қабатымен уақытша тиеу әдісін пайдалана отырып, шөгудің үдеуі, оның қалыңдығы белгіленген уақытта ҚР ЕЖ 3.03-101 көрсетілген мәндерден аспайтын негіздің шөгу мөлшеріне қол жеткізу шартынан есептеледі (7.3.8-тармақты, 1-ескертпені қараңыз). Бұл әдісті қолданған кезде негіздің тұрақтылығына қосымша тексеру жүргізу қажет;

б) түйісуді соңының деңгейінде шыңы бар және $2H_{\text{нас}}$ мөлшеріндегі үйіндіге қарай еңістігі бар құрылыс көтергішімен түйісу құрылысы, мұндағы $H_{\text{нас}}$ - 8.2.3 сәйкес үйіндінің биіктігі. Құрылысты көтерудің ординаты 7.5, а) бойынша шөгудің рұқсат етілген ең жоғары мәніне тең қабылданады;

в) үйіндінің шөгуі аяқталғаннан кейін және өтпе тегістігіне қойылатын талап бойынша рұқсат етілгеннен асатын түйісу шөгіндісі болған кезде (4.1, а) түйісу конструкцияларын бөлшектеуге, қажет болған жағдайда үйіндіні (дренажды толтыруды) төгуге және толық нығыздауға және өтпелі тақталарды тығыздалған негізге қайта салуға жол беріледі;

г) негіз топырақтарын шоғырландыру және (немесе) нығайту процестерін жеделдетуге бағытталған өзге де негізделген іс-шаралар.

7.5, а) және 7.5, б) іс-шараларын қадалы негіздерде немесе әлсіз деформацияланатын топырақтарда табиғи негізде іргетастармен іргелес жатқан түйісулер үшін қолдануға рұқсат етіледі (олардың түйісудің қарама-қарсы ұшына қатысты шөгудің болмауы болжалғанда). Диван түріндегі немесе деформацияланатын топырақтардағы табиғи негіздегі тіректер үшін

бұл шаралар ұсынылмайды.

Өтпе тегістігін сақтау жөніндегі іс-шараға 7.5, в) 8.2.2 б) бойынша құрама тақталар үшін қолдануға рұқсат етіледі соңғы учаскені монолиттеусіз жол беріледі.

7.6 Карьердегі құмды топырақтың сүзілу коэффициентін бағалау кезінде әр 500 м³ сайын кемінде 3 сынама және әрбір 500 м³ сайын әлсіз құмды топырақтар үшін кемінде 10 сынама алу керек. Сүзілу коэффициентін анықтау ГОСТ 25584 бойынша жүргізілуі керек (4.5-тармақты қараңыз).

7.7 Шекті күйлер топтары бойынша көтергіштік қабілетін есептеулерді орындау үшін қажетті конустарды үймелеу топырағының негізгі физика-механикалық қасиеттері топырақтың нормативтік үлес салмағы γ_n , кН/м³, нормативтік ілінісу C_n , кПа, ішкі үйкелістің нормативтік бұрышы φ_n , градуспен, топырақтың деформация модулі E , МПа болып табылады. Көрсетілген сипаттамалар жанама түрде анықталатын барлық жағдайларда (зертханалық зерттеулер немесе шөгу аяқталған үймеленген конустың топырағын статикалық зондтау деректері болмаған кезде), сусымалы дренажды топырақтың нормативтік ілінісуін $C_n = 0$ деп қабылдау керек.

ҚР СТ 1684 7.7.6-тармағына сәйкес конустар мен үйінділердің шеткі тіректерінің артына үймелеу (дренажды толтыру) сүзу коэффициенті бар топырақтан күніне кемінде 2 м/тәул. тығыздағаннан кейін орындалуы керек.

Топырақтың табиғи бетінің деңгейіндегі дренажды толтырудың мөлшері тіректің артқы бетінен есептегенде кемінде 2 м болуы керек және 1:1-ден тік емес еңіспен автомобиль жолының жер төсемімен түйісуі керек. Қолданыстағы жер жамылғысымен түйіскен кезде тіреулер ұйымдастырылуы керек.

Дренажды толтырғыштың топырағы 0,98-ден төмен емес коэффициентке дейін тығыздалуы керек.

7.8 Дренажды толтыру құрылғысы үшін жеткізілетін құмның әрбір партиясында ГОСТ 8736 (5.13-тармақ) немесе ГОСТ 32824 (7.7-тармақты қараңыз) сәйкес сапа туралы құжат болуы тиіс.

8 Кіреберіс үйінділерінің тіреулермен түйісу және көпір құрылыстарының кіреберіс үйінділерімен түйісу орындарына қойылатын конструктивтік талаптар

8.1 Кіреберіс үйінділерінің тіреулермен түйісу орындарына қойылатын конструктивті талаптар

8.1.1 Кіреберіс үйінділерінің тіреклерге түйісу орындарына қойылатын негізгі талаптарды ГОСТ 33384 бойынша қабылдау керек (8.7.4, 8.7.6-тармақтарды қараңыз).

8.1.2 (1) формулаға сәйкес (4.7, г) сәйкес арматуралық қабаттары жоқ конустар үшін шартты орындау кезінде кіреберіс үйінділері конустары құламаларының тіктігін тұрақтылық есебімен (негізді тексерумен) айқындау керек:

$$1: m \leq \operatorname{tg} \varphi_n, \quad (1)$$

мұнда 1:m – құламаның тіктігі (құлама бұрышының көлденеңге қарай тангенсі);

φ_n - конус денесінің дренажды толтырғышының ішкі үйкеліс бұрышының нормативтік мәні, градуспен.

Конустардың құламалары ГОСТ 33384 көрсетілгеннен тік емес еңістерге ие болуы тиіс (8.7.4 тармағын қараңыз).

8.1.3 Нығайтулардың барлық түрлерін су деңгейі өзгерген және атмосфералық жауын-шашын енген кезде топырақтың ұсақ бөлшектерін шайып кетуден қорғалатын беттің

сақталуын қамтамасыз ететін дайындалған тегістелген негізге салу қажет. Нығайту конструкциясын тікелей нығайтылатын бетке төсеуге жол берілмейді.

Нығайтуға арналған негіздің конструкциялары қалыңдығы кемінде 0,1 м етіп 70 мм дейінгі фракциялардағы шағыл тастардан, геосинтетикалық су өткізгіш немесе аралас материалдардан орындалады. Шағыл тасты дайындау қабаты, әдетте, конустарды шағыл тасты немесе ірі құмды топырақтармен үймелеу кезінде қолданылады. Су өткізгіш геосинтетикалық материал, әдетте, шаңды немесе сазды бөлшектері көп ірі немесе ірілігі орташа құмды топырақтардан конустарды үймелеу кезінде қолданылады (ГОСТ 32824 (7-кесте қараңыз) немесе ГОСТ 8736 (4-кесте қараңыз) жіктемесіне сәйкес максималды рұқсат етілген мәндерге жақын). Қалыңдығы кемінде 0,1 м шағыл тасты дайындау төселетін геосинтетикалық су өткізгіш материал қабаты түріндегі аралас негізді ұсақ немесе шаңды құмды топырақтардан конустарды үймелеу кезінде қолдану керек (тығыздалған күйде дренажды топырақтың қажетті сүзілу коэффициенті қамтамасыз етілген жағдайда).

Дайындық қабаттары мен нығайтқыш құрылымның арасына геосинтетикалық материалдарды төсеу кезінде шағыл тастар мен блоктарды төсеу кезінде зақымданудың алдын алу үшін қорғаныс қабатын (мысалы, геотоқыма немесе құм себу) қамтамасыз ету қажет.

Қолданылатын геосинтетикалық материалдарда материалдардың негізгі қасиеттері көрсетілген ілеспе құжаттар (паспорт, ерекшелігі және т.б.) болуы керек: созылу беріктігінің шегі; созылу кезіндегі деформацияның (серпімділіктің) шартты модулі; жыртылу кезіндегі салыстырмалы ұзару; сүзілу коэффициенті; агрессивті әсерлерге төзімділік; топырақпен жанасу кезіндегі ығысуға төзімділік және т.б.

Конустарды нығайтуға арналған негіздердің конструкцияларында ГОСТ 32824 бойынша өте ұсақ, жіңішке және өте жіңішке құмдарды және ГОСТ 33063 бойынша ұсақ біртекті құмдарды қолдануға тыйым салынады. ГОСТ 32495 бойынша шағыл тасты қолдануға рұқсат етіледі.

8.1.4 Нығайту негізінде құламадағы нығайтудың тұрақтылығын қамтамасыз етуге және конустың табанын су шаюдан, шайылудан немесе эрозияның өршуінен төмен түсуден қорғауға арналған тіреу конструкциялары көзделеді. Тірек конструкциясын топыраққа тереңдету кемінде 0,5 м етіп қабылдайды (су шаю, шайылу немесе эрозияның өршуінен төмен түсу болған кезде - олардың ең төменгі есептік деңгейінен кемінде 0,5 м болады. Бұл ретте, конус дренажды емес топырақтарда орналасқан жағдайда, суды тоқтау аймағынан бұруды және оны үймелеуді қамтамасыз ету қажет).

Су басатын аумақтары бар учаскелерде конус орналасқан жағдайда жер асты және жер үсті суларын нығайту негізінен бұру үшін дренаждық құрылғыларды (желілік дренаж, тік дренаждық ұңғымалар, тесіктелген дренаждық құбырлар) көздеу қажет.

Тұрақты құрылымдар түрінде орындалады:

- құрама темірбетон немесе монолитті бетон блоктары;
- тас қалаулары;
- қорапты габиондар.

Тірек конструкциясының түрі мен өлшемдерін таңдау ығысу бойынша құламадағы нығайту конструкциясының тұрақтылығын есептеу арқылы негізделуі керек, бұл ретте қор коэффициенті 4.6-да көрсетілгеннен кем болмауы тиіс, ал құлама бетіндегі нығайту конструкциясының үйкеліс коэффициенттері f және ығысу жазықтығындағы негіз бойынша тоқтау қабылдануы тиіс:

- құламаның байланыссыз топырағы бойынша өтпелі ұяшықтары бар геосинтетикалық материал (геотор, геошарбақ): $f = 0,9 \times tg \varphi_n$;
- құламаның байланыссыз топырағы бойынша беті тегіс бар геосинтетикалық материал (геомембрана, геожолак, геоқабыршық): $f = 0,45 \times tg \varphi_m$;
- құмды топырақ бойынша бетон: $f = 0,3$;

- құмды-қиыршық тасты дайындық бойынша бетон: $f = 0,4$;
- шағыл тасты дайындық бойынша бетон: $f = 0,5$;
- бетон бойынша бетон: $f = 0,55$;
- топырақ бойынша тас қалауы: $f = 0,6$;
- тас қалауы бойынша тас қалауы: $f = 0,85$.

Мұнда η - конус денесінің дренажды толтырғышының ішкі үйкеліс бұрышының болжамды мәні, градуспен.

8.1.5 Құрастырмалы және монолитті нығайту конструкцияларында ГОСТ 26633 бойынша ауыр немесе ұсақ түйіршікті бетон қолданылуы керек, қысу беріктігі сыныбы ҚР ЕЖ 3.03-112 (22-кесте), су өткізбеушілігі бойынша маркасы W6-дан төмен емес қабылданады. Аязға төзімділік маркасы климаттық жағдайларға және су басу жағдайларына байланысты ҚР ЕЖ 3.03-112 (23-кесте) бойынша қабылданады.

8.1.6 Нығайтудың құрастырмалы және монолитті конструкцияларында ГОСТ 34028-2016 бойынша А240 және (немесе) А400 сыныптарындағы арматураны қолдану қажет. ГОСТ 31938 бойынша композиттік полимерлі арматураны қолдануға рұқсат етіледі.

8.1.7 Торлы конструкциялар мен геоторлы материалдарды, тас қалауын және торлы матрацтарды толтыруға, сондай-ақ негіздерді нығайтуға және тірек призмаға (беларқаға) шағыл тасты дайындауға арналған тас материалда ГОСТ 8267 немесе ГОСТ 32703 (мұздату және еріту сынақтарының нәтижелері бойынша) бойынша аязға төзімділік маркасы болуы тиіс:

- су баспайтын аймақтар үшін F50-ден кем емес;
- су басатын аймақтар үшін F100 кем емес;
- тірек призма (беларқа) үшін F200-ден кем емес.

Тас материалдары ГОСТ 8267 беріктікке немесе ГОСТ 32703 бойынша 600-ден төмен емес маркаға ие болуы тиіс.

8.1.8 Бөлу немесе эрозиямен күресу функцияларын орындау мақсатында конустарды нығайту конструкцияларында қолданылатын геосинтетикалық материалдар ҚР СТ 2791, ҚР СТ 2792 және ҚР ҚН ТК 8.07-06 сәйкес қабылданады.

8.1.9 Сейсмикалық белсенділігі жоғары аудандарда немесе маусымдық қату мен еруге бейім учаскелерде конструкцияның тұрақтылығын арттыру үшін геосинтетикалық материалдар мен ендірілген элементтерді пайдалануды қоса алғанда, бекініс конустарын нығайту бойынша қосымша іс-шараларды көздеу ұсынылады.

8.2 Көпір құрылыстарының кіреберіс үйінділерімен түйісуіне қойылатын конструктивтік талаптар

8.2.1 Кіреберіс үйінділерінің тіреулерге түйісу орындарының негізгі параметрлеріне қойылатын талаптарды ГОСТ 33384 (8.7-кіші бөлім) бойынша қабылдау керек.

8.2.2 Өтпелі тақталар жолдың және тротуарлардың бүкіл енінде қарастырылуы керек:

- а) монолитті темірбетоннан (бүкіл ені бойынша біріңғай тақта);
- б) құрама темірбетоннан (әдетте, блоктардың жабынға тірелу орындарында бүкіл ені бойынша соңғы учаскелерді монолиттеу).

Тақтаның қалыңдығын (қиманың биіктігін) есептеу бойынша, бірақ оның ұзындығының кемінде 1/20 бөлігін монолитті және құрама (бүкіл ұзындығы бойынша іргелес тақталармен көлденең бірігумен) орындауда және, әдетте, оның құрама орындаудағы ұзындығының кемінде 1/16 бөлігін (іргелес тақталармен көлденең бірігусіз) қабылдау керек.

8.2.3 Табиғи немесе қадалы негіздегі тіректері бар көпір құрылыстарының өтпелі тақталарының ұзындығын үйіндінің биіктігіне, негіз топырақтары мен жол санатына байланысты ГОСТ 33384 (6-кесте) көрсетілген мәндерден кем емес етіп тағайындау керек.

Бұл жағдайда үйіндінің биіктігін өтпелі тақталар соңының деңгейінде жолдың осі мен топырақтың табиғи бетінің (тігінен) белгілерінің айырмашылығы ретінде қабылдау қажет.

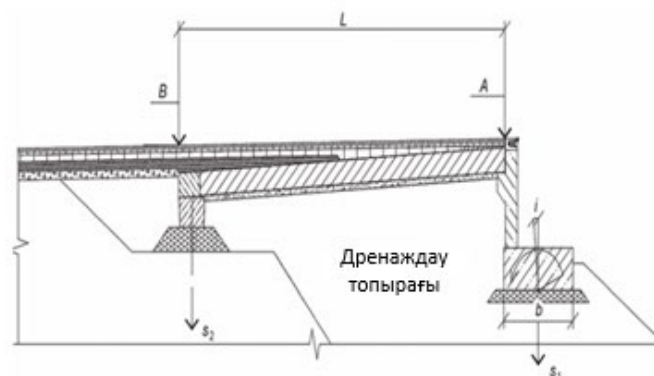
8.2.4 Тікелей үйіндіге (ГОСТ 33178 сәйкес, 5.13-кестеге сәйкес), сондай-ақ консольдық көпірлерге (ГОСТ 33178, 3.26-тармақ) сүйенетін диван типіндегі тіректері бар құрылыстарда өтпелі тақталардың ұзындығы кемінде 4 м болып тағайындалады, бұл ретте қабылданған өтпе пішінін сақтау міндетті (өтпелі тақта ұштарының шөгінділерінің айырмашылығы бойлық пішінде қосымша сыну бұрыштарының пайда болуын туғызбауы тиіс, бұл түйісетін аралықтың жүру бөлігінің бойлық еңістерінің айырмашылығынан және түйісуден 2‰ артық болмауы тиіс). Қосымша сыну бұрыштарын есептеу қағидаты 3-суретте көрсетілген (барлық құрылымдық элементтер шартты түрде көрсетілген).

1-суретте көрсетілген конструкция үшін бойлық еңістердің айырмашылығы $\Delta i_{\text{доп}}$ (2) формула бойынша анықталады. Кез келген конструкция үшін абсолютті шама $\Delta i_{\text{доп}} \ 2‰$ аспауы керек:

$$\Delta i_{\text{доп}} = \left| \frac{(\Delta B - \Delta A)}{L} \right| = \left| \frac{s_2 - (s_1 + \frac{2i}{b})}{L} \right| \leq 0,002 \quad (2)$$

мұнда ΔB - шөгу салдарынан ктүйісудің соңындағы белгінің өзгеруі;

ΔA - шөгу салдарынан түйісу баяындағы белгінің өзгеруі және мен диван типіндегі тіреу іргетасының қисаюы.



L – түйісу ұзындығы (өтпелі тақтаның шеттері бойынша), м;

A, B - өтпелі тақтаның басында және соңында (шеттері бойынша) жамылғы белгілері, м; s_1 - диван типті тіреу табанының шөгуі, м; i – диван типіндегі тіреудің қисаюы, рад. (жебе бойымен, үйіндіге қарай оң мән); s_2 - өтпелі тақта соңының шөгуі, м; b - диван типіндегі тіреудің ені, м

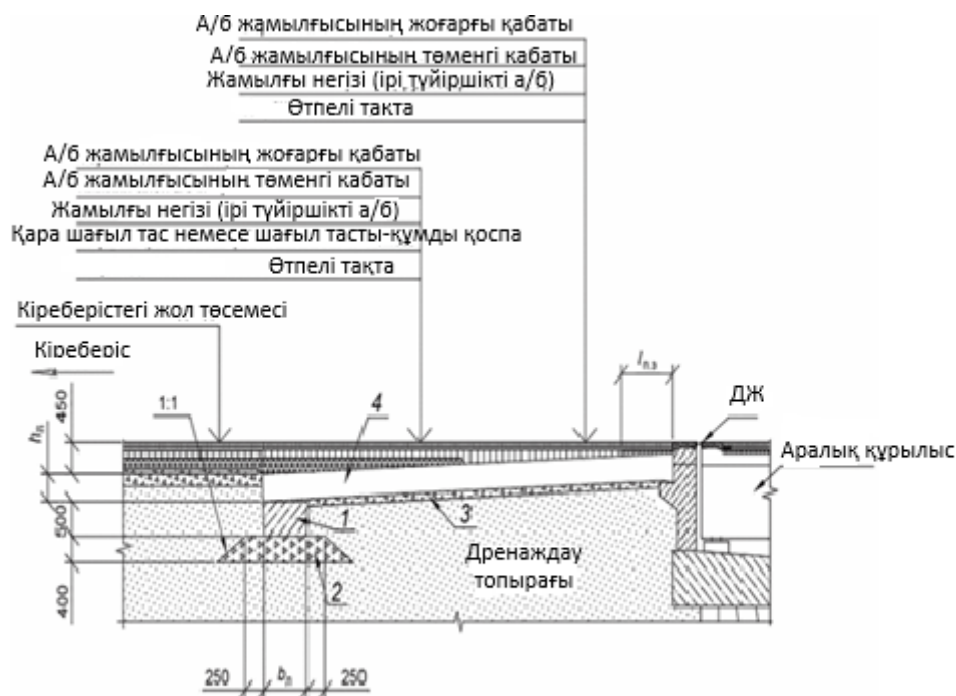
3-сурет - Өтпелі тақта ұштарының шөгінділерінің айырмашылығынан қосымша сыну бұрышын анықтауға арналған сұлба

8.2.5 Кіреберіс үйінділерінің қорымдық тіректермен түйісуі жартылай тереңдетілген түрде орындалады (өтпелі тақтаның шкаф қабырғасынан түйісу соңына қарай көлбеуімен). Түйісу элементтерінің конструктивті нұсқалары 4-суретке, 5-суретке және 6-суретке сәйкес қабылдануы керек, оларды өтпелі тақталардың тіреуішімен де, олардың шағыл тасты төсеміне тірелуімен де қолдануға болады (көпір құрылымы орналасқан жол санатына

сәйкес жол төсемесінің қабаттары шартты түрде көрсетілген және көпір құрылымы орналасқан жол санатына сәйкес барлық элементтерді бір-бірімен және кіреберістегі жол төсемесінің конструкциясымен байланыстыра отырып жобалануы керек):

8.2.6 5-суретте және 6-суретте көрсетілген конструкция нұсқалары тек монолитті өтпелі тақталар үшін қолданылады.

8.2.7 5 және 6-суреттерде (А және Б тораптары) көрсетілген шкаф қабырғасындағы өтпелі тақтаның тіреу конструкциясының нұсқалары анықтамалық түрде келтірілген және өтпелі тақтаның топсалы тіреуін және тіреу торабының гидрооқшаулауын қамтамасыз ететін өзге де негізделген конструктивтік шешімдерді қолдануға шектеу қоймайды. Деформациялық жік тіректің үстінде орналасқан кезде, өтпелі тақтаның шкаф қабырғасына тіреуі топсалы - қозғалмайтын, ал тіректің үстіндегі температуралық - бөлінбейтін кірістіруі бар нұсқаларда - топсалы-қозғалмалы болуы керек.



1 – есеп бойынша анықталатын ені $b_{л}$ төсем (А қосымшасы);

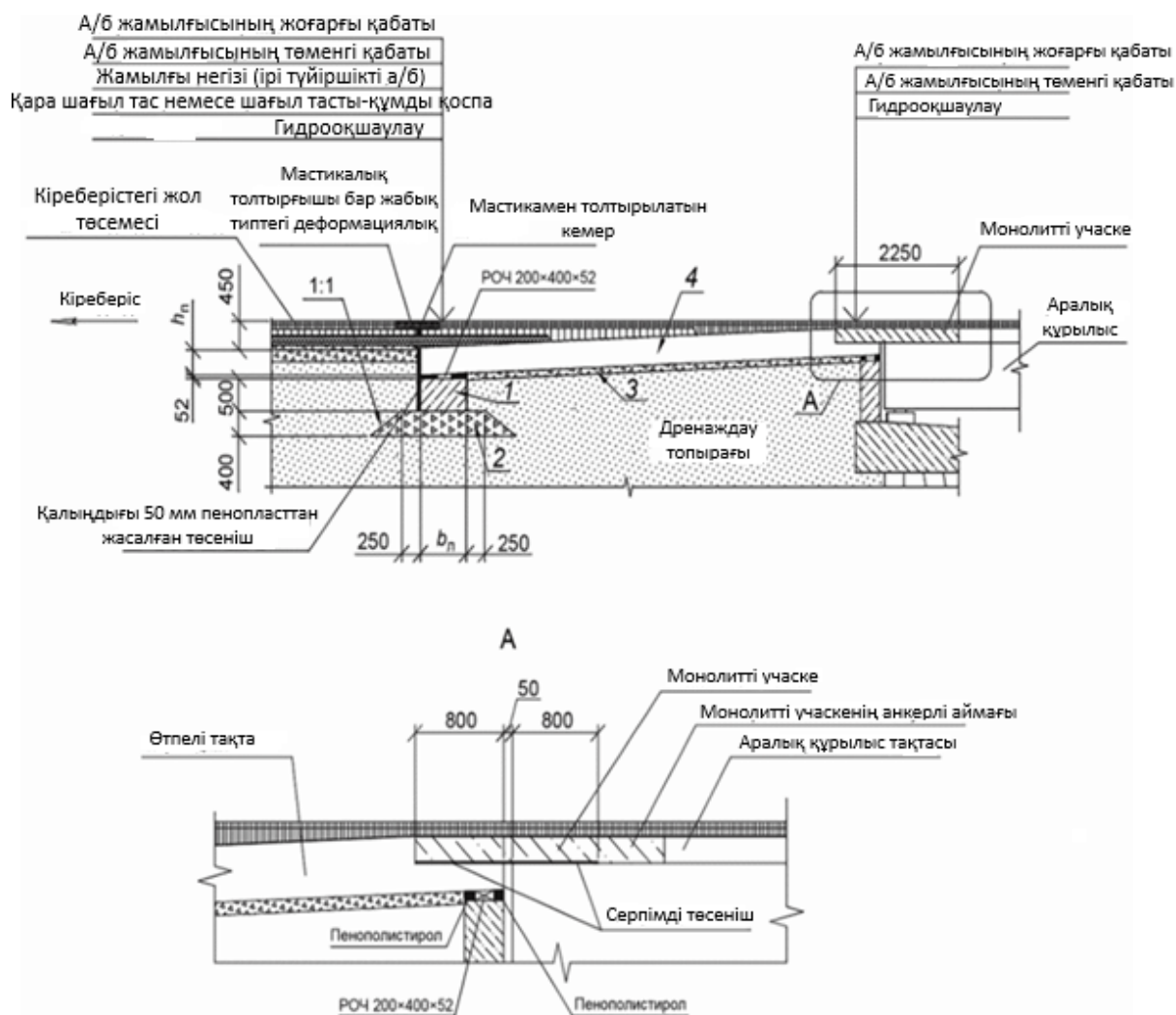
2 – үстіңгі ені $b_{л} + 500$ мм, қалыңдығы 400 мм (қалыңдығы 50 мм төменгі қабат топыраққа тығыздалады), бүйірлік қырлары 1:1 төсем астындағы шағыл тасты төсеме;

3 - 100 мм өтпелі тақта астындағы шағыл тасты дайындық;

4 - 8.2.2 сәйкес қалыңдығы $h_{п}$ өтпелі тақта;

ДЖ – деформациялық жік; $l_{п.з.}$ - жол бетінің қаттылығын жол төсемесіне сәйкес келетін көрсеткіштерден ДЖ конструкциялық элементтерінің қаттылығына сәйкес келетін көрсеткіштерге дейін біркелкі арттыру мақсатында ДЖ конструкциясы мен жол төсемесіне байланысты ұйымдастырылатын өтпелі аймақ

4-сурет – Төсемге және тіреу үстінде деформациялық жігі бар шкаф қабырғаның шығыңқы бөлігімен тірелетін түйісу конструкциясының жалпы сұлбасы



1 - есеп бойынша анықталатын ені $b_{д}$ төсем (А қосымшасы);

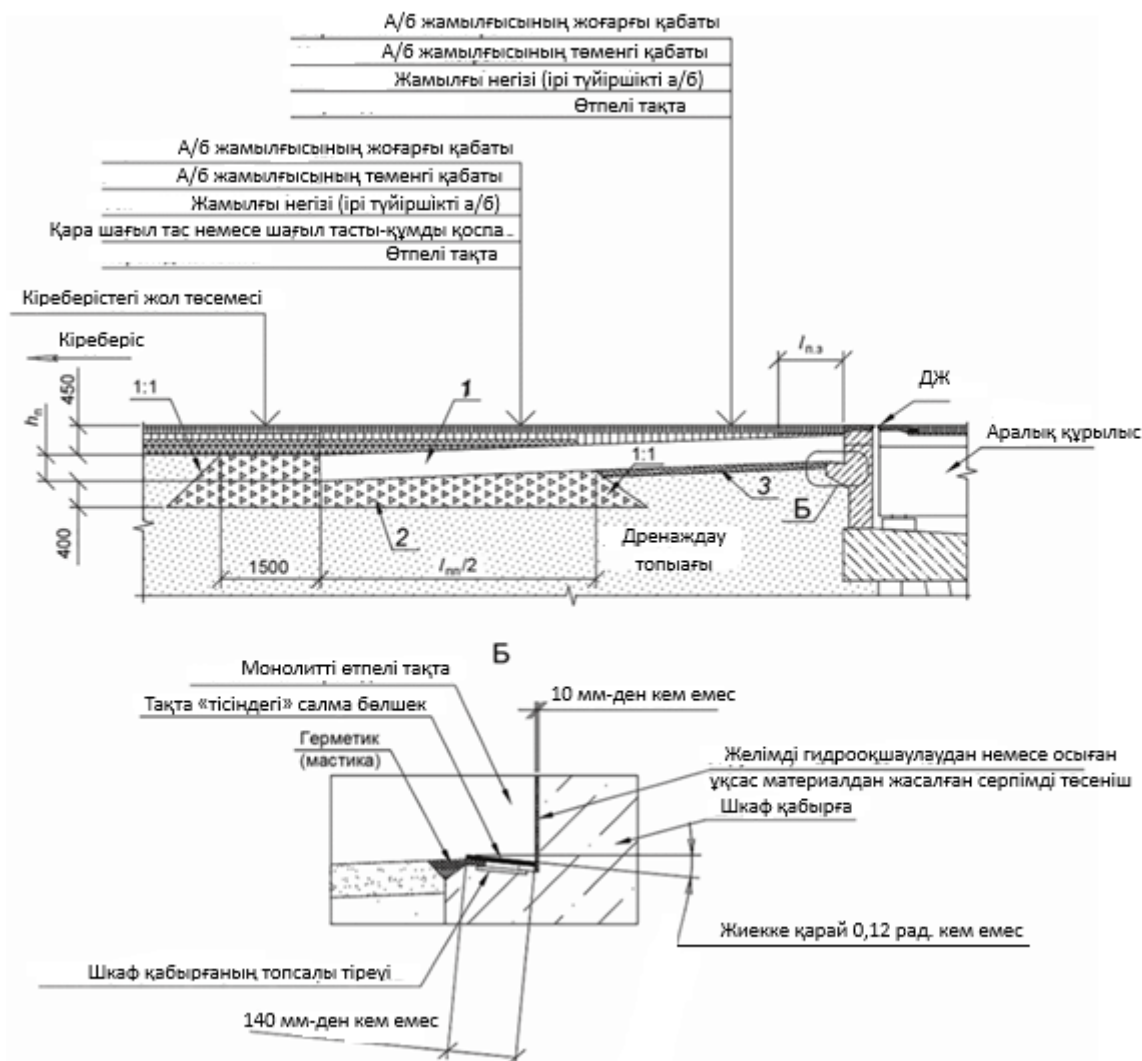
2 – үстіңгі ені $b_{д} + 500$ мм, қалыңдығы 400 мм (қалыңдығы 50 мм төменгі қабат топыраққа тығыздалады), бүйірлік қырлары 1:1 төсем астындағы шағыл тасты төсеме;

3 - 100 мм өтпелі тақта астындағы шағыл тасты дайындық;

4 - 8.2.2 сәйкес қалыңдығы $h_{п}$ өтпелі тақта;

А топрабы- тіреудегі температуралық-кесілмейтін салғы конструкциясы

5-сурет – Түйісу соңында деформациялық жігі және түйіспе үстінде температуралық-кесілмейтін салғысы бар төсемге және шкаф қабырғасының үстіне топсалы-жылжымалы тірелетін түйісу конструкциясының жалпы сұлбасы



l - монолитная переходная плита толщиной h_p согласно 8.2.2; 2 - щебеночная подушка на половине длины переходной плиты, толщиной не менее 400 мм под концом плиты (нижний слой толщиной 50 мм втрамбовывается в грунт), с уклоном боковых граней 1:1; 3 - щебеночная подготовка под переходные плиты толщиной 100 мм; $l_{пп}$ - длина переходной плиты; $l_{п.з.}$ - ДЖ конструкциясына байланысты ұйымдастырылатын өтпе бетінің қаттылығын бірқалыпты арттыру мақсатында ДЖ конструкциясы мен жол төсемесінен ДЖ конструктивтік элементтерінің қаттылығына сәйкес келетін өтпелі аймақ

6-сурет – Тіреу үстінде деформациялық жігі бар шағыл тасты дайындыққа және шкаф қабырғасының торабына тірелетін түйісу конструкциясының жалпы сұлбасы

8.2.8 Шағыл тасты төсеніш (2) ГОСТ 8267 бойынша 40-70 фракциядағы шағыл тастан дренажды топыраққа немесе қату тереңдігінен төмен үйінділердің топырағына сүйене отырып сына қағу әдісі бойынша орналастырылады. Төсеніштің қалыңдығы, әдетте, кем дегенде 400 мм қабылдануы керек. Үйінді негізінің топырақтары әлсіз болғанда 6-бөлімде көрсетілген өлшемшарттар, өтпелі тақтаның төсеніштерін 4.1, а) бойынша міндетті түрде шөгуді есептік негіздеу және бірқалыптылық шарттарын қамтамасыз ете отырып, арматуралық топырақ негізіне орнату қажет.

8.2.9 Үйінді жағынан өтпелі тақталардың соңында жол төсемінің жалпы қалыңдығы (жамылғының жоғарғы жағынан темірбетон тақтасының жоғарғы жағына дейін), әдетте,

өтпелі тақтаның ұзындығына қарамастан 450 мм құрайды.

8.2.10 Темірбетон төсемінің қимасының биіктігін 500 мм қабылдау керек, ал $b_{л}$ қимасының ені В қосымшасының ұсынымдарына сәйкес есептеу арқылы анықтау керек.

8.2.11 Шкаф қабырғасына іргелес өтпелі тақталар учаскесінде (тіреудің үстінде деформациялық жігі бар конструкциялардың нұсқалары үшін) жол төсемесінде қажет болған жағдайда жол төсемесіне сәйкес келетін көрсеткіштерден ДЖ құрылымдық элементтерінің қаттылығына сәйкес келетін көрсеткіштерге дейін өтпе бетінің қаттылығын біркелкі арттыру мақсатында өтпелі аймақ (аралық құрылым жағынан өтпелі аймаққа ұқсас) орналастырылады.

8.2.12 Жер асты суларының деңгейі жоғары немесе маусымдық су басуға бейім аймақтарда құрылымнан ылғалды тиімді бұруды қамтамасыз ететін геокомпозиттік материалдарды қолдана отырып, өтпелі тақтаның астында қосымша су бұру дренажын көздеу қажет.»

8.2.13 Құрама және монолитті түйісу конструкцияларының бетоны ауыр - ГОСТ 26633 бойынша, қысу беріктігінің сыныбы В30-дан төмен емес, су өткізбеушілік маркасы W6-дан төмен емес, аязға төзімділік маркасы - F2300.

8.2.14 Түйісу конструкциялары элементтерінің арматурасы - А240, А400 - ГОСТ 34028 бойынша.

8.2.15 Шағыл тасты дайындамаға арналған тас материалда ГОСТ 8267 бойынша аязға төзімділік маркасына ие болуы керек:

- өтпелі тақталар астында дайындау үшін кемінде F50;
- шағыл тасты төсеніш үшін F200 кем емес.

Беріктігі бойынша шағыл тастың, оның ішінде шөгінді және метаморфты жыныстардан алынған шағыл тастың маркасы ГОСТ 8267 бойынша 800-ден төмен емес, суға қаныққан күйінде.

8.2.16 Өтпелі тақталар мен төсемдердің беттері ҚР ЕЖ 3.03-112 (7.6.15.1 - 7.6.15.5-тармақтар) нұсқауларына сәйкес бетонның қорғалатын беттеріне судың енуіне кедергі келтіретін жағармай окшаулағышымен қорғалуы тиіс.

8.3 Көпірдің үйінділермен түйісулерінде қолданылатын жаңа конструктивті шешімдер

8.3.1 Көпірдің цементтопырақ үйіндісімен түйісу конструкциялары

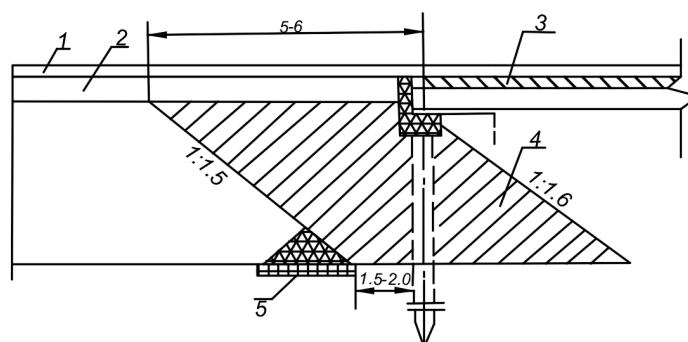
8.3.1.1 Конструкцияның айрықша ерекшелігі жағалау тіректерінің кіреберістері мен конустарында цемент топырағын толтырғыш ретінде пайдалану болып табылады.

7 және 8-суреттерде үйінді биіктігі 3 м-ге дейін және 3 м-ден асатын көпір құрылыстарына кіре берістегі жер төсемінің конструкциялары келтірілген.

8.3.1.2 Әдіс құрылыс алаңының тығыздығына байланысты топырақты мұқият тығыздау мүмкін болмаған кезде, яғни топырақтың беріктігі мен аязға төзімділігін арттыруға мүмкіндік беретін топырақтың ұсынылған құрамына цемент қосқанда қолданылады.

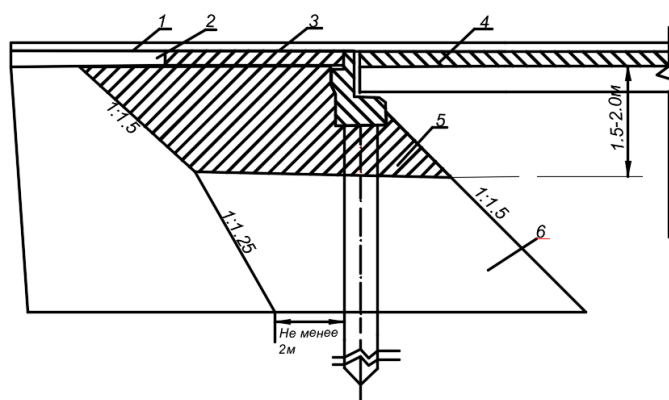
8.3.1.3 Әдіс келесіндей мүмкіндіктер береді:

- топырақтың тығыздалмауына байланысты түйісу орындарында үйіндінің деформациясын болдырмауға;
- қолданылатын топырақ номенклатурасын кеңейту. Дренаждаудан басқа, цементпен нығайтуға жарамды кез-келген топырақты қолдануға болатындай;
- жол төсемін төсегенге дейін жер төсеміне төтеп беру уақытын қысқарту;



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

7-сурет - Үйінді биіктігі 3 м-ге дейін цемент топырағынан тұрғызылған көпір мен конустарға кіреберістердегі жер төсемінің конструкциясы



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

8-сурет - Үйінді биіктігі 3 м-ден жоғары цемент топырағынан тұрғызылған көпір мен конустарға кіреберістердегі жер төсемінің конструкциясы

- кейбір жағдайларда түйісулер мен конустар орындарында үйінді беткейлерін нығайту жөніндегі жұмыстардан бас тарту керек.

8.3.1.4 Жасанды құрылыстармен түйісетін жерлерде және конустарды орнату кезінде жер төсемін салу кезінде топырақты нығайту үшін қажетті цемент мөлшері топырақтың түрін және оның ықтимал тығыздалу дәрежесін ескере отырып жасалған 4-кестеде көрсетілген.

8.3.1.5 Үйіндінің биіктігі жасанды құрылыспен түйіскен кезде құрылысқа іргелес үйінділердің учаскелері және көпірлердің (өтпелі жолдардың) конустары ұсынылатын құрамның цемент топырағынан толық биіктікке дейін тұрғызылады (2-сурет).

8.3.1.6 Үйінді учаскелерінің үстіңгі жағындағы түйісулердегі ұзындығы кемінде 5 - 6 м, ал төменгі жағында - кемінде 1,5... 2 м болуы тиіс.

8.3.1.7 Цемент топырағынан салынған жер төсемі көпірлермен (өтпелі жолдармен) түйісетін жерлердегі өтпелі тақталар екі жағдайда ғана орналастырылады:

- 1) кіреберістерде цементбетон жамылғысы болған кезде;
- 2) негізде жоғары сығылатын топырақ үйіндісі болған кезде.

4-кесте – Цементтің ұсынылатын мөлшері

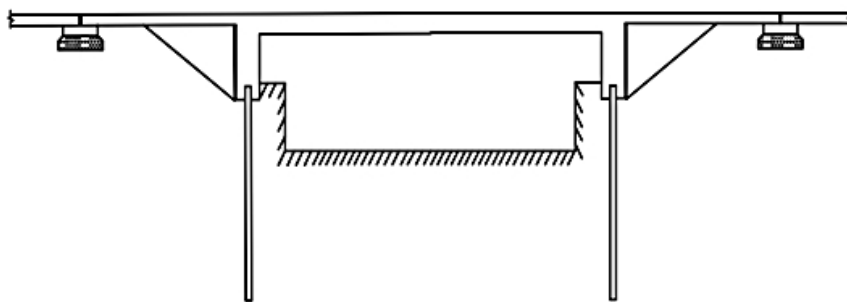
Топырақ	Цементтің ұсынылатын мөлшері, %, тығыздалу коэффициентінде K		
	0,95	0,90	0,85
Ұсақ бір өлшемді құмдар	4 - 5	6 - 7	7 - 8
Шаң тәрізді қамдар және саздақтар	3 - 4	5 - 6	6 - 7
Құмайттар	2 - 3	3 - 5	6 - 7

8.3.1.8 Жасанды құрылыспен түйіскен үйіндінің биіктігі 3 м-ден артық болған кезде құрылысқа іргелес үйінділердің учаскелері және көпірлердің (өтпезолдардың) конустары ұсынылатын құрамның цемент топырақтарынан үйіндінің жоғарғы бөлігінде ғана (1,5...2 м) орналастырылады, ал үйіндінің төменгі бөлігі тығыздау коэффициенті кемінде 0,95 дренажды топырақтардан үймеленеді (3-сурет).

8.3.2 Көпір құрылыстарының интегралды (жартылай интегралды) тіректері бар үйіндімен түйісу конструкциялары.

8.3.2.1 Шетелдік тәжірибеде шағын және орта ұзындықтағы көпірлер мен өтпезолдарды салу кезінде құрылыстардың интегралдық схемалары өткен ғасырдың 70-жылдарынан бастап енгізілуде.

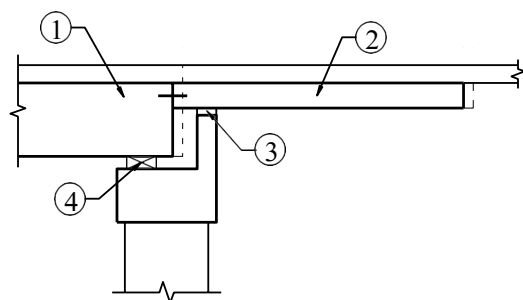
8.3.2.2 9-суретте интегралды және жартылай интегралды тіректері бар көпірдің конструктивті сұлбасы келтірілген.

**9-сурет - Интегралды және жартылай интегралды тіректері бар көпір**

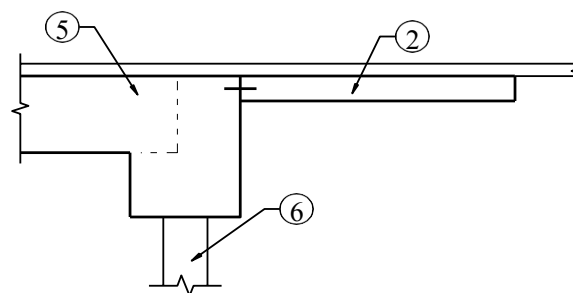
8.3.2 Интегралды көпірлер дәстүрлі көпірлермен салыстырғанда жүйенің өнімділігін жақсартатын арнайы терминалдық тірек конструкцияға ие. Интегралды тіректері бар көпірлерде немесе өтпезолдарда аралық құрылымдар мен тіректер бір-бірімен тығыз байланысты және деформациялық жіктер мен тірек бөліктері жоқ біртұтас конструкцияны құрайды. Бұл жағдайда су өткізбеушілігі қамтамасыз етіледі және осылайша тірек құрылымындағы жолдан судың түспеуіне кепілдік беріледі және тірек қабырғасының артындағы топырақтың ылғалдану ықтималдығы төмендейді, демек, үйінді топырағының шөгулері төмендейді.

8.3.2.4 Көпір құрылыстарының интегралды және жартылай интегралды тіректері бар үйіндімен түйісу торабының конструктивтік сұлбалары 10-суретте келтірілген.

а)



б)



а - жартылай интегралды типті; б - интегралды типті; 1 - аралық құрылым;
2 - өтпелі тақта; 3 - сырғану беті; 4 - тірек бөлігі; 5 - тірекке салынған аралық құрылымның арқалықтары; 6 - болат қада

10-сурет - Интегралдық және жартылай интегралдық тіреулердің конструкциялары

8.3.2.5 Интегралды тіректері бар көпір құрылымдарының артықшылықтары:

- құрылымның қарапайымдылығы мен тұтастығы;
- техникалық қызмет көрсетудің аз шығындары;
- өтпелі жол үйіндімен түйіскен жерде өтпелі сапасын жақсарту;
- үйіндіні тұрғызудың қарапайымдылығы.

8.3.2.6 Интегралды және жартылай интегралды тіректері бар көпір құрылыстары үшін шекті күйлердің бірінші және екінші топтары бойынша есептеулер, сондай-ақ тіректердің, үйінділер мен аралық құрылыстың бірлескен жұмысын есептеу қажет.

8.3.4 Көпір құрылыстарын тіреу қабырғасы үйіндісімен және монолитті өтпелі тақталармен түйістіру тәсілі

8.3.4.1 Тірек қабырғалары тұрақсыз жер төсемінің топырағын ұстауға арналған. Олар шойтас бетон, бетон, темірбетон, арматуралық топырақ, габион болуы мүмкін; конструкциялық шешім бойынша - монолитті, құрама және құрама-монолитті.

8.3.4.2 Шойтас бетон және бетон массивтік қабырғалары ұзындығы 10 м...20 м секциялармен, олардың арасындағы көлденең жіктермен орналастырылады. Қабырғаның артына түсетін суды жинау және ағызу үшін шығаршыштары бар қабырға дренажы ұйымдастырылады.

8.3.4.3 11-суретте көпір құрылымдарының бұрыштық типтегі тірек қабырғасы бар кіреберіс үйіндісімен түйісу конструкциясы келтірілген.

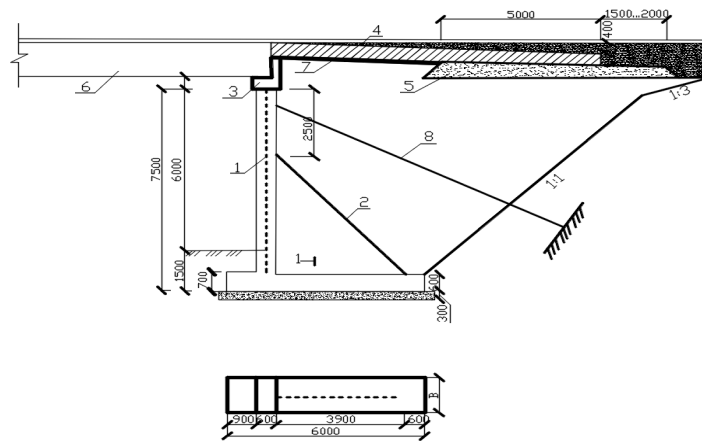
Қабырғаның аударылуға қарсы тұрақтылығын арттыру және ығысу күшін азайту үшін анкерлік тартқыштар орнатылады. Осының арқасында бет тақтасының иілу жағдайы жақсарады, ол консоль арқалығы ретінде емес, тартқыштың түйіскен жерінде топсалы ретінде жұмыс істейді.

8.3.4.4 Жерге бекіту кезінде анкер тартқышы құлау призмасынан тыс болуы керек.

8.3.4.5 Тірек қабырғалары мен монолитті өтпелі тақталар шекті күйлердің екі тобы бойынша, оның ішінде ығысу мен аударылудан тұрақтылыққа қарсы есептелуі тиіс.

8.3.5 Арматуралық топырақ конструкцияларын қолдана отырып, көпір құрылыстарын үйіндімен түйістіру тәсілі.

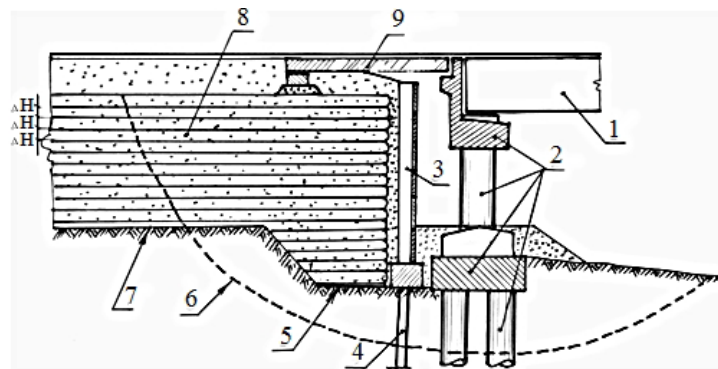
8.3.5.1 Арматуралық топырақ конструкциялары негізінен әртүрлі функцияларды орындайтын жағалау тіректері (тіректер) ретінде пайдаланылады, мысалы, көптеген көпір құрылыстарында өтпелі жолдың жағалау тіректері мен кіреберіс үйінділерінің геомассивтерімен түйісуі ретінде бөлек функциялары бар тіректер қабылданды.



1 - тірек қабырға; 2 - анкерлік тартпа; 3 - шкаф қабырғасы; 4 - монолитті өтпелі тақта;
5 - шағыл тасты-құмды дайындық; 6 - аралық құрылым; 7 - шағыл тасты-қиыршық тасты төсеніш; 8 - жерге бекітілген анкерлік тартпа

11-сурет – Тірек қабырғасы қолданылған көпірдің үйіндімен түйісу конструкциясы

8.3.5.2 Көпірлер мен өтпелі жолдардың көпфункционалды арматуралық топырақ жүйелері (12-сурет) мыналарды қамтамасыз етуі тиіс:



1 - аралық құрылым; 2-тіректің тірек элементтері; 3-арматуралық топырақ жүйесінің бет қабырғасы; 4-бет қабырғасы іргетасының қадалары; 5-тіреу ростверкаларын жеңілдету үшін арматуралық топырақ жүйесін тереңдету; 6-қауіпті сырғану беті; 7 - ықтимал көшкін беткейінің табиғи беті; 8-арматуралық топырақ жүйесі;
9-өтпелі тақталар

12-сурет – Көпірлер мен өтпелі жолдардың көпфункционалды арматуралық топырақ жүйелері

- үйінді топырағының қысымынан экстремалды тіректерді жеңілдету және конусты алып тастау, яғни бөлек функциялары бар тіреу сұлбасын қамтамасыз ету;
- кіреберіс үйіндісінің салмағынан пайда болатын топырақ қысымынан экстремалды тіректердің іргетастарының ростверктерін жеңілдету;
- көпір немесе өтпелі жол конструкцияларын көшкін беткейлерінің әсерінен қорғау;
- үйіндінің соңғы учаскесінің шөгуін азайту, егер ол негіздің әлсіз топырақтарымен төселсе, қадалар мен икемді ростверкке тірелген «ілулі» үйінді орнату арқылы;

- үйіндінің оське көлденең бағытта тұрақтылығы.

8.3.5.3 Көпірді үйіндімен түйістіруде геосинтетикалық материалдармен нығайтылған арматуралық топырақ жүйелері мен бөлек функциялары бар тіректерден тұратын кіреберістердің жаңа конструкцияларын қолдану мүмкіндік береді:

- шеткі екі аралықты алып тастау арқылы көпірдің ұзындығын қысқарту;
- екі (шеткі) тіректерді және екі (шеткі) аралық құрылыстарды жою;
- конустар құрылысынан және оларды бекітуден арылту.

8.3.5 Аралық құрылым функциясын орындайтын өтпелі тақталар жылжымалы жүктеме үшін динамикалық коэффициентті ескере отырып, көпірлердің аралық құрылыстарының жүру бөлігінің тақталарына ұқсас төзімділік есебіне жатады.

8.3.6 3.503.1-9 сериялы типтік жоба бойынша көпір құрылысын үйіндімен түйістіру дәстүрлі конструкцияларымен салыстырғанда арматуралық топырақ жүйелерін пайдалана отырып көпір кіреберісінің жаңа конструкцияларының тиімділігі төмендеумен қамтамасыз етіледі:

- еңбек сыйымдылығы - 45%;
- материал сыйымдылығы - 35 %;
- құрылыс мерзімі - 40%;
- құрылыс құны - 30%;
- құрылыс ауданындағы экологиялық жүйеге теріс әсер ету.

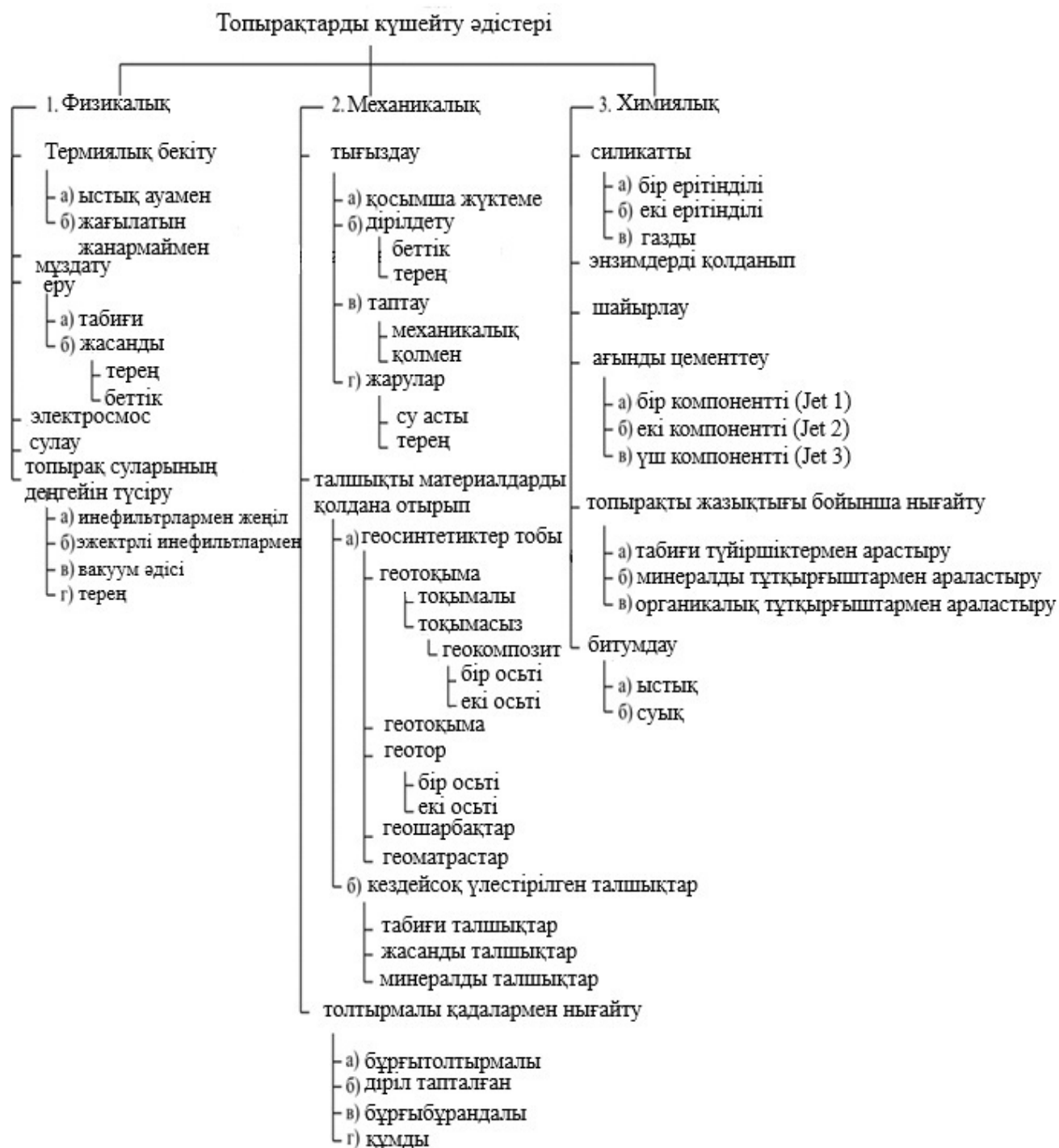
9 Көпір құрылыстарына кіреберістерде үйіндінің негізі мен денесінің көтергіш қабілетін жөндеу және арттыру технологиясын таңдау

9.1 Үйінді негізі мен денесінің топырақтарын нығайту (күшейту) әдістері

9.1.1 Жүк көтергіштігін арттыру және топырақ негіздерінің деформациясын азайту үшін топырақты жасанды түрде бекітудің көптеген әдістері бар. Біз оларды шартты түрде физикалық деп бөлеміз, **физикалық** - өрістердің әсерінен топырақ массивін нығайту, **механикалық** - топырақтың қалыңдығына жоғары созылу беріктігі бар арматуралық элементтерді орналастыру, **химиялық** - топырақтың қасиеттерін олардың қалыңдығына арнайы ерітінділерді айдау арқылы жақсарту (13-сурет).

9.1.2 Бекіту әдісі құрылыс ауданының топырақ жағдайларына, сондай-ақ оны орындаудың өндірістік мүмкіндіктеріне қарай таңдалады. Әдісті таңдауға жауапкершілікпен қарап, барлық артықшылықтар мен кемшіліктерді ескеру қажет.

9.1.3 Қарастырылып отырған бірінші топ - **топырақты бекітудің физикалық әдістері**. 5-кестеде осы топтың негізгі әдістері келтірілген: **термиялық бекіту, мұздату, еріту, электр кеңістігі және су деңгейінің төмендеуі**. Сондай-ақ, әдістердің әртүрлілігі, ұсынылған топырақ жағдайлары, артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген.



13-сурет – Топырақтарды күшейту әдістері

5-кесте - Топырақты күшейтудің физикалық әдістері

Әдіс атауы	Әртүрлілігі	Ұсынылатын топырақ жағдайлары	Артықшылықтары / Кемшіліктері
Термиялық бекіту	Ыстық ауа, жанатын отынмен	Сары топырақты, суға қанықпаған шаң-сазды топырақтар	Салыстырмалы түрде жылдам беріктікке жетуі / Бағасы жоғары
Мұздату	Тұзды, азоттың көмегімен	Су тұтқыш топырақтар (саздан жартасқа дейін жарылған және қуысты)	Кез-келген тереңдікте кез-келген су тұтқыш топырақты қолдануға болады. Жақсы дамыған ғылыми-техникалық базаның болуы / Әсерді сақтаудың қысқалығы (мұздатқыш қондырғының әсерінен ғана), табиғи еруі ұзаққа созылады, топырақтың ылғалдылығы артады (себебі судың жылы қабаттан салқындатылған қабаттарға ауысуы жүреді)
Еріту	Жасанды	Мұздатылған күйдегі топырақ	Күрделі жағдайларда, коммуникацияларға жақын, апаттық жағдайларда жұмыс жүргізу мүмкіндігі. Кез келген бағытта болуы мүмкін / Айтарлықтай еңбек сыйымдылығы, энергия шығындары
	Табиғи		Әдістің тиімділігі / Ағынның шектелуі, тек жоғарыдан төменге қарай, бақылау мүмкін емес
Электроосмос		Сумен сіңірілген байланысты топырақтар (саздақ, құмайт)	Суға қаныққан топырақтар үшін ең қолайлы әдіс / Полярлықты мезгіл-мезгіл өзгерту қажеттілігі
Жер асты суларының деңгейін төмендету	Жеңіл, эжекторлы, ине сүзгілері	Құмды топырақтар	Су тереңдігін 4,5-тен 12 м-ге дейін төмендеу. Аз еңбек сыйымдылығы / Су өткізбейтін топырақтардың жақын орналасуы және құрылыстардың жақын орналасуы кезінде жұмыс жүргізудің мүмкін еместігі
	Вакуумдық әдіс	Ұсақ түйіршікті топырақ	Су тереңдігін 22 м-ге дейін төмендету. Күрделі гидрогеологиялық жағдайларда қолдануға болады / Энергияны үнемі пайдалану және сорылған суды ағызу қажеттілігі

9.1.4 Қарастырылып отырған екінші топ - негіз топырақтарын бекітудің механикалық әдістері. Әдістер ең танымал болып саналады, себебі олар ерітінділердің немесе физикалық өрістердің әсерінен топырақтың қасиеттерін өзгертуді қамтымайды, бақылау өте қиын. Механикалық әдістер топырақты жоғары созылу беріктігі бар әртүрлі материалдардан дайын элементтермен нығайтуды қамтиды (6-кесте).

6-кесте – Топырақтарды күшейтудің механикалық әдістері

Әдіс атауы	Өртүрлілігі	Ұсынылатын топырақ жағдайлары	Артықшылықтары / Кемшіліктері
Тығыздау	Қосымша жүктеу	Шөгу, ісіну, техногендік, қатты сығылатын, органикалық, борпылдақ құмды	Арнайы механикаландыру қажеттілігінің болмауы, қайталама шөгуді жеделдету мүмкіндігі/Шығындарды арттыратын қосымша материалдарға қажеттілік. Жоғары еңбек сыйымдылығы
	Дірілдету	Құмды, құмды-қиыршық тасты топырақтар	Жұмыс кезінде төмен шу, оңай жұмыс, маневрлік/Топырақ оңтайлы ылғалдылыққа ие болуы керек. Топырақтың тереңдігі бойынша тығыздығы біркелкі емес
	Таптау		Әдістің қарапайымдылығы, қыста қолдану мүмкіндігі /Шығыр мен сымарқан механизмінің тез тозуы
	Жару	Шөгінді топырақтар, саздақтар, құмдақтар, сары топырақтар	Жұмыстың қарапайымдылығы. Жылдам тығыздау мүмкіндігі. Төмен құны/Топырақтың ылғалдылығын қамтамасыз ету қажеттілігі бар. Қабаттың қалыңдығы бойынша біркелкі емес тығыздау. Ғимараттар мен құрылыстардың маңында қолданудың шектелуі
Геосинтетикалық материалдар	Геотоқыма, геотор, геошарбақ, геоматрас	Күрделі гидрогеологиялық климаттық жағдайларға ие аумақтарда сазды, шөгінді, техногенді	Жұмыстың қарапайымдылығы. Күрделі жағдайларда қолдану. Экологиялық таза, материалдың төмен сыйымдылығы және әдістің үнемділігі/Кейбір материалдарды ұқыпты ұстаудағы қиындық
Кездейсоқ үлестірілген талшықтар	Табиғи, жасанды, минералды	Барлық топырақтар (батпақты жерлерден басқа)	Ең аз қарсылық жазықтығынсыз топырақ композит беріктігінің изотропты ұлғаюы. Анкерлік қажеттіліктің болмауы. Ауа-райының әсерінің болмауы. Қолданылатын материалдардың кең ауқымы /Стандарттардың болмауы. Қоспаның біртектілігін бақылаудың қиындығы
Қадалар	Бұрғытолтырмалы	Барлық топырақтарда (тасты, ірі түйіршікті, суланған, құрылымдық тұрақсыз)	Материалдарды үнемдеу (кез-келген ұзындықта жасалады). Ғимараттар мен құрылыстардың жанында жұмыс жасау мүмкіндігі, айтарлықтай динамикалық әсердің болмауы / Қадааның бүкіл биіктігі бойынша бетонның монолитті және тығыздығын бақылау мүмкін емес, қатпаған бетонды жер асты суларының шайып кетуі

6-кестенің соңы

Әдіс атауы	Әртүрлілігі	Ұсынылатын топырақ жағдайлары	Артықшылықтары / Кемшіліктері
	Діріл тапталған	Құрғақ байланысқан топырақтар	Әр түрлі жүк көтергіштігі бар қадалар жасау/Шу, қолданыстағы ғимараттарға жақын жерде жұмыс істеуге тыйым салу
	Бұрғыбұрандалы	Кез келген геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларда	Монтаждау жылдамдығы және барлық маусымда қолдану. Күрделі бедерлерде және кез-келген топырақта қолдану. Зауытта қадаларды өндіру (төмендетілген құны) /Коррозия, дәнекерлеу сапасын бақылаудың күрделілігі
	Құмды	Құрамында органикалық қоспалар мен сары топырақ шөгінділері бар сумен қаныққан құмды топырақтар	Қадалардан және қоршаған топырақтан геомассивтер алу. Үнемділік. Орташа деформация модулі бар тығыздалған негіз жасалады/Құмды мұқият тығыздау қажеттілігі

9.1.5 Қарастырылып отырған үшінші топ - қазіргі уақытта өте танымал **топырақты бекітудің химиялық әдістері**. Барлық химиялық процестер топыраққа енгізілген реагенттердің өзара, сондай-ақ минералды бөлшектермен химиялық әрекеттесуіне байланысты жүреді. Әдістердің экономикалық орындылығы екіұшты және әр жағдайда мұқият талдауды қажет етеді: бір жағынан өте арзан шешімдер, екінші жағынан қымбат жабдық.

7-кестеде осы топтың негізгі әдістері келтірілген: **силикаттау, шайырлау, реактивті цементтеу және битумдау**. Сондай-ақ, әдістердің әртүрлілігі, ұсынылған топырақ жағдайлары, артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген.

9.1.6 Кіреберіс үйіндінің негізін жөндеу үшін материалдарды таңдау ҚР СТ 1684, ГОСТ 33384, ҚР ҚН 3.03-12 және ҚР ЕЖ 3.03-112 бойынша көпір және басқа да жасанды құрылыстардың тіректері мен іргетастарының материалдарына қойылатын талаптарға сәйкес жүргізіледі.

Көпір құрылыстарына кіреберістерде үйінді денесін жөндеу үшін материалдарды таңдау 9.1.7-9.1.11 талаптарына сәйкес жүргізіледі.

9.1.7 Тіректер мен конустардың артына дренажды үймелеу үшін мұздату кезінде көлемі ұлғаймайтын топырақтар мен материалдар қолданылады: ірі және орташа құм, ұсақ шаңсыз құм (0,1 мм-ден аз бөлшектер мөлшері 25%-дан аспайды), металлургиялық қож.

7-кесте - Топырақты нығайтудың химиялық әдістері

Әдіс атауы	Әртүрлілігі	Ұсынылатын топырақ жағдайлары	Артықшылықтары / Кемшіліктері
Силикаттау	Бір ерітінділі	Құмдар, шаңды құмдар (қорыс), сары топырақ, шөгінді топырақтар	Сенімділік, беріктік, үнемділік. Агрессивті ортаның әсер етпеуі / Топырақтың ылғалдылығын шектеу
	Екі ерітінділі		Уақытты үнемдеу, жоғары беріктік, біртекті массив (бір ерітіндімен салыстырғанда) / Топырақтың ылғалдылығын шектеу
	Газды		Қысқа уақыт ішінде нығайту / Экономикалық шығындардың жоғары болуы
Шайырлау	Бір ерітінділі, екі ерітінділі	Құмды (орташа, ұсақ, шаңды), сары топырақтар	Жоғары беріктік, беріктікке жылдам жету. Топырақтың агрессивті ортаның әсеріне төзімділігі / Ккарбамидті шайырлармен улы формальдегидтің бөлінуі
Ағынды цементтеу	Бір компонентті, екі компонентті, үш компонентті	Қиыршық тасты, ірі және орташа түйіршікті құмдар, саздар	Жоғары жылдамдық, күрделі жағдайларда жұмыс істеу мүмкіндігі,, икемділік, маневрлік / Қымбат жабдық
Битумдау	Ыстық	Тасты жарықшақталған жыныстар	Су ағынының үлкен жылдамдығы үшін кез-келген агрессивті сулармен топырақты қолдану мүмкіндігі / Күрделі техникалық жабдықтар, қауіпсіздік шараларын арттыру
	Суық	Тасты жарықшақталған жыныстар, құмдар	Отын, еңбек шығындарын, битумды үнемдеу / Битумның аққыштығы жоғары (жер асты суларының үлкен қысымымен битумдау бүркемесінің жарылу ықтималдылығы)

0,98 шамасына дейін тығыздаудан кейін дренажды топырақтың сүзілу коэффициенті тәулігіне 2 м...3 м кем болмауы тиіс.

9.1.8 Су баспайтын конустар мен құламаларды, сондай-ақ су басатындарды (жеңілдетілген гидравликалық режим жағдайында) тұтас конструкциялардан басқасын, ТК СН Р РК 8.07-06 сәйкес геосинтетикалық полимерлі торлы материалдармен нығайтуға болады.

Қалалық өтпезолдарда және көпірлердің су баспайтын конустарында торлы құрылымдардың ұяшықтарын толтыру үшін арнайы таңдалған шөптерді егумен бірге түсті шағыл тасты қолдану ұсынылады.

9.1.9 Көлік құрылыстарының үйінділері мен тіреу қабырғаларын қайта толтыру ретінде пайдаланылатын топырақтар төменде көрсетілген талаптарға жауап беруі тиіс (7.1-кесте).

7.1-кесте – Үймелеу топырақтарына қойылатын талаптар

№	Бақыланатын параметр	Үймелеу топырағы жол жамылғысының негізі болып табылады	Үймелеу топырағы жол жамылғысының негізі болып табылмайды *
1	Ұнтақталған топырақтың су қаныққан күйіндегі ішкі үйкеліс бұрышы, градус	25-тен кем емес	18-ден кем емес
2	Иілгіштік саны, I_p	-	20-дан көп емес
3	Түйіршіктік құрамның әркелкілік коэффициенті, $K_{60/10}$ (Cu)	5-тен кем емес	3-тен кем емес
4	Өлшемі 0,1мм-ден ұсақ бөлшектердің мөлшері, салмағы бойынша %	20-дан көп емес	регламенттелмейді

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

9.1.10 Өлшемі 50 мм-ден асатын қиыршық тасты қосындылары бар топырақты қолдануға жол берілмейді. Жобалау мақсаттары үшін топырақтың меншікті ілінісу шамасы (C), әдетте, нөлге тең деп қабылданады. Суға қаныққан топырақтың ұзақ беріктігі мен сусымалылығына арнайы зерттеулер болған кезде меншікті ілінісуді 5 кПа дейін арттыруға жол беріледі.

Қолайсыз құрылыс қасиеттері бар және сыртқы факторлардың әсерінен сипаттамаларын өзгертетін (шөгу (ГОСТ 23161), ісіну (ГОСТ 12248), тұздалған және биологиялық қалдықтары бар (ГОСТ 23740) және т.б.) топырақты қайта толтыру ретінде пайдалануға, әдетте, жол берілмейді. Оларды пайдалану мүмкіндігін құзыретті мамандандырылған ұйым растауы тиіс.

9.1.11 Тұрақты су басу (ылғалдандыру) жағдайында шанды саздақтар және сазды топырақтармен салынған көпір кіреберістерінде көптеген шөгулер байқалады. Сондықтан мұндай топырақтарды көпірдің үйіндімен түйісетін жерлерінде үйінді негізі немесе денесі ретінде пайдалану ұсынылмайды. Сондай-ақ, көпір құрылыстарының тіректерінің артына және үйінді мен жамылғының маусымдық деформациясына әкелетін байланысты сазды топырақтар конустарды үймелеу үшін ұсынылмайды.

9.1.12 Жасанды құрылыстарға кіреберіс үйіндісінің негіздерін жөндеу және нығайту үшін қолданылатын технологиялар инженерлік-геологиялық ізденістер және үйінді негізі мен денесінің топырақтарының физика-механикалық қасиеттерін зертханалық зерттеу нәтижелері бойынша таңдалады.

9.2 Кіреберіс үйіндісінің негізін күшейтуді таңдаудың техника-экономикалық негіздемесі

9.2.1 Жалпы ережелер

9.2.1.1 Салыстырылатын конструктивтік шешімдер [6] талаптарына сәйкес көлік құралдарының қауіпсіз және үздіксіз қозғалысының шарты бойынша жер төсеміне қойылатын талаптарға жауап беруі тиіс.

9.2.1.2 Жасанды құрылыстарға кіреберіс үйіндісінің негізін күшейтудің техника-экономикалық негіздемесі мен тиімділігін техника-экономикалық көрсеткіштерді салыстыру нәтижелерінен көрсетуге болады.

9.2.1.3 Экономикалық талдау үшін дәстүрлі сұлба бойынша және инновациялық сұлба бойынша, яғни жаңа инновациялық материалдар мен технологияларды қолдана отырып, құрылысты салуға арналған шығындарды салыстыруды жүргізу жеткіліксіз. Мұндай талдау қайта құрудың өтелу мерзімін, сондай-ақ қазіргі экономикалық ғылыммен анықталған басқа факторларды ескеруі керек. Қайта құрудың өтелуін бағалаудан басқа, инновациялық технологияларды қолданумен байланысты ықтимал тәуекелдер мен белгісіздіктерді қарастыру қажет.

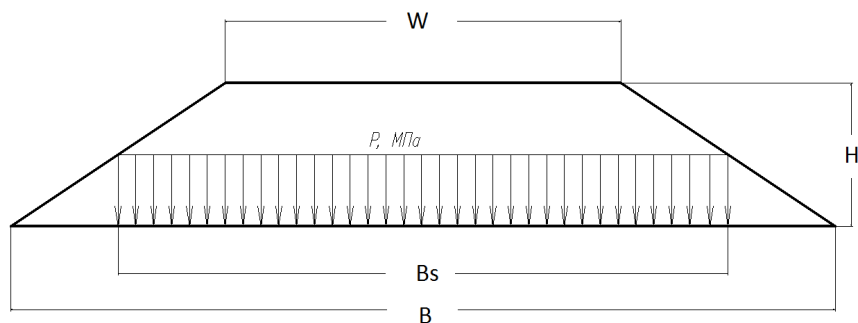
9.2.1.4 Құрылыс жағдайларының сәйкестік факторы олардың техника-экономикалық тиімділігін салыстыру үшін құрылыс нұсқаларын таңдауда өте маңызды:

- құрылыс ауданындағы инженерлік-геологиялық жағдайлар;
- жергілікті материалдардың болуы;
- материалдар мен конструкцияларды тасымалдау қашықтығы, жолдардың болуы;
- мердігерлік ұйымның мүмкіндіктері, оның қажетті техникамен және білікті персоналмен қамтамасыз етілуі;
- құрылыс мерзімі;
- негізгі технологиялық процестерді орындау кезеңіндегі климаттық жағдайлар.

9.2.2 Көпір құрылыстарына кіреберіс үйіндісін салудың салыстырмалы құны бойынша деректер

9.2.2.1 Бастапқы деректер ретінде 14-суретте көрсетілген ҰАААЖ ПК 210+30 [7] өтпелі жолға кіреберіс үйіндісін параметрлері және жобалық сұлбасы қабылданды, олар 8-кестеге келтірілген.

9.2.2.2 Автомобиль жолының осы учаскесінің инженерлік-геологиялық бөлімі және құрылыс ауданының төсеу топырақтарының физика-механикалық сипаттамалары 15-суретте және 9-кестеде келтірілген. Табиғи негізді ПК 210+30 учаскесіне сәйкес топырақтың қабаттасуымен қарастырамыз:



14-сурет – Үйіндінің есептік сұлбасы

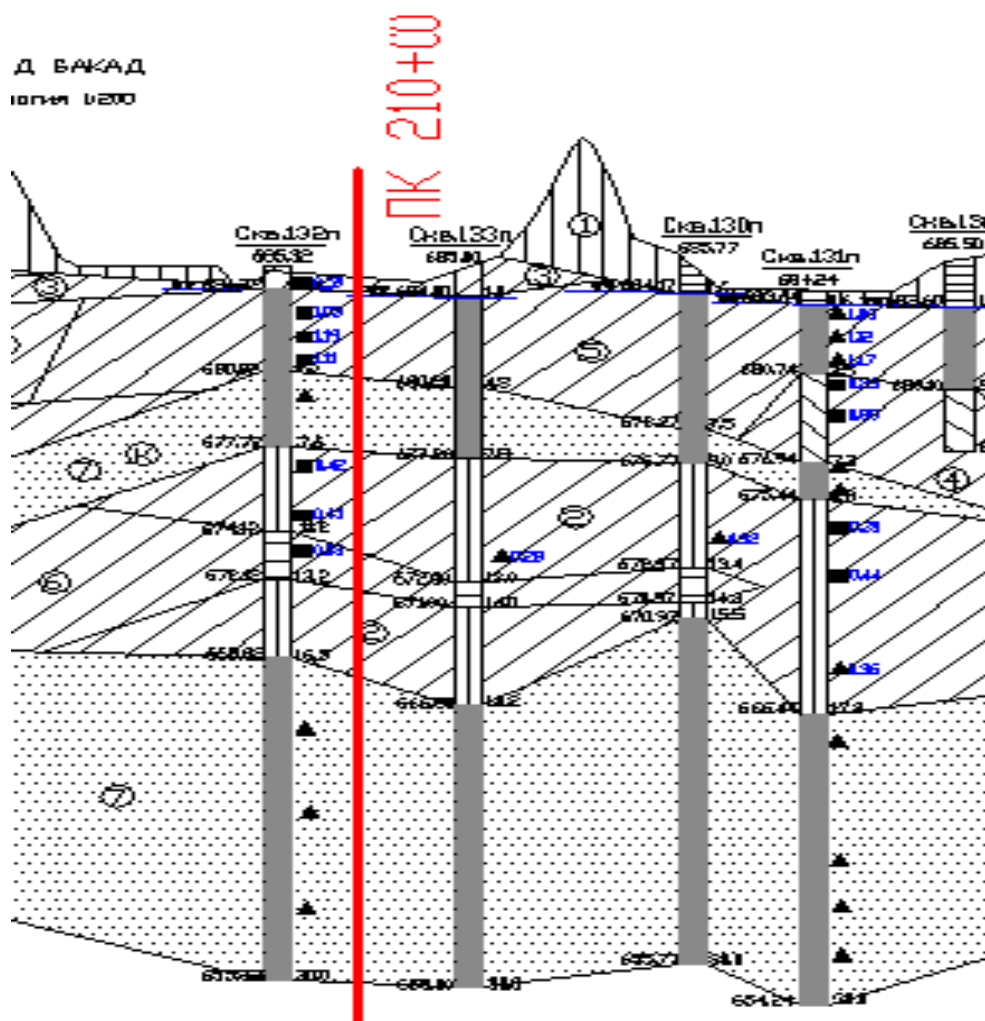
8-кесте – Үйіндінің параметрлері

Үйіндінің параметрлері		
Ені 1	W, м	45,14
Биіктігі 1	H1, м	8,02
Биіктігі 2	H2, м	8,02
Биіктігі	H, м	16,04
Еңіс 1 1:		1,75
Еңіс 2 1:		2,125
Еңіс 1:		1,9375
Ені 2	B, м	107,295
Ені 3	Bs, м	76,2175
Табаңдағы қысым	P, м	0,321

9-кесте – Топырақтардың сипаттамалары

Геологиялық жасы	Жиынтық литологиялық кескін				Қабаттың қуаттылығы, м	Топырақтардың сипаттамасы	Топырақтардың сипаттамасы								Шартты кедергісі R тс/м² ҚНЖЕ 2.05.03-84	
							Топырақтың тығыздығы, т/м³	Иілгіштік			Аққыштық көрсеткіші	Кеуектілік коэффициенті	Ілліну, кгс/см²	Ішкі үйкеліс бұрышы, градус		Жалпы деформ. модулі., кгс/см²
								Аққыштық шегі	Жайылу шегі	Иілгіштік саны						
суға қаныққанда																
ҚР ҚНЖЕ 5.01-01-2002 кесте. 1-3, қосымша 1																
Q III-IV			①		0,6-3,5	Қатты саздақ, шөгінді	1,77	25,3	17,3	8,0	0	0,722	0,27	23	185	32
					0,7-9,0	Қатты илемді саздақ	1,95	25,0	17,2	7,8	0,38	0,670	0,27	21	180	13
					1,0-6,2	Жұмсақ илемді саздақ	1,92	26,6	17,4	9,2	0,51	0,735	0,20	18	135	норм аланб айды
					2,0-4,3	Аққыш илемді саздақ	2,00	26,0	17,7	8,3	0,83	0,687	-	-	-	норм аланб айды
					2,9-8,3	Аққыш саздақ	1,84	26,6	17,9	8,7	1,15	0,882	-	-	-	норм аланб айды
					1,0-3,7	Жартылай қатты саздақ	2,03	25,9	17,3	8,6	0	0,561	0,36	25	265	35
					К . ⑦ . . .	1,5-13,5	Ірі, суға қаныққан, орташа тығыз құм	2,02	23,3	16,7	6,6	0,52	0,601	0,01	40	400

ИГЭ-5 топырағының сипаттамалары «Оқу құралының» [2] Л.7-кестесі бойынша қабылданды.



15-сурет - Инженерлік-геологиялық кескін

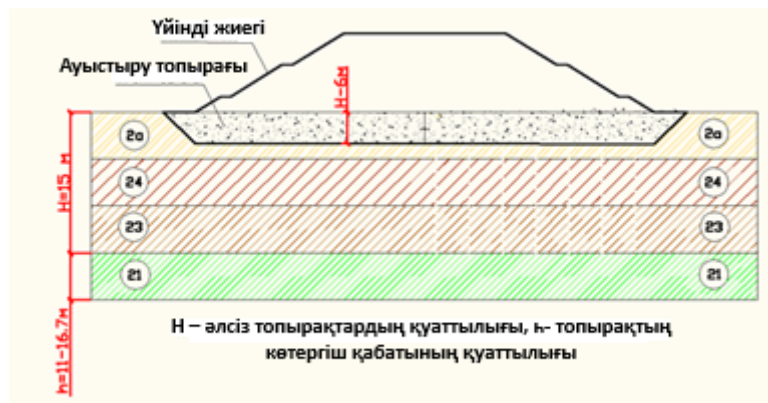
9.2.2.3 Есептеу үшін біз қосымша инженерлік-геологиялық зерттеулердің деректерін қолданамыз. Бастапқы есептеулер төменде келтірілген деректерді пайдаланды:

- а) есептеулерде сүзілу коэффициенттері анықтамалық деректер бойынша қабылданды;
- б) инженерлік-геологиялық зерттеулер кезінде топырақ сынамаларын сумен қанықтыруға және аязға төзімділікке қосымша зертханалық сынақ жүргізген жөн;
- в) қосымша зерттеулер барысында негіз топырақтарының қажетті беріктігі мен деформациялық сипаттамалары, сондай-ақ топырақты сүзілу және сығымдау параметрлері анықталды.

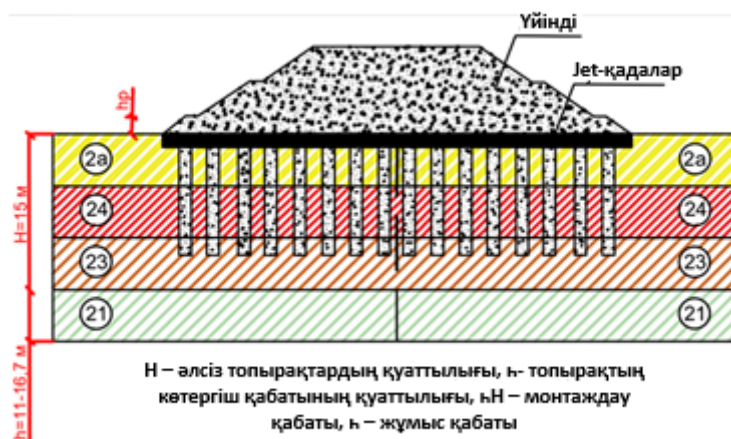
9.2.2.4 Шығындарды салыстыру үшін биіктігі қолайлы үйіндінің биіктігі 16 м және ұзындығы 10 м 4 нұсқасы таңдалды:

- I нұсқа - топырақтың әлсіз қалыңдығын дренажға ауыстыру;
- II нұсқа - үйінді негізін шағыл тасты қадалардан салу;
- III нұсқа - үйінді негізін иілгіш ростверкі бар бұрғылы-толтырмалы қадамен салу;
- IV нұсқа – өтпезолға кіреберіс үйіндінің қадалы салу.

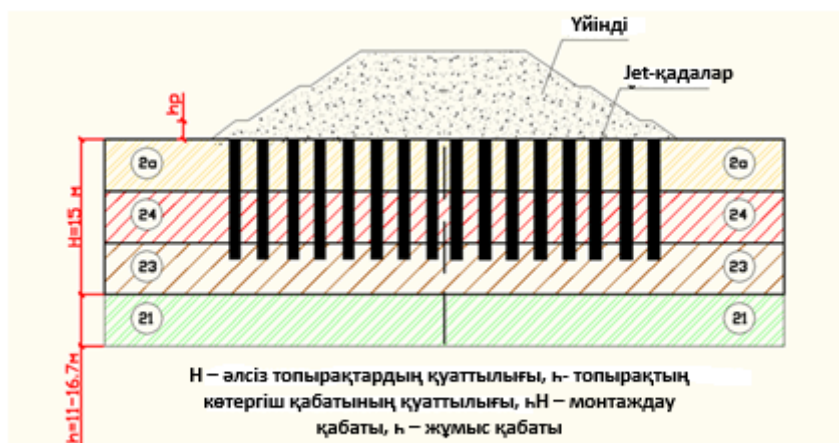
9.2.2.5 сипатталған нұсқалардың сұлбалары 16-19 суреттерде келтірілген.



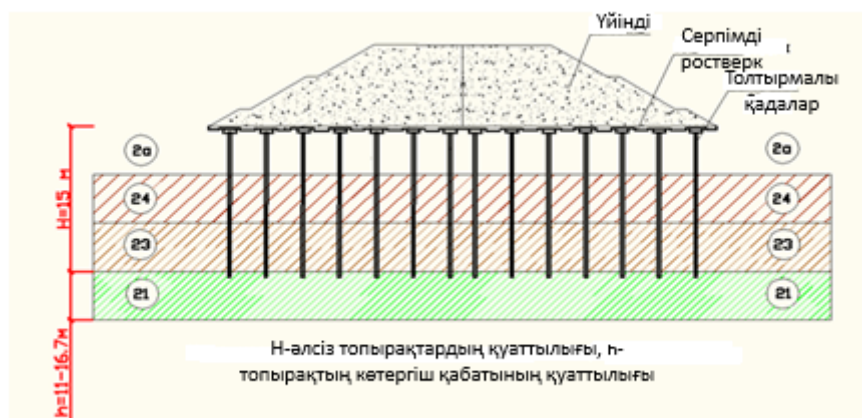
16-сурет - Топырақтың әлсіз қалыңдығын дренажға ауыстыру әдісі



17-сурет – Үйінді негізін қатты темірбетон ростверкі бар шағыл тасты қадалармен салу



18-сурет – Үйінді негізін бұрғы-толтырмалы қадалармен салу



19-сурет – Қадалы негізді иілгіш темірбетон рөстөркенен салу

9.2.2.6 ABC-4 бағдарламалық жасақтамасының көмегімен қолайлы үйінді салудың 4 нұсқасы бойынша жергілікті сметалар есептелді. Негіздің шөгуі және негіз астындағы топырақтың сығылатын қалыңдығы есептелген. Есептеулердің нәтижелері 10-кестеге жинақталды.

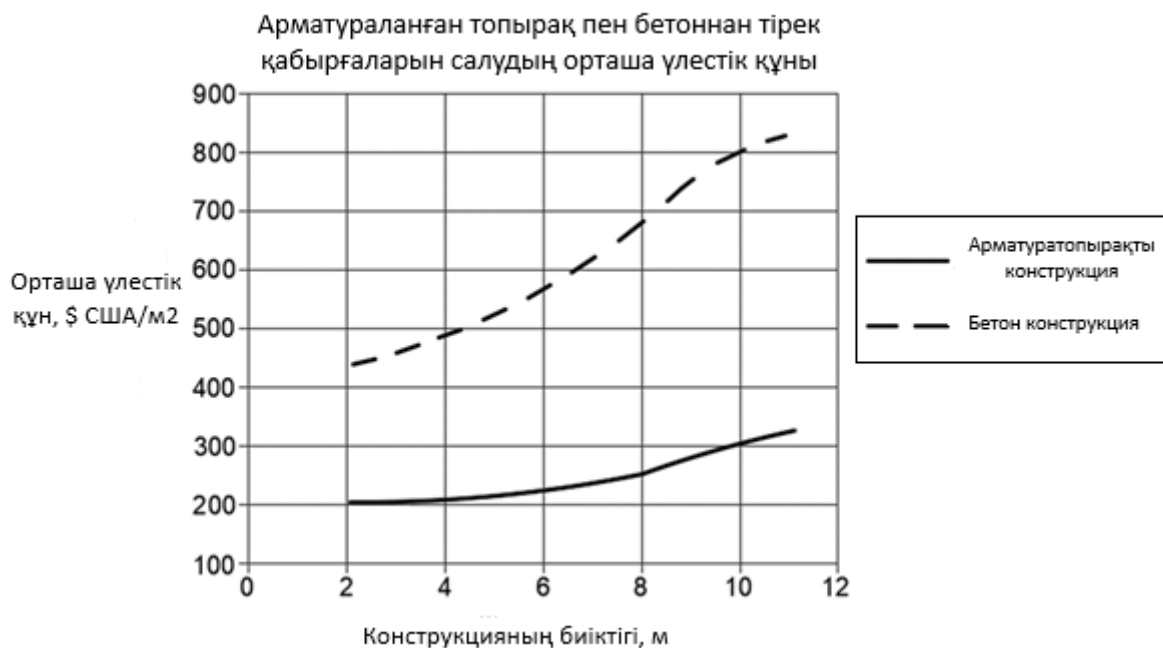
10-кесте - Техника-экономикалық көрсеткіштер

Нұсқалар	Құрылыс құны, мың теңге	Негіздің шөгуі, S, см	Топырақтың сығылатын қалыңдығы, Нс, м
I - топырақтың әлсіз қалыңдығын дренажға ауыстыру	109145,215	15,49	18,86
II - үйінді негізін шағыл тасты қадалармен салу	116642,891	4,1	13,3
III - үйінді негізін иілгіш рөстөркені бар бұрғы-толтырмалы қадалармен салу	202831,988	4,08	11,61
IV - қадалы негізді салу	103218,606	3,78	8,66

9.2.3 Көпір құрылысының үйіндімен түйісу конструкцияларын таңдаудың техника-экономикалық негіздемесі

9.2.3.1 Бетон және арматуралық топырақ тіреу қабырғаларының типтік жобаларының техника-экономикалық көрсеткіштерінің арақатынасы туралы деректер

Салыстыру [8] жүргізілді. Бетон тіреуіш пен арматуралық қабырғалардың меншікті құнын салыстыру 20-суретте көрсетілген.



20-сурет - Арматураланған топырақ пен бетоннан жасалған тіреу қабырғаларын салудың орташа құны

20-суреттен көріп отырғанымыздай, тіреу қабырғаларының биіктігі өскен сайын, бетон қабырғаларының құны арматуралық топырақ конструкцияларына қарағанда тез өседі.

9.2.3.2 Көпір құрылыстарын әртүрлі конструктивтік шешімдер бойынша кіреберіс үйіндімен түйістіру құрылғысының құнын салыстыру.

Әр түрлі конструкциялық сұлбалар нұсқаларын салыстыру құн көрсеткіштері бойынша жүзеге асырылады. Көпір құрылыстарын үйіндіментүйістірудің 5 нұсқасы қарастырылды (21-сурет).

№ 1 нұсқа - себілмелі тіректерді қолдана отырып, дәстүрлі (3.503.1-96 сериялы типтік жоба бойынша) сұлба бойынша.

№ 2 нұсқа - көпір құрылысын цемент топырағы мен үймелеу тірегін пайдаланып, үйіндімен түйістіру.

№ 3 нұсқа - көпір құрылысын бұрыштық типтегі тіреу қабырғасын қолдана отырып, үйіндімен түйістіру.

№ 4 нұсқа - көпір құрылысын интегралды тіректерді қолдана отырып үйіндімен түйістіру.

№5 нұсқа - көпір құрылысын арматуралық топырақ жүйесін (бөлек функциялары бар тіреуіш) пайдалана отырып, үйіндімен түйістіру.

Нұсқалардың құнын есептеу 11-кестеде келтірілген.

11-кестеден көріп отырғаныңыздай, ең арзан нұсқа - №4 нұсқа, мұнда кіреберіс үйіндісін түйістіруде интегралды тіректер қолданылған, ал қымбат нұсқа - тірек қабырғаларымен түйістіру нұсқасы.

Егер базалық нұсқа ретінде 100% ең арзан нұсқаны алсақ, онда цемент топырағынан жасалған көпір құрылыстарына кіреберіс үйіндісінің түйісуі базалық үйіндіден 4,8%-ға, бөлек функциялары бар тіректері бар арматуралық топырақ жүйесінен – 11,6%-ға, себілмелі тіректері бар дәстүрлі сұлбадан - 11,6%-ға және тіреу қабырғасынан - 19,6%-ға қымбат (11-кесте).

11-кесте – Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісуінің әртүрлі нұсқаларын экономикалық салыстыру

Нұсқа	№ р/б	Атауы	Құны, теңге	Ескертпе
1	1	Жер жұмыстары	16 838 298	
	2	Қада жұмыстары және іргетас құрылысы	6 967 937	
	3	Көпір тірегі	3 448 223	
	4	Көпірдің үйіндімен түйісуі	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	Көпірдің үйіндімен түйісуі	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	Көпірдің үйіндімен түйісуі	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	Көпірдің үйіндімен түйісуі	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	Көпірдің үйіндімен түйісуі	35 904 019	Барлығы:
	5	Жол төсемесі	1 724 173	45 884 461

Нұсқа	Көлденең кескін
1	
2	
3	
4	
5	

21-сурет - Көпір құрылыстарының үйіндімен түйісуінің құрылымдық шешімдерінің нұсқалары

10. Көпір құрылыстарына кіреберістерде үйінділердің конустары мен құламаларын нығайту

10.1 Көпірдің автомобиль жолының үйіндісімен түйісу торабын салуға арналған материалдар мен конструкцияларға қойылатын талаптар

10.1.1 Өтпелі тақталар мен төсемдерді ГОСТ 26633 сыныбы бойынша қысу беріктігі бойынша В30-дан кем емес және аязға төзімділігі бойынша маркасы ең суық айдың орташа айлық температурасы минус 10 °С және одан жоғары аудандар үшін F200-ден кем емес, қалған жағдайларда - F300-ден кем емес ауыр бетонды қолдану керек.

10.1.2 Шағыл тас негізін салу үшін фракциялардың мөлшері 10 мм-ден 20 мм-ге дейін, 20 мм-ден 40 мм-ге дейін, сондай-ақ 40 мм-ден 70 мм-ге дейін ГОСТ 8267 бойынша тығыз жыныстардан алынған шағыл тасты қолдану керек.

10.1.3 Автомобиль жолының үйіндісімен көпірдің түйісу торабын салуға арналған цемент топырақ ҚР СТ 973-2015 талаптарына сәйкес келуі тиіс (4.3.5 - 4.3.8-тармақтар).

10.1.4 Нығайту конструкцияларының материалдарына қойылатын талаптар

10.1.4.1 Бетонға қойылатын талаптар

Конустар мен құламаларды нығайтудың монолитті және құрама конструкцияларында қолданылатын ауыр немесе ұсақ түйіршікті (құмды) бетон, оның ішінде қабылданған жұмыс технологиясына қарамастан, торлы конструкциялардың ұяшықтарында ГОСТ 26633 және ГОСТ 13015 талаптарына сәйкес келуі тиіс.

Конустардағы жамылғыларды төсеу үшін қолданылатын бетон циклдік мұздату мен еріту әсеріне, сондай-ақ автомобиль жолының жамылғысынан немесе су бұру элементтерінен түсетін көктайғаққа қарсы реагенттерге төзімді болуы тиіс, қасиеттері бойынша автомобиль жолдарының жамылғыларының бетонына сәйкес келуі және мынадай талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

- қысу беріктігі бойынша бетон сыныбы ҚР ЕЖ 3.03-112 сәйкес кемінде В30 болуы тиіс;
- бетонның аязға төзімділігі бойынша маркасы бетон жамылғылары үшін ҚР ЕЖ 3.03-112 бойынша талап етілетіннен төмен болмауы тиіс;
- бетон құрамында ГОСТ 26633 (1.9-тармақ) бойынша пластификациялайтын және ауа тартатын немесе газ түзетін қоспалар болуы тиіс;

Ескертпе - пластификациялаушы қоспалар ретінде ЛСТ типті қоспаны немесе С-3 типті суперпластификатор қоспасын және ауа өткізгіш қоспаны пайдалану ұсынылады.

- ГОСТ 24211 бойынша СНВ типті қоспа немесе ГКЖ-94 немесе КЭ 30-04 типті газ түзуші қоспа.

- бетондағы су-цемент қатынасы 0,40-тан аспауы керек;

- ауыр бетонда ГОСТ 10178 бойынша бетон жамылғылары үшін қажетті құрамдағы портландцементті пайдалану керек;

- ұсақ түйіршікті (құмды) бетонда ауыр бетон жамылғылары үшін қолданылатын бірдей номенклатура мен құрамдағы портландцементті қолдану керек (ГОСТ 31108).

10.1.4.2 Цемент-құм ерітіндісіне қойылатын талаптар

Цемент-құмды ерітінді ГОСТ 28013 талаптарына сәйкес келуі және беріктігі бойынша М100 төмен емес, ал аязға төзімділігі бойынша маркасы F100 төмен болмауы тиіс.

10.1.4.3 Химиялық қоспаларға қойылатын талаптар

Бетонда немесе цемент-құм ерітіндісінде қолданылатын химиялық қоспалар ГОСТ 24211 талаптарына, сондай-ақ олар шығарылатын стандарттар мен техникалық шарттарға сәйкес келуі керек. Қоспалардың тиімділігі және олардың бетон компоненттерімен үйлесімділігі бетон құрамын таңдау кезінде тексерілуі керек.

10.1.4.4 Пішін тақталарға қойылатын талаптар

Плиталар арасындағы температуралық жіктерді қалыптастыру үшін қолданылатын ГОСТ 8486 бойынша қалыптау тақталары ГОСТ 10950 антисептикалық талаптарын қосымша қанағаттандыруы керек.

10.1.4.5 Бетон мен цемент-құм ерітіндісіне арналған суға қойылатын талаптар

Бетон мен цемент-құм ерітіндісіне арналған су ГОСТ 23732 талаптарына сәйкес келуі керек.

10.1.4.6 Құрама элементтерге қойылатын талаптар

Құрама темірбетон тақталары ГОСТ 13015 талаптарын қанағаттандыруы керек.

Құрама темірбетон тақталары келесі талаптарға сай болуы керек:

- тақталар өлшемдерінің жобалық мәндерден ауытқуы 12-кестеде көрсетілген шамалардан аспауы тиіс;

- тақталарда жобада қарастырылған монтаждық ілмектер болуы керек;

- әр тақтада айқын көрінетін белгілер болуы керек.

- қорғаныс қабатының қалыңдығындағы ауытқуларға 0 мм-ден +5 мм-ге дейін рұқсат етіледі;

- тақталардың беттерінде жарықшақтар, қуыстар, сынықтар, дақтар, ашылған арматуралар немесе ағындар болмауы тиіс; ГОСТ 13015 бойынша тақталардың беріктігіне әсер етпейтін қылды беттік шөгу жарықшақтардың болуына жол беріледі;

Тақталарды тиеу, тасымалдау және сақтау кезінде ГОСТ 13015 талаптарын, сондай-ақ тақталардың тиісті түрлеріне арналған қосымша стандарттарды сақтау қажет.

12-кесте – Құрама тақталар ө рұқсат етілген ауытқулар

Габариттер	Тақталардың жобалық өлшемдерінде, ±мм		
	1500-ге дейін	1500 – 2500	2500 – 4500
Ұзындығы, ені және қалыңдығы	5	6	8
Диагональдардың ұзындығы	7	9	11

Ескертпе – Ақаулар тұтынушыға тақталар жіберілгенге дейін кәсіпорындарда жойылуы немесе түзетілуі керек.

10.1.4.7 Тас материалы мен құмға қойылатын талаптар

Нығайту конструкцияларының бетонында ГОСТ 26633 сәйкес 5-10 мм немесе 5-20 мм фракциялы шағыл тасты және қиыршық тасты және кварцты-далалық шпатты табиғи құмды; ГОСТ 28013 бойынша цементті-құмды ерітіндіні пайдалану керек.

Габриондарға, матрацтарға, геошарбақтарға, тас қалауларға және кері сүзгілердің қабаттарына арналған тас материалда: ГОСТ 8267 бойынша аязға төзімділік маркасы болуы тиіс:

- F50-ден кем емес - нығайту құрылымдарының су баспайтын аймақтары үшін;

- F100-ден кем емес - тұрақты және өзгермелі су басу деңгейлері үшін;

- шөгінді жыныстар үшін 13-кестеде көрсетілген тығыздықтан кем емес және тұрақты және ауыспалы су басу деңгейлері аймақтары үшін тиісінше 2,5 г/см³ кем емес түйірлердің орташа тығыздығы.

13-кесте – Су басатын конструкциялардың шөгінді жыныстарынан алынған тас түйірлерінің тығыздығы

ГОСТ 8267 бойынша тастың беріктік маркасы	200	300	600	800	1000
Түйірлердің тығыздығы, г/см ³ , кем емес	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5

ГОСТ 8267 бойынша тас тіреу призма (рисберма) материалының беріктігі бойынша М200-ден төмен емес, аязға төзімділігі бойынша F200-ден төмен емес маркасы болуы тиіс. Тастың орташа мөлшері жобамен белгіленеді.

Дайындық қабатының материалдары ГОСТ 8267 талаптарын қанағаттандыруы керек, ГОСТ 8736 және ГОСТ 31424 және құрамында салмағы бойынша 0,1 мм-ден аз 5%-дан астам бөлшектер болмауы керек. Дайындық қабатына төселген тас материал фракцияларының мөлшері (кері сүзгілер), сондай-ақ қабаттардың қалыңдығы мен орналасуы жобамен белгіленеді.

Габион толтырғыш түйірлерінің максималды мөлшері габион тор ұяшығының өлшемінен 1,5-тен 2,0 есеге дейін, ал түйірлердің минималды мөлшері тор ұяшығының өлшемінен кем болмауы керек.

Ескертпе - Габионның орталық бөлігінде өлшемі кіші тастың 7%-на дейін болуына жол беріледі.

Матрастардың тас материалынан жасалған толтырғыш түйірлерінің ең жоғары мөлшері матрастың қалыңдығының 2/3 аспауы тиіс, ал геосарбақтар ұяшықтары толтырғыштың тас материалының ең жоғары мөлшері ұяшық биіктігінің 0,4 аспауы тиіс.

10.1.4.8 Геосинтетикалық материалға қойылатын талаптар

Кіреберістерде құламалар мен конустарды қорғау үшін қолданылатын геосинтетикалық материалдар өз қасиеттері бойынша өндірушінің техникалық шарттарына және 14-кестенің талаптарына сәйкес келуі тиіс. 4-тен 11-ге дейінгі аралығындағы ортаның рН көрсеткіші бойынша геосинтетикалық материалдардың химиялық төзімділігі және олардың беріктігі ГОСТ 9.707 бойынша көпір құрылысының толық қызмет ету мерзімі ішінде қамтамасыз етілуі тиіс.

14-кесте – Геосинтетикалық материалдар қасиеттерінің негізгі көрсеткіштерінің нормативтік мәндері

Көрсеткіштің атауы	Нормативтік мәні
Геотоқымалар және олардың негізіндегі геокомпозиттер Созылу кезіндегі максималды беріктік, кН/м, (ҚР СТ 2372, ГОСТ 32804), емес:	
- геосарбақтар	8
- геокомпозиттер	12
Су өткізгіштік (сүзілу коэффициенті), м/тәул., кем емес	20
Ұзақ мерзімділік: жол құрылымының қызмет ету мерзіміне созылу беріктігін төмендету, %, көп емес (ГОСТ 9.707)	10
Көлемді геосарбақтар (ҚР СТ 2791, ГОСТ 32804 бойынша):	
- дәнекерлеу жігінің беріктігі, Н/мм ² , кем емес	11
- тесілген гео жолақты бойлық бағытта созу кезіндегі беріктік, Н/мм ² , кем емес	8
- тесілмеген таспаны бойлық бағытта созу кезіндегі беріктік, Н/мм ² , кем емес	13
- 30 мұздату-еріту циклінен кейін беріктіктің жоғалуы, %, көп емес	10
- ультрадыбыстық сәулеленуге төзімділік (400 сағат ықпал еткеннен кейін), %, көп емес	25

Су баспайтын конустар мен құламалардың бетіне орнатылатын кері сүзгі құрылғысы үшін торлы құрастырмалы нығайту конструкцияларының астындағы кіреберістерде ұяшықтарды толтыру материалына байланысты геотоқыманың келесі түрлерін пайдалану ұсынылады:

- ұяшықтарды өсімдік, шымтезек немесе құмды топырақпен толтыру кезінде беттік тығыздығы 300 г/м²-ден төмен емес тоқылмаған инетесімді геотоқымалар;

- ұяшықтарды тас төсеніштермен (шағыл тас, қиыршық тас) немесе бетонмен толтыру кезінде беттік тығыздығы 400 г/м²-ден төмен емес тоқылмаған инетесімді геотоқымалар.

Кіреберістерде су басқан үйінділердің конустары мен құламаларын нығайту кезінде, оның ішінде габиондар мен болат сымнан жасалған матрасарды немесе көлемді геошарбақтарды пайдалану кезінде кері сүзгі ретінде бетінің тығыздығы 400 г/м-ден төмен емес тоқылмаған инетесімді геотоқымалар немесе сүзу коэффициенті тәулігіне 40 м-ден төмен емес геокомпозитті қолдану ұсынылады.

10.2 Көпір құрылыстарына кіреберістерде конустар мен құламаларды нығайтудың технологиялық процесі

Көпір құрылыстарына кіреберістердегі конустар мен құламаларды нығайту НОСТРОЙ ҰСТ 2.29.105 [9] келтірілген жұмыстарды орындау реттілігіне сәйкес орындалады.

11 Күрделі жөндеу кезінде көпір құрылысының үйіндімен түйісу торабының құрылысы

11.1 Түйісу торабының элементтерін бөлшектеу

11.1.1 Жобаға сәйкес түйісу торабының элементтерін бөлшектеу кезінде мыналарды орындау керек:

- 11.2-11.6, 11.8 талаптарына сәйкес өтпелі тақталар мен төсемдерді бөлшектеу бойынша жұмыстар;

11.1.2 Элементтік бөлшектеу кезінде оларды қайта пайдалану үшін қоршаулардың бетон немесе темірбетон элементтерінің мүмкіндігінше барынша сақталуын қамтамасыз ету.

11.1.3 Бөлшектелетін бетон және темірбетон қоршауларында ГОСТ 16436 бойынша кен балғасымен түйісетін жерлерді босату керек.

11.1.4 Металл кірікпе монтаждау элементтері болмаған кезде бетон және темірбетон конструкцияларын тиеуге арналған тесіктерді жұмыс өндіру жобасында айқындалған орындарда бұрғылау қажет.

11.1.5 Бетон және темірбетон қоршауларының жартылай монолитті буындарын босату үшін ГОСТ 16436 бойынша соққы құралының жиынтығымен және ұзындығы 30 м дейінгі құбыршектері бар компрессорды пайдалану керек. Бетон және темірбетон қоршауларының жартылай монолитті буындарын босату жұмыстары төмен жылдамдықпен және бетке сәл бұрышта басталуы керек. Кен балғасымен ұрудың ұсынылатын күші - 15 кг. Үлкен бөліктерді бұзуға немесе құралды терең батыруға тырыспау керек. Кен балғасы кептелген кезде оны жеңіл көлденең қозғалыстармен босату керек немесе басқа кен балғаны қолдану керек. Бетон бұзылған кезде кен аблғаны ашық шетке бағыттау керек.

11.1.6 Байланыстырушы элементтердің кірікпе бөлшектерін кесуді ГОСТ 12.2.010, ГОСТ 12.2.013.0 немесе автогенге (дайындаушы зауыттың нұсқаулығына сәйкес) сәйкес қолмен электр металл кескіш машинамен жүргізу керек.

11.1.7 Жұмыс мөлшеріне байланысты шағыл тас негізін ГОСТ 16436 немесе автогрейдер бойынша кен балғаны пайдаланып қопсытып, автосамосвалдарға экскаватормен немесе алдыңғы тиегішпен тиеу керек.

11.1.8 Бөлшектелген өтпелі тақталар, төсемдер және қопсытылған ескі шағыл тас негізі 11.1.9 - 11.1.11 есебімен уақытша қоймаға шығарылуы керек.

11.1.9 Көпір төсемінің бөлшектелетін элементтері мен олардың сынықтары пайда болуына қарай құрылыс алаңынан уақытша қоймаға әкету үшін кейіннен жою немесе қайта пайдалану үшін самосвал-автомобильдерге тиелуі тиіс.

Ескертпелер:

1 Уақытша сақтау аймағында көпір төсемінің бөлшектелген элементтерінің жай-күйін куәландыру жүргізіледі және оларды қайта пайдалану немесе жою туралы шешім қабылдау үшін ақаулар тізімдемесі жасалады.

2 Бөлшектелген элементтерді қайта пайдалану мүмкін болған жағдайда оларды кейіннен мамандандырылған қызмет қалпына келтіру үшін базаға алып кетеді.

11.1.10 Көпір төсемінің бөлшектелген элементтерін тиеу үшін фронталды тиегіштерді немесе крандарды пайдалану керек.

11.1.11 Көпір төсемінің бөлшектелген элементтерін және олардың сынықтарын самосвал-автомобильдерге тиеу кезінде олардың тиелу сенімділігін тексеру қажет.

11.1.12 Тақталар мен төсемді бөлшектегеннен кейін шөгуге қатысты негіздің техникалық жай-күйін көзбен бағалау және геометриялық параметрлерді ГОСТ 10528 бойынша нивелирдің, ГОСТ 30412 бойынша үш метрлік төрткілдештің (4-тармақ) және ГОСТ 7502 бойынша өлшеу өлшегішінің көмегімен жобаның талаптарына сәйкестігін геодезиялық өлшеу жолымен бағалау жүргізу қажет. Биіктік белгілерін ГОСТ 10528 бойынша нивелирмен бақылау керек.

Бойлық және көлденең еңістерді ГОСТ 30412 бойынша деңгейлі үш метрлік төрткілдештің көмегімен бақылау керек (4-тармақ).

11.2 Күрделі жөндеу кезінде көпір құрылысының түйісу торабының құрылысы

11.2.1 Көпір құрылысының түйісуін күрделі жөндеу технологиясын таңдау 9.2 және 9.3-тармақтарға сәйкес нұсқаларды техника-экономикалық салыстыру негізінде инженерлік-геологиялық зерттеулердің нәтижелері бойынша түйісу торабындағы ақауларға байланысты жүргізіледі.

11.2.2 Көпір құрылысының түйісу торабының құрылысы түйісу торабының конструкциясы көрсетілуі тиіс жобаның талаптарына сәйкес орындалуы тиіс.

11.2.3 Көпір құрылысын автомобиль жолының үйіндісімен түйістіру торабын орнатуға арналған көпір төсемін күрделі жөндеу кезінде тораптың жекелеген немесе барлық элементтерін ауыстыра отырып, әдетте мынадай жұмыстарды орындау қажет:

- 11.1 бойынша түйісу торабының элементтерін бөлшектеу
- 11.3 бойынша жабын және өтпелі тақталар астындағы шағыл тасты негіздің құрылысы;
- 11.4 бойынша жабын мен өтпелі тақталарды төсеу;
- 11.5 бойынша түйісу торабындағы су бұру құрылғысы;
- 11.6 бойынша түйісу торабындағы үйінділердің конустары мен құламаларын нығайту.

11.3 Шағыл тасты негіздің құрылысы.

11.3.1 Шағыл тасты негізді салу кезінде мынадай технологиялық операцияларды орындау қажет:

- 11.3.4 сәйкес шағыл тасты жеткізу;
- 11.3.5 сәйкес шағыл тасты үлестіру;
- 11.3.6 сәйкес шағыл тас негізін тығыздау.

11.3.2 Жабын астына ұзындығы 6 м-ге дейінгі өтпелі тақта үшін қалыңдығы 0,4 м немесе ұзындығы 8 м-ге дейінгі өтпелі тақта үшін қалыңдығы 0,6 м шағыл тасты негіз салу керек.

11.3.3 III жол-климаттық аймақта орналасқан көпір құрылыстарында төсемнің астындағы шағыл тас негізі еңістерге шығатын үйіндінің бүкіл еніне орналастырылуы тиіс. IV-V жол-климаттық аймақтарда орналасқан көпір құрылыстарында шағыл тас негізінің ені жабын ұзындығынан әр жаққа 0,5 м артық болуы тиіс.

11.3.4 Шағыл тасты жеткізу самосвалдармен немесе тиегіштермен жүргізілуі керек.

11.3.5 Шағыл тас негізіне арналған шағыл тасты қалыңдығы 10 см-ден 15 см-ге дейінгі қабаттарда автогрейдермен үлестіру керек, алдымен 40 мм-ден 70 мм-ге дейінгі шағыл тасты үлестіру керек, содан кейін сыналау және дренаждық қармау үшін 10 мм-ден 20 мм-ге дейінгі шағыл тасты үлестіру керек. Шағыл тас негізінің беттеріне кем дегенде 0,004 көлбеуді қамтамасыз ете отырып, қос еңісті көлденең пішін беру керек. Ескертпе - үйінді көлбеуін оңтүстікке бағыттау кезінде оңтүстікке қарай еңіспен бір еңісті пішін жасау ұсынылады.

11.3.6 Шағыл тас негізін электр тығыздамалармен немесе діріл тақтамен тығыздау коэффициентіне сәйкес ЕЖ 78.13330.2012 (10.29-тармақ) [10] сәйкес кемінде 0,95-ке дейін тығыздау керек. Негізді тығыздау процесінде бақылау өлшемдерін қолдана отырып, топырақтың тығыздалу коэффициентін бақылау қажет.

11.4 Төсем мен өтпелі тақталарды төсеу.

11.4.1 Төсем мен өтпелі тақталарды төсеу жобаның талаптарына сәйкес және 3.503-41-B.3 [11] (30-бет) типтік жобасын ескере отырып жүзеге асырылуы керек.

11.4.2 Төсем блоктарын монтаждау төсем блоктарының массасына байланысты жүк көтергіштігі бар автокранмен орындалуы керек. Содан кейін буындарды бетон қоспасымен толтыру арқылы блок буындарының құрылғысын жасау керек.

11.4.3 Төсем құрылғысынан кейін шағыл тасты қалыңдығы 10 см-ден 15 см-ге дейін экскаватор-тегістеушімен төсеу және тегістеу, содан кейін 0,95 тығыздау коэффициентіне дейін электр тығыздағышпен тығыздау керек.

11.4.4 Автокранның көмегімен өтпелі тақталарды бетонмен монолиттеу және тақталар арасындағы жіктерді битум мастикасымен толтыру арқылы төсеу керек. Беттік өтпелі тақталар жабын құрылғысымен бір уақытта төселуі керек.

11.4.5 Өтпелі тақталар шегінде және су төгетін науаға дейінгі учаскеде жер төсемінің жиектерін тығыздалған қабатта қалыңдығы 5 см асфальтбетон қабатын төсеу арқылы нығайту керек.

Ескерту - қаладан тыс көпірлерде жол жиектерін нығайту органикалық тұтқырғыштармен өңделген топырақтан жасалуы мүмкін.

11.5 Көпірдің үйіндімен түйісу торабындағы су бұруды жобаның талаптарына сәйкес салу керек.

11.5.1 Көпірлердегі су бұру және дренаждық жүйелердің құрылысы жауын-шашынның есептік көлемі мен жауын-шашынның қарқындылығын ескере отырып, аралық құрылыстардың жүру бөлігінен және дренаж жүйесінен жер үсті су бұруды ұйымдастыруды қамтиды.

11.5.2 Нақты көпір үшін жер үсті су бұру және дренаж жүйесінің конструкциясы осы құрылысты салуға арналған жобада айқындалуы тиіс.

11.6 Көтергіш қабілетін арттыру және түйісу торабының ақауларын жою мақсатында көпір құрылыстарына кіреберістерде үйіндінің негізін нығайту үшін Г қосымшасында келтірілген жаңа технологияларды басшылыққа алу қажет.

12 Көпірдің кірме үйінділермен түйісуін жөндеу (орташа)

12.1 Көпір құрылыстарын кіреберістермен түйістірудің құрылымдық элементтерін жөндеу жұмыстары мыналарды қамтиды:

- жетіспейтін өтпелі тақталарды, ашқыштар мен тіректердің шкаф қабырғаларын ауыстыру, орнату;

- құламалардың нығайтуларын ауыстыру;
- үйіндімен түйісу тораптарындағы су бұру жүйесін ауыстыру.

12.2 Көпір құрылысын кіреберістермен түйістірудің конструктивтік шешімдері ГОСТ 33384 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

12.3 Өтпелі тақталарды ауыстыру жұмыстары мыналарды қамтиды:

- төсемдерді ауыстыру;
- жол төсемесін ауыстыру;
- дренаж жүйесінің элементтерін ауыстыру;
- үйінді жиектерін нығайту.

12.4 Конустар мен құламаларды нығайтуды ауыстыру кезінде мынадай конструктивтік шешімдер қолданылады:

- құрама немесе монолитті темірбетонмен, бетон төсеммен нығайту;
- суға батпайтын бөлікте және габион конструкцияларында полиуретан негізіндегі тұтқыр материалды қолдану арқылы нығайту;
- геосинтетикалық материалдарды суға батпайтын бөлікте қолдану;
- шөптерді, геосинтетикалық материалдарды олардың құрылымына оңтайлы құрамдағы шөп тұқымдары немесе эрозиялық бұзылулар болмаған кезде өсіп шығатын тұқымдарды қорғауды қамтамасыз ететін материалдармен себу.

12.5 Ауаның теріс температурасында үйінділердің конустарын үймелеу кезінде нығайту жұмыстары топырақ ерігеннен кейін жүргізіледі. Су басқан үйінділерді нығайту жұмыстары су тасқыны басталғанға дейін аяқталуы тиіс.

12.6 Конустар мен үйінді құламаларының топырағын тығыздау коэффициенті ГОСТ 33384 сәйкес тағайындалады.

12.7 Қабылданған жұмыс технологиясына қарамастан, кіреберістерде, оның ішінде торлы конструкциялардың ұяшықтарында конустар мен құламаларды нығайтудың монолитті және құрама конструкцияларында қолданылатын бетон ГОСТ 26633 талаптарына сәйкес келуі тиіс.

12.8 Құрама темірбетон тақталар ГОСТ 13015 талаптарын қанағаттандыруы керек.

12.9 Полиуретан негізіндегі тұтқыр материалды пайдалана отырып нығайтуды қолдану кезінде ұйым стандартына сәйкес қондырғыны қолдануды көздеу қажет.

12.10 Полиуретан негізіндегі тұтқыр материалды қолданған кезде шағыл тас (қиыршық тас) бөлшектерінің (түйірлерінің) барлық жоғарғы жақтары мен шағыл тас (қиыршық тас) бөлшектері (түйірлері) арасындағы барлық түйіспелер тұтқыр затпен бүркелгеніне көз жеткізу керек. Тұтқыр тоқыма емес геотөсе дайындық қабатына орналастырылған пластмассалық бекітілген геотор материалының бір ұяшығының ауданынан артық тұтас мембрана қалыптастырмауы тиіс.

12.11 Қолданылатын полиуретан негізіндегі тұтқыр материал қолданыстағы техникалық реттеу құжаттарының талаптарына сәйкес келуі және сапа паспорты мен расталған аязға төзімділігі болуы тиіс.

12.12 Геосинтетикалық материалдарды, габиондық конструкцияларды және биологиялық нығайтуды қолдана отырып, еңістерді нығайту 10.1.4.7 және 10.1.4.8 талаптарын ескере отырып орындалады.

13 Көпірдің кірме үйінділермен түйісуін күтіп-ұстау

13.1 Көпір құрылыстарының кіреберістермен түйісуін күтіп-ұстау жөніндегі жұмыстарға мыналар жатады:

- баспалдақ жиектерін ластанудан тазарту;
- конустар мен үйінділердің құламаларын ластанудан тазарту;
- көпірдің үйіндімен түйісу аймағында 10 см артық емес шөгінділерді жою;

- конустар үйінділерінің құламаларындағы жергілікті ойықтарды жою;
- көпір құрылысының үйіндімен түйісуін түзету;
- өтпелі тақталардың орналасуын түзету;
- көпір құрылыстарына кіреберіс аймағындағы дренаждық жүйелердің жай-күйін тексеру;

- баспалдақ жиындарының элементтерін қалпына келтіру.

13.2 Кіреберістерді күтіп-ұстау бойынша жұмыстар көпірдің әр жағынан 6 м ұзындыққа, ал шкаф қабырғасының (ашқыштардың) ұшынан зақымдануға дейін топырақтың деформациясы (жарықшақтар, шөгу) белгілері болған кезде орындалады.

13.3 Жол қоршауларын күтіп-ұстау бойынша жұмыстар көпірдің әр жағынан 18 м ұзындыққа орындалады, қоршаулардың ұстау қабілетінің ең төменгі деңгейлері ГОСТ 31994 2-кестесіне сәйкес автомобиль жолының санаттарына сәйкес келуі тиіс.

13.4 Бірінші (көпір құрылысына жақын) су бұру науаларын, сондай-ақ конустардың құламаларында орналасқан науаларды ластанудан тазарту қажет.

13.5 Кіреберістердің үйіндісін ластанудан тазарту, сондай-ақ қажетсіз өсімдіктерді жою бойынша жұмыстар көпірдің әр жағынан 6 м ұзындыққа, ал нығайтулар болған жағдайда - шығайту шегінде жүргізіледі.

13.6 Көпір құрылыстарының кіреберіспен түйісуінде шөгулер болған кезде жұмыстар 13-бөлімге сәйкес орындалады.

13.7 көпір құрылысының әр жағынан ұзындығы 6 м болатын кіреберістер үйіндісінің қауіпті шайылуы болған кезде шайылған жерлерді 12-бөлімге сәйкес нығайту қажет.

13.8 Құрама және монолитті бетон конструкцияларымен, габиондармен және полиуретан негізіндегі тұтқыр материал қолдананылып конструкциямен нығайтылған үйінді конустарын қажетсіз өсімдіктерден тазартып, қажет болған жағдайда жуу керек.

13.9 Үйінді конустарын нығайту ішінара бұзылған кезде нығайтудың біркелкілігін сақтай отырып, бұзылған учаскелер қалпына келтіріледі. Үйінді немесе тіреу конустарын нығайту бұзылған кезде оларды қалпына келтіру немесе ауыстыру қажет.

13.10 Конустардың құламалары эрозияға ұшыраған немесе бүлінген немесе кіреберістер үйіндісі болған жағдайда қалпына келтіру 12-бөлімге сәйкес жүргізіледі.

13.11 Баспалдақ жиындарының бүлінген элементтерін 12-бөлімнің талаптарын ескере отырып қалпына келтіру немесе ауыстыру қажет.

14 Көпір құрылыстарына кіреберістерде үйіндінің негізі мен денесінің топырағын нығайту тәсілдерін практикалық қолдану

14.1 Жалпы бөлім

14.1.1 Жұмыстарды жүргізу жобасы құрылыс жұмыстарын жүргізу қағидаларын және олардың орындалу мерзімін, пайдаланылатын жабдықтардың тізбесін және құрылыс алаңын жайластыру тәртібін, еңбекті қорғау жөніндегі іс-шараларды регламенттейтін өндірістік мақсаттағы ұйымдастыру-техникалық құжат болып табылады. Жұмыс өндірісі жобасы құрылыс алаңындағы технологиялық тәртіпті, жұмыстың сапасы мен қауіпсіздігін анықтайды.

Жұмыстарды жүргізу жобасы техникалық әдебиеттің ұсынымдарына және келесі нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес әзірленді:

- ҚР ҚН 1.03-00 Құрылыс өндірісі. Кәсіпорындардың, ғимараттар мен құрылыстардың құрылысын ұйымдастыру;

- ҚР ЕЖ 1.03-106 Еңбекті қорғау және құрылыстағы қауіпсіздік техникасы.

14.1.2 Жұмыстарды жүргізу кезінде:

- Құрылысқа басшылықты жүзеге асыратын желілік инженерлік-техникалық қызметкерлерге жұмыс өндірісі басталғанға дейін жұмыс өндірісі жобасының барлық бөлімдерін мұқият зерделеу қажет.

- Құрылыс жұмыстарын жұмыс сызбаларына, жұмыс өндірісінің осы жобасына, жұмыс өндірісінің нұсқауларына және қолданыстағы нормативтік құжаттарға сәйкес жүзеге асыру.

14.1.3 Жұмыс жүргізуді бастамас бұрын жұмыс жүргізумен айналысатын барлық персоналға осы құжаттың талаптарына қол қойғызып ИТҚ нұсқау беруі тиіс.

14.2 Техникалық шешім

14.2.1 10x15м көлеміндегі қаралып отырған учаскенің шөгуін болдырмау үшін «JET» [7] топырақ-цемент қадаларын құрылғымен цементтеу-нығайту іс-шаралары әдісімен өтпежолға кіреберіс топырағының беріктігі мен деформациялық сипаттамаларының негіздерін нығайту ұсынылады.

14.2.2 Техникалық шешім 1.5 м қашықтықта орналасқан ұзындығы 8 м «JET» топырақ-цемент қадаларын орнатуды көздейді.

14.3 Топырақ цемент қадаларын орнату бойынша жұмыстарды өндіру технологиясы

14.3.1 Жұмыс басталғанға дейін келесі шараларды орындау қажет:

- бекітілген жұмыс жүргізу жобасын «Жұмыс жүргізу» мөртабанымен бір данада алу;
- тапсырысшыдан тапсыру-қабылдау актісі бойынша құрылыс үшін геодезиялық бөлу негізін алу;
- тапсырыс берушіден ұйымның (салынып жатқан объектінің) аумағында құрылыс-монтаждау жұмыстарын жүргізу үшін рұқсат актісін алу;
- қажет болған жағдайда тапсырыс берушіден жұмыс орындарында, қолданыстағы/салынып жатқан коммуникацияларда: газ, су, электрмен жабдықтауда, дренаждық жүйелерде және т.б. жұмысқа рұқсат алу;
- жер бетінде қолданыстағы коммуникациялардың орналасуын белгілеу (олар болған жағдайда);
- технологиялық кешен үшін қатты негізді орындау;
- технологиялық кешенді монтаждауды орындау;
- су және электрмен жабдықтаудың уақытша коммуникацияларын құрылыс жоспарында көрсетілген қолданыстағы қосылу нүктелеріне өткізу және қосу;
- құрылыс алаңын кешкі және түнгі уақытта жарықтандыруды қамтамасыз ету, ол үшін тасымалданатын жарықтандыру аспаптарын көздеу;
- жұмыстарды бастау үшін қажетті мөлшерде материалдарды алаңға жеткізу;
- жобаға сәйкес ұңғымалардың сағаларын бөлу, бекіту;
- жұмыс басталар алдында қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқама жүргізу;
- жұмыс жүргізуге жауапты адамдарға қауіпті жұмыстарға наряд-рұқсат беру.

14.3.2 Құрылыс материалдарын объектіге жеткізу қолданыстағы автомобиль жолдары желісі бойынша жүзеге асырылады.

14.3.3 Бір ауысымда бір жабдық кешенінің үздіксіз жұмыс істеуі үшін (12 сағат, 8:00 - ден 20:00-ге дейін): 30-40 кВт энергиямен жабдықтау (60 кВт-цемент тасығышты түсіру кезіндегі ең жоғары мән); кемінде 30 м³ сумен жабдықтау талап етіледі.

14.3.4 Цемент жұмыс орындарына автоцемент таситын көліктермен жеткізіледі. Су сыйымдылығы 8-10 м³ ыдыстарда сақталады.

14.4 Негізгі жұмыстар

«JET» топырақцемент қадаларын орнату технологиясының мәні бұрғылау және цементтеу операцияларын біріктіру болып табылады. Бұрғылау аяқталғаннан кейін бұрғылау қашауының саптамалары арқылы цемент ерітіндісін қысыммен айдау жүргізіледі.

14.4.1 Топырақты нығайту жөніндегі жұмыстарды жүргізу авторлық қадағалауды және құрылысты сүйемелдеуді жүргізетін жобалау ұйымы әзірлеген және бекіткен жұмыстарды жүргізу жобасының (ЖЖЖ) негізінде орындалуы тиіс.

14.4.2 ҚР ҚН 1.03-00 сәйкес ЖЖЖ толық көлемде әзірленуі және мыналарды қамтуы тиіс:

- титул парағы;
- жауапты персоналды ЖЖЖ ережелерімен таныстыру парағы;
- объект бойынша жұмыстарды жүргізудің күнтізбелік жоспары немесе кестесі;
- кезектерді, құрсауларды, тәжірибелік және бақылау жұмыстарының учаскелерін көрсете отырып, құрылыстың жалпы құрылыс бас жоспарымен біріктірілген (қажет болған жағдайда) топырақты нығайту жөніндегі жұмыстарға арналған құрылыс бас жоспары;
- объектіге материалдар мен жабдықтардың түсу кестесі;
- объект бойынша еңбек ресурстарының қозғалыс кестесі;
- объект бойынша негізгі құрылыс машиналарының қозғалыс кестесі;
- жұмыстарды орындауға арналған технологиялық карталар
- геодезиялық бақылау кестесі және геодезиялық белгілерді орналастыру сұлбалары;
- материалдар қоймаларының, араластырғыш тораптардың және уақытша құбырлардың орналасу сұлбалары;

- дайындық, тәжірибелік, негізгі және бақылау жұмыстарын жүргізу жөніндегі шешімдерді; құрылыс алаңын және жұмыс орындарын сумен, жылумен, энергиямен жабдықтау мен жарықтандырудың уақытша желілерін төсеу жөніндегі шешімдерді; жұмыстарды ұйымдастырудың мобильді нысандарын, еңбек және демалыс режимдерін қолдану жөніндегі негіздемелер мен іс-шараларды; қысқы жұмыстарды қоса алғанда, жұмыстарды жүргізу жөніндегі шешімдерді қамтитын түсіндірме жазба уақыт; энергия ресурстарына қажеттілік; құрылысшылар қалашықтары мен жылжымалы (инвентарлық) ғимараттардың қажеттілігі мен байланыстырылуы; құрылыс алаңында материалдардың, бұйымдардың, конструкциялар мен жабдықтардың сақталуын қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралар; табиғатты қорғау іс-шаралары; құрылыстағы еңбекті қорғау және қауіпсіздік жөніндегі іс-шаралар; техника-экономикалық көрсеткіштер.

14.4.3 Қосымша ЖЖЖ мыналарды қамтуы тиіс:

- тәжірибелік-өндірістік жұмыстарды жүргізу регламенті;
- негізгі кезеңді инъекциялау бойынша жұмыстарға қойылатын талаптар;
- бекіту сапасын бағалау бойынша бақылау жұмыстары;
- статикалық жүктемелермен қадаларды сынау;
- жобада көрсетілген нормаланатын сапа көрсеткіштерін, жұмыс мерзімдері мен көлемін қамтамасыз ету үшін қолданылатын жабдықтың сипаттамалары.

14.4.4 Ағынды цементтеу тәсілімен топырақты нығайту жөніндегі жұмыстар жобалаудың байқау әдісі шеңберінде жобалау ұйымын ғылыми-техникалық сүйемелдеу және авторлық қадағалау кезінде орындалады.

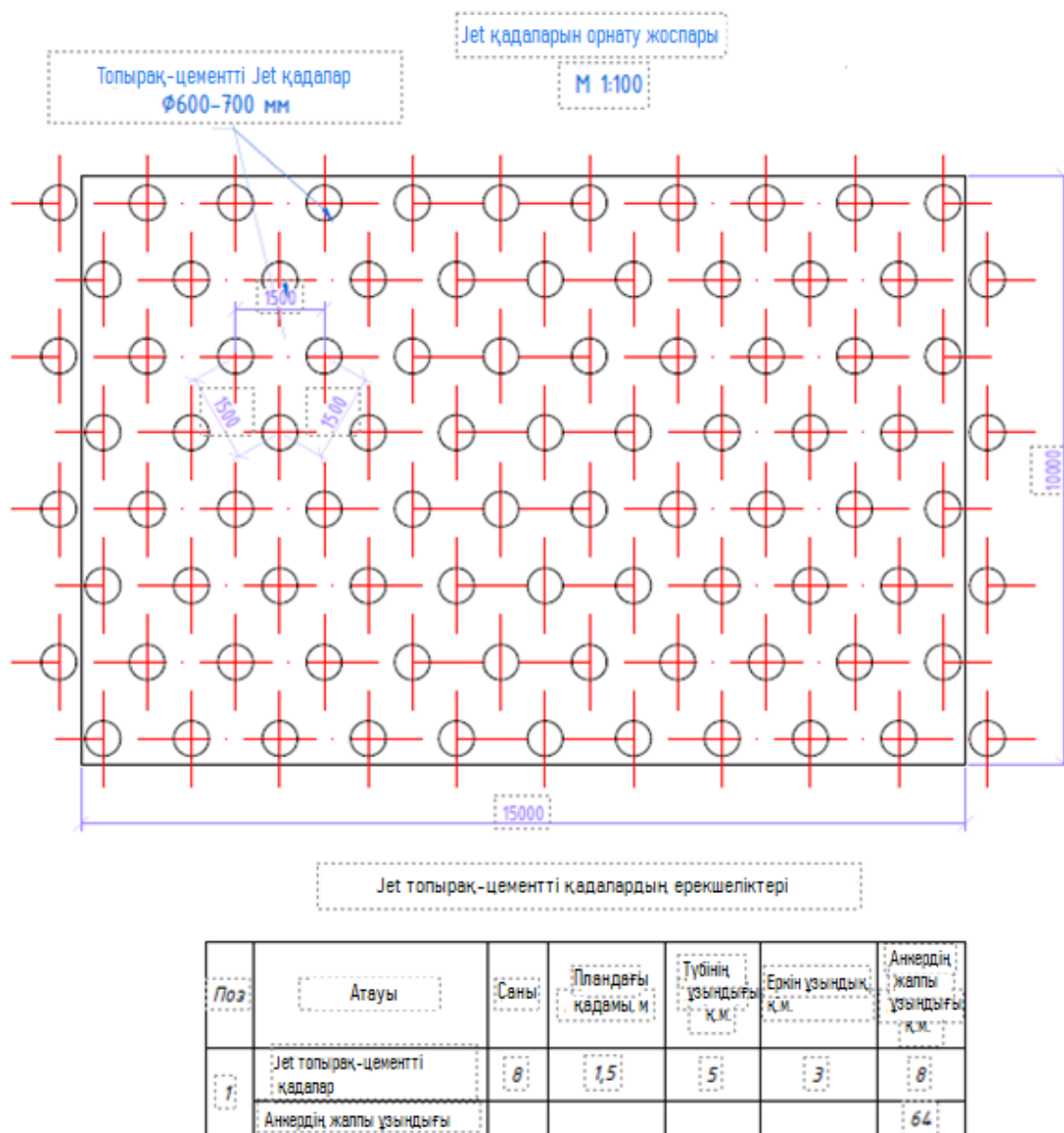
14.4.5 Үйінді негізі мен денесінің көтергіш қабілетін қалпына келтіру жөніндегі жобаны әзірлеу үшін көпір құрылыстарына көзқарасты күшейту бойынша ЖЖЖ шеңберінде технологиялық карталарды әзірлеу қажет. 21-24-суреттерде топырақты ағынды цементтеу технологиясы бойынша «Jet» топырақцемент қадалары құрылғысымен «Алматы-Өскемен» автомобиль жолы арқылы ҰАААЖ бойынша өтпезол кіреберістерін нығайту бойынша жұмыстарды орындаудың технологиялық карталары [7] көрсетілген.

Топырақцемент қадаларын орнату жұмыстарын жүргізу жер бетінен көзделген.

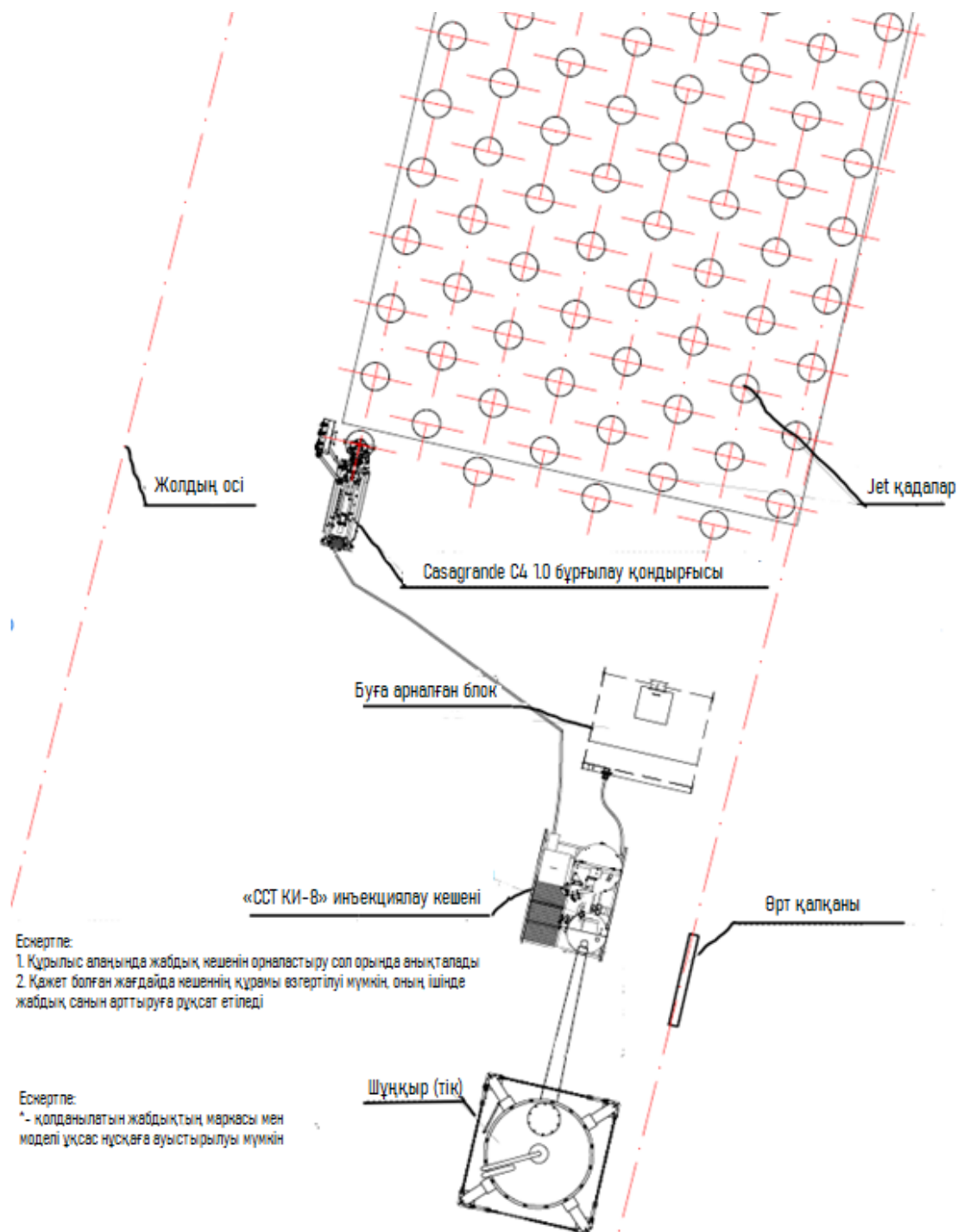
14.4.6 Топырақцемент бағанының құрылысы келесі технологиялық операциялардан тұрады:

- жетекші ұңғыманы баған түбінің жобалық белгісіне дейін бұрғылау (тікелей жүріс);

- топырақты жоғары қысымды цемент ерітіндісімен араластыру арқылы топырақты цемент қадаларын 8м-ден 3м-ге дейін көтеру (5м нығайтудың жалпы тереңдігі) және бұрғылау құралын айналдыру (кері соққы) процесінде орнату.



21-сурет - JET қадаларының планда орналасу сұлбасы



22-сурет – Жабдықтың орналасу сұлбасы

14.5 Жабыдаққа қажеттілік

14.5.1 Қадаларды орнату үшін FM 1000, MDT 80, MDT 140, MDT 180 немесе ұқсас бурғылау қондырғысы қолданылады.

14.5.2 Цемент ерітіндісін дайындау CCTCM 80/200 «Вихрь», CCTCM 40/120 немесе соған ұқсас араластырғыш станциясында жүргізіледі.

14.5.3 Цемент ерітіндісін қысым магистраліне беру Тесніwell TW 352 жоғары қысымды сорғымен жүзеге асырылады.

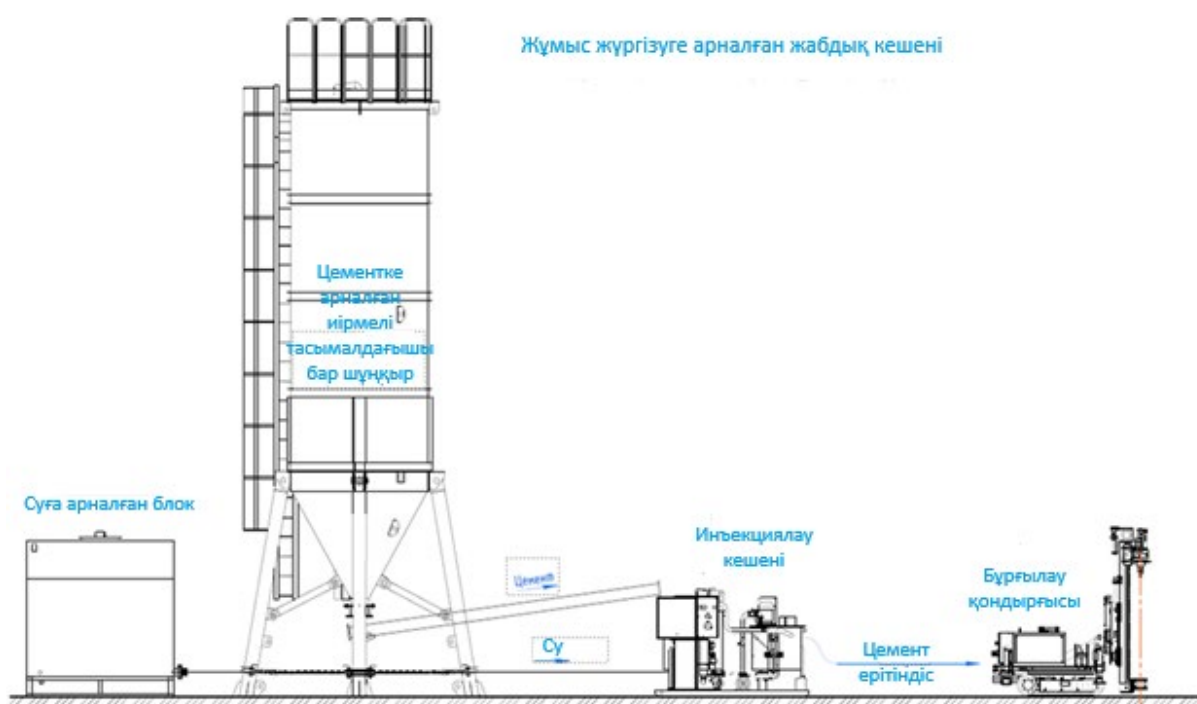
14.5.4 Цементті сақтау үшін бұрандалы тасымалдағышы бар шұңқырлар қолданылады.

14.5.5 Топырақцемент бағандарын орнату кезіндегі негізгі параметрлер:

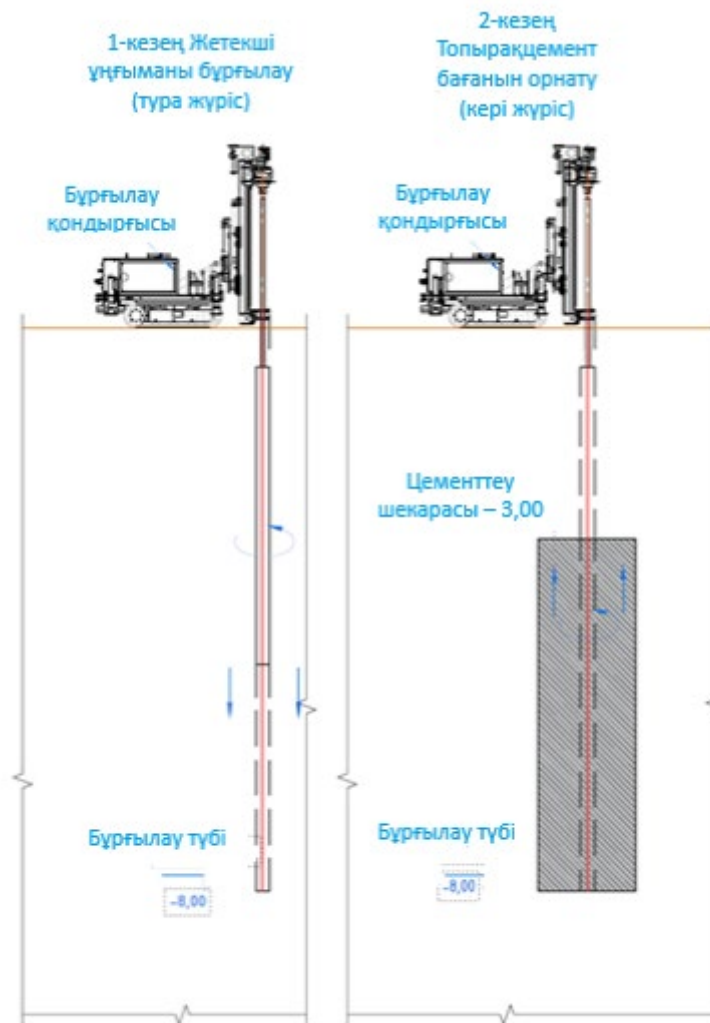
- цемент қадаларының орташа диаметрі - 600-700 мм;
- топырақцемент қадаларының ұзындығы - 5,0 м;
- топырақцемент қадаларының жалпы саны - 88 дана.;

14.5.6 Жер асты цемент қадаларын орнатуға арналған жабдықтар кешені бұрғылау қондырғысынан, араластырғыш станциядан, жоғары қысымды сорғыдан, су ыдысынан және цементті сақтауға арналған шұңқырдан тұрады (22-сурет).

Қадаларды орнату бойынша жұмыстарды жүргізудің технологиялық сұлбасы және екі кезеңнен тұратын қадаларды орнату бойынша жұмыстарды жүргізудің реттілігі 24 және 25-суреттерде келтірілген.



23-сурет – Қадаларды орнату бойынша жұмыстарды жүргізудің технологиялық сұлбасы



**24-сурет - Қадаларды орнату бойынша жұмыстарды жүргізу кезектілігі.
1,2-кезеңдер**

Дайын топырақцемент қадаларының жалпы көрінісі 25-суретте көрсетілген.



25-сурет- Дайын топырақцемент қадаларының жалпы көрінісі

14.6 Топырақцементті ұлпасын жинау жұмыстары

14.6.1 Қадаларды орнату жұмыстары цементтопырақ ұлпаның бетке төгілуімен бірге жүреді.

14.6.2 Жұмыс жүргізу алаңында орындалатын қадалардың ұңғымаларының сағасынан топырақцемент ұлпасының шығуын жедел бақылау орындалуы тиіс.

14.6.3 Әлсіз, үйінді немесе борпылдақ топырақтарда анкер қадаларын орнату кезінде ұлпаның шығуына жол берілмейді. Ұлпаа бетке шыққан жағдайда оны жұмыс жүргізу аймағынан тыс шығаруға жол берілмейді.

14.6.4 Қатып қалған топырақцемент ұлпасы қауіп төндірмейді және оны құрылыс алаңында негізді дайындау ретінде қалдыруға жол беріледі, немесе ұлпа құрылыс алаңынан арнайы бөлінген орынға жиналады. Жинақталуына қарай топырақцемент ұлпасы қалдықтар полигонына автосамосвалмен шығарылады.

14.6.5 Топырақцемент ұлпасын жинау, тазалау және автосамосвалдарға тиеу күрек, шелек немесе зембіл көмегімен тиегішпен немесе қолмен жүзеге асырылады.

А қосымшасы
(міндетті)

Конустың орнықтылығын есептеу бойынша ұсынымдар

А.1 Құлама топырақ массивтерінің кіреберіс үйінділерінің конустары жататын орнықтылығының бұзылу нысандарның негізгі есептік модельдері әдетте:

- а) кесілу және айналып құлау;
- б) сырғану;
- в) жамылғының жылжуы.

А.2 Кесілу және айналып құлау (А.1, а) көлденең осьтің айналасында белгілі бір бұрылыспен сырғану бетіндегі массивтердің қозғалысы. Орнықтылықты жоғалтудың бұл нысаны, әдетте салыстырмалы түрде қарапайым топырақ-геологиялық жағдайларға тән:

- топырақтың табиғи бетінің үлкен бойлық көлбеуінің болмауы;
- кіреберіс үйіндінің ені бойынша біркелкі геологиялық жағдайлар (геологиялық элементтер қабаттарының шекаралары қолайсыз құлау беті шегінде үйіндінің көлденең қималарындағы көлденең күйге жақын);
- көпір осі бойымен ығысу сызығының шегінде геологиялық жағдайлардың күрт өзгеруі болмайды (кейбір инженерлік-геологиялық элементтерді физика-механикалық қасиеттерінің айтарлықтай өзгеруімен басқаларына ауыстыру).

А.3 Сырғану (А.1, б) бұл қабаттасулардың, сынулардың, ескі ығысулардың және сол секілді жазықтықтардағы ығысу және әдетте, тау жыныстарының қалыңдығында көлбеу бағытта ықтимал сырғану бетімен сипатталады.

А.4 Жамылғының жылжуы (А.1, в) бұл астыңғы қабаттың тегіс емес беттегі жамылғы массаларының көшкіні және астыңғы қабаттың көлбеу жағына қарай еңкейіп, көп ылғалданған жамылғы массаларының пайда болуымен сипатталады.

А.5 Орнықтылықты аналитикалық әдістермен есептеу кезінде келесі жалпы ережелерді жүзеге асыратын сертификатталған бағдарламаларды (бағдарламалық кешендерді) пайдалану ұсынылады:

- құлау денесінің алдын-ала белгіленген нысанымен графикалық талдау әдісін қолдану;
- негізгі теңдеулер Кулон заңы бойынша қисық немесе сынған сызықтар түрінде бойлық қималары бар сырғану беттерінде әрекет ететін күштердің тепе-теңдік шартын білдіреді;
- берілген құлау денесі тік қималармен бөліктерге бөлінеді, олардың шегінде сырғану бетінің көлбеу бұрыштары мен топырақ қабаттарының беріктік сипаттамалары олардың мәндерін өзгертпейді;
- ең тиімді (қордың минималды коэффициентімен) құлау денесінің пішіні мен орналасуы шамадан тыс анықталады (бірнеше рет қайта есептеу арқылы).

Орнықтылықты есептеудің талдамалық әдістеріне қойылатын негізгі талаптар А.12 келтірілген.

А.6 Конструкцияның кеңістіктік жұмысын модельдеуге және құрылыстың кезеңділігін және топырақтың сызықтық емес қасиеттерін ескеруге мүмкіндік беретін басқа сандық әдістерді қолдана отырып, соңғы элементтер әдісін (СЭӘ) жүзеге асыратын және геотехникалық есептеулер үшін сертификатталған заманауи бағдарламалық кешендерді (мысалы, Plaxis, Geo5) қолдануға рұқсат етіледі.

СЭӘ іске асыратын геотехникалық бағдарламалық кешендегі сызықтық емес есепті есептеу кезіндегі шекті жағдайдың өлшемшарты әдетте, итерациялық процестің жинақтылығы болып табылады, яғни рұқсат етілмеген жағдайда беріктік пен орнықтылықтың жоғалуын болдырмайтын статикалық кернеу күйінің алынғанын

көрсететін шешім. Бұл жағдайда сырғанудың есептік бетін массивте пластикалық қозғалыстардың үзілуінің (сәйкессіздігінің) үздіксіз аймағы пайда болатын шекті күйге жету арқылы алуға болады.

СЭӨ іске асыратын геотехникалық бағдарламалық кешендегі сызықтық емес есепті шешудегі тұрақтылық қорының коэффициенті φ_n ішкі үйкеліс бұрышының бастапқы есептік мәндерінің және C_n оларды есептелген сырғану беті бойынша шекті тепе-теңдік алынған мәндерге дейін біртіндеп (бір мезгілде және пропорционалды) төмендету арқылы алынған сол параметрлердің соңғы мәндеріне қатынасы ретінде көрсетілуі мүмкін.

А.7 Конустардың орнықтылығын есептеуде келесі жүктемелер ескеріледі:

а) топырақтың өзіндік салмағы сырғану бетінен жоғары;
 б) құлау призмасы шегінде орналасқан үйіндіге түйісу тіреу учаскесімен берілетін үйіндімен және түйісу жамылғысымен түйісу конструкцияларының өз салмағынан жүктеме үлесі;
 в) су деңгейі төмендеген кезде оның сүзілу қысымы (конус пен үйінді су басқан кезде). Депрессия қисығының көлбеуі А.11 сәйкес анықталады;

г) құлау призмасы шегіндегі АК және НК уақытша тік жылжымалы жүктемелері ГОСТ 32960 сәйкес қабылданады. Бұл ретте құлау призмасындағы көлік құралдарының көлденең бойлық жүктемелері ескерілмейді;

д) көлденең сейсмикалық жүктемелер (бар болса).

А.8 Жүктеме бойынша сенімділік коэффициенттері және динамикалық коэффициенттер ГОСТ 33390 бойынша қабылданады.

А.9 Сейсмикалық әсерді ескере отырып есептеулерді орындау кезінде уақытша жылжымалы және сейсмикалық жүктемелер үшін үйлесімділік коэффициенттері тең қабылданады:

- 1,0 - уақытша жылжымалы жүктемелерді есепке алмағанда тұрақты жүктемелермен бірге әрекет ететін сейсмикалық жүктемелер үшін;
 - 0,8 - жылжымалы құрамның жүктемелерімен бірге сейсмикалық жүктемелер үшін;
 - 0,5 - сейсмикалық жүктемелермен бірге уақытша жылжымалы жүктемелер үшін.

А.10 Қадалар үшін, егер сырғану беті қадаларды қиып өтсе, онда ростверк пен оның үстіндегі топырақтың салмағы тиісті бөліктердің салмағынан алынады.

Егер сырғану беті тіректің іргетасының немесе қадалардың төменгі ұштарының астынан өтсе, онда тиісті бөліктер шегіндегі барлық жүктемелер ескеріледі (оның ішінде аралық құрылымның тірек реакциялары және жылжымалы жүктеменің түйісуі мен аралық құрылымдағы орналасуының өзгеруі, тұрақтылық қорының коэффициенті үшін ең нашар нұсқаны таңдау).

А.11 Есептеу модельдерінің барлық түрлері үшін үйінді су басқан кезде және (немесе) сырғанау бетінің төменгі нүктесінен жоғары жер асты суларының деңгейінде сүзу қысымының күштерін ескеру қажет. Құлау денесінің су басқан бөлігінде жердің өз салмағынан қатысты (ығысу) компоненті судың салмақтық әсеріне байланысты азаятынын және сонымен бірге сүзу қысымының күшінен ығысу компонентінің ұлғаюын ескере отырып, ең нашар жағдайды (қордың ең аз коэффициентін) іздеу үшін ең жоғары және ең төмен арасындағы су деңгейінің орналасуын іріктеу қажет.

Заттай деректер болмаған кезде депрессия қисығының еңістерінің мәндерін А.1 кестесі бойынша қабылдауға жол беріледі.

А.1-кесте – Депрессия қисығының еңісі

Жайылма суларының беті өтетін топырақтың атауы	i_0 , ‰
Қиыршық тасты және ірі құмдар	3—6
Ұсақ және шаңды құмдар	6—20
Құмдақ	20—50
Саздақ	50—100
Саз	100—200

Сүзу қысымының күштерінің нәтижесі құлаудың есептік аймағы шегінде әрбір қарастырылып отырған бөліктің су басқан бөлігінің ауырлық орталығында қолданылады.

А.12 бҚұламалардың орнықтылығын талдамалық есептеудің негізгі әдістері:

а) дөңгелек цилиндрлік сырғану беттерінің әдісі (ДЦСБ) А.1, а) есептеу моделіне қолданылады. Айналу осі мен радиусы ең нашар мәндерді (тұрақтылық қорының минималды коэффициентімен) таңдай отырып, шамадан тыс (бірнеше рет қайталап есептеулермен) анықталатын цилиндрлік пішінді сырғану беті болып табылатын құлаудың есептік аймағы тік беттері бар бөліктерге бөлінеді, бұл ретте іргелес бөліктердің тік беттері бойынша өзара іс-қимылы ескерілмейді.

А.7, а), б) және г) бойынша әр бөлікке әсер ететін жүктемелер бөліктің төменгі бетіне жанама және қалыпты құраушыларға орналастырылады (цилиндрлік пішіннің сырғану бетінің бөлігі, оның жиегіне көлбеу бұрышы тұрақты болады). А.7, в) және д) жүктемелері, олар болған кезде, көлбеу бағытта көлденең бағытталған және бөліктің су басқан бөлігінің ауырлық ортасында және бүкіл бөліктің ауырлық ортасына сәйкесінше қолданылады.

Құламаның орнықтылығын қамтамасыз ету үшін (А.1) формуласы бойынша теңсіздікті орындау қажет:

$$\eta = \frac{M_{y\partial}}{M_{c\partial}} \leq \gamma_k \quad (\text{А.1})$$

мұнда η - ұстау күштерінің моменттерінің ығысуға қатынасын білдіретін тұрақтылық коэффициенті;

$M_{y\partial}$ - минималды η мәнімен шектен тыс анықталған айналу осіне қатысты ұстау күштерінің моменті. Ұстау күштері Кулон заңы бойынша анықталған бүкіл сырғану бетіндегі топырақ бөлшектерінің өзара әрекеттесу күштері; А.7, а), б) және г) бойынша жүктемелердің жанама құраушылары сырғану беті үйіндіге қарай қисайған құлау бөлімінің учаскелерінде үйіндіге бағытталған (егер құлау денесі негізді ұстап, конустың табанынан тыс бетке шықса); сырғану бетімен қиылысатын арматуралық элементтердің әсерінен ұстау күштері (бар болса);

$M_{c\partial}$ - айналу осіне қатысты ығысу күштерінің моменті η минималды мәнімен іріктеумен анықталады. А.7, а), б) және г) бойынша көлбеу бағытқа бағытталған жүктемелердің, сондай-ақ олар болған кезде А.7, в) және д) жүктемелерінің жанама құрамдас бөліктері ығысу болып табылады;

γ_k - 4.6 және 4.7 тармағына сәйкес тұрақтылық шегі коэффициентінің ең төменгі рұқсат етілген мәні.

б) көлденең күштердің әдістері (Маслов - Берер әдісі және Г.М. Шахунянц әдісі) А.1, а), б) және в) кез-келген есептік модельдерге қолданылады, әр түрлі көлбеу бұрыштары бар жазықтықтар мен дөңгелек цилиндрлік беттердің учаскелерін қамтуы мүмкін еркін пішінді сырғану беттерінде, сондай-ақ кеңістіктік есептер үшін кіреберіс үйінділерінің конструктивтік ерекшеліктері ескеріледі (құлау денесінің үш жағынан еңістердің болуы). Болжалды құлау бөлімдері олардың шекаралары сырғану беттерінің сыну орындарына

сәйкес келетіндей және сырғану бетіне жақын әр бөліктің ішінде топырақтың тұрақты сипаттамалары сақталатындай етіп тік қималармен бөлінеді.

Құламаның орнықтылығын қамтамасыз ету үшін (А.2) формуласы бойынша теңсіздікті орындау қажет:

$$\eta = \frac{\sum T}{\sum H} \geq \gamma_k \quad (\text{А.2})$$

мұнда η - орнықтылықтың қор коэффициенті;

$\sum T$ - барлық есептік бөліктерге арналған аралықтың бөліктерінің (көрші блоктың қабырғасына қысымның) қосындысы, сырғану бетіндегі топырақ бөлшектерінің өзара әрекеттесу күштерімен және сырғану бетімен қиылысатын арматуралық элементтердің әсерінен ұстап тұратын күштермен қабылданады (бар болса);

$\sum H$ - А.7, а), б) және г) бойынша құрамдас жүктемелердің, сондай-ақ А.7, в) және д) бойынша құрамдас жүктемелердің сырғану бетіне жанама есептелетін үйкеліс және ілінісу блоктары арасында топырақта жоқ деген болжамдағы аралықтың бөліктерінің (көрші блоктың қабырғасына қысымның) қосындысы, олар болған кезде;

γ_k - 4.6 және 4.7 тармағына сәйкес орнықтылық қорының коэффициентінің ең төменгі рұқсат етілген мәні.

А.13 Кеңістіктік есептерді есептеу, әдетте, орнықтылық қорының коэффициентінің жоғарылауына әкеледі, себебі құлау призмасындағы сыртқы жүктемелердің қайта бөлінуі (мысалы, түйісудегі уақытша жылжымалы жүктеме) кең беткейде жүреді. Осының салдарынан қорға доңғалақтың енін ескере отырып, ГОСТ 33390 (1-сурет) сәйкес түйісудегі (АК немесе НК) есептік көлік құралының еніне тең бөліктің шартты ені (ығысу күштерінің бағытына перпендикуляр) бар жазық сұлба бойынша есеп жүргізуге рұқсат етіледі.

А.14 Карьерде құмды топырақты тікелей сынау деректері болмаған жағдайда, ЕЖ 22.13330.2016 [5] (А қосымшасы) нұсқаулары бойынша ішкі үйкелістің нормативтік бұрышын $< \varphi_n$, градуспен және топырақтың деформация модулін e , МПа, табиғи қабаттағы топырақ үшін қабылдауға жол беріледі.

Карьердегі топырақтың кеуектілік коэффициенті (А.3) формула бойынша анықталад:

$$e = \frac{\rho_s(1+W)}{\rho} - 1 \quad (\text{А.3})$$

мұнда $\rho_s = 2,66 \text{ г/см}^3$ - құмды топырақ бөлшектерінің тығыздығы;

ρ - карьердегі топырақтың нақты тығыздығы, г/см^3 .

Конус денесінде 0,98-ден төмен емес тығыздау коэффициентін қамтамасыз ету және тікелей сынақтар деректері болмаған кезде табиғи қабаттағы топырақтың физика-механикалық сипаттамаларынан конус денесіндегі себілген және тығыздалған топырақтың сипаттамаларына көшу келесідей орындалады: тығыздалған үйкеліс топырағы үшін φ_n ішкі үйкелістің нормативтік бұрышы $\varphi_n' = 0,9\varphi_n$ тең, ішкі үйкелістің есептік бұрышы тығыздалған үйінді топырақ $\varphi_1/1,1$; нормативтік меншікті салмақ γ_n' тығыздалған үйінді топырақ үшін $\gamma_n' = 0,95 \gamma_n$, тығыздалған үйінді топырақ үшін есептік меншікті салмағы $\gamma_1' = \gamma_n' \times \gamma_f$ - мұнда сенімділік коэффициенті γ_f қандай мән орындалатын есептеудің ең нашар нәтижесіне әкелетініне байланысты 1,1 немесе 0,9 тең деп қабылданады.

А.15 7.4 тармағына сәйкес сапа туралы құжат және конустардың дренажды топырақтары бойынша инженерлік-геологиялық іздестірулердің сенімді деректері болмаған кезде конустардың жалпы тұрақтылығын есептеуде $\gamma_n = 17,7 \text{ кН/м}^3$, $C_n = 0$ деп қабылдауға жол беріледі, $\varphi_n = 35^\circ$ толтыру топырақтарына келесі талаптарды қамтамасыз ету кезінде (7.1 талаптарына қосымша):

- құрылыс жұмыстарына арналған құм ГОСТ 8736 немесе ГОСТ 32824 бойынша;
- төрттік шөгінділердің кварц құмдары қолданылады: карьердегі кеуектілік коэффициенті 0,6-дан аспайтын қиыршық және ірі, карьердегі кеуектілік коэффициенті 0,5-тен аспайтын орташа мөлшердегі немесе кеуектілік коэффициенті 0,45-тен аспайтын, жасы кемінде төрт жыл орташа ірі құмды шайынды топырақ;
- топырақтың үйінділік тығыздығы $-1,83 \text{ г/см}^3$ көп емес.

Б қосымшасы
(міндетті)

Үйінді мен оның негізінің шөгуіне байланысты өтпелі птақталар астындағы төсемдер мен шағыл тасты төсеніштердің шөгуін есептеу әдістері

Б.1 Үйінді негізінің әлсіз топырақтарында шөгінділерді есептеу сертификатталған геотехникалық бағдарламалық кешендерде [2] көрсетілген ұсыныстарды ескере отырып жүргізілуі керек.

Б.2 Үйіндінің салмағымен тығыздалуға ұшырамайтын (әлсіздерге жатпайтын) негіз топырақтары үшін негіздің шөгіндісін үйіндінің геометриялық сипаттамаларына, топырақ үйіндісін құрайтын көлемдік салмағына және негіз топырақтарының деформациясының орташа өлшенген модуліне байланысты [12] (1-қосымша) көрсетілген әдістеме бойынша анықтауға жол беріледі.

Б.3 Төсем шөгіндісін $S_{\text{общ}}$ негіз шөгіндісінің $S_{1(\text{осн})}$ (үйінді салмағының жүктелуінен), төсем астындағы үйінді денесі $S_{2(\text{телo})}$ (биіктігі бойынша үйіндінің тығыздалуынан) және үйінді денесінде төсем $S_{3(\text{леж})}$ оған әсер ететін тұрақты жүктемелерден өз салмағынан, түйісудің темірбетон тақталарының және ондағы жамылғы салмағынан үнемі түсетін жүктемелердің қосындысы ретінде есептелуі керек.

Б.3.1 8.2.3, а сәйкес үйінді биіктігін қабылдай отырып, Б.1 және Б.3 ұсынымдарына сәйкес үйінді салмағы жүктемесінен $S_{1(\text{осн})}$ негіздің шөгуі, үйіндінің көлденең қимасы – тақтаның және (немесе) төсемнің артқы шегі бойынша түйісулер соңындағы жазықтықтар есептеледі.

Б.3.2 Үйінді денесінің шөгіндісі (үйіндінің жоғарғы жағынан негіз деңгейіне дейін) үйінді құрайтын топырақ түріне және 8.2.3 бойынша қабылданатын үйіндінің биіктігіне байланысты қабылданады:

Б.3.3 Осы стандарттың барлық конструктивтік талаптарын орындай отырып, үйінді денесінде орналастырылған $S_{3(\text{леж})}$ төсемнің шөгуін (Б.1) формула бойынша серпімді негіз төсеніштің коэффициентін $C = 40000 \text{ кН/м}^3$ пайдалана отырып, Винклер-Фусс моделі бойынша анықтауға жол беріледі:

$$S_{3(\text{леж})} = \frac{q}{C} = \frac{P / b_{\text{л}}}{C}, \quad (\text{Б.1})$$

мұнда $q = P / b_{\text{л}}$ - түйісу конструкцияларының өз салмағынан төсем табанының астындағы қысым (жол төсемесін ескере отырып), кН/м^2 ;

P - түйісу конструкцияларының өз салмағынан нормативтік сызықтық жүктеме (төсем ұзындығының 1 қ.м.) (жол төсемесін ескере отырып), кН/м ;

$b_{\text{л}}$ - 2-суретке сәйкес төсем ені, м.

Б.1-кесте - Үйіндінің салыстырмалы шөгуін анықтау

Үйінді топырақтары	Үйіндінің шөгуі, %, биіктігі, м		
	6-ға дейін	6-дан 12-ге дейін	12-ден жоғары
Саз	0,6 - 0,8	1,0 - 1,3	1,9 - 2,2
Құмайт	0,5	0,8	1,4
Саздақ	0,3	0,6	1,3

Ескертпе

1 Б.1 кесте бойынша үйінді шөгіндісі 8.2.3 сәйкес айқындалған $H_{\text{нас}}$ үйіндісінің биіктігінің үлесі (%) түрінде қабылданады, оның үйіндінің жоғарғы деңгейінде $S_{\text{нас}}$ максималды шамасы болады.

2 Төсем астындағы үйінді денесінің шөгіндісін формула бойынша анықтау керек:

$$S_{2(\text{телo})} = S_{\text{нас}} \cdot \frac{H_{\text{нас}} - H_{\text{д.о.}} - H_{\text{плит}} - H_{\text{леж}}}{H_{\text{нас}}}, \quad (\text{Б.2})$$

мұнда $H_{\text{д.о.}}$ - 8.2.7 сәйкес түйісу соңының деңгейіндегі жол төсемесінің қалыңдығы;

$H_{\text{плит}}$ – түйісу тақтасының қалыңдығы;

$H_{\text{леж}} = 0,5$ м - 8.2.8 сәйкес төсемнің биіктігі.

Б.4 Шағыл тас төсеміне тікелей тірелетін монолитті өтпелі тақталардың түйісу ұшының шөгуін $S_{\text{общ.шеб}}$ негіз шөгіндісінің $S_{1(\text{осн})}$ (Б.3.1 бойынша үйінді салмағының жүктелуінен), төсем астындағы үйінді денесі $S_{2(\text{телo})}$ (Б.1 кесте және (Б.3) формула бойынша биіктігі бойынша үйіндінің тығыздалуынан) және үйінді денесінде төсем $S_{3(\text{шеб})}$ оған әсер ететін тұрақты жүктемелерден өз салмағынан, түйісудің монолитті тақталарының және ондағы жамылғы салмағынан үнемі түсетін жүктемелердің қосындысы ретінде есептелуі керек.

Б.4.1 Үйінді денесінің шөгуі монолитті өтпелі тақта ұшының астындағы шағыл тас төсеміне тірелген кезде (Б.3), (Б.1) сәйкес белгілер) формуласы бойынша анықталуы керек:

$$S_{2(\text{телo.шеб})} = S_{\text{нас}} \cdot \frac{H_{\text{нас}} - H_{\text{д.о.}} - H_{\text{плит}}}{H_{\text{нас}}}, \quad (\text{Б.3})$$

Б.4.2 Осы құжаттың барлық конструктивтік талаптарын орындай отырып салынған шағыл тас төсеміне тікелей тірелетін өтпелі тақта негізінің (6-сурет) шөгуін (тақтаның артқы шеті деңгейінде) формула бойынша серпімді негіз төсеніштің коэффициентін $C = 40000$ кН/м³ пайдалана отырып, Винклер-Фусс моделі және шкаф қабырғасына өтпелі тақтаның тіреу түйінінің шөгуі жоқ деген болжаммен анықтауға жол береді:

$$S_{3(\text{шеб})} = \frac{4}{3} \cdot S_{3(\text{шеб.средн})} = \frac{16}{9} \cdot \frac{q_{\text{ср}} \cdot b_{\text{пп}}}{C \cdot l_{\text{пп}}}, \quad (\text{Б.4})$$

мұнда шағыл тасты төсемге тіреу ұзындығының ортасында $S_{3(\text{шеб.средн})}$ - ені $b_{\text{пп}}$, м, және ұзындығы $l_{\text{пп}}$, м монолитті түйісу тақтасының негізінің орташа шөгуі (яғни, тақтаның артқы шетінен $l_{\text{пп}}/4$ қашықтықта);

$q_{\text{ср}}$ - түйісу конструкцияларының өз салмағынан (жол төсемесін ескере отырып) нормативтік үлестірілген жүктеменің орташа мәні (1 м² өтпелі тақтаға), кН/м².

Б.5 Табиғи немесе қадалық негіздегі тіректермен түйісу үшін шекті күйлердің II тобы бойынша табанының астындағы негіздің көтергіш қабілетін қамтамасыз ету шартынан төсем енін $b_{\text{л}}$ (Б.1) формула бойынша есептелген $S_{3(\text{леж})}$ шөгуі (Б.5) формула бойынша өтпенің тгістігін сақтау шартын қанағаттандыратындай етіп таңдалуы тиіс:

$$S_{3(\text{леж})} \leq 0,002L - S_{2(\text{телo})} - S_{1(\text{осн})}, \quad (\text{Б.5})$$

мұнда L – өтпелі тақтаның ұзындығы.

Б.6 Диван типіндегі тіреулермен немесе консольді аралық құрылымдармен түйісу үшін шекті күйлердің II тобы бойынша табанының астындағы негіздің көтергіш қабілетін қамтамасыз ету шартынан төсем енін $b_{\text{л}}$ (А.2) формула бойынша есептелген $S_{3(\text{леж})}$ шөгуі 8.2.4 сәйкес өтпенің бірқалыптылығын сақтау шарттарын қанағаттандыратындай етіп таңдау керек

$$S_{3(\text{леж})} \leq 0,002L - S_{2(\text{тело})} - S_{1(\text{осн})} + \Delta A, \quad (\text{Б.6})$$

мұнда ΔA - 3-суретке сәйкес шкаф қабырғасына өту тақтасының тіреу түйінінің шөгуі.

А.7 Шағыл тас төсеміне тірелетін монолитті өтпелі тақталар негіздерін тексеру Б.5 – Б.6 ұқсас, төсем енінің $b_{\text{л}}$ орнына $l_{\text{пп}}/2$ өтпелі тақтаның ұзындығының жартысын, ал төсем шөгіндісінің орнына $S_{3(\text{леж})}$ шағыл тас төсеміне $S_{3(\text{шеб})}$ (тақтаның артқы шетінің деңгейінде) тікелей тірелген өтпелі тақта негізінің шөгіндісін алады.

В қосымшасы

(міндетті)

Өтпелі тақталарды жобалау бойынша ұсынымдар

В.1 Монолитті және құрама (көршілес тақталармен бүкіл ұзындығы бойынша көлденең біріктірумен) өтпелі тақталарды есептеу қисықтығына немесе пландағы қисық сызықтың орналасуын ескере отырып, кеңістіктік соңғы элементтік модельдерді қолдана отырып жүргізілуі керек (бар болса). Есептелген модель ең нашар орналасуды таңдай отырып, уақытша жылжымалы жүктеменің әртүрлі орналасуынан және көлденең бағыттағы әртүрлі жолақ коэффициенттерінен күштерді қайта бөлуді ескеруі керек.

В.2 Біріктірудің бүкіл ұзындығы бойынша (мысалы, кілтек түрінде) бір-бірімен біріктіру бойынша арнайы конструктивті шешімдері жоқ құрама өтпелі тақталарды есептеуді көлденең бағытта күштерді қайта бөлуді есепке алмай, топсалы-тірек арқалықтың жазық моделін қолдана отырып, талдамалық әдістермен жүргізуге рұқсат етіледі (әр құрама тақта көрші тақтаға тәуелсіз жұмыс істейді). Бұл жағдайда есептелетін тақта үшін АК және НК жүктемелері үшін көлденең орнату коэффициенті (КОК) $КОК = 0,5$, яғни, құрама тақта қарастырылып отырған жүктеме моделінің бір доңғалақ сызығынан (сораптың жартысынан) толық жүктемені қабылдайды.

В.3 Көлденең біріктірілмеген және В.2-ге сәйкес бөлек жұмыс істейтін құрама өтпелі тақталар монолитті және құрама тақталардың бүкіл ұзындығы бойынша біріктірілген жүктемелердің жоғарылауын қабылдайды. Әдетте, монолитті конструкциялар техника-экономикалық көрсеткіштер бойынша оңтайлы болып табылады. Жеке құрама өтпелі тақталарды орнату қажет болған жағдайда оларды бүкіл ұзындығы бойынша көрші тақтамен біріктіретін құрылымдық элементтерді, мысалы, тақта аралық құрылымдарға ұқсас кілтек қосылыстарды қарастырған жөн. Өтпелі тақталар конструкцияларының барлық түрлерін арматуралау осы қосымшаның ұсынымдарын ескере отырып, қолданыстағы нормативтік құжаттардың нұсқауларына сәйкес есептеулермен негізделуі тиіс.

В.4 Көлік құралдары мен жаяу жүргіншілерден түсетін уақытша жылжымалы жүктемелерді ГОСТ 33390 (5-бөлім), ГОСТ 32960 бойынша АК және НК жүктемелерімен жүктеу сұлбаларын қабылдау керек.

Есептік сейсмикалық ЕЖ 268.1325800.2016 (4-бөлім) [1] бойынша анықталады және шекті күйлердің I тобы бойынша өтпелі тақталарды есептеу кезінде ескеріледі.

В.5 Статикалық сұлба бойынша тіреу және тіреу торабына тірелген өтпелі тақталар бір аралықты топсалы-тірек арқалық (құрама конструкциялар үшін) немесе екі жағынан топсалы-тірек тақтайша (монолитті конструкциялар үшін) болып табылады. Есептелген аралықты тақтаның толық ұзындығына тең қабылдау керек. Бірінші топтың шекті жай-күйін болдырмау үшін өтпелі тақталар ҚР ЕЖ 3.03-112 (7.4.2, 7.4.3-тармақтар) сәйкес иілу сәтінің әрекетіне және көлденең күштің әсеріне (7.4.8-тармақ) есептелуі тиіс. Екінші топтың шекті күйін болдырмау үшін элементтің бойлық осіне қалыпты жарықшақтарды ашу бойынша есептеу жүргізіледі, олардың шамасы 0,03 см-ден аспауы тиіс.

В.6 Бір жағынан шкаф қабырғасына, екінші жағынан серпімді негізге тірелген монолитті өтпелі тақталарды В.4.2 сәйкес, татаның бүкіл ені мен ұзындығының жартысы бойынша серпімді негізді модельдеумен кеңістіктік есептеу модельдерінде есептеу керек, ал шкаф қабырғасының жағында топсалы бекітілген тірек модельденеді. Көрсетілген модельдерде бойлық және (немесе) көлденең бағытта теріс иілу моменттері туындауы мүмкін уақытша жылжымалы жүктеменің жай-күйін ескеру және тақтаның жоғарғы бетін тиісті нығайтуды көздеу қажет.

Г қосымшасы (міндетті)

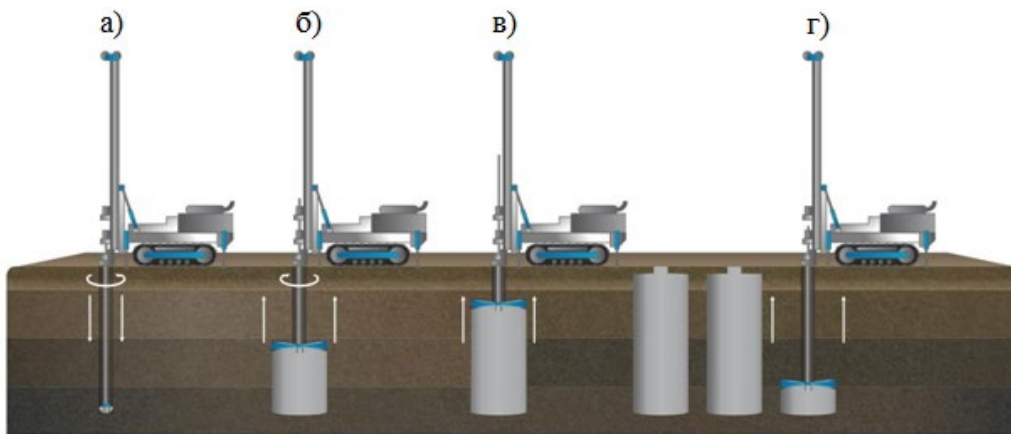
Көпір құрылыстарына жақындау үйіндісінің көтергіш қабілетін арттыру және ақауларын жою әдістері

Г.1 Үйінді негізін топырақты ағынды цементтеу арқылы нығайту

Г.1.1 Ағынды цементтеу немесе Jet-Grouting (ағылш. ағынды цементтеу) - бұл жоғары қысымда (20-дан 70 МПа-ға дейін) топырақты цемент тұтқырғыштар негізіндегі ерітіндімен араластыру арқылы белгілі бір беріктігі мен деформациялық сипаттамалары бар топырақцемент массивін (ТЦМ) қалыптастыру әдісі.

Г.1.2 Техникалық тұрғыдан ағынды геотехнология келесі әдіспен жүзеге асырылады: алдын ала бұрғыланған технологиялық ұңғымаға бір немесе бірнеше бүйірлік қондырма (саптамалары) бар ұңғыма мониторы түсіріледі.

Г.1.3 Түтік бойынша мониторға топырақты шаюға арналған ерітінді немесе сұйықтық беріледі. Бұл ретте ұңғыма мониторын көтеру және оның тік ось айналасында айналуы бір мезгілде жүргізіледі. Ағынды технология бойынша топырақты бекітудің технологиялық сұлбасы 1-суретте көрсетілген.



а – жетекші ұңғыманы бұрғылау; б, в – бұрғылау бағанасын айналдыру және бір мезгілде ерітінді беру арқылы көтеру; г – ТЦМ қалыптастыру

Г.1-сурет - Ағынды технология бойынша топырақты бекітудің технологиялық сұлбасы

Г.1.4 Монитордың көтерілуіне қарай айналмалы ағынмен шайылған топырақтың бір бөлігі ерітіндімен араласады. Бұл ретте шайылған топырақ өңделген ерітіндімен бірге арнайы ұлпа қабылдағышқа (траншеяға немесе зумпфқа) жиналатын ұлпа түрінде ішінара бетіне шығарылады.

Г.1.6 Ағынды цементтеуді орындау нәтижесінде топырақта топырақ цемент қадалары (ТЦҚ) пайда болады, олар топырақтың сипаттамасынан әлдеқайда жоғары беріктік пен деформациялық сипаттамаларға ие.

Г.1.7 Қолданылатын бүйірлік саптамаларға байланысты ағынды цементтеуге арналған бұрғылау жабдығы топырақты үш технология бойынша бекітуге мүмкіндік береді:

- бір компонентті (Jet-1) - топырақтың бұзылуы цемент ерітіндісі ағынымен жүзеге асырылады (13, а сурет);

- екі компонентті (Jet-2) - топырақтың бұзылуы цемент ерітіндісі мен сығылған ауаның жұптасқан ағынымен жүзеге асырылады (13 б, в сурет);

- үш компонентті технология (Jet – 3) - топырақтың бұзылуы сығылған ауа мен шаю суының қосарланған жеткізілімімен және жеке клапан арқылы берілетін цемент ерітіндісінің ағынымен жүзеге асырылады (13, г сурет).

Г.1.8 Әр жағдайда ағынды цементтеу жүйесін таңдау инженерлік-геологиялық жағдайларға және жобаны әзірлеуге арналған техникалық тапсырмаға: топырақ цемент материалының мөлшеріне, пішініне және сипаттамаларына байланысты.

Г.1.9 Бір компонентті технологияны өндіру оңай және басқа екі технологиямен салыстырғанда топырақтың тығыздығы мен беріктігінің ең жоғары көрсеткіштеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Jet-1 - әлсіз топырақты нығайту, ТЦҚ қалыптастыру, сондай-ақ іргетастарды нығайту үшін оңтайлы таңдау.

Екі компонентті технология бекітілген топырақтың көлемін ұлғайту үшін, сондай-ақ су өткізбейтін сазды топырақтармен салынған жерлерде қолданылады.

Үш компонентті технологияда ТЦҚ диаметрі екі компонентті технологияға қарағанда үлкен, бірақ Jet-3 топырақтың беріктігі Jet-2-ден едәуір төмен. Jet-3 - ауқымды құрылымдар мен ғимараттарды салу кезінде, сондай-ақ проблемалы бұзылған жыныстары бар учаскелерде құрылыс жүргізген кезінде оңтайлы. Үш компонентті технологияның көмегімен топырақты бетонмен толығымен ауыстыруға болады.

Г.1.10 Жобалау кезінде топырақ бетон элементтерінің диаметрінің топырақ түріне және таңдалған бекіту технологиясына тәуелділігін ескеру қажет:

- Jet-1 - сазды топырақтардағы элементтердің диаметрі 500 мм-ден аспайды, құмды топырақтарда - 700 мм;

- Jet-2 - сазды топырақтарда 700 мм, құмды топырақтарда 1000 мм;

- Jet-3 - сазды топырақтарда 900 мм, құмды топырақтарда - 1500 мм.

Г.1.11 Ағынды цементтеудің артықшылықтары:

- әдісті қолданудың кең ауқымы;

- жұмыстың жоғары өнімділігі;

- бекітілген топырақтың жоғары көтергіштігі;

- бекітілген топырақ жоғары су өткізбейтін қасиеттерге ие;

- бекітілген массив топырақтың түріне қарамастан болжамды және тұрақты қасиеттерге ие;

- ғимараттың немесе құрылыстың деформацияларын тұрақтандыруды қамтамасыз етеді;

- күрделі жағдайларда жұмыс жүргізу мүмкіндігі;

- қолданыстағы жерасты коммуникацияларында топырақты бекіту мүмкіндігі.

Технологияның кемшіліктері - цемент ерітіндісінің жоғары шығыны және бекітілген топырақтың сапасын бақылау қиындықтары.

Г.1.12 Топырақ цементті композиттің негізгі сипаттамалары:

- ПЦ 500 цементінің мөлшерлемесі – массасы бойынша 8...10%;

- деформация модулі - 70 МПа;

- қысу кезіндегі беріктік 1,0...2,0 МПа.

Г.1.13 Jet-Grouting әдісімен әлсіз топырақты бекіту тереңдігі 30...40 метрге жетуі мүмкін. Осыған байланысты технологияны үйінділер мен жол төсемдерінің түбіндегі үйінді топырақты бекіту үшін де, карст қуыстарын толтыру үшін де, шөгінді топырақты үлкен тереңдікте тығыздау үшін де және т.б. пайдалануға болады

Г.1.14 Жолдардың негізін нығайту үшін ағынды цементтеу технологиясын қолдану топырақтың беріктігі мен деформациялық қасиеттерін теңестіруге, сондай-ақ жер төсемінің тұрақтылығына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

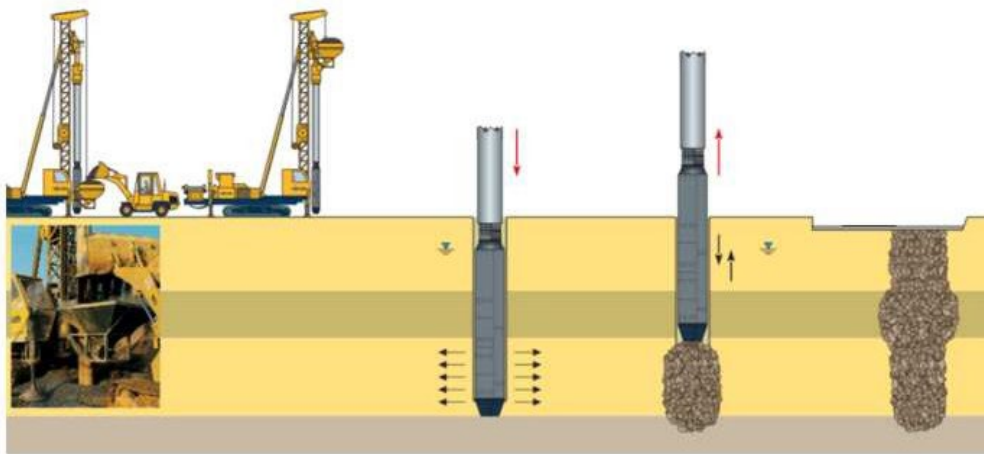
Г.2 Діріл алмасу тәсілімен шағыл тасты қадаларды салу

Г.2.1 Бұл әдіс жобаланған құрылымның негізі топырақтарының жүк көтергіштігін арттыру, негіз тұрақтылығының ықтимал жоғалуын болдырмау, деформациялар мен оларды тұрақтандыру уақытын азайту, сұйылту мүмкіндігін болдырмау және топырақтың беріктігін жоғалтпау үшін қолданылады.

Г.2.2 Шағыл тасты қадалар қалыптасқан ұңғыманың түбіне шағыл тасты беретін терең дірілмен топырақты өңдеу түрі, онда тереңдік дірілі берілген ұзындығы мен диаметрі бар үздіксіз шағыл тас бағандарын жасау үшін қолданылады.

Г.2.3 Шағыл тасты қадалардың құрылысы инженерлік-геологиялық жағдайлардың кең ауқымында, негізде саздар мен шанды-сазды топырақтар, әлсіз сазды топырақтар мен шымтезектер болған кезде орындалады. Технологияны қолданған кезде құмды және шағыл тасты топырақтар арқылы олардың ішінара тығыздалуымен өтуге болады.

Г.2.4 Шағыл тасты қадаларды орнатудың технологиялық процесі келесі операциялардан тұрады (Г.2 сурет):



Г.2 сурет - Шағыл тас қадаларын дайындау кезектілігі

1) Тереңдік дірілдеткіш діріл мен ауа беру арқылы батырылады (кейде тығыз қабаттардың өтуі үшін минималды қысыммен сумен қамтамасыз етіледі);

2) шағыл тас сығылған ауа қысымымен дірілдеткіш бойымен арнайы жетек арқылы енгізіледі;

3) діріл құралы шағыл тасты тығыздап, біртіндеп жоғары қарай жылжып, қаданың денесін қалыптастырады.

Г.2.5 Шағыл тасты қадалар, мысалы, бетоннан жасалған қадалар жеке тірек элементі емес. Шағыл тасты қадаларды орнату кезінде топырақ массивінің беріктік сипаттамалары артады, оның ішінде күшейту жүзеге асырылады, нәтижесінде оның көтергіштігі мен тұрақтылығы едәуір артады. Қадалар құрылысы негіз деформациясының мәнін 2-ден 6 есеге дейін азайтуға мүмкіндік береді. Шағыл тасты қадалар массивті дренаждар болып табылады, нәтижесінде баяу тығыздалған су қаныққан сазды топырақтардың негізінде құрылыс кезінде деформацияларды тұрақтандыру уақыты айтарлықтай азаяды.

Г.2.6 Тығыздау нәтижесінде алынған шағыл тасты қадалардың қимасы тұтынылатын материалдың көлемімен, тығыздау уақытымен және бастапқы топырақтың сипаттамаларымен шектеледі. Диаметрі жұмыс барысында қалыптасады және қатаң шектелмейді. Осылайша, міндетке байланысты ауыспалы қиманың шағыл тасты қадаларын қалыптастыруға болады, мысалы, әлсіз топырақтардағы қадалардың диаметрін ұлғайту, олардың беріктік қасиеттерін жақсарту және тығыз құмды және шағыл тасты топырақтарда қиманы азайту қажет болғанда.

Күшейтілген негізге жүктеме әсерінен шағыл тасты қадалар көлденең қимада ұлғаяды, ал қада аралық кеңістіктегі топыраққа қосымша қысым пайда болады, нәтижесінде ол тығыздалады.

Г.2.7 Шағыл тасты қадаларды қалыптастыру кезінде арнайы жабдық қолданылады, ол дірілфлот деп аталады - диаметрі 290 мм-ден 460 мм-ге дейінгі тереңдік дірілдеткіш, ол қойылған тапсырмаға байланысты таңдалады. Жабдықтың төменгі ұшының астына тығыздалған материалды беру үшін дірілдеткішке арнайы жетек бекітіледі. Жабдықты экскаваторға, копр қондырғысына және кранға бекіту болады.

Г.2.8 Жабдық қадаларды 3 м-ден 30 м тереңдікке дейін орнатуға мүмкіндік береді, топырақты үлкен тереңдікке күшейту қажет болған жағдайда жабдықты арнайы жобаға сәйкес жасауға болады.

Г.2.9 Тығыздау кезінде шағыл тас үйіндісі құрылыс алаңының міндеті мен топырақ жағдайына байланысты диаметрі 0,6 м-ден 3,5 м-ге дейін жетеді. Тығыздау материалы ретінде 5...50 мм фракциялық шағыл тас қолданылады.

Г.2.10 Бір ауысымға 200 м-ден 400 метрге дейін жететін шағыл тасты қадалар құрылысының жоғары өнімділігін атап өту қажет.

Г.3 Бұрғын-инъекциялы қадалармен кіреберіс үйіндісін нығайту

Г.3.1 Бұрғын-инъекциялы қадаларды пайдалана отырып жасанды құрылыстарға кіреберістерде жер төсемін жөндеу және нығайту үшін мынадай технологиялық дайындау кезектілігі қабылданды:

- ұңғымаларды бұрғылау;
- арматуралық қаңқаны орнату;
- цемент-күм ерітіндісін инъекциялау.

Г.3.2 Күшейтетін цементтеу үшін инъекциялық ұңғымаларды бұрғылау сығылған ауамен үрлеу арқылы бағаналы бұрғылау станоктарымен жүзеге асырылады. Негізді күшейту кезінде цементтеу екі кезеңде жүзеге асырылады. Бірінші кезеңде ұңғыма үйінді денесінің шегінде оның негізіне 0,5 м жетпей бұрғыланады. Ұңғыманың аузына сығылған ерітіндінің сыртқа шығуын болдырмау үшін тығын (тығыздама) орнатылады, содан кейін негіз цементтеледі. Цементтеу аяқталғаннан кейін ұңғыма 2...3 тәулік бойы ұсталады. Екінші кезеңде үйінді денесі қатты топырақтың жоғарғы жағына дейін қайта бұрғыланады және негіздің топырақпен жанасу аймағы цементтеледі.

Г.3.3 Негізді цементтеу кезінде айдау қысымы 0,1...0,2 МПа аспайды. Егер цементтеу ерітіндісінің шығыны 0,2 МПа қысымда 10 минут ішінде 1 л/мин аспаса, айдау тоқтатылады.

Г.3.4 Цементтеу үшін түрі мен құрамы алаңның конструкциясына, материалына, геологиялық және гидрологиялық жағдайларына байланысты ерітінділер қолданылады. Әрбір нақты жағдайда ерітіндінің құрамы зертханада таңдалуы керек.

Г.3.5 Топырақ жағдайына, сондай-ақ қолдану саласына байланысты бұрғылау қадаларын дайындаудың келесі технологиялық сұлбалары ұсынылады:

а) төмен ылғалды сазды топырақтарда (әдетте шөгу бойынша топырақ жағдайларының I немесе II түрі) Г.3 а) суретте көрсетілген технологияны қолданған жөн. Диаметрі 13-18 см ұңғыма бұрандалы бұрғылау қондырғысымен бұрғыланады. Бұл жағдайда бұрғылау қашауының диаметрі иірменің диаметрінен 0-1,0 см-ден аспауы керек, бұл ұңғыманың қабырғаларын шұңқырдан иірмеге көтерілген ылғалды топырақпен сұртуді қамтамасыз етеді және бұрғылау құралын ұңғымадан шығарғаннан кейін топырақтың төгілуіне жол бермейді. Ұңғымаларды машинамен немесе пневматикалық тескіштермен де тесуге болады. Дайын ұңғымаға қаңқа түсіріледі, содан кейін ұңғыманың кенжарына түсірілген құбыршек немесе бетон құйғыш құбыр арқылы цемент-күм ерітіндісімен инъекциялау жүргізіледі (Г.3 а сурет);

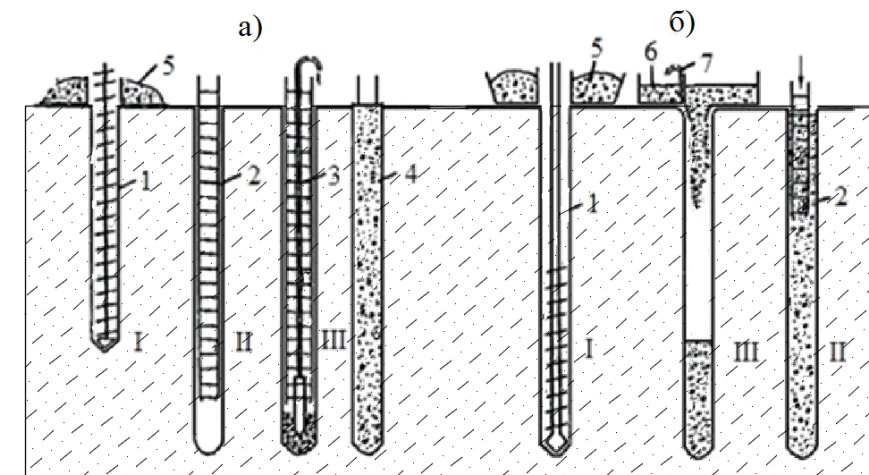
б) топырақ жағдайында 13...18 см конус шөгіндісі бар тік ұңғыманың диаметрі 18 см-ден асатын жағдайда ұңғымаға ерітіндіні еркін ағызу арқылы бетондаған жөн. Бұл жағдайда ұзындығы 5 м-ге дейінгі қаңқалар жаңа төселген ерітіндіге орнатуға болады (86 сурет);

в) әлсіз топырақтарда ұңғымаларды нығайту үшін арнайы шаралар қажет.

Бұрғылау аяқталғаннан кейін ұңғыма қоқырдан 3-5 минут бойы бұрғылау ерітіндісімен жуылады.

Г.3.6 Бұрғынъекциялы қадалар негізінен көпір құрылыстарына кіреберістерде қолданыстағы реконструкцияланатын үйінділердің негіздерін күшейту кезінде қолданылады. Сонымен қатар, бұрғынъекциялы қадаларды қолданыстағы ғимараттардың жанында жаңа құрылыстар салу кезінде де қолдануға болады.

Бұрғынъекциялы қадалар қаданың ұзындығының оның диаметріне қатынасын сипаттайтын үлкен салыстырмалы тереңдікке ие.



а - қадалар диаметрі 13-18 см болғанда; б – диаметрі 18 см-ден көп болғанда;

I – ұңғымаларды бұрғылау, II – арматуралық қаңқаны орнату, III – қаданы бетондау,

1 – бұрғылау сабы, 2 – арматуралық қаңқа, 3 – инъекциялау құбыршегі, 4 – дайын қада,

5 - бұрғыланған топыраққа арналған бункер, 6 – бетонға арналған бункер,

7 – «тыныс алу» түтігі

Г.3 сурет – Ылғалдылығы аз сазды топырақтарда бұрғылау қадаларын дайындаудың технологиялық сұлбасы

Г.3.7 Бұрғынъекциялы қадаларды орнату үшін әртүрлі типтегі ерітінділер (құрылыс жағдайларына және құрылымдағы қадалардың жұмыс сипатына байланысты), сондай-ақ ұсақ түйіршікті бетондар қолданылады. Бұрғынъекциялы қадалар үшін цемент-күм, цемент-бентонит және цемент ерітінділерін қолдануға болады. Қажет болған жағдайда басқа арнайы қосылыстардың ерітінділерін де қолдануға болады.

Г.3.8 Бұрғылау кезінде ұңғымаларды толтыру үшін сазды ерітінді қолданылады, оның құрамы, үлес салмағы және басқа көрсеткіштері ұңғымалардың қабырғаларына сырғуға және құлауға төзімділікті қамтамасыз етеді. Сазды (бентонит) ерітіндінің тығыздығы әдетте келесіге $\rho = 1,05 \dots 1,25 \text{ г/см}^3$ тең қабылданады.

Г.3.9 Қолданыстағы негіздерді күшейту кезінде цементтеу, әдетте, екі кезеңде жүзеге асырылады. Бірінші кезеңде цементтеу ұңғымасы оның табанына 0,5 м жетпей, іргетас шегінде бұрғыланады. Ұңғыманың аузында сығылған ерітіндінің сыртқа шығуын болдырмау үшін тығын (тығындағыш) орнатылады, содан кейін іргетастарды цементтеу жүзеге асырылады. Цементтеу аяқталғаннан кейін ұңғыма 2...3 күн бойы ұсталады.

Екінші кезеңде ұңғыманың немесе іргетастың денесінің окпаны оның табанына дейін және одан әрі топыраққа 0,4...0,5 м қайта бұрғыланады, содан кейін іргетастың топырақпен жанасу аймағы цементтеледі. Бұл жағдайда тығын іргетастың қалауына табаннан 0,5 м жоғары орналастырылады.

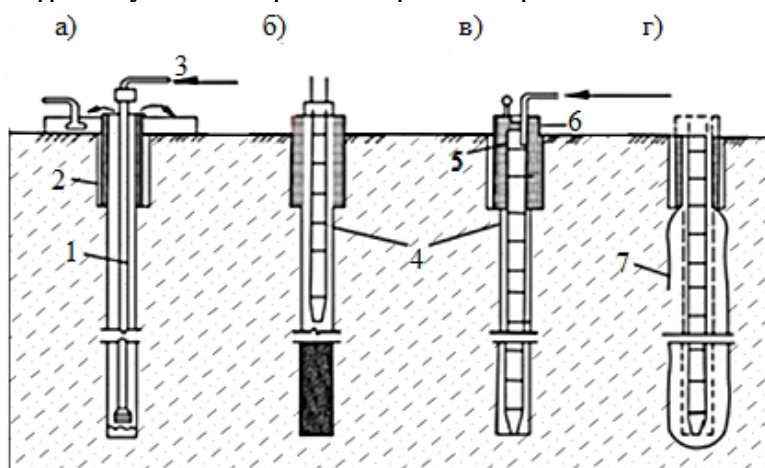
Г.3.10 Іргетастарды цементтеу кезінде айдау қысымы 0,1 МПа аспайды, түйісу аймағын цементтеу кезінде - 0,2 МПа. Егер цементтеу ерітіндісінің шығыны 10 минут ішінде, 0,2 МПа қысымда 1 л/мин аспаса, айдау тоқтатылады.

Г.3.11 Цементтеу ерітінділерінің түрі мен құрамы құрылымға, материалға, қолданыстағы іргетастардың жағдайына, алаңның геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларына байланысты. Әрбір нақты жағдайда ерітіндінің құрамын зертхана тандайды.

Г.3.12 Бұрғын-инъекциялы қадаларды орнатудың технологиялық циклі (Г.4-сурет):

- 1) жер төсемі үйіндісінің негізін бұрғылау;
- 2) құбыр-бағыттаушылар орнату;
- 3) топырақта ұңғыманы жобалау белгісіне дейін бұрғылау;
- 4) ұңғыманы ерітіндімен толтыру;
- 5) арматуралық қаңқаны орнату;
- 6) ұңғыманы сығымдау.

Бұрғылау қадаларын орнату кезінде ұңғымаларды бұрғылау сығылған ауамен үрлеу арқылы бағаналы бұрғылау станоктарымен жүзеге асырылады.



- а) ұңғыманы бұрғылау; б) ұңғыманы ерітіндімен толтыру, арматуралық қаңқаны орнату;
 в) сықпалау; г) дайын қадалар; 1 - инъектор; 2-бағыттаушы; 3-цемент ерітіндісі;
 4-арматуралық қаңқа; 5-сығымдауға арналған құбыр; 6-тығын; 7-цемент тас

Г.4 сурет - Бұрғын-инъекциялы қадаларды орнату сұлбасы

Г.3.13 Бұрғын-инъекциялы қадаларды орнату кезінде ұңғымаларды бұрғылау сығылған ауамен үрлеу арқылы бағаналы бұрғылау станоктарымен жүзеге асырылады. Тұрақсыз, суланған топырақты қазу кезінде бұрғылау ұңғымаларды сазды (бентонитті) ерітіндімен шаюмен немесе қаптама бұрғын-инъекциялы қадаларының есептік диаметрінен үлкен немесе оған тең құбырларды қорғаумен жүргізіледі.

Г.3.14 Ұңғымалар реконструкцияланатын құрылыстың конструкциялары шегінде ішкі диаметрі бұрғын-инъекциялы қадалардың есептік диаметрінен үлкен немесе оған тең құбыр-бағыттаушыны орнатуға болатындай етіп жүргізіледі.

Г.3.15 Тұрақсыз, суланған топырақты үңгілеу кезінде бұрғылау ұңғымаларды сазды (бентонитті) ерітіндімен шаюмен немесе қаптама құбырларының қорғауымен жүргізіледі. Реконструкцияланатын ғимараттың конструкциялары шегіндегі ұңғымалар ішкі диаметрі

бұрғынъекциялы қадалардың есептік диаметрінен үлкен немесе оған тең құбыр-бағыттаушыларды орнатуға болатындай етіп жүргізіледі.

Г.3.16 Ұңғымалар құбыр-бағыттаушы арқылы ұңғыманың сағасынан аққанға дейін цемент ерітіндісімен толтырылады. Ерітінді бұрғылау станогының жұмыс органы немесе ұңғыманың түбіне дейін түсірілген инъекциялық құбыр арқылы беріледі. Ұңғымадағы ерітінді деңгейі 1 м-ден астам төмендеген кезде оны бір тәулік бойы ұстайды, содан кейін су-цемент қатынасы аз цемент ерітіндісімен сағасына дейін толтырылады.

Г.3.17 Ерітінді қатқанға дейін ұңғымаға құбыр-бағыттаушы орнатылады. Екі тәуліктен кейін цемент тасын сығылған ауамен үрлеу арқылы құбырбағыттаушыға бұрғылау жүзеге асырылады. Осыдан кейін ұңғыманы бұрғынъекциялы қаданың төменгі ұшының жобалық белгісіне дейін жүргізіледі. Бұрғылау аяқталғаннан кейін ұңғыманы бұрғылау қондырғысы арқылы қоқырдан 3-5 минут бойы жаңа бұрғылау ерітіндісімен жуады. Ұңғыманың түбінен жоғары саз ерітіндісі толығымен ығыстырылғанға дейін және ұңғыманың сағасында таза цемент ерітіндісі пайда болғанға дейін ерітіндімен толтыру бұрғылау қондырғысы немесе құбыр арқылы жүзеге асырылады. Ұңғыманы ерітіндімен толтырғаннан кейін бірден оған арматуралық қаңқа орнатылады, ол жеке бөлімдермен түсіріледі. Арматуралық қаңқа бөлімдерін біріктіру дәнекерлеу арқылы жүзеге асырылады.

Г.3.18 Арматуралық қаңаны жобалық жағдайға орнатқаннан кейін және ұңғымалардан ерітіндінің ағуы болмаған кезде (ұңғымадағы ерітінді деңгейін 0,5 м-ден аспайтын төмендеу) қадаларды сығымдау орындалады (9-сурет).

Қаданы сығымдау үшін құбыр-бағыттаушының жоғарғы бөлігінде манометрмен тығын (тығындағыш) орнатылады және инъекция арқылы ерітінді 0,2...0,3 МПа қысыммен 3...4 мин бойы айдалады. Айдау процесінде ерітіндінің жалпы шығыны 200 литрден аспаса, айдауды тоқтатуға болады. Шығын үлкен болғанда қаданы бір тәулік ұстап, айдауды қайталауға болады.

Г.4 Топырақтарды химиялық бекіту

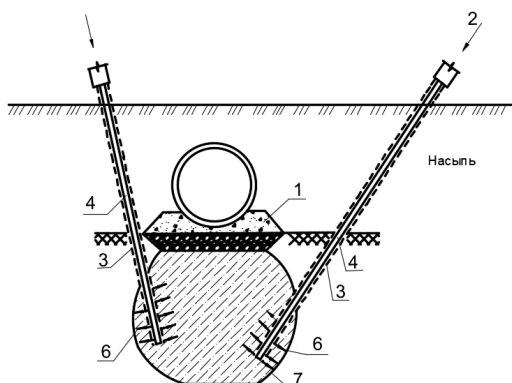
Г.4.1 Көпір құрылыстары мен су өткізгіш құбырларға кіреберіс үйіндісін күшейту үшін топырақты бекітудің химиялық әдістері кең таралған: топырақты цементтеу, саздандыру, битумдау, силикаттандыру, шайырлау және термиялық бекіту.

Г.4.2 **Цементтеу.** Топырақты цементтеу әдісі ретінде уақыт өте келе қатты цемент немесе цемент-саз тасты құрайтын ірі түйіршікті топырақтардағы бос жерлерді, жарықшақтар мен үлкен тесіктерді толтыру болып табылады.

Цементтеу үшін цемент, цемент-құм және цемент-саз ерітінділерін қолдануға болады. Әрбір жеке жағдайда ерітіндінің құрамын да, оның 1-ден 0,4-ке дейін өзгеруі мүмкін су-цемент қатынасын (С/Ц) да таңдау керек. Сонымен қатар, инъекциялық ерітінділер келесі сипаттамаларға ие болуы керек: АзНИИ конусы бойынша ерітіндінің қозғалғыштығы 10-14 см, 2 сағат ішінде су бөлінуі 0-2 %, 28 тәулік бойы қатайғаннан кейін сығылу беріктігі 1-2 МПа. Мұндай ерітінділердің бастапқы тығыздығы, әдетте, 1,60-1,85 г/см³ құрайды. Бұрғынъекциялық әдіспен цементтеу арқылы іргетасты нығайтудың мысалы Г.5 суретте көрсетілген.

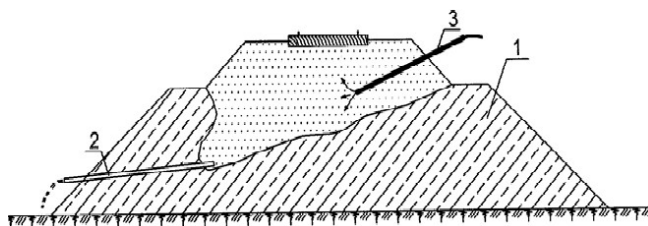
Г.4.3 Жер төсемінің кіреберіс үйіндісін жөндеу әдісі дренаждық ұңғымаларды дайындауды және дренаждық ұңғымалар арқылы жер төсемінен жинақталған суды алып тастауды қамтиды [13]. Дренаждық ұңғымалардың топырағында орнатылғаннан кейін инъекциялағыштар батырылады, бұл ретте батыру дренаждық ұңғымаларға қарама-қарсы жер төсемінің бүйірлерінен немесе олардың арасында жүргізіледі, содан кейін суды дренаждық ұңғымалар арқылы қатайтатын ерітінді инъекциялары арқылы дренаждық ұңғымаларға қарай бағыттап айдау арқылы жер төсемінің қуыстарынан оның шегінен тыс мәжбүрлеп алып

тастайды (Г.6 сурет). Техникалық нәтиже жер төсемін бір уақытта қатайта отырып құрғату тиімділігін арттыру болып табылады.



1 – су өткізгіш құбырдың қолданыстағы іргетасы; 2-ерітіндіні айдау бағыттары;
3-ұңғымалар; 4-ерітіндіні айдауға арналған инъекциялар; 5-қысымды ұстап тұруға
арналған манжеттер; 6-айдалатын ерітінділердің таралу бағыттары;
7-қатайтылған топырақтың кескіні

Г.5 сурет – Су өткізгіш құбыр іргетасын негіздерді нығайту арқылы күшейту



1 - жер төсемінің үйінді тесіктері; 2-дренаждық ұңғыма; 3 - инъектор

Г.6 сурет – Үйінді денесін инъекциялау арқылы күшейту

Г.4.4 Ерітіндіні айдау үшін жоғары қысым қажет (үйіндідегі бос жерлер сумен қамтылған), бұл шиеленісті жағдайдың нашарлауына және инъекцияланған ерітіндінің үйінді денесінде бағытталған таралуының мүмкін еместігіне алып келеді, ерітіндінің бұзуы ықтимал.

Г.4.5 Жасанды құрылыстарға кіреберістердегі үйінділерді жөндеудің осы әдісімен жер төсемінде жинақталған суды бұру дренаждық ұңғымаларды орнату арқылы жүзеге асырылады [13]. Әдістің кемшілігі - ылғал ауырлық күшімен жойылады және бұл жер жамылғысынан барлық ылғалды кетіруге кепілдік бермейді. Тағы бір маңызды кемшілігі - жер төсемінен ылғалды жойғанда, ауа толтырылған тесіктер мен жарықшақтар қалады, бұл жер төсемінің отыруына және жолдың шөгуіне алып келеді.

Г.4.6 Инъекцияланатын материал ретінде цемент-күм ерітіндісін немесе органикалық тұтқырғышты қолдануға болады, олардың қолданылуы суды қуыстардан, тесіктерден және жер төсемінің жарықшақтарынан бір уақытта шығаруға мүмкіндік береді. Цемент-күм ерітіндісін немесе органикалық тұтқырғыштың қатуы жер төсемін қатайтуға мүмкіндік береді.

Г.4.7 Материалды инъекциялау 0,5...1,5 МПа қысыммен жүзеге асырылады (12-сурет). Бұл тесіктер мен қуыстардағы су инъекциядан дренаждық ұңғымаға қарай ығыстырылады. Су жер төсемінің қуыстары мен тесіктерінен ығысқан кезде оның орнын инъекцияланған материал алады. Соңғысы ретінде цемент-саз ерітіндісін, цемент-күм ерітіндісін немесе органикалық тұтқыр материалды қолдануға болады

Г.4.8 Цементтеуден айырмашылығы, сазды ерітіндіні айдағаннан кейін одан суды сіңіре

алатын құрғақ жыныстардағы карст қуыстарын толтыру үшін **саздандыруды** қолдануға болады. Осыған байланысты бос жерлерді толтырғаннан кейін сазды ерітінді бірнеше күн бойы гидравликалық қысым астында болуы керек.

Г.4.9 Саздандыру кезінде тығыздығы $1,2...1,3 \text{ г/см}^3$ сазды ерітінді қолданылады. Қысымның жоғарылауы нәтижесінде (2 МПа-дан астам) саз ерітіндісінен су сығылады, сусыздандырылған саз илемі бос жерлерді тығыз толтырады және жынысқа су өткізбеушілік қасиеттерді береді.

Г.4.10 Саздандыру, цементтеу секілді ерітіндіні тығындау аймағынан шығармау үшін жер асты суларының қозғалысының төмен жылдамдығында ғана қолдануға болады, яғни сүзу коэффициенті 50-5000 м/тәул. дейін болатын қиыршық тасты және жарылған топырақтарда.

Г.4.11 **Силикаттау. Силикаттаудың екі ерітінділі әдісінің** мәні мынада: кез-келген ылғалдылықтағы құмды топыраққа бітелген тесілген металл құбыр (инъектор) арқылы натрий силикаты (натрий сұйық шыны) $\text{Na}_2 \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ және хлорлы кальций CaCl_2 ерітіндісі кезектесіп айдалды. Олардың арасындағы химиялық реакция нәтижесінде кремний қышқылының гидrogелі топырақ тесіктерінде түзіліп, топырақ тез және мықтап бекітіледі. Екі ерітінді әдісі топырақтың жоғары беріктігін және оның толығымен су өткізбеушілігін қамтамасыз етеді (Г.1 кесте). Бұл әдістің кемшіліктері - жұмыстың жоғары құны және үлкен еңбек сыйымдылығы. Сондықтан ол негізінен құрылымдар астындағы негіздерді нығайту кезінде қолданылады. Бекітілген топырақтың текше беріктігі $1,5...3,5 \text{ МПа}$ құрайды. Бекітілген топырақтың беріктігі оған агрессивті сулар әсер еткенде төмендемейді.

Г.1 кесте – Топырақтарды бекіту тәсілдері

Топырақты сүзілу коэффициенті; см/сек	Бекіту әдісі	28 тәуліктен кейін қысу беріктігінің шегі, кН/м ²
Ірі және орташа құмдар $0,006 \div 0,012$ $0,012 \div 0,023$ $0,023 \div 0,092$	Екі ерітінділі	3400-2900 2900-1900 1900-1500
Ұсақ және шаңды құмдар $0,006 \div 0,006$	Бір ерітінділі	360-490
Сары топырақ $0,0001 \div 0,0023$		590-1500

Г.4.12 Сүзу коэффициенті 0,0006-дан 0,006 см/сек-ке дейінгі ұсақ және шаңды құмдарды бекіту үшін **бір ерітінділі әдіс** қолданылады.

Сұйық шыныдан және фосфор қышқылынан немесе сұйық шыныдан, күкірт қышқылынан және аммоний сульфатынан гель түзетін ерітінді жерге құйылады.

Бірінші рецепт тезірек гель түзілуін қамтамасыз етеді. Бекітілген топырақтың беріктігі (Г.1 кесте) екі ерітіндіге қарағанда едәуір төмен. Бұл әдіс негізінен сүзгіге қарсы бүркеулерді орнатуда қолданылады.

Г.4.13 Силикаттаудың бір ерітінділі әдісі 0,0001-ден 0,0023 см/сек сүзу коэффициенті бар шөгінді сары топырақтарды бекіту үшін де қолданылады. Бұл жағдайда бір сұйық әйнектің ерітіндісі жерге құйылады. Гельдеу сұйық шыны ерітіндісінің топырақтың суда еритін тұздарымен және оның алмасу кешенімен реакциясы арқылы жүреді. Екінші ерітіндінің рөлін топырақтың өзі орындайды.

Г.4.14 **Ыстық битумдау** әдісі жоғары сүзу жылдамдығымен жарылған жартасты және жартылай жартасты жыныстарда қолданылады. Ол бұрғыланған ұңғымалар арқылы балқытылған битумды айдаудан тұрады, ол жарықтарда салқындаған кезде жынысқа су өткізбейді. Битум сумен араласпайтындықтан, онымен байланыста болған кезде ол жылуды нашар өткізетін қабықша түзеді, содан кейін қысым кезінде ол жер асты суларының

қозғалысының айтарлықтай жылдамдығы болған кезде де үлкен бос жерлер мен қақпақтарды толтырады. Үлкен жарықтар мен бос жерлерде битумның салқындауы оның әлсіз жылу өткізгіштігіне байланысты баяу жүреді, сондықтан оның таралу радиусы айтарлықтай болады.

Г.4.15 Ыстық битумдаудың теріс сапасы келесі уақыт ішінде жер асты суларының қысымы болған кезде битумның жарықшақтардан сығылып шығуы байқалады; сондай-ақ айтарлықтай тұтқырлыққа байланысты тіпті балқытылған битум 1 мм-ден аз ашылатын жарықтарды толығымен толтыра алмайды, осылайша битумдау радиусы 0,75-тен 1,5 м-ге дейін, ал су өткізгіштігі толығымен жойылмайды.

Г.4.16 **Шайырлау.** Топырақты бекіту үшін қолдануға болатын шайырлар төмен тұтқырлыққа ие болуы керек және топырақ тесіктерінде 4-тен 10 °С-қа дейінгі температурада полимерленуі керек. Мұндай шайырларға мыналар жатады: зертас пен формальдегидтің жартылай конденсациясы нәтижесінде пайда болатын зертас-формальдегид (карбамид); фенолдар мен альдегидтердің жартылай конденсациясы нәтижесінде пайда болатын фенолдар; фуран фурфурол мен фурил спиртінің конденсациясы кезінде; акрил - акрил қышқылының туындылары; эпихлоргидринді (немесе дихлоргидринді) полиаминдермен, фенолдармен, полиспирттермен, эпоксидпен және басқа қосылыстармен конденсациялау арқылы алынған.

Г.4.17 Барлық өлшемшарттар бойынша топырақты бекіту үшін ең қолайлы - әртүрлі қатайтқыштары бар ГОСТ 14231 сәйкес **зертас формальдегид (карбамид) шайыры**. Бұл шайыр суда оңай ериді, тұтқырлығы төмен, төмен температурада қатады, ең бастысы отандық өнеркәсіп желім түрінде үлкен көлемде шығарады және бағасы өте қол жетімді. Топырақты бекіту кезінде кеңінен қолдануға арналған.

Г.4.18 Әдістің мәні шайыр ерітіндісінен және тұз немесе қымыздық қышқылы түріндегі қатайтқыштан тұратын гель түзетін ерітіндіні топыраққа айдаудан тұрады. Әдіс берік бекітуді қамтамасыз етеді, топыраққа су өткізбейді. 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.

Г.5 Топырақ цемент қадалардың көмегімен көпір құрылыстарына кіреберістерде үйінді негізін нығайту

Г.5.1 Қадаларды орнатпас бұрын олардың геометриялық осьтері жерге түсіріліп, таңбаланады. Әрбір қаданың құрылысын бастамас бұрын жабдық пен араластырғыш жобаға сәйкес және төзімділікті ескере отырып, жұмыс жағдайына дұрыс қойылуы керек.

Бұдан басқа, жұмысты бастамас бұрын GPS-жабдықтарды пайдалана отырып, қадалардың таңбалануын геодезиялық тексеру жүргізіледі.

Г.5.2 Қадалар жобада белгіленген рұқсаттар шегінде орындалуы тиіс. Артық топырақцемент бетіне шыққан жағдайда, олар жиналып, алынып тасталуы керек.

Қадаларды дымқыл араластыру технологиясымен дайындау бойынша жұмыстарды орындау жобалау құжаттамасына сәйкес жүргізілуі тиіс.

Г.5.3 Жабдық пен араластырғыш жұмыс технологиясына, өңделетін топырақтың тереңдігіне, сондай-ақ жобада анықталған төзімділікке сәйкес келуі керек.

Араластырылған топырақтың қажетті біркелкілігін алу үшін қалақшалардың айналу жиілігі, батыру және араластырғышты алу оңтайлы түрде орнатылуы керек. Араластырғыштың айналу жиілігі, әдетте, 25-80 айн/мин аралығында, ал қалақтардың айналу саны шамамен 350 айн/мин құрайды.

Араластыру процесінде суспензия өңделетін топыраққа үздіксіз жеткізілетін сорғылармен беріледі.

Г.5.4 Қарастырылып отырған технологиялық картада тұтқырғыш ретінде цемент

қолданылады, сондай-ақ әк, гипс, домна қожы, күл қолданылуы мүмкін, бұл ретте оларды қолданар алдында материалдар сынамаларына зертханалық талдау жүргізіледі.

Г.5.5 Жұмыстар келесі ретпен орындалады:

- араластырғыш бұрғылау орнының үстіне дәл орнатылады;
- топырақты бір мезгілде араластыра отырып және араластырғыштың соңында орналасқан саптамалардан цемент суспензиясын бере отырып, бұрғылау құралын батыру (араластырғыштың қажетті тереңдікке батырылуына қарай топырақты қысыммен берілетін цемент суспензиясымен 0,5-тен 1,2-ге дейін ұнтақтау және араластыру жүзеге асырылады);
- топырақты бір мезгілде араластыра отырып және цемент суспензиясын бере отырып, жобалау белгісіне қол жеткізу және араластырғышты біртіндеп алу;
- алынған топырақ пен суспензия қоспасын қайта араластыру және тығыздау;
- топырақцемент бағанының денесінен араластырғышты алу;
- келесі бұрғылау нүктесіне ауыстыру.

Г.5.6 Технологиялық режим үздіксіз айналатын араластырғыштың бірнеше көтеру - түсіру циклін (ұңғымаларын) қамтамасыз ете алады. Араластыру кезінде тығыз сазды топырақ қабатын немесе топырақтың құмды және сазды қабаттарын кезектестіру жағдайын жақсарту үшін берілген тереңдіктегі тесіктер саны өзгеруі мүмкін. Стандартты бұрғылау қондырғыларын қолдана отырып, осылайша пайда болған топырақцемент элементінің ұзындығы диаметрі 2,5 м-ге дейін 25-30 м-ге жетуі мүмкін.

Г.5.7 Қадалар топырақты су-цемент ерітіндісімен тікелей топырақ массивінде металл арматуралық элементтерді орнату мүмкіндігімен механикалық араластыру арқылы қалыптасады.

Өңделетін қадаларға белгілі бір мөлшерге дейін тұтқыр суспензияның қосымша көлемін беру үшін, белгілі бір қабатты тұрақтандыру үшін немесе бос тұрып қалу немесе күту кезінде аралас топырақтың консистенциясын сақтау үшін қайта араластыру процесін орындауға рұқсат етіледі.

Г.5.8 Суспензияның тығыздығы әрбір араластыру торабы үшін жұмыс ауысымы үшін кемінде екі рет, бірақ дайын қоспаның әрбір м³-нен кем емес тиісті аспаптармен бақылауға жатады. Қолмен араластырылатын материалдардың мөлшерін бақылау жиілігін арттыру керек.

Г.5.9 Ерітіндіні беру ерітінді бетке шыққанға дейін жүргізілуі тиіс. Бұрғылау аяқталғаннан кейін тікелей бұрғылау қондырғысы ұңғымадан шығарылады, араластырғыштан алынған және төгілген қоқыр механикалық құралдармен алынады, содан кейін ұңғыманың сағасын қолмен тазарту жүргізіліп, бағанның шеттері айқын анықталғанға дейін бетон қоспасының жоғарғы қабаты алынып тасталады.

Г.5.10 Мақсатына байланысты топырақты терең нығайту кезінде қадалардың орналасуының әртүрлі сұлбалары қолданылады. Егер негізгі мақсат шөгінділерді азайту болса, бағандар үшбұрышты немесе тікбұрышты сұлба бойынша біркелкі орналастырылады.

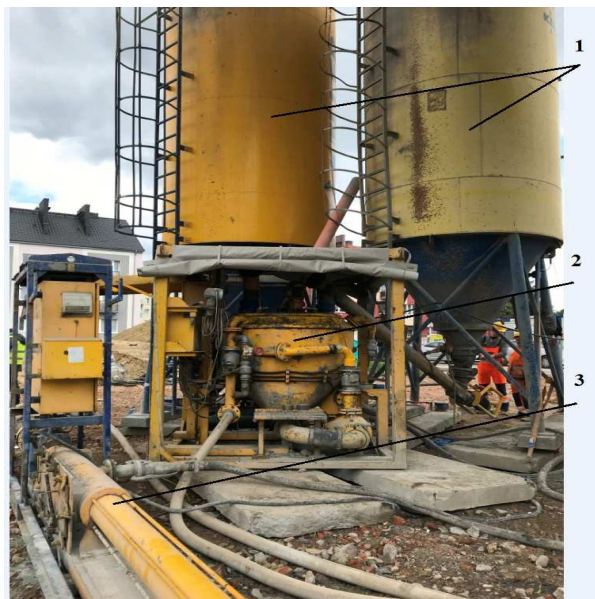
Г.5.11 Цемент ерітіндісі (суспензия) ерітінді араластыру түйінінде дайындалады. Объектіге жеткізілген цемент шұңқырларға тиеледі, шұңқырлардан цемент көлемі 1,0 м³ суспензияға арналған араластырғышқа беріледі, онда цемент сумен жабылады және дайын цемент ерітіндісі 4,0 м³ цемент суспензиясына арналған сақтау сыйымдылығында сақталады.

Г.5.12 Суспензия дайындауға арналған тұтқырғыш және су шығынын өлшеуге арналған жабдықты калибрлеу керек.

Әрі қарай, жинақтағыш ыдыстан бұрандалы сорғы суспензияны тікелей бұрғылау қондырғысының жұмыс органына қысым жеңі арқылы жібереді. Суспензияны бұрғылау құралының шығыс саңылауларына тасымалдауға арналған сорғылардың жоспарланған суспензия көлемін кепілдікпен беру үшін қажетті қуаты (беру көлемі мен қысымы) болуы тиіс.

Г.5.13 Ерітінді араластыру қондырғысы дизельді электр станциясының есебінен электр энергиясымен қоректенеді (Г.7 сурет). Электр станциясының, сорғы қондырғысының,

араластырғыштардың қуаты, сондай-ақ цементке арналған қосымша араластырғыштардың, шұңқырлардың саны орындалатын жұмыстарға байланысты және жобада көрсетіледі (орнатылатын бағанның тереңдігі, диаметрі және топырақ санаты).



1 – цементке арналған шұңқырлар, 2-негізгі араластырғыш қондырғы (миксер),
3 - басқару қалқаны бар бұрандалы сорғы

Г.7 сурет - Ерітінді араластырғыш торап кешенінің жалпы көрінісі

Г.5.14 Жоба бойынша цемент суспензиясын дайындау жөніндегі деректер су мен цементтің арақатынасы ретінде араластырғыш қондырғы бағдарламасына қойылады, ол одан әрі автоматты режимде цемент суспензиясын дайындауды реттейді.

Г.5.16 Тереңдікті жылжыту технологиясы бойынша жұмыстардың сапасын бақылау үш түрлі кезеңді қамтиды, бұл кіріс, операциялық және қабылдау.

Г.5.17 Нақты уақыт режимінде операциялық бақылаудың негізі бұрғылау қондырғысы мен сорғы станциясының өндірістік параметрлерін анықтаудың және жазудың автоматтандырылған жүйелері болып табылады, қажет болған жағдайда осындай параметрлерді талдауға және түзетуге мүмкіндік береді:

- тұтқыр материалдың шығыны және оның ерітіндідегі сумен қатынасы;
- қоспалар болған кезде оларды тұтыну;
- тұтқыр және/немесе оның сулы ерітіндісінің қысымы мен беру жылдамдығы;
- араластырғыштың айналу жылдамдығы және трансляциялық қозғалысы;
- араластырғыштың тереңдігі;
- айналу моменті және қысу күші;
- түрлендірілген топырақ көлеміндегі тұтқыр немесе оның ерітіндісінің нақты шығыны.

Г.5.18 Қажет болған жағдайда топырақ цемент бағандарын нығайту үшін қос таврлы пішіндер, болат құбырлар немесе жеке арматуралық қаңқалар мен шыбықтар қолданылады.

Арматуралық конструкциялар (болат шыбықтар, арматуралық қаңқалар немесе болат арқалықтар) орындалған бағанға бағанды қалыптастыру және ұңғыманың сағасын тазарту аяқталғаннан кейін бірден енгізіледі. Бетондаудың аяқталуы мен арматуралық жақтауды батыру арасындағы рұқсат етілген ең ұзақ уақыт аралығы ерітінді қоспасының қозғалғыштығына, арматуралық жақтауды батырудың жобалық тереңдігіне және оның қаттылығына байланысты 20 минуттан аспайтын уақыт аралығын сақтау ұсынылады.

Г.5.19 Арматуралық қаңқаны қалыптасқан бағанға батыру өз массасының әсерінен жүзеге асырылады, сондай-ақ қаңқаны батыру үшін діріл тиегіш пайдаланылуы мүмкін. Топырақцемент бағандарын орнату процесі Г.8-суретте көрсетілген.



Г.8 сурет - Топырақцемент бағандарын орнату процесі

Библиография

- [1] ЕЖ 268.1325800.2016 Сейсмикалық аудандардағы көлік құрылыстары. Жобалау ережелері.
- [2] Әлсіз топырақтарда автомобиль жолдарының жер төсемін жобалау жөніндегі нұсқаулық (Ресей Көлік министрлігінің 2003 жылғы 3 желтоқсандағы № ОС-1067-р бұйрығымен қолданысқа енгізілді).
- [3] Рувинский В.И. Жер төсемінің оңтайлы конструкциялары (су-жылу режимін реттеу негізінде). – М.: Транспорт, 1982. – 166 б.
- [4] ЕЖ 45.13330.2017 Жер ғимараттары, негіздер мен іргетастар.
- [5] ЕЖ 22.13330.2016 Ғимараттар мен құрылыстардың негіздері.
- [6] КО ТР 014/2011 «Автомобиль жолдарының қауіпсіздігі» Кеден одағының техникалық регламенті.
- [7] объектіде «Jet» топырақ-цемент қадаларын орнатуға арналған жұмыстарды өндіру жобасы: «Алматы – Өскемен а/ж арқылы ҰАААЖ бойынша жол өтпесіне кіреберістерді нығайту». Астана: «СТРОЙКОМПЛЕКТ-АСТАНА» СФ ЖШС, 2024.
- [8] Соколов А.Д. Автожол көпірлері мен көлік айырықтарының арматуралық топырақ жүйелері: монография. - Санкт-Петербург.: «Держава» салалық медиа корпорациясы» ЖШҚ, 2013.-504 б.
- [9] НОСТРОЙ ҰСТ 2.29.105-2013 Көпір құрылымдары. Көпір құрылыстарына кіреберістерде конустар мен үйінділердің беткейлерін нығайту.
- [10] ЕЖ 78.13330.2012 Автомобиль жолдары, ҚР КНЖЕ 3.06.03-85 жаңартылған редакциясы.
- [11] Типтік жоба 3.503-41 Автожол көпірлері мен өтпелі жолдардың үйіндімен түйісуі. 3-шығарылым. Жұмыстар жүргізу сұлбасы.
- [12] Автожол көпірлері мен өтпелі жолдардың үйіндімен түйісуін жобалау және салу бойынша әдістемелік ұсыныстар (Союзднии, 1975 жылы 5 қарашада бекітілген).
- [13] Патент № 2277616 Ресей Федерациясы, МПК Е 02 D 3/12, Е 01 В 1/00. Теміржол жол жамылғысын жөндеу әдісі [Мәтін] / М.Я. Крицкий, А.Л. Ланис, В.Ф. Скоркин; өтініш беруші және патент иесі Сібір мемлекеттік қатынас жолдары университеті. № 2004122283/03; өтініш 19.07.2004; жарияланды: 10.06.2006, Бюллетень. № 16.

МСЖ 93.040

Түйін сөздер: көпір құрылыстары, кіреберіс үйінділерімен түйісу, өтпелі тақталар, топырақтарды нығайту, ақаулауды жою, топырақцементті қадалар

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

ВЕДОМСТВЕННЫЙ НОРМАТИВ

МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ
Зоны сопряжения мостовых сооружений с насыпью

ВН РК 3.2.7-001-2025

Издание официальное

Астана 2025

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН:

Акционерным обществом «Казахстанский
дорожный научно-исследовательский институт»
(АО «КаздорНИИ»)

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:

Приказом и.о. Председателя Комитета
автомобильных дорог Министерства транспорта
Республики Казахстан
от «12» декабря 2025 г. № 127

3 СОГЛАСОВАН:

Акционерным обществом «НК «КазАвтоЖол»
от «26» марта 2025 г.
№ 03-01/12-01/980-И

РГП на ПХВ «Национальный центр качества
дорожных активов»
от «03» декабря 2025 г.
№ 03/761

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫ

*Документ доступен к просмотру в Едином государственном фонде нормативных
технических документов (<https://new.shop.ksm.kz/egfntd/ntdgo/>), а также в электронной
базе данных «RNBase» – <https://rnbase.qazjolgi.kz/ru/>*

Настоящий ведомственный норматив не может быть полностью или частично
воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без
разрешения Комитета автомобильных дорог Министерства транспорта Республики
Казахстан.

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	3
4 Общие положения	4
5 Методика обследования и оценка состояния узлов сопряжения моста с насыпью	6
6 Требования к материалам гидрологических и инженерно-геологических изысканий	11
7 Требования к грунтам отсыпки конусов и основанию щебеночной подушки под лежнем плиты	12
8 Конструктивные требования к участкам примыкания насыпей подходов к устоям и сопряжениям мостовых сооружений с насыпями подходов	13
8.1 Конструктивные требования к участкам примыкания насыпей подходов к устоям	13
8.2 Конструктивные требования к сопряжениям мостовых сооружений с насыпями подходов	15
8.3 Новые конструктивные решения, применяемые в сопряжениях моста с насыпью	20
9 Выбор технологии ремонта и повышения несущей способности основания и тела насыпи на подходе к мостовым сооружениям	25
9.1 Методы укрепления (усиления) грунтов основания и тела насыпи	25
9.2 Техничко-экономическое обоснование выбора усиления основания подходной насыпи	32
10. Укрепление конусов и откосов насыпи на подходах к мостовым сооружениям	40
10.1 Требования к материалам и конструкциям для устройства узла сопряжения моста с насыпью автомобильной дороги	40
10.2 Технологический процесс укрепления конусов и откосов на подходах к мостовым сооружениям	43
11 Устройство узла сопряжения мостового сооружения с насыпью при капитальном ремонте	43
11.1 Демонтаж элементов узла сопряжения	43
11.2 Устройство узла сопряжения мостового сооружения	44
12 Ремонт (средний) сопряжения моста с подходными насыпями	45
13 Содержание сопряжения моста с подходными насыпями	46
14 Практическое применение способов по укреплению грунтов основания и тела насыпи на подходах к мостовым сооружениям	47
Приложения А (обязательное) Рекомендации по расчетам устойчивости конусов	55
Приложение Б (обязательное) Методы расчета осадки лежней и щебеночных подушек под переходными плитами за счет осадки насыпи и ее основания	60
Приложение В (обязательное) Рекомендации по проектированию переходных плит	63
Приложение Г (обязательное) Методы повышения несущей способности и устранения дефектов подходной насыпи к мостовым сооружениям	64
Библиография	77

1 Область применения

Настоящий ведомственный нормативный документ распространяется на проектирование конструкции сопряжений мостовых сооружений, расположенных на автомобильных дорогах общего пользования (далее - автомобильные дороги), с насыпями подходов, и устанавливает общие требования к правилам проектирования железобетонных конструкций переходных плит и лежней, узлов опирания переходных плит и щебеночной подушки сопряжений новых, реконструируемых и подвергаемых капитальному ремонту мостовых сооружений.

Кроме того, документ устанавливает требования к правилам устройства сопряжений, дренажной засыпки и укрепления откосов конусов при проектировании нового строительства, реконструкции, капитального ремонта или ремонта мостовых сооружений.

Требования стандарта распространяются на мостовые сооружения, предназначенные для эксплуатации в любых климатических условиях и в районах с расчетной сейсмичностью до 9 баллов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

СТ РК 973-2015 Материалы каменные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

СТ РК 1380-2017 Мостовые сооружения на автомобильных дорогах. Нагрузки и воздействия.

СТ РК 1684-2017 Мостовые сооружения и водопропускные трубы на автомобильных дорогах. Общие требования по проектированию.

СТ РК 2372-2013 Материалы геосинтетические. Полотно нетканное геотекстильное. Технические условия.

СТ РК 2791-2015 Материалы геосинтетические. Георешетки полимерные ячеистые. Технические условия.

СТ РК 2792-2015 Материалы геосинтетические. Плоские геосетки и георешетки для армирования и стабилизации. Технические условия

ГОСТ 9.707-81 Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение.

ГОСТ 12.2.010-75 Система стандартов безопасности труда. Машины ручные пневматические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.013.0-91 Система стандартов безопасности труда. Машины ручные электрические. Общие требования безопасности и методы испытаний.

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия.

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

ГОСТ 8486-86 Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия.

ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 10528-90 Нивелиры. Общие технические условия.

ГОСТ 10950-2013 Пиломатериалы хвойных пород. Антисептическая обработка способом нанесения на поверхность.

ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 13015-2012 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения.

ГОСТ 14231-88 Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия.

ГОСТ 16436-70 Машины ручные пневматические и электрические. Термины и определения.

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 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия.

ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация.

ГОСТ 25584-2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации.

ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия.

ГОСТ 30412-96 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий.

ГОСТ 31108-2020 Цементы общестроительные. Технические условия.

ГОСТ 31938-2022 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия.

ГОСТ 31994-2013 Технические средства организации дорожного движения. Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей. Общие технические требования.

ГОСТ 32495-2013 Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия.

ГОСТ 32703-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования.

ГОСТ 32824-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Песок природный. Технические требования.

ГОСТ 32868-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий.

ГОСТ 32960-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения.

ГОСТ 33063-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Классификация типов местности и грунтов.

ГОСТ 33100-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог.

ГОСТ 33178-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Классификация мостов.

ГОСТ 33179-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания мостов и путепроводов. Общие требования.

ГОСТ 32804-2014 Материалы геосинтетические для фундаментов, опор и земляных работ. Общие технические требования

ГОСТ 33384-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование мостовых сооружений. Общие требования.

ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия

СП РК 1.02-102-2014 Инженерно- геологические изыскания для строительства.

СП РК 1.02-105-2014 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

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 3.04-107-2014 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).

СП РК 5.01-101-2013 Земляные сооружения, основания и фундаменты.

СП РК 5.01-102-2013 Основания зданий и сооружений.

ТКСН РК 8.07-06-2017 Технологическая карта на укрепительные работы откосов земляного полотна автомобильных дорог геосинтетическими полимерными ячеистыми решетками.

Примечание - При пользовании ВН целесообразно проверить действие ссылочных стандартов, классификаторов и нормативных документов по ежегодно издаваемому каталогу документов по стандартизации по состоянию на текущий год и соответствующим периодически издаваемым информационным указателям стандартов, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Несущая способность: Максимальный эффект воздействия, реализуемый в строительном объекте без превышения предельных состояний.

3.2 Мост: Мостовое сооружение через реки или водные препятствия, обобщенное название мостового сооружения.

3.3 Мостовое сооружение: Инженерное дорожное сооружение (мост, путепровод, эстакада и др.), устраиваемое при пересечении транспортного пути с естественными или искусственными препятствиями; часто заменяется термином «мост».

3.4 Путепровод: Мостовое сооружение для пропуска одной транспортной магистрали над другой в разных уровнях.

3.5 Геосинтетический материал: Материал из синтетических или природных полимеров, неорганических веществ, контактирующий с грунтом или другими средами, применяемый в дорожном строительстве.

3.6 Геосотовый материал: Пространственный геосинтетический материал, образованный из геополос, которые располагаются и скрепляются в перпендикулярных плоскостях относительно плоскости материала, образуя сквозные ячейки, поперечный размер которых соизмерим с высотой ребер.

3.7 Биомат: Проницаемая дискретно-упрочненная пространственная конструкция из полимерных мононитей, волокон и других элементов, содержащая в своей структуре семена растений.

3.8 Рисберма: Каменная защитная призма, устраиваемая в подошве подтопленного откоса для предотвращения размыва.

3.9 Коэффициент фильтрации: Характеристика проницаемости грунта по отношению к конкретной фильтрующей воде; при линейном законе фильтрации равен скорости фильтрации воды при единичном градиенте напора.

3.10 Разрыв пластических перемещений: Достижение в нелинейной математической модели предельного состояния, выраженного различными величинами пластических деформаций смежных элементов в одном и том же общем узле.

3.11 Водно-тепловой режим земляного полотна: Характер изменения во времени влажности и температуры грунта в различных точках земляного полотна

3.12 Слабые грунты: Связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания менее 0,075 МПа (при испытании приборами вращательного среза) или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа (модуль деформации ниже 5 МПа). При отсутствии данных испытаний к слабым грунтам следует относить торф и заторфованные грунты, илы, сапропели, глинистые грунты с коэффициентом консистенции свыше 0,5, иольдивые глины, грунты мокрых солончаков.

3.13 Лежень: Железобетонный элемент сопряжения в виде вытянутого блока прямоугольного сечения, выполняющий функцию ленточного фундамента при опирании сборных железобетонных плит со стороны насыпи подхода и укладываемый на тщательно уплотненную щебеночную подушку.

3.14 Армогрунтовое основание: Массив грунта, в котором размещены армирующие элементы, обеспечивающие повышение его устойчивости и снижение деформируемости.

3.13 Конус насыпи: Часть насыпи подхода в форме усеченного конуса, непосредственно примыкающая к устою мостового сооружения

3.14 Откосы насыпи: Боковые наклонные поверхности, ограничивающие искусственное земляное сооружение. В выемках различают внешний и внутренний откосы

3.15 Основание насыпи: Часть поверхности земли, предназначенная для возведения на ней насыпи, а также слой грунтов ниже насыпи, воспринимающий нагрузки от грунта ниже насыпи.

3.16 Цементогрунт: Строительный материал, состоящий из цемента, грунта и воды.

4 Общие положения

4.1 При проектировании сопряжений мостовых сооружений с подходной насыпью должны быть предусмотрены мероприятия, которые обеспечивают основные свойства сопряжений в течение срока службы, установленного ГОСТ 33178 (приложение В), такие как:

а) плавность проезда, характеризуемая допустимыми углами перелома продольного профиля согласно ГОСТ 33384 (пункты 8.2.4 и 8.2.6);

б) гидроизоляция узла шарнирного сопряжения переходной плиты со шкафной стенкой и деформационным швом устоя согласно 8.2.7;

в) защита всех конструкций сопряжения от поверхностных вод согласно ГОСТ 33384 (пункт 8.7.7).

Мероприятия, обеспечивающие основные потребительские свойства сопряжений, должны быть обоснованы расчетами на все сочетания нагрузок и воздействий согласно СТ РК 1380, за исключением расчетов по сочетаниям, включающим сейсмическую нагрузку, при которых необходимо обеспечивать только несущую способность по I группе предельных состояний.

4.2 Нарушение плавности проезда вследствие превышения допустимых осадок сопряжений приводит к снижению основного потребительского свойства мостового сооружения в целом: его грузоподъемности, так как вызывает повышение динамического коэффициента для устоя и примыкающего пролетного строения, и соответственно, уменьшение допустимого класса нагрузки. Устройство сопряжений необходимо выполнять при достаточном обосновании сохранения нормативных углов перелома продольного профиля в течение расчетного срока службы сопряжений (в том числе с использованием

дополнительных мероприятий по 7.5).

4.3 Для обеспечения потребительских свойств сопряжений при проектировании необходимо:

а) приводить конкретные требования к грунтам дренирующей засыпки под сопряжением в соответствии с СП РК 3.03-112.

б) выполнять расчеты конструкций сопряжения по предельным состояниям с использованием данных инженерных изысканий, необходимых и достаточных для определения осадки конца переходных плит с учетом прогноза возможных изменений свойств грунтов (дренирующей засыпки и основания) в процессе строительства и эксплуатации в соответствии с разделом 6;

в) учитывать особенности водно-теплого режима земляного полотна на подходах к мостовому сооружению и при необходимости применять меры для минимизации негативного влияния от переувлажнения грунтового массива в зоне опирания на него конструкций сопряжения;

г) обеспечивать несущую способность конструкций сопряжений по I группе предельных состояний согласно ГОСТ 27751 с учетом повышенных динамических воздействий при нарушении плавности проезда согласно 4.1, а).

4.4 При проектировании сопряжения мостовых сооружений с насыпью и конусов насыпей подходов необходимо выполнить расчетное обоснование устойчивости тела конуса совместно с основанием против глубокого сдвига согласно 4.5, 4.6 и приложению А. Для этого необходимо получить достоверные величины расчетных параметров прочностных и деформационных свойств грунтов.

При проектировании укрепления конусов и откосов насыпи следует выполнить расчетное обоснование устойчивости конструкций укрепления на откосе и упора в основании конуса по сдвигу согласно 8.1.4.

Конуса насыпи подходов рассчитывают на нагрузки и воздействия, принимаемые по приложению А.

При учете сейсмических воздействий необходимо учитывать изменение свойств грунтов согласно 6.4, при этом коэффициенты сочетания временных подвижных и сейсмических нагрузок принимают по А.9.

4.5 Если при расчете конусов береговых опор (устоев) и оснований подходных насыпей поверхность скольжения проходит под фундаментом устоя или нижними концами свай, то устойчивость конусов и оснований обсыпных устоев против глубокого сдвига должна быть обеспечена без учета уменьшения сдвигающих усилий от совместной работы с конструкциями опор (фундамент, тело опоры, ригель, шкафная стенка и т.п.).

4.6 Коэффициент запаса устойчивости в расчетах устойчивости конусов и оснований против глубокого сдвига коэффициент запаса устойчивости необходимо принимать не менее 1,3.

При выполнении расчетов устойчивости насыпи по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения (А.1, а и А.12, а) коэффициент запаса устойчивости принимают не менее, чем отношение коэффициента надежности по назначению к коэффициенту условий работы по ГОСТ 33384 (пункт 7.4).

4.7 При расчете по наиболее опасной поверхности скольжения минимальный коэффициент запаса устойчивости окажется менее 1,3, необходимо его увеличить. Для этого следует выполнить следующие мероприятия:

а) изменение геометрии конуса (уменьшение крутизны откоса, добавление берм и т.п.);

б) достижение необходимых значений прочностных и деформационных свойств верхних слоев основания (замена грунта, укрепление слабого грунта основания с учетом требований СП РК 3.03-101 (пункт 7.3.8));

в) применение дренирующего грунта засыпки с достоверно установленными по данным лабораторных исследований или статического зондирования отсыпанного и уплотненного грунта с завершенной осадкой повышенными значениями основных физико-механических свойств (нормативный удельный вес грунта γ_n , кН/м³, нормативное сцепление C_n , кПа, нормативный угол внутреннего трения φ_n , в градусах) с учетом требований раздела 7;

г) применение в теле конуса армирующих прослоек из геосинтетических материалов с целью усиления конструкции откоса в результате перераспределения напряжений. Армирование грунтов следует производить с учетом требований СТ РК 2792.

4.8 Классификацию конструкций укрепления откосов конусов и определение области их применения проводят согласно пп. 4.9 - 4.13 и раздела 8.1.

Для укрепления конусов насыпей подходов, как правило, применяют следующие виды конструкций:

- а) монолитный железобетон;
- б) сборные бетонные и железобетонные плиты;
- в) решетчатые сборные железобетонные конструкции с заполнением ячеек щебнем (гравием) или дерном;
- г) покрытие с применением геосотковых материалов с заполнением ячеек щебнем (гравием);
- д) каменная наброска;
- е) габионные конструкции матрацно-тюфячного типа;
- ж) покрытия с применением биоматов;
- и) покрытие с применением гибких железобетонных плит;
- к) покрытие из гибких бетонных матов;
- л) комбинированные конструкции укреплений.

Технические требования к конструкциям укрепления принимают согласно [2] и разделу 8.1.

4.9 При разработке проектной документации конструкции укрепления откосов и конусов выбирается с учетом крутизны откоса, условий ледохода, воздействия волн и течения воды при скоростях, отвечающих максимальным расходам во время расчетных паводков, а также исходя из архитектурных требований, условий расположения сооружения, наличия местных строительных материалов и т. п.

4.10 Для укрепления конусов насыпей подходов мостов в пределах подтопления на реках со слабым ледоходом (при толщине льда не более 0,2 м) допускается применять типы укреплений 4.8, а); 4.8, е); 4.8, и), 4.8, к). При этом толщина монолитного бетона должна быть не менее 0,12 м, толщина сборных гибких плит — не менее 0,15 м.

4.11 На реках при толщине льда, равной или более 0,2 м для укрепления конусов насыпей подходов мостовых сооружений в пределах подтопления водой следует применять укрепление монолитным железобетоном (4.8, а) толщиной не менее 0,16 м.

4.12 Отметку верха укреплений назначают согласно требованиям ГОСТ 33384 (пункт 8.7.7).

4.13 Величины нагрузок, в том числе сейсмических, а также волновых и ледовых воздействий на конструкции укреплений конусов насыпей на подходах к мостовым сооружениям следует проводить по СП РК 3.03-112, СП РК 3.04-107, СП 268.1325800.2016 (пункт 8.3.30) [1].

4.14 При устройстве конусов насыпей на подходах к мостовым сооружениям необходимо исключить доступ воды к основанию насыпи. В случае притока поверхностной воды со стороны подходов следует предусматривать дренажные устройства для отвода воды за пределы земляного полотна.

4.15 Раздел проектной документации мостового сооружения, в котором приведены сведения об устройстве конусов насыпей подходов, должен в том числе содержать необходимую информацию согласно СП РК 5.01-101 (раздел 4.3.4).

5 Методика обследования и оценка состояния узлов сопряжения моста с насыпью

Работы по обследованию и оценке состояния узлов сопряжения моста с насыпью земляного полотна проводятся в два этапа:

- предварительное - с целью выявления дефектов, их оценки, классификации, определения причин появления и решения вопроса о необходимости ремонта;
- детальное - для принятия конструктивно-технологического решения по ремонту узла сопряжения.

Предварительное обследование рекомендуется проводить осенью в период наибольшего выпадения осадков, когда помимо деформаций земляного полотна и дорожной одежды возможно выделить на обочинах и покрытии участки с затрудненным поверхностным водоотводом и уточнить длину участков дороги, с которых осуществляется сток к сооружению.

Предварительное обследование включает:

- изучение и оценку технической документации на сооружение, выяснение года строительства моста (узла сопряжения), вида и времени проведенных за период эксплуатации ремонтных работ;
- определение основных параметров элементов сопряжения по исполнительной документации с уточнением в натуре, а именно:
 - общей характеристики узла сопряжения (характер продольного профиля мостового перехода; высота насыпи за устоем; тип и основные параметры устоя; конструкция узла сопряжения);
 - наличия и типа водоотводных лотков;
 - оценки деформации насыпи за устоем;
 - описания деформаций дорожной одежды;
 - уровня паводковых (ливневых) вод с вероятностью превышения 0,1 (10 %), грунтовых вод в зоне насыпи;
 - грунтово-геологического строения основания насыпи за устоем;
 - типа грунта, примененного для насыпи в зоне узла сопряжения.

Тип и вид деформаций земляного полотна визуально оценивают по следующим показателям: общие и местные просадки; деформации конусов, откосов и их укреплений; углубления с застоем воды; колеи и выбоины; возвышение обочин над проезжей частью; размыв, сплывы и обрушения откосов и их укреплений; деформации водоотводных и водосбросных лотков.

Деформации дорожной одежды характеризуют микропрофиль по одному из следующих признаков: просадки отсутствуют, слабо или явно выражены плавные просадки, пандусообразный микропрофиль. Кроме того, при наличии выравнивающего (ремонтного) слоя на покрытии указывают характер его стыка с дорожным покрытием (в одной плоскости, короткий пандус, порожек).

На основе анализов результатов предварительного обследования выявляют:

- возможные источники увлажнения грунтов за устоем и тип узла сопряжения по увлажнению;
- соответствие длины переходных плит (если они есть) местным условиям (требования 5.9.2 СП РК 3.03-112);

- степень завершенности осадок насыпи подхода, их предстоящую величину и длительность;
- необходимость ремонта.

По результатам предварительного обследования делают вывод о возможных источниках увлажнения насыпи на подходе.

Увлажнение поверхностными водами следует учитывать при наличии на обочинах углублений с застоями воды, а также трещин, проломов и выбоин на покрытии.

Приток влаги к сооружению вдоль кромки проезжей части необходимо учитывать в случаях, когда величина продольного уклона в сторону сооружения превышает поперечный уклон обочин. Приток влаги к узлу сопряжения по дренирующим слоям дорожной одежды принимают во внимание при наличии продольного уклона не менее 20 %.

На основании этих данных характеризуют тип узла сопряжения по увлажнению, исходя из следующей классификации:

- расположенные на горизонтальном или выпуклом продольных профилях дорог, когда вероятность подтопления паводковыми водами уровня подошвы песчаного слоя под лежнем менее 0,1 (10 %) - I тип;
- расположенные на вогнутом участке продольного профиля дороги или на участке с уклоном с такой же вероятностью подтопления паводковыми водами, как и в первом случае. - II тип.

При расположении моста на участке дороги с уклоном узел сопряжения с верховой стороны относят ко II типу, а с низовой - к I типу.

Если грунты выше подошвы песчаного слоя основания под лежнем подтопляют грунтовые или пойменные воды чаще чем с вероятностью 0,1 (10 %), узлы сопряжения мостов относят к III типу.

На основе данных о высоте, ширине и грунтах насыпи за устоем, характере и времени отсыпки и уплотнения этих грунтов, а также на основе данных о грунтах основания выделяют наиболее существенные факторы развития общих осадок и делают заключение о степени завершенности и предстоящей величине, и длительности осадок насыпи подхода.

В большинстве случаев общие осадки за счет доуплотнения основания заканчиваются: при песчаных и супесчаных грунтах не позднее чем через 3 года эксплуатации; при суглинках - 3 - 5 лет; при глинистых грунтах - 5 - 10 лет. Максимальные сроки соответствуют влажным и сильно увлажненным грунтам.

Длительность осадок насыпи за счет доуплотнения ее грунтов ограничивается, как правило, двумя годами эксплуатации.

По конструктивному решению устоя и узла сопряжения устанавливают следующее:

- возможность разрушения верхней части конусов за счет вибрации консольной части пролетного строения, отсутствия шкафной стенки;
- характер дренирования влаги из насыпи при массивных устоях с обратными стенками;
- способ опирания переходных плит на устой, если они в настоящее время отсутствуют.

Детальные обследования рекомендуется проводить весной в период наибольшего увлажнения грунтов насыпи. При этом отдельно обследуют участки проезжей части по полосам въезда на мост и съезда с него.

Основные задачи, решаемые при детальном обследовании, заключаются в следующем:

- оценка состояния грунтовой засыпки, ровности покрытия на участках подходов;
- определение снижения динамического воздействия от автомобилей на дорожную одежду;
- выбор вида ремонтных работ;
- определение объемов ремонтных работ по устранению деформаций элементов узла сопряжения;
- установление экономической эффективности выполненных мероприятий по ремонту.

Оценку состояния грунтовой засыпки за устоем производят путем закладки скважин или шурфов и испытания полученных образцов грунта. Скважины или шурфы закладывают у кромки проезжей части на удалении от моста, равном высоте насыпи подхода, но не более 8 м. Глубину взятия проб грунта устанавливают в соответствии с данными таблицы 1.

**Таблица 1 - Максимальные глубины отбора грунта при
детальных обследованиях узлов сопряжения**

Тип грунта насыпи за устоем	Дорожно-климатические зоны	Глубина скважин, м
Супесь:		
- легкая	IV	1,7
- пылеватая	III-IV	1,8
Суглинки, глины	III-IV	2,0

Образцы грунта отбирают с глубины, соответствующей низу основания дорожной одежды, по всем встречающимся типам грунтов, при однородном строении - через 0,5 м. В полевых условиях для каждого образца определяют естественную влажность и плотность, в лаборатории - те же характеристики, но при стандартном уплотнении, а также величину сцепления, угол внутреннего трения и модуль упругости, влажность на границе текучести или полную влагоемкость (для песков), коэффициент водопроницаемости (для песков - коэффициент фильтрации).

На основе полученных данных делают заключение о соответствии в весенний период влажностных и прочностных параметров грунтов насыпи за устоем оптимальным уровням для данного мостового перехода, когда грунт на всю глубину скважины или шурфа является средне- или крупнозернистым песком с коэффициентом фильтрации $K_f \geq 4$ м/сут, углом внутреннего трения не более 40° и средней относительной влажностью не больше, значений, приведенных в таблице 2.

**Таблица 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

Ровность проезжей части оценивают путем нивелирования покрытия по створу, расположенному по правой полосе (1 - 1,5 м от кромки покрытия на въезде и съезде с моста)

с шагом между точками 1,0 м, на участке (длиной не менее 10 м) с выраженными деформациями.

В местах с резко выраженным переломом микропрофиля располагают дополнительные точки (краевые точки пандуса, стыки выравнивающего слоя со старым покрытием и т.п.).

По полученному микропрофилю устанавливают длину участков с недопустимой ровностью покрытия, регламентируемой данными таблицы 2.

Степень динамического воздействия автомобилей на дорожную одежду устанавливают по величине углов перелома микропрофиля с помощью графика на рисунке 1 и таблице 3.

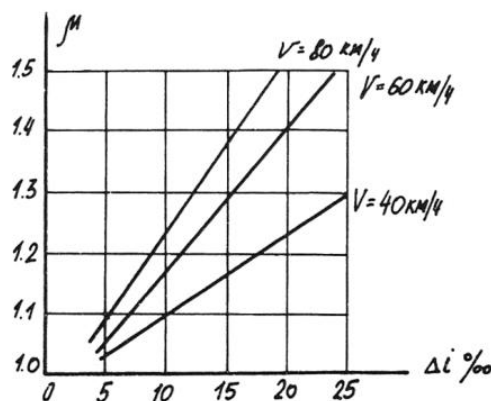
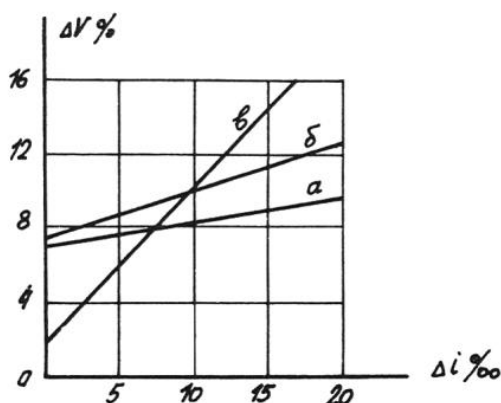


Рисунок 1 - Зависимость динамического коэффициента транспортных средств (автомобиля) от угла перелома микропрофиля

Таблица 3 - Допустимые углы 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

Экономическую эффективность выполненных ремонтных работ оценивают по величине снижения скоростей движения автомобилей до выполнения ремонта и после в соответствии с графиками на рисунке 2.



а - грузовые; б - легковые; в – автобусы

**Рисунок 2 - Зависимость величины относительно снижения скорости
автомобиля при проезде сопряжения моста с насыпью от ровности покрытия**

6. Требования к материалам гидрологических и инженерно-геологических изысканий

6.1 Общие требования к изысканиям мостовых сооружений следует принимать по ГОСТ 33179 и СП РК 1.02-105.

6.2 Составление прогноза изменений состояния геологической среды во времени и пространстве проводят согласно требованиям ГОСТ 32868 и СП РК 1.02-102.

6.3 Результаты инженерных изысканий должны содержать данные, необходимые и достаточные для проведения расчетов несущей способности тела конуса (дренирующей засыпки) и грунтов основания по предельным состояниям с учетом прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий площадки строительства и свойств грунтов (в том числе насыпных) в процессе строительства и эксплуатации. При отсутствии однозначных и достоверных данных по насыпному грунту тела конуса допускается принимать наихудшие (обеспечивающие наименьшие значения запасов несущей способности) физико-механические характеристики в соответствии с указаниями раздела 7 и приложения А.

Проектирование без соответствующих результатов инженерных изысканий или при их недостаточности, или без достаточного расчетного обоснования не допускается.

6.4 Изменение свойств грунта при сейсмических воздействиях следует учитывать согласно СП 268.1325800.2016 (пункт 8.3.20) [1].

6.5 Для проектирования сопряжений в первую очередь определяют категорию грунтов основания: слабodeформируемые (ГОСТ 25100, таблица В.5), деформируемые (относящиеся к сильно- и среднедеформируемым по ГОСТ 25100, таблица В.5) или слабые (согласно 6.5.1).

6.5.1 К слабым относят основания, в пределах активной зоны которых имеются слои слабых грунтов мощностью не менее 0,5 м.

Состав инженерно-геологических изысканий при проектировании сопряжений на слабых грунтах рекомендуется принимать в соответствии с положениями, изложенным [2] (см. раздел 2).

6.5.2 К слабodeформируемым относят основания, в пределах активной зоны которых все слои грунта являются слабodeформируемыми.

6.5.3 К деформируемым относят основания, в пределах активной зоны которых имеются слои деформируемых грунтов мощностью не менее 0,5 м.

6.5.4 Инженерно-геологические изыскания проводят на глубине, превышающей мощность активной зоны основания.

6.6 Результаты инженерно-геологических и инженерно-геотехнических изысканий, необходимые для расчета лежа как фундамента мелкого заложения, должны соответствовать 6.7 и 6.8.

6.7 Классификацию грунтов оснований необходимо проводить в соответствии с ГОСТ 25100.

6.8 Значения физико-механических характеристик грунтов, необходимые для вычисления расчетных сопротивлений оснований под подошвой фундаментов мелкого заложения следует определять согласно требованиям СП РК 5.01-102 и приложению А настоящего ВН.

6.9 При наличии в теле подходной насыпи грунтовых вод, безопасную глубину их залегания относительно низа щебеночной подушки под лежнем и расчетные уровни воды

определяют по [3].

7 Требования к грунтам отсыпки конусов и основанию щебеночной подушки под лежнем плиты

7.1 Требования к грунтам конусов следует принимать согласно пункты 7.3, 7.6-7.8 и 8.1, а также приложению А настоящего ВН.

7.2 Технические требования при производстве работ по устройству насыпи и дренирующей засыпки под сопряжением следует принимать по СП РК 5.01-102 (см. пункт 4.3.4).

7.3 Грунты, применяемые для отсыпки конусов насыпей подходов, должны обеспечивать их прочность и устойчивость в соответствии с правилами проектирования, указанными в ГОСТ 33100 (см. пункт 7.20). Как правило, отсыпку конусов проводят из материалов, аналогичных применяемым для отсыпки части насыпи на подходах к мостовому сооружению за крайними опорами (дренирующая засыпка), с аналогичными параметрами уплотнения и фильтрации.

7.4 Требования при уплотнении грунта под щебеночной подушкой лежня, в том числе для нижнего слоя подушки толщиной 50 мм, втрамбованному в грунт, следует принимать по СП 45.13330.2017 (см. приложение Н) [4].

7.5 Насыпи на подходах к мостовому сооружению должны быть уплотнены послойно с коэффициентом уплотнения не ниже, чем у насыпи автомобильной дороги. При проектировании сопряжений следует учитывать осадки основания насыпи (особенно значимые при слабых грунтах основания) и то, что продолжительность самоуплотнения песчаного насыпного грунта в планомерно возведенных насыпях составляет 0,5 - 1 год (СП 22.13330.2016, таблица 6.9) [5]. Целесообразно устраивать сопряжение с насыпью подходов после завершения осадки насыпи и, при необходимости, ее досыпки. Для насыпей подходов на слабых основаниях следует обеспечивать требования, указанные в СП РК 3.03-101 (см. пункт 7.3.8).

Согласно СТ РК 1684 ширину земляного полотна подходов к мостам и путепроводам на расстоянии 10 м от задней грани крайних опор следует устраивать больше ширины мостового сооружения не менее чем на 0,5 м с каждой стороны. Переход от увеличенной ширины к нормальной следует выполнять на длине не менее 20 м.

В случаях, когда отсутствует возможность выполнить устройство сопряжения после окончания процесса осадки (консолидации) основания и отсыпанного грунта, для сопряжений, устраиваемых на основаниях с деформируемыми или слабыми грунтами, а также для всех типов оснований насыпей высотой более 8 м, рекомендуется проведение обоснованных расчетами мероприятий, обеспечивающих плавность проезда после завершения осадки насыпи:

а) ускорение осадки с использованием метода временной пригрузки насыпи слоем грунта, толщину которого рассчитывают из условия достижения в заданное время величины осадки основания не более значений, указанных в СП РК 3.03-101 (см. пункт 7.3.8, примечание 1). При использовании данного метода необходимо проведение дополнительной проверки устойчивости основания;

б) устройство сопряжений со строительным подъемом, с вершиной в уровне конца сопряжения и отгоном в сторону насыпи на величину $2H_{\text{нас}}$, где $H_{\text{нас}}$ - высота насыпи согласно 8.2.3. Ординату строительного подъема принимают равной максимально допустимому значению осадки по 7.5, а);

в) после завершения осадки насыпи и при наличии просадки сопряжения, превышающей допустимую по требованию плавности проезда (4.1, а), допускается разборка конструкций сопряжения, при необходимости - досыпка и доуплотнение насыпи

(дренирующей засыпки), и повторная укладка переходных плит на уплотненное основание;
г) иные обоснованные мероприятия, направленные на ускорение процессов консолидации и (или) укрепление грунтов основания.

Мероприятия 7.5, а) и 7.5, б) допускается применять для сопряжений, примыкающих к устоям с фундаментами на свайном основании или на естественном основании на слабodeформируемых грунтах (в предположении отсутствия их осадки относительно противоположного конца сопряжения). Для устоев диванного типа или на естественном основании на деформируемых грунтах данные мероприятия не рекомендуются.

Мероприятие по сохранению плавности проезда 7.5, в) допускается применять для сборных плит по 8.2.2б) без концевого участка омоноличивания.

7.6 При оценке коэффициента фильтрации песчаного грунта в карьере должны быть отобраны не менее 3 проб на каждые 500 м³ непучинистых и не менее 10 проб - на каждые 500 м³ слабopучинистых песчаных грунтов. Определение коэффициента фильтрации следует проводить по ГОСТ 25584 (см. пункт 4.5).

7.7 Основными физико-механическими свойствами грунта отсыпки конусов, необходимыми для выполнения расчетов несущей способности по группам предельных состояний, являются нормативный удельный вес грунта γ_n , кН/м³, нормативное сцепление C_n , кПа, нормативный угол внутреннего трения φ_n , в градусах, модуль деформации грунта E , МПа. Во всех случаях, когда указанные характеристики определяют косвенно (при отсутствии данных лабораторных исследований или статического зондирования грунта отсыпанного конуса с завершённой осадкой), нормативное сцепление насыпного дренирующего грунта следует принимать $C_n = 0$.

Согласно п. 7.7.6 СТ РК 1684 отсыпку конусов и части насыпи за крайними опорами (дренирующая засыпка) следует выполнять из грунта, имеющего коэффициент фильтрации после уплотнения не менее 2 м/сут.

Размер дренирующей засыпки в уровне естественной поверхности грунта должен быть не менее 2 м, считая от задней грани опоры, и сопрягаться с земляным полотном автомобильной дороги откосом не круче 1:1. При сопряжении с существующим земляным полотном следует устраивать уступы.

Грунт дренирующей засыпки необходимо уплотнять до коэффициента не ниже 0,98.

7.8 Каждая партия поставляемого для устройства дренирующей засыпки песка должна иметь документ о качестве в соответствии с ГОСТ 8736 (пункт 5.13) или ГОСТ 32824 (см. пункт 7.7).

8 Конструктивные требования к участкам примыкания насыпей подходов к устоям и сопряжениям мостовых сооружений с насыпями подходов

8.1 Конструктивные требования к участкам примыкания насыпей подходов к устоям

8.1.1 Основные требования к участкам примыкания насыпей подходов к устоям следует принимать по ГОСТ 33384 (см. пункты 8.7.4, 8.7.6).

8.1.2 Крутизну откосов конусов насыпей подходов следует определять расчетом устойчивости (с проверкой основания) при выполнении условия для конусов без армирующих прослоек согласно 4.7, г) согласно формуле (1):

$$1: m \leq \operatorname{tg} \varphi_n. \quad (1)$$

где 1:m - крутизна откоса (тангенс угла наклона откоса к горизонтали);

φ_n - нормативное значение угла внутреннего трения дренирующей засыпки тела конуса, в градусах.

Откосы конусов должны иметь уклоны не круче указанных в ГОСТ 33384 (см. пункт 8.7.4).

8.1.3 Все типы укреплений необходимо укладывать на подготовленное спланированное основание, обеспечивающее сохранность защищаемой поверхности от вымывания мелких частиц грунта при изменении уровня воды и проникании атмосферных осадков. Укладка конструкции укрепления непосредственно на укрепляемую поверхность не допускается.

Конструкции основания под укрепление выполняют в виде щебеночной подготовки толщиной не менее 0,1 м из щебня фракций до 70 мм, из геосинтетического водопроницаемого материала или комбинированные. Слой щебеночной подготовки применяется, как правило, при отсыпке конусов щебенистыми или крупнопесчаными грунтами. Водопроницаемый геосинтетический материал применяют, как правило, при отсыпке конусов из крупных или средней крупности песчаных грунтов с большим содержанием (близким к максимально допустимым значениям согласно классификации по ГОСТ 32824 (см. таблицу 7) или ГОСТ 8736 (см. таблицу 4)) пылевидных или глинистых частиц. Комбинированное основание в виде слоя геосинтетического водопроницаемого материала, поверх которого укладывают щебеночную подготовку толщиной не менее 0,1 м, следует применять при отсыпке конусов из мелких или пылеватых песчаных грунтов (при условии обеспечения требуемого коэффициента фильтрации дренирующего грунта в уплотненном состоянии).

При укладке геосинтетических материалов между слоями подготовки и укрепляющей конструкции необходимо предусматривать защитный слой (например, геотекстиль или песчаную подсыпку) для предотвращения повреждений при укладке щебня и блоков.

Применяемые геосинтетические материалы должны иметь сопроводительные документы (паспорт, спецификация и др.) где указаны основные свойства материалов: предел прочности на растяжение; условный модуль деформации (упругости) при растяжении; относительное удлинение при разрыве; коэффициент фильтрации; стойкость к агрессивным воздействиям; сопротивление сдвигу на контакте с грунтом и др.

В конструкциях оснований под укрепление конусов запрещено применение очень мелких, тонких и очень тонких песков по ГОСТ 32824 и мелких однородных по ГОСТ 33063. Допускается применение щебня по ГОСТ 32495.

8.1.4 В основании укрепления предусматривают упорные конструкции, предназначенные для обеспечения устойчивости укрепления на откосе и защиты подошвы конуса от размывов, подмывов или понижений от развития эрозии. Заглубление упорной конструкции в грунт принимают не менее 0,5 м (при наличии размывов, подмывов или понижений от развития эрозии - не менее 0,5 м от их наименьшего расчетного уровня. При этом, в случае расположения конуса на недренирующих грунтах необходимо обеспечить отвод воды из зоны упора и его обсыпки).

В случае расположения конуса на участках с подтопляемыми территориями, необходимо предусматривать дренажные устройства (линейный дренаж, вертикальные дренажные скважины, перфорированные дренажные трубы) для отвода грунтовых и поверхностных вод от основания укрепления.

Упорные конструкции выполняют в виде:

- сборных железобетонных или монолитных бетонных блоков;
- каменных риберм;
- коробчатых габионов.

Выбор типа и размеров упорной конструкции должен быть обоснован расчетом устойчивости конструкции укрепления на откосе по сдвигу, при этом коэффициент запаса

должен быть не менее указанного в 4.6, а коэффициенты трения f конструкции укрепления по поверхности откоса и упора по основанию в плоскости сдвига следует принимать:

- геосинтетический материал, имеющий сквозные ячейки (геосетка, георешетка) по несвязному грунту откоса: $f = 0,9 \times \operatorname{tg} \varphi_n$;

- геосинтетический материал с гладкой поверхностью (геомембрана, геополоса, геооболочка) по несвязному грунту откоса:

$$f = 0,45 \operatorname{tg} \varphi_n;$$

- бетон по песчаному грунту: $f = 0,3$;

- бетон по песчано-гравийной подготовке: $f = 0,4$;

- бетон по щебеночной подготовке: $f = 0,5$;

- бетон по бетону: $f = 0,55$;

- каменная наброска по грунту: $f = 0,6$;

- каменная наброска по каменной наброске: $f = 0,85$.

Здесь φ_n — расчетное значение угла внутреннего трения дренирующей засыпки тела конуса, в градусах.

8.1.5 В сборных и монолитных конструкциях укрепления следует применять тяжелый или мелкозернистый бетон по ГОСТ 26633, класс прочности на сжатие назначают по СП РК 3.03-112 (таблица 22), марку по водонепроницаемости принимают не ниже W6. Марку по морозостойкости принимают в зависимости от климатических условий и условий подтопления по СП РК 3.03-112 (таблица 23).

8.1.6 В сборных и монолитных конструкциях укрепления следует применять арматуру классов А240 и (или) А400 по ГОСТ 34028. Допускается применение композитной полимерной арматуры по ГОСТ 31938.

8.1.7 Каменный материал для заполнения решетчатых конструкций и геосотовых материалов, каменной наброски и сетчатых матрасов, а также для щебеночной подготовки оснований под укрепление и упорной призмы (рисбермы) должен иметь марку по морозостойкости по ГОСТ 8267 или ГОСТ 32703 (по результатам испытаний замораживанием и оттаиванием):

- не менее F50 для неподтопляемых зон;

- не менее F100 для подтопляемых зон;

- не менее F200 для упорной призмы (рисбермы).

Каменные материалы должны иметь марку по прочности по ГОСТ 8267 или ГОСТ 32703 не ниже 600.

8.1.8 Геосинтетические материалы, применяемые в конструкциях укрепений конусов с целью выполнения функций разделения или борьбы с эрозией принимают согласно по СТ РК 2791, СТ РК 2792 и ТКСТ РК 8.07-06.

8.1.9 В районах с повышенной сейсмической активностью или на участках, подверженных сезонному промерзанию и оттаиванию, рекомендуется предусматривать дополнительные мероприятия по армированию конусов укрепений, включая использование геосинтетических материалов и закладных элементов для повышения устойчивости конструкции.

8.2 Конструктивные требования к сопряжениям мостовых сооружений с насыпями подходов

8.2.1 Требования к основным параметрам участков примыкания насыпей подходов к устоям следует принимать по ГОСТ 33384 (подраздел 8.7).

8.2.2 Переходные плиты следует предусматривать на всей ширине проезжей части и тротуаров:

- а) из монолитного железобетона (единая плита на всю ширину);

б) из сборного железобетона (как правило, с омоноличиванием концевых участков на всю ширину в месте опирания блоков на лежень).

Толщину (высоту сечения) плиты следует принимать по расчету, но не менее 1/20 части ее длины в монолитном и сборном (с поперечным объединением по всей длине с соседними плитами) исполнении, и, как правило, не менее 1/16 части ее длины в сборном исполнении (без поперечного объединения с соседними плитами).

8.2.3 Длину переходных плит мостовых сооружений с устоями на естественном или свайном основании следует назначать не менее значений, указанных в ГОСТ 33384 (таблица 6), в зависимости от высоты насыпи, грунтов основания и категории дороги. При этом высоту насыпи необходимо принимать как разницу отметок оси проезжей части и естественной поверхности грунта (по вертикали) в уровне конца переходных плит.

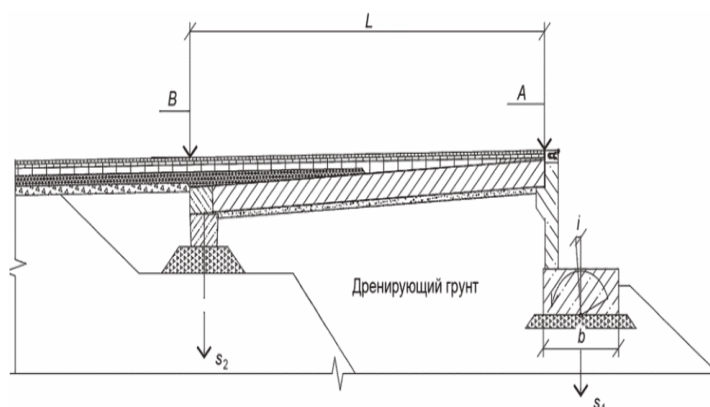
8.2.4 На сооружениях с устоями диванного типа (согласно ГОСТ 33178, таблица 5.13), опирающимися непосредственно на насыпь, а также консольных мостах (согласно ГОСТ 33178, пункт 3.26), длину переходных плит назначают не менее 4 м. При этом обязательно соблюдение принятого профиля проезда (разность осадок концов переходной плиты не должна вызывать появления в продольном профиле дополнительных углов перелома, превышающих разность продольных уклонов проезжей части сопрягающего пролета и сопряжения более чем на 2‰). Принцип расчета дополнительных углов перелома показан на рисунке 3 (все конструктивные элементы показаны условно).

Разность продольных уклонов $\Delta i_{\text{доп}}$ для конструкции, изображенной на рисунке 1, определяют по формуле (2). Абсолютная величина $\Delta i_{\text{доп}}$ для любых конструкций не должна превышать 2‰:

$$\Delta i_{\text{доп}} = \left| \frac{(\Delta B - \Delta A)}{L} \right| = \left| \frac{s_2 - (s_1 + \frac{2i}{b})}{L} \right| \leq 0,002 \quad (2)$$

где ΔB - изменение отметки конца сопряжения вследствие осадки;

ΔA - изменение отметки начала сопряжения вследствие осадки и крена фундамента устоя диванного типа.



L - длина сопряжения (по торцам переходной плиты), м;

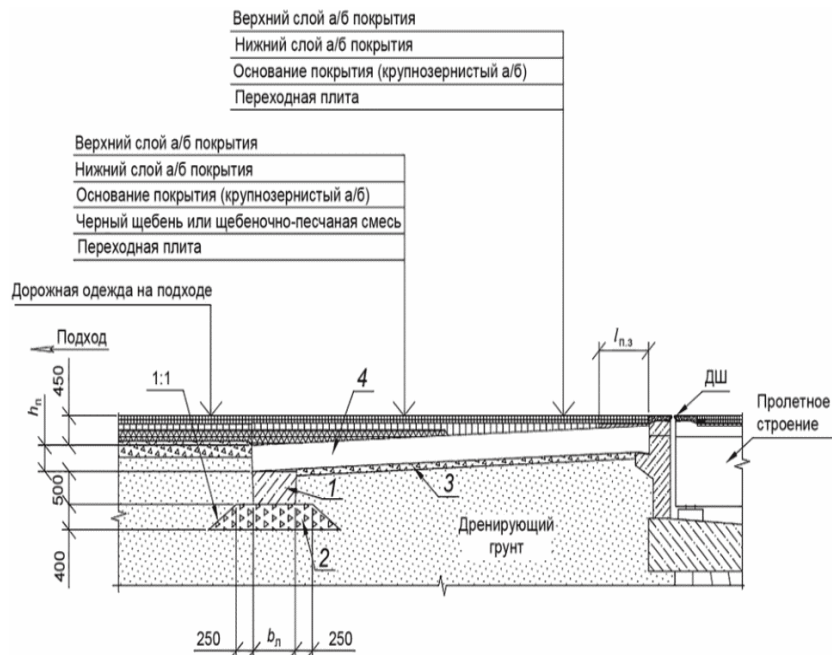
A, B - отметки покрытия соответственно у начала и конца переходной плиты (по торцам), м; s_1 - осадка подошвы устоя диванного типа, м; i - крен устоя диванного типа, рад (положительное значение по стрелке, в сторону насыпи); s_2 - осадка конца переходной плиты, м; b - ширина устоя диванного типа, м

Рисунок 3 - Схема к определению дополнительного угла перелома от разницы осадок концов переходной плиты

8.2.5 Сопряжения насыпей подходов с обсыпными устоями выполняют полузаглубленного типа (с уклоном переходной плиты от шкафной стенки в сторону конца сопряжения). Конструктивные варианты элементов сопряжений следует принимать в соответствии с рисунком 4, рисунком 5 и рисунком 6, которые могут применяться как с опиранием переходных плит на лежень, так и с их опиранием на щебеночную подушку (слои дорожной одежды показаны условно и должны проектироваться в увязке всех элементов между собой и с конструкцией дорожной одежды на подходах в соответствии с категорией дороги, на которой расположено мостовое сооружение):

8.2.6 Варианты конструкций, показанные на рисунке 5 и рисунке 6, применяют только для монолитных переходных плит.

8.2.7 Варианты конструкции опирания переходной плиты на шкафную стенку, показанные на рисунках 5 и 6 (узлы А и Б), приведены справочно и не накладывает ограничения на применение иных обоснованных конструктивных решений, обеспечивающих шарнирное опирание переходной плиты и гидроизоляцию узла опирания. При расположении деформационного шва над устоем опирание переходной плиты на шкафную стенку должно быть шарнирно-неподвижным, а при вариантах с температурно-неразрезной вставкой над устоем - шарнирно-подвижным.



1 - лежень с шириной $b_{\text{л}}$, определяемой по расчету (приложение А);

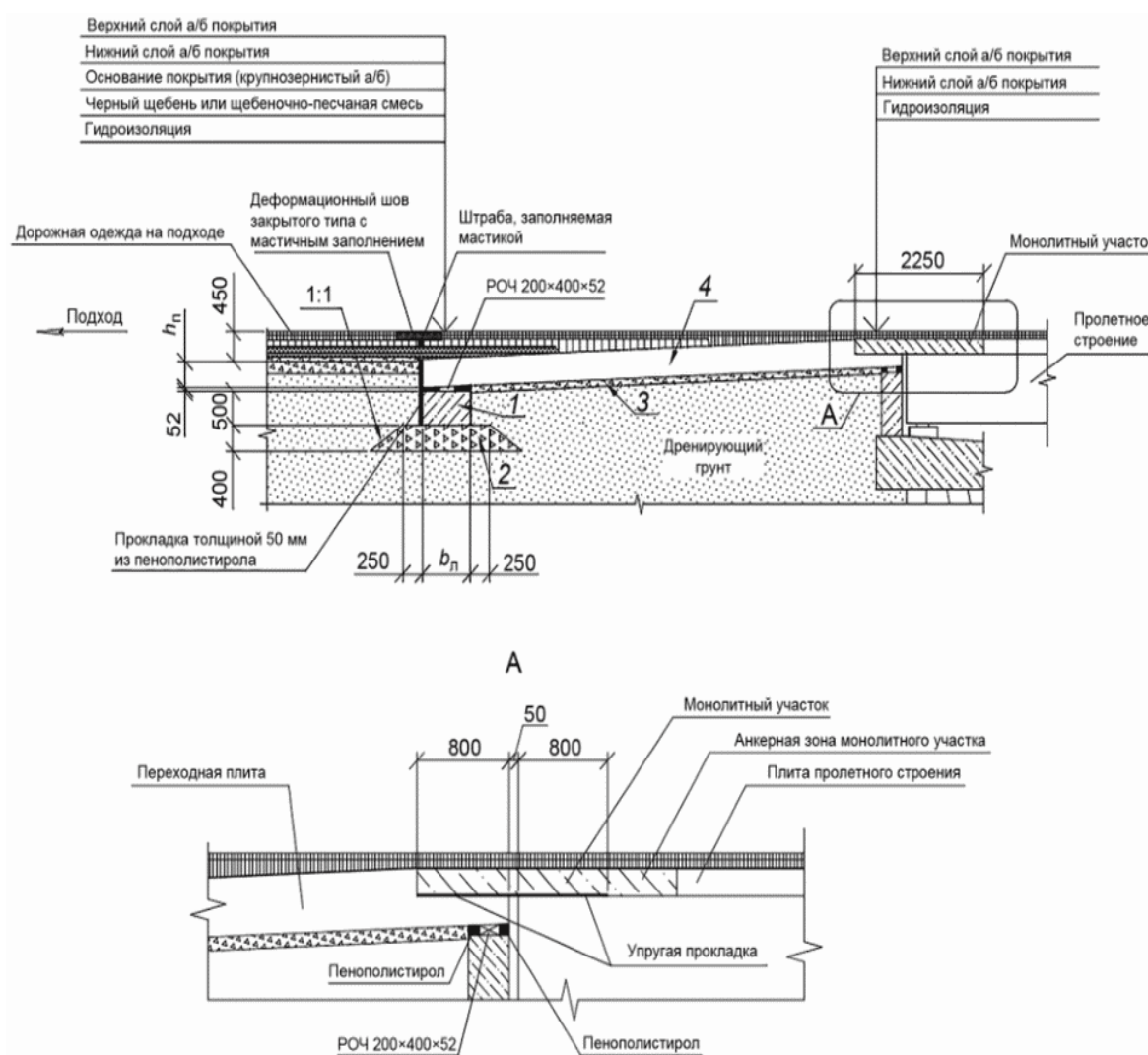
2 - щебеночная подушка под лежнем с шириной поверху $b_{\text{л}} + 500$ мм, толщиной 400 мм (нижний слой толщиной 50 мм втрамбовывается в грунт), с уклоном боковых граней 1:1;

3 - щебеночная подготовка под переходные плиты толщиной 100 мм;

4 - переходная плита толщиной $h_{\text{п}}$ согласно 8.2.2;

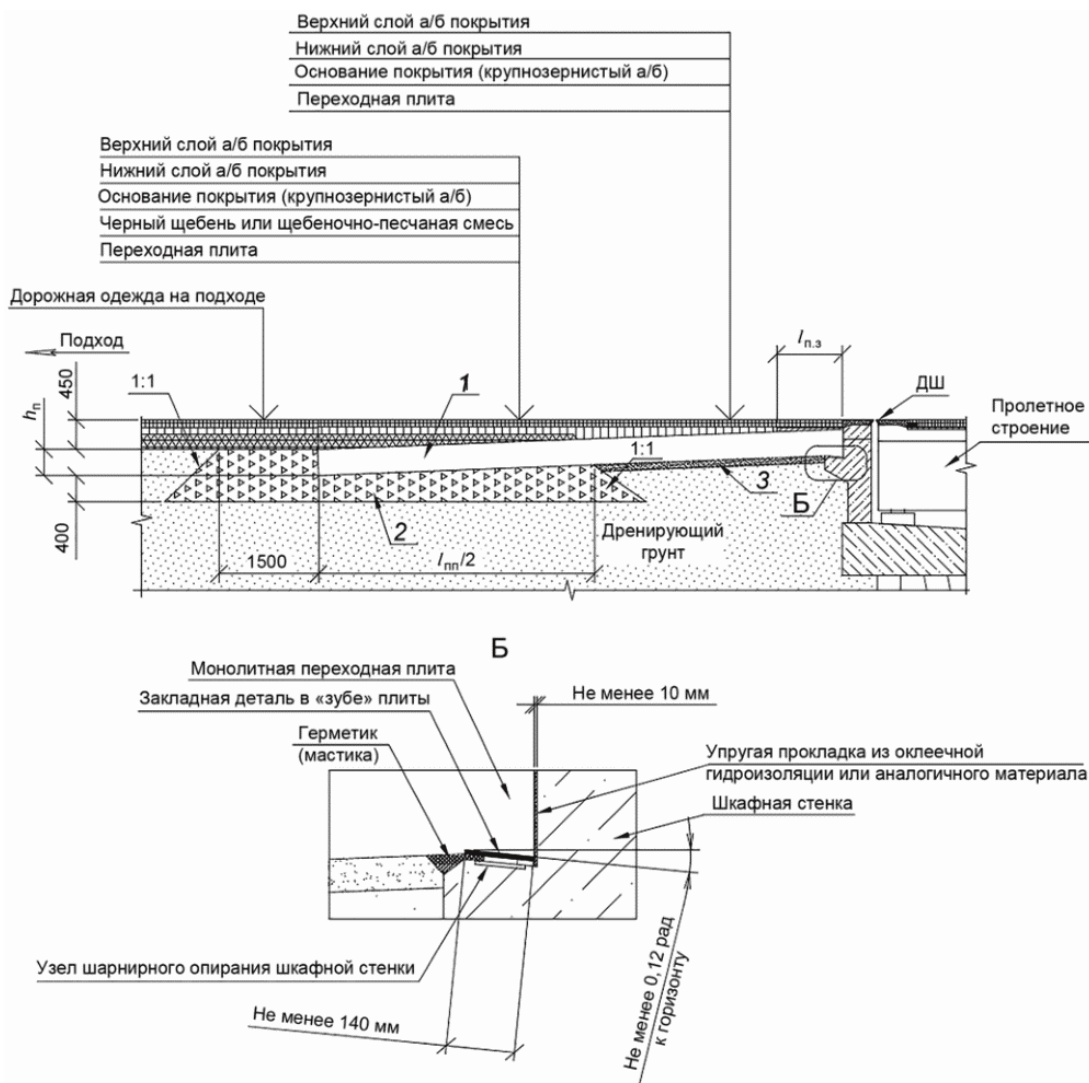
ДШ - деформационный шов; $l_{\text{п.з.}}$ - переходная зона, устраиваемая в зависимости от конструкции ДШ и дорожной одежды с целью плавного повышения жесткости поверхности проезда от показателей, соответствующих дорожной одежде, до показателей, соответствующих жесткости конструктивных элементов ДШ

Рисунок 4 - Общая схема варианта конструкции сопряжения с опиранием на лежень и прилив шкафной стенки, с деформационным швом над устоем



- 1 - лежень с шириной $b_{л}$, определяемой по расчету (приложение А);
- 2 - щебеночная подушка под лежнем с шириной поверху $b_{л} + 500$ мм, толщиной 400 мм (нижний слой толщиной 50 мм втрамбовывается в грунт), с уклоном боковых граней 1:1;
- 3 - щебеночная подготовка под переходные плиты толщиной 100 мм;
- 4 - монолитная переходная плита толщиной h_n согласно 8.2.2;
- узел А - конструкция температурно-неразрезной вставки на устое

Рисунок 5 - Общая схема варианта конструкции сопряжения с шарнирно-подвижным опиранием на лежень и верх шкафной стенки, с деформационным швом в конце сопряжения и температурно-неразрезной вставкой над устоем



l - монолитная переходная плита толщиной $h_{п}$ согласно 8.2.2; 2 - щебеночная подушка на половине длины переходной плиты, толщиной не менее 400 мм под концом плиты (нижний слой толщиной 50 мм втрамбовывается в грунт), с уклоном боковых граней 1:1; 3 - щебеночная подготовка под переходные плиты толщиной 100 мм; $l_{пп}$ - длина переходной плиты; $l_{п.з.}$ - переходная зона, устраиваемая в зависимости от конструкции ДШ и дорожной одежды с целью плавного повышения жесткости поверхности проезда от показателей, соответствующих дорожной одежде, до показателей, соответствующих жесткости конструктивных элементов ДШ

Рисунок 6 - Общая схема варианта конструкции сопряжения с опиранием на щебеночную подушку и узел шкафной стенки в виде «зуба», с деформационным швом над устоем

8.2.8 Щебеночную подушку (2) устраивают из щебня фракции 40 - 70 по ГОСТ 8267 по способу заклинки с опиранием на дренирующий грунт или на грунт насыпи ниже глубины промерзания. Толщину подушки, как правило, следует принимать не менее 400 мм. При слабых грунтах основания насыпи, критерии которых указаны в разделе 6, лежни переходных плит следует укладывать на армогрунтовое основание с обязательным расчетным обоснованием осадки и обеспечением условия плавности проезда по 4.1, а). При необходимости следует применять комплексные мероприятия по снижению

деформативности основания с усилением (стабилизацией) слабых грунтов.

8.2.9 У конца переходных плит со стороны насыпи общая толщина дорожной одежды (от верха покрытия до верха железобетонной плиты) составляет, как правило, 450 мм независимо от длины переходной плиты.

8.2.10 Высоту сечения железобетонного лежня следует принимать 500 мм, а ширину сечения $b_{\text{л}}$ определять расчетом согласно рекомендациям приложения В.

8.2.11 На участке переходных плит, примыкающем к шкафной стенке (для вариантов конструкций с деформационным швом над устоем), в дорожной одежде при необходимости устраивают переходную зону (аналогичную переходной зоне со стороны пролетного строения) с целью плавного повышения жесткости поверхности проезда от показателей, соответствующих дорожной одежде, до показателей, соответствующих жесткости конструктивных элементов ДШ.

8.2.12 В зонах с повышенным уровнем грунтовых вод или подверженных сезонному подтоплению необходимо предусматривать дополнительный водоотводной дренаж под переходной плитой с применением геокомпозитных материалов, обеспечивающих эффективный отвод влаги от конструкции.»

8.2.13 Бетон сборных и монолитных конструкций сопряжений тяжелый - по ГОСТ 26633, класс прочности на сжатие не ниже В30, марка по водонепроницаемости не ниже W6. Марка по морозостойкости F2300.

8.2.14 Арматура элементов конструкций сопряжений - А240, А400 - по ГОСТ 34028.

8.2.15 Каменный материал для щебеночной подготовки под конструкциями сопряжений должен иметь марку по морозостойкости по ГОСТ 8267:

- не менее F50 для подготовки под переходными плитами;
- не менее F200 для щебеночной подушки.

Марка щебня по прочности - по ГОСТ 8267 не ниже 800, в том числе из осадочных и метаморфических пород в водонасыщенном состоянии.

8.2.16 Поверхности переходных плит и лежней должны быть защищены обмазочной изоляцией, препятствующей проникновению воды к защищаемым поверхностям бетона в соответствии с указаниями СП РК 3.03-112 (пункты 7.6.15.1 - 7.6.15.5).

8.3 Новые конструктивные решения, применяемые в сопряжениях моста с насыпью

8.3.1 Конструкции сопряжения моста с насыпью из цементогрунта

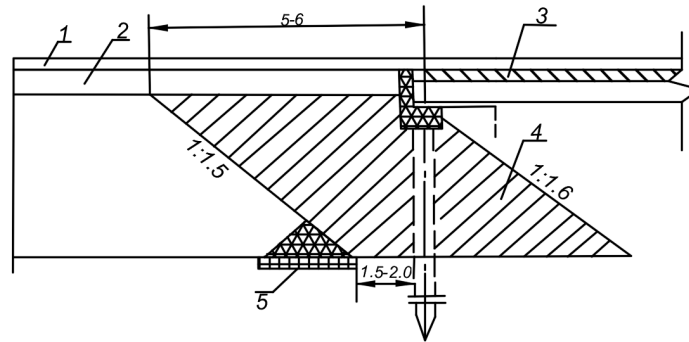
8.3.1.1 Отличительной особенностью конструкции является в использовании цементогрунта на подходах и конусах береговых опор в качестве засыпки.

На рисунках 7 и 8 приведены конструкции земляного полотна на подходах к мостовым сооружениям при высоте насыпи до 3 м и более 3 м.

8.3.1.2 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.

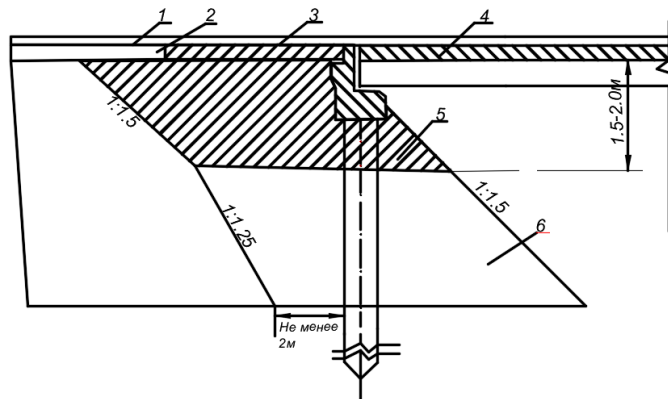
8.3.1.3 Способ позволяет:

- 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;



1 - асфальтобетон; 2 - дорожная одежда; 3 - мост; 4 - цементогрунт; 5 - каменный дренаж

Рисунок 7 - Конструкция земляного полотна на подходе к мосту и конусов, возводимых из цементогрунта при высоте насыпи до 3 м



1 - асфальтобетон; 2 - дорожная одежда; 3 - переходная плита; 4 - мост; 5 - цементогрунт; 6 - дренирующий грунт

Рисунок 8 - Конструкция земляного полотна на подходе к мосту и конусов при высоте насыпи более 3 м

- в ряде случаев отказаться от работ по укреплению откосов насыпи в местах сопряжений и конусов.

8.3.1.4 Количество цемента, необходимое для укрепления грунтов при устройстве земляного полотна в местах сопряжений с искусственными сооружениями и при устройстве конусов, указано в таблице 4, составленной с учетом типа грунта и степени его возможного уплотнения.

8.3.1.5 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).

8.3.1.6 Длина участков насыпи на сопряжениях поверху должна быть не менее 5 - 6 м, а понизу - не менее 1,5... 2 м.

8.3.1.7 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.

Таблица 4 - Рекомендуемое количество цемента

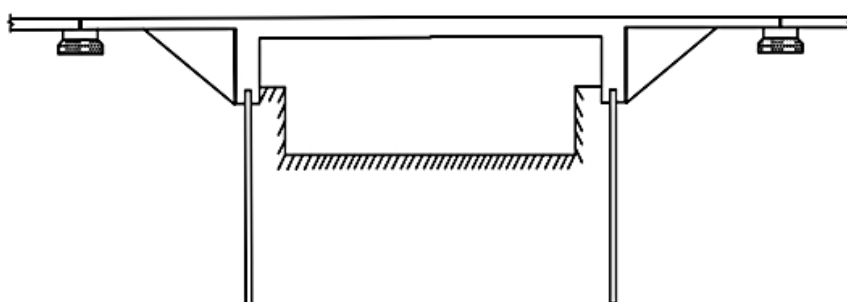
Грунт	Рекомендуемое количество цемента, %, при коэффициенте уплотнения K		
	0,95	0,90	0,85
Мелкие однородные пески	4 - 5	6 - 7	7 - 8
Пылеватые пески и супеси	3 - 4	5 - 6	6 - 7
Суглинки	2 - 3	3 - 5	6 - 7

8.3.1.8 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 (рисунок 3).

8.3.2 Конструкции сопряжения мостовых сооружений с насыпью с интегральными (полуинтегральными) устоями

8.3.2.1 В зарубежной практике при строительстве мостов и путепроводов малой и средней длины интегральные схемы сооружений внедряются, начиная с 70-х годов прошлого столетия.

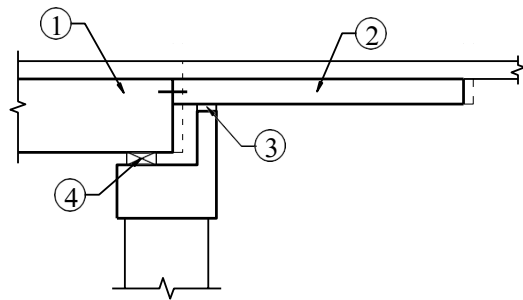
8.3.2.2 На рисунке 9 приведен конструктивная схема моста с интегральными и полуинтегральными устоями.

**Рисунок 9 - Мост с интегральными и полуинтегральными устоями**

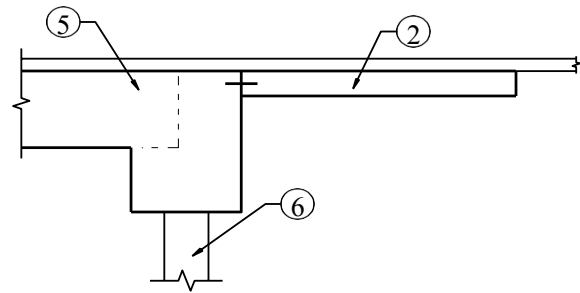
8.3.2 Интегральные мосты по сравнению с традиционными мостами имеют особую конструкцию концевых опор, которая улучшает эксплуатационные качества системы. В мостах или путепроводах с интегральными устоями пролетные строения и опоры жестко связаны между собой и составляют единую конструкцию без деформационных 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.

8.3.2.4 Конструктивные схемы узла сопряжения мостовых сооружений с насыпью с интегральными и полуинтегральными устоями приведены на рисунке 10.

а)



б)



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 10 - Конструкции интегрального и полуинтегрального устоев

8.3.2.5 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.

8.3.2.6 Для мостовых сооружений с интегральными и полуинтегральными устоями необходимо выполнения расчетов по первой и второй группам предельных состояний, а также расчета совместной работы устоев, насыпей и пролетного строения.

8.3.4 Способ сопряжения мостовых сооружений с насыпью подпорной стенкой и монолитными переходными плитами

8.3.4.1 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.

8.3.4.2 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.

8.3.4.3 На рисунке 11 приведена конструкция сопряжения мостовых сооружений с подходной насыпью с подпорной стенкой углового типа.

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.

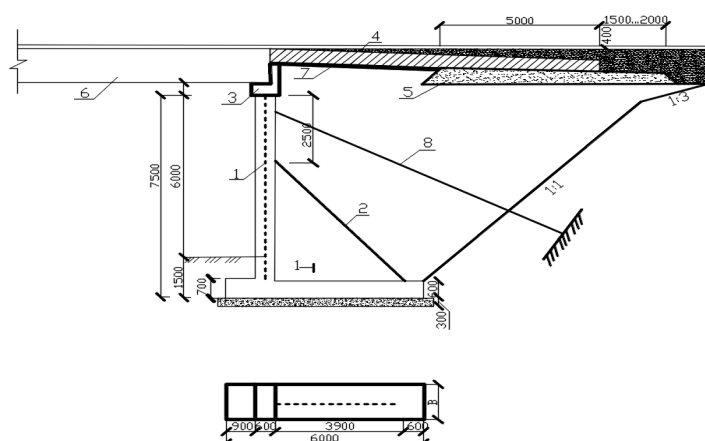
8.3.4.4 При закреплении в грунт анкерная тяга должна находиться за пределами призмы обрушения.

8.3.4.5 Подпорные стены и монолитные переходные плиты должны быть рассчитаны по двум группам предельных состояний, в том числе против устойчивости от сдвига и опрокидывания.

8.3.5 Способ сопряжения мостовых сооружений с насыпью с применением армогрунтовых конструкций.

8.3.5.1 Армогрунтовые конструкции преимущественно используются как береговые опоры (устои), выполняющие различные функции, например, во многих мостовых сооружениях в качестве сопряжения путепровода с геомассивами береговых опор и

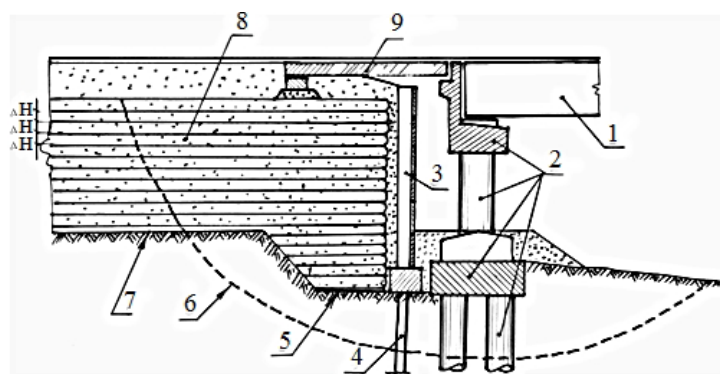
подходных насыпей приняты устои с отдельными функциями.



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 11 – Конструкция сопряжения моста с насыпью с использованием подпорной стены

8.3.5.2 Многофункциональные армогрунтовые системы мостов и путепроводов (рисунок 12) 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 12 – Многофункциональные армогрунтовые системы мостов и путепроводов

- разгрузку крайних опор от давления грунта насыпи и исключения конуса, т.е. обеспечения схемы устоя с раздельными функциями;
- разгрузку ростверков фундаментов крайних опор от давления грунта, создаваемого весом подходной насыпи;
- защиту конструкций моста или путепровода от воздействий оползневых склонов;

- минимизацию осадок концевой 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.

8.3.5.3 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.

8.3.5 Переходные плиты, выполняющие функцию пролетного строения, подлежат расчету на выносливость по аналогии с плитами проезжей части пролетных строений мостов, с учетом динамического коэффициента для подвижной нагрузки.

8.3.6 Эффективность новых конструкций подхода к мосту с использованием армогрунтовых систем, по сравнению с традиционными конструкциями сопряжения мостового сооружения с насыпью по типовому проекту серии 3.503.1-9, обеспечивается снижением:

- трудоемкости - на 45%;
- материалоемкости – на 35 %;
- сроков строительства – 40%;
- стоимости строительства – 30%;
- негативного воздействия на экологическую систему в районе строительства.

9 Выбор технологии ремонта и повышения несущей способности основания и тела насыпи на подходе к мостовым сооружениям

9.1 Методы укрепления (усиления) грунтов основания и тела насыпи

9.1.1 Для повышения несущей способности и снижения деформаций грунтовых оснований существует множество способов искусственного закрепления грунтов. Условно разделим их на *физические* - укрепление массива грунта с помощью воздействия физических полей, *механические* - помещение в толщу грунта армирующих элементов, обладающих высокой прочностью на растяжение, *химические* - улучшение свойств грунтов с помощью нагнетания в их толщу специальных растворов (рисунок 13).

9.1.2 Способ закрепления выбирают исходя из грунтовых условий района строительства, а также производственных возможностей его выполнения. К выбору метода стоит подойти ответственно и учесть все преимущества и недостатки.

9.1.3 Первая рассматриваемая группа - **физические методы закрепления грунтов**. В таблице 5 представлены основные методы этой группы: **термическое закрепление, замораживание, оттаивание, электроосмос и понижение уровня грунтовых вод**. Также приведена разновидность методов, рекомендуемые грунтовые условия, указаны преимущества и недостатки.

Методы усиления грунтов

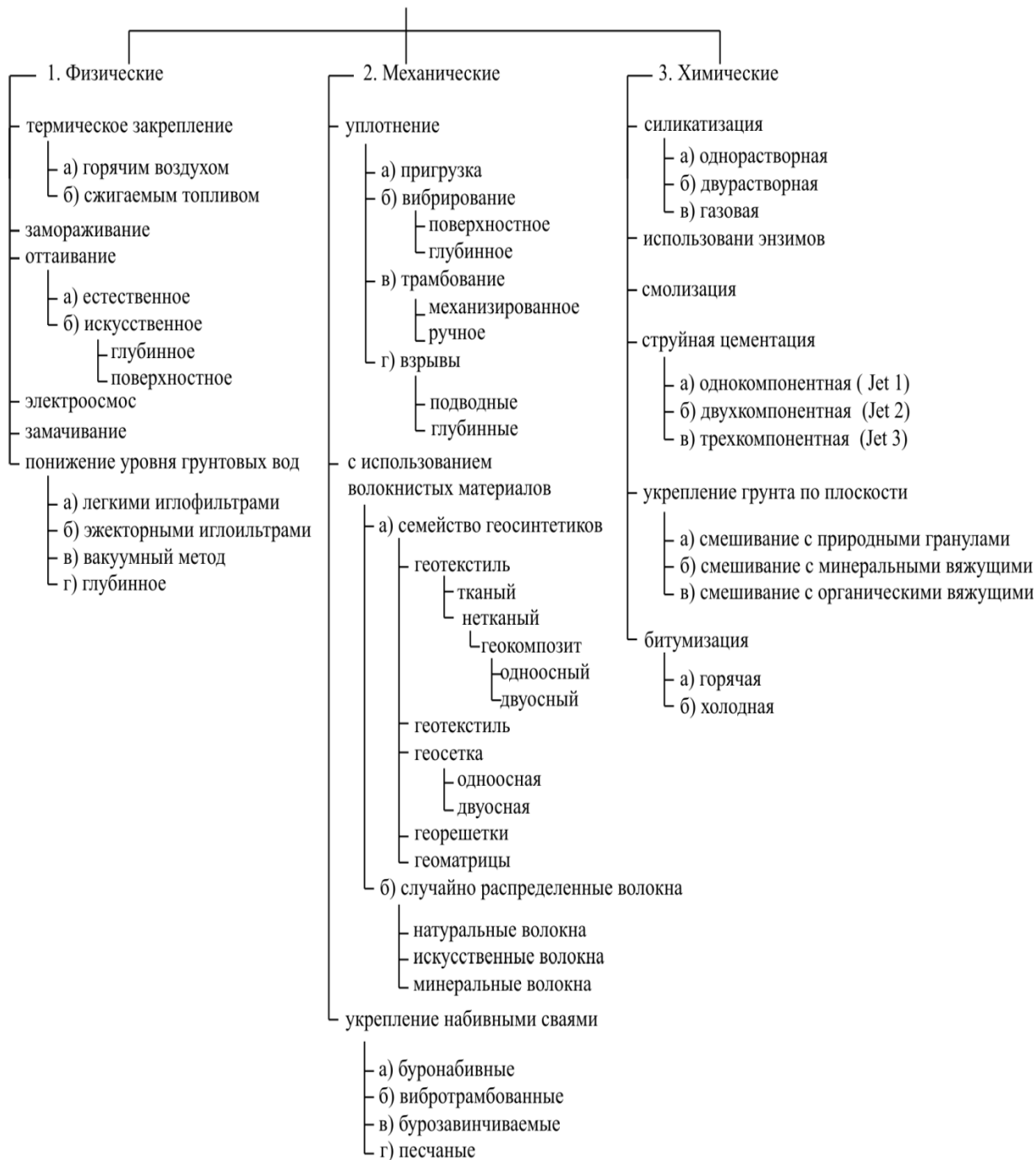


Рисунок 13 - Методы усиления грунтов

Таблица 5 - Физические методы усиления грунтов

Название метода	Разновидность	Рекомендуемые грунтовые условия	Преимущества/ Недостатки
Термическое закрепление	Горячим воздухом, сжигаемым топливом	Лессовидные, неводонасыщенные пылевато-глинистые грунты	Относительно быстрый набор прочности / Высокая цена
Замораживание	Рассольное, с помощью азота	Водоносные грунты (от глинистых до скальных трещиноватых и кавернозных)	Возможно использование любых водоносных грунтов, на любой глубине. Наличие хорошо развитой научно-технической базы / Небольшая продолжительность сохранения эффекта (только при действии замораживающей установки), естественное оттаивание продолжительно, влажность грунта повышается (так как происходит миграция воды от теплых к охлажденным слоям грунта)
Оттаивание	Искусственное	Грунты в мерзлом состоянии	Возможность производства работ в стесненных условиях, вблизи коммуникаций, в аварийных условиях. Может происходить в любом направлении / Значительная трудоемкость, энергетические затраты
	Естественное		Экономичность метода / Ограничение протекания, только сверху вниз, невозможен контроль
Электро- осмос		Водонасыщенные связные грунты (супеси, суглинки)	Наиболее подходящий метод для водонасыщенных грунтов / Необходимость периодической смены полярности
Понижение уровня грунтовых вод	Легкие, эжекторные, иглофильтры	Песчаные грунты	Водопонижение глубиной от 4,5 до 12 м. Быстрота действия. Малая трудоемкость / Невозможность ведения работ при близком залегании водоупорных грунтов и близком расположении сооружений
	Вакуумный метод	Мелкозернистые грунты	Водопонижение глубиной до 22 м. Возможно применение в сложных гидрогеологических условиях / Необходимость постоянного использования энергии и отвода выкачанной воды

9.1.4 Вторая рассматриваемая группа - механические методы закрепления грунтов основания. Методы считаются наиболее популярными, так как они не предполагают изменения свойств грунтов под действием растворов или физических полей, что довольно сложно контролировать. Механические методы предполагают армирование грунта готовыми элементами из различных материалов, обладающих высокой прочностью на растяжение (таблица 6).

Таблица 6 - Механические методы усиления грунтов

Название метода	Разновидность	Рекомендуемые грунтовые условия	Преимущества/ Недостатки
Уплотнение	Пригрузка	Просадочные, набухающие, техногенные, сильносжимаемые, органические, рыхлые песчаные	Отсутствие потребности в специальной механизации, возможность ускорения вторичной осадки/Потребность в дополнительных материалах, увеличивающих затраты. Высокая трудоемкость
	Вибрирование	Песчаные, песчано-гравелистые грунты	Низкий уровень шума при работе, простота в эксплуатации, маневренность/Грунт должен обладать оптимальной влажностью. Плотность грунта по глубине неравномерна
	Трамбование		Простота метода, возможность применения в зимних условиях/ Быстрый износ механизма лебедки и тросов
	Взрывы	Просадочные грунты, супеси, суглинки, лессовые грунты	Простота производства работ. Возможность быстрого уплотнения. Небольшая стоимость/Существует необходимость обеспечить влажность грунтов. Неравномерное уплотнение по толщине слоя. Ограниченность применения вблизи зданий и сооружений
Геосинтетические материалы	Геотекстиль, геосетка, георешетка, геоматрицы	Глинистые, просадочные, техногенные, на территориях со сложными гидрогеологическими климатическими условиями	Простота производства работ. Применение в стесненных условиях. экологичность, низкая материалоемкость и экономичность метода/Сложность в бережном обращении с некоторыми материалами
Случайно распределенные волокна	Натуральные, искусственные, минеральные	Все грунты (кроме переувлажненных)	Изотропное увеличение прочности грунтового композита без плоскости наименьшего сопротивления. Отсутствие надобности анкеровки. Отсутствие влияния погодных условий. Широкий спектр применяемых материалов / Отсутствие стандартов. Сложность контроля гомогенности смеси
Сваи	Буронабивные	Во всех грунтах (исключая скальные, крупнообломочные, обводненные, структурно-неустойчивые)	Экономия материалов (изготавливают любой длины). Возможность производства работ вблизи зданий и сооружений, отсутствие значительных динамических воздействий / По всей высоте сваи невозможно контролировать монолитность и плотность бетона, возможен размыв грунтовыми водами не-схватившегося бетона

Окончание таблицы 6

Название метода	Разновидность	Рекомендуемые грунтовые условия	Преимущества/ Недостатки
	Вибротрамбованные	Сухие связные грунты	Изготовление свай с различной несущей способностью / Шум, запрет производства работ вблизи существующих зданий
	Бурозавинчивающиеся	В любых геологических и гидрогеологических условиях	Быстрота и все сезонность монтажа. Использование на сложных рельефах и в любых грунтах. Производство свай на заводе (уменьшенная стоимость) /Коррозия, сложный контроль качества сварных швов
	Песчаные	Водонасыщенные пески, содержащие органические примеси и лессовые просадочные грунты	Получение геомассива из свай и окружающего грунта. Экономичность. Создается уплотненное основание со средним модулем деформации/ Необходимость тщательного уплотнения песка

9.1.5 Третья рассматриваемая группа - **химические методы закрепления грунтов**, которые довольно популярны в наше время. Все химические процессы происходят вследствие химического взаимодействия реагентов, вводимых в грунт, между собой, а также с минеральными частицами. Экономическая целесообразность методов неоднозначна и требует тщательного анализа в каждом конкретном случае: с одной стороны, довольно дешевые растворы, с другой - дорогостоящее оборудование.

В таблице 7 представлены основные методы этой группы: **силикатизация, смолизация, струйная цементация и битумизация**. Также приведена разновидность методов, рекомендуемые грунтовые условия, указаны преимущества и недостатки.

9.1.6 Выбор материалов для ремонта основания подходной насыпи производится согласно требованиям главы СТ РК 1684, ГОСТ 33384, СН РК 3.03-12 и СП РК 3.03-112, предъявляемым к материалам опор и фундаментов мостовых и других искусственных сооружений.

Выбор материалов для ремонта тела насыпи на подходах к мостовым сооружениям производится согласно требованиям 9.1.7-9.1.11.

9.1.7 Для устройства дренарующей 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.

Таблица 7 - Химические методы усиления грунтов

Название метода	Разновидность	Рекомендуемые грунтовые условия	Преимущества/Недостатки
Силикатизация	Одно- растворная	Пески, пылеватые пески (плывуны), лессовые, просадочные грунты	Надежность, долговечность, экономичность. Отсутствие воздействия агрессивных сред / Ограничение во влажности грунта
	Двух- растворная		Экономия времени, высокая прочность, более однородный массив (по сравнению с одnorастворной) / Ограничение во влажности грунта
	Газовая		Укрепление за короткий промежуток времени / Повышенные экономические затраты

Окончание таблицы 7

Смолизация	Однораствор-ная, двухрастворная	Песчаные (средние, мелкие, пылеватые), лессовые грунты	Высокая прочность, быстрый набор прочности. Устойчивость грунта к действию агрессивных сред / Выделение карбамидными смолами токсичного формальдегида
Струйная цементация	Однокомпонентная, двухкомпонентная, трехкомпонентная	Гравелистые, крупные и среднезернистые пески, глины	Высокая скорость, возможность работать в стесненных условиях, гибкость, маневренность / Дорогостоящее оборудование
Битумизация	Горячая	Скальные трещиноватые породы	Возможность применения грунтов с любыми агрессивными водами, для больших скоростей водного потока / Сложное техническое оборудование, повышенные меры безопасности
	Холодная	Скальные трещиноватые породы, пески	Экономия топлива, трудозатрат, битума / Сильная текучесть битума (возможность прорыва битумизационной завесы под большим давлением грунтовых вод)

Коэффициент фильтрации дренирующего грунта после уплотнения до величины 0,98 должен быть не менее 2... 3 м / сутки.

9.1.8 Неподтапливаемые конусы и откосы, а также подтапливаемые (в случаях облегченного гидравлического режима) можно укреплять, помимо сплошных конструкций, геосинтетическими полимерными ячеистыми материалами в соответствии с ТК СН 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.

9.1.9 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, Ip	-	не более 20
3	Коэффициент неоднородности гранулирующего состава, K _{60/10} (Cu)	не менее 5	не менее 3
4	Содержание частиц, размером менее 0,1 мм, в % по весу	не более 20	не регламентируется

* Возможность использования глинистых грунтов в качестве обратной засыпки следует обосновать расчетом, учитывая допустимые величины деформаций для данного вида сооружений.

9.1.10 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.

9.1.11 В условиях постоянного подтопления (увлажнения) большие просадки наблюдаются на подходах к мостам, сложенными пылеватými 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.

9.1.12 Технологии, применяемые для ремонта и усиления оснований подходной насыпи к искусственным сооружениям выбирается по результатам инженерно-геологических изысканий и лабораторного исследования физико-механических свойств грунтов основания и тела насыпи.

9.2 Технико-экономическое обоснование выбора усиления основания подходной насыпи

9.2.1 Общие положения

9.2.1.1 Сравнимые конструктивные решения должны отвечать требованиям, предъявляемым к земляному полотну по условию безопасного и бесперебойного движения транспортных средств в соответствии с требованиями [6].

9.2.1.2 Технико-экономическое обоснование и эффективность усиления основания подходной насыпи к искусственным сооружениям можно показать на результатах сравнения технико-экономических показателей.

9.2.1.3 Для экономического анализа недостаточно проводить только сравнение затрат на возведение 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, определяемое современной экономической наукой. Помимо оценки окупаемости реконструкции следует рассматривать возможные риски и неопределенности, связанные с применением инновационных технологий.

9.2.1.4 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.

9.2.2 Данные по сравнительной стоимости возведения подходной насыпи к мостовым сооружениям

9.2.2.1 В качестве исходных данных приняты параметры подходной насыпи и расчетная схема подходной насыпи к путепроводу на ПК 210+30 БАКАД [7], представленные на рисунке 14, которые сведены в таблицу 8.

9.2.2.2 Инженерно-геологический разрез данного участка автомобильной дороги и физико-механические характеристики грунтов напластования района строительства приведены на рисунке 15 и таблице 9. Естественное основание рассматриваем с напластованием грунтов в соответствии с участком ПК 210+30:

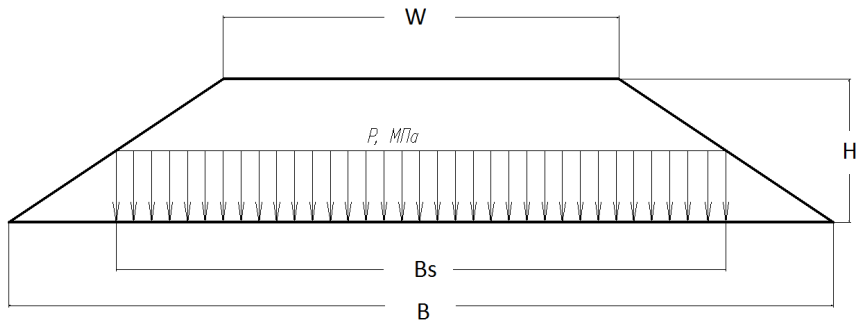


Рисунок 14 - Расчетная схема насыпи

Таблица 8 - Параметры насыпи

Параметры насыпи		
Ширина 1	W, м	45,14
Высота 1	H1, м	8,02
Высота 2	H2, м	8,02
Высота	H, м	16,04
Уклон 1 1:		1,75
Уклон 2 1:		2,125
Уклон 1:		1,9375
Ширина 2	B, м	107,295
Ширина 3	Bs, м	76,2175
Давление на подошве	P, м	0,321

Таблица 9 – Характеристики грунтов

Геологический возраст	Сводный литологический разрез				Мощность слоя, м	Описание грунтов	Характеристики грунтов										Условные сопротивление R тс/м² СНиП 2.05.03-84
							Плотность грунта, т/м³	Пластичность			казатель текучести	Коэффициент пористости	Сцепление, кгс/см²	Угол внутр. трения, градус	Модуль общей деформ., кгс/см²		
								Предел текуч.	Предел раскат.	Число пластичности							
																при водонасыщении	
				СНиП РК 5.01-01-2002 табл. 1-3, прил.1													
Q III-IV			①		0,6-3,5	Суглинок твердой консистенции просадочный	1,77	25,3	17,3	8,0	0	0,722	0,27	23	185	32	
	②				0,7-9,0	Суглинок тугопластичной консистенции	1,95	25,0	17,2	7,8	0,38	0,670	0,27	21	180	13	
	③				1,0-6,2	Суглинок мягкопластичной консистенции	1,92	26,6	17,4	9,2	0,51	0,735	0,20	18	135	не норм.	
	④				2,0-4,3	Суглинок текучепластичной консистенции	2,00	26,0	17,7	8,3	0,83	0,687	-	-	-	не норм.	
	⑤				2,9-8,3	Суглинок текучей консистенции	1,84	26,6	17,9	8,7	1,15	0,882	-	-	-	не норм.	
	⑥				1,0-3,7	Суглинок полутвердой консистенции	2,03	25,9	17,3	8,6	0	0,561	0,36	25	265	35	
	Ⓚ . 7				1,5-13,5	Песок крупный, водонасыщенный, средней плотности	2,02	23,3	16,7	6,6	0,52	0,601	0,01	40	400	35	

Характеристики грунта ИГЭ-5 принимались по Таблице Л.7 «Пособия» [2].

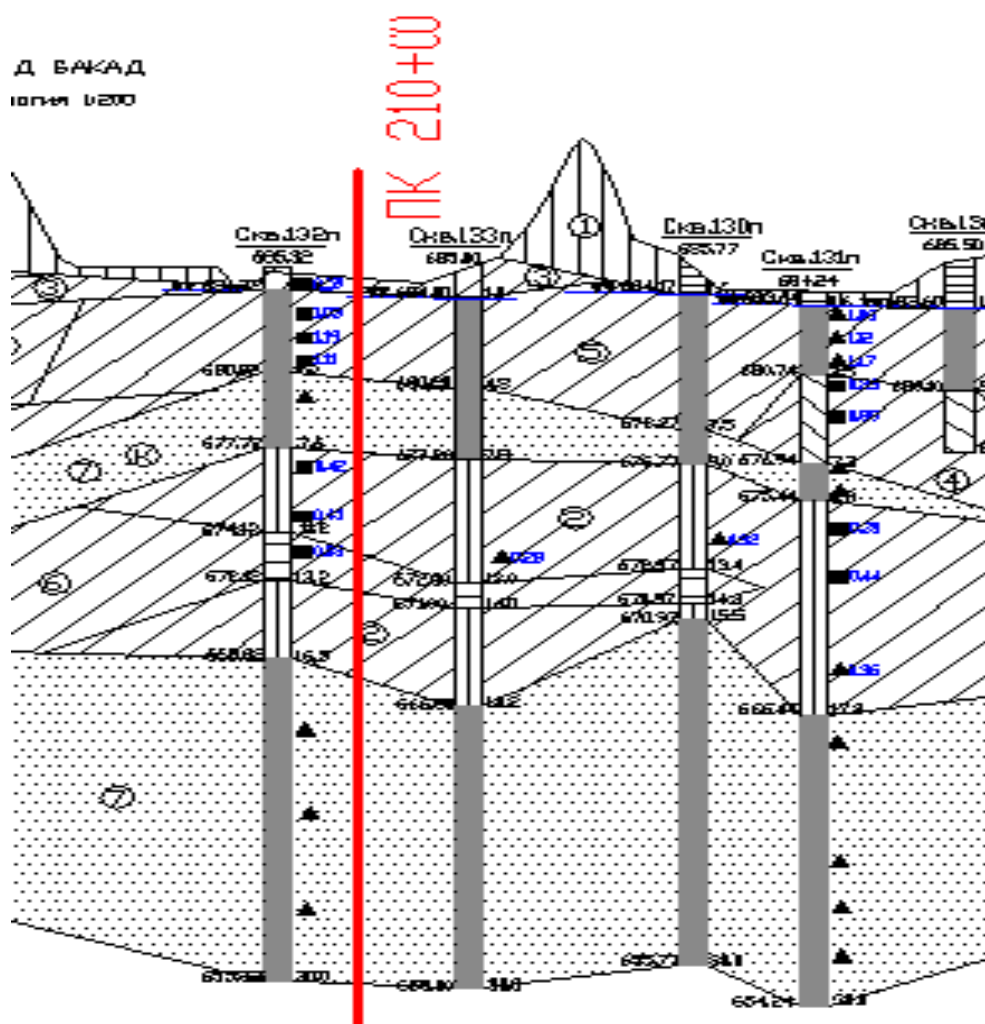


Рисунок 15 - Инженерно-геологический разрез

9.2.2.3 Для расчетов используем данные дополнительных инженерно-геологических изысканий. В первоначальных расчетах использовались данные, представленные ниже:

- а) расчетах коэффициенты фильтрации принимались по справочным данным;
- б) при инженерно-геологических исследованиях целесообразно проводить дополнительное лабораторное тестирование образцов грунта на водонасыщение и морозостойкость;
- в) в ходе дополнительных изысканий определены как необходимые прочностные и деформационные характеристики грунтов основания, так и параметры фильтрации и сжимаемости грунтов.

9.2.2.4 Для сравнения стоимостей выбрано 4 варианта подходной насыпи высотой 16 м и длиной 10 м:

- I вариант - замена слабой толщи грунта дренирующим;
- II вариант - устройство основания насыпи из щебеночных свай;
- III вариант - устройство основания насыпи из буронабивных свай с гибким ростверком;
- IV вариант - устройство свайного основания подхода насыпи к путепроводу.

9.2.2.5 Схемы описанных вариантов приведены на рисунках 16-19.

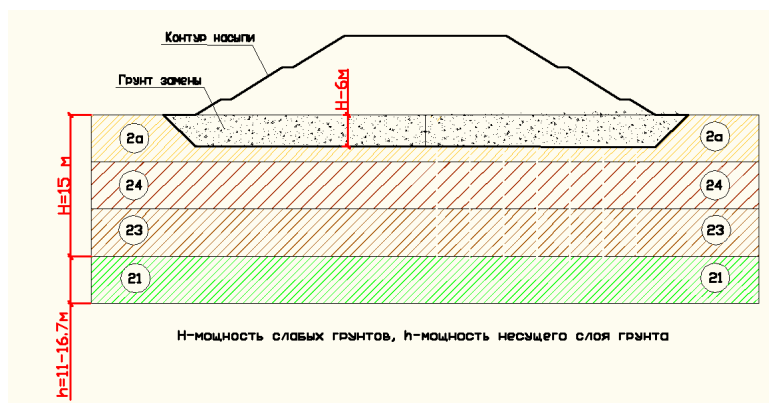


Рисунок 16 - Метод замены слабой толщи грунта дренирующим

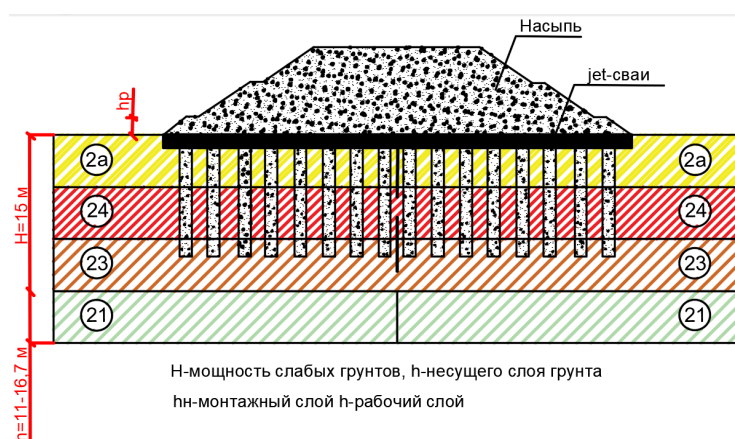


Рисунок 17 - Устройство основания насыпи щебеночными сваями с жестким железобетонным ростверком

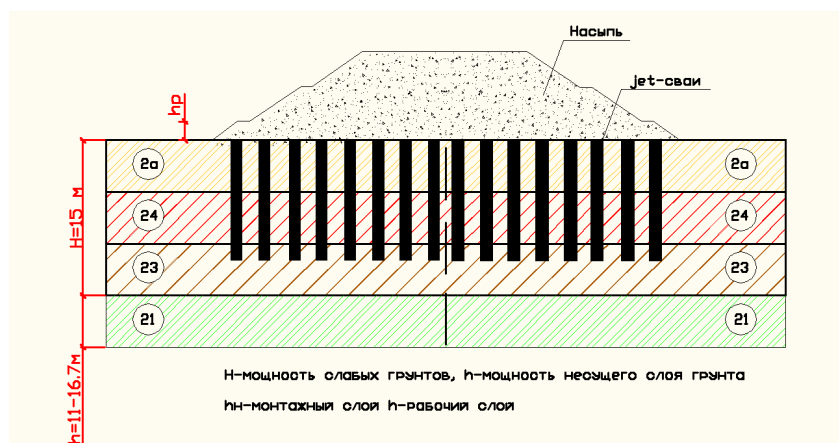


Рисунок 18 - Устройство основания насыпи буронабивными сваями

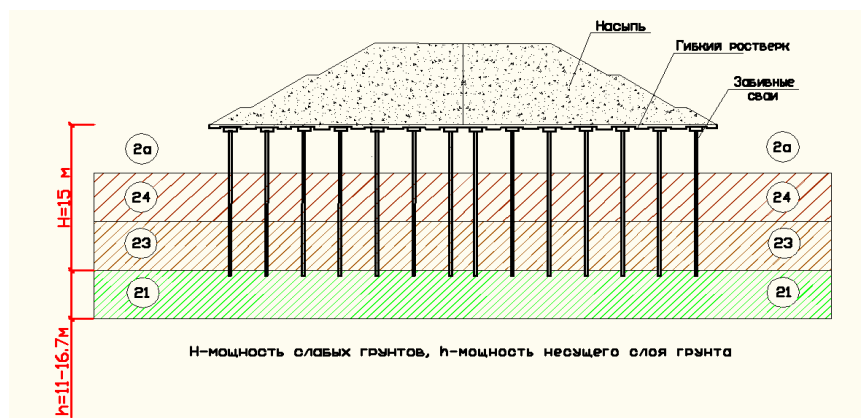


Рисунок 19 - Устройство свайного основания с гибким железобетонным ростверком

9.2.2.6 С помощью программного обеспечения АВС-4 произведены расчеты локальных смет по 4-м вариантам строительства подходной насыпи. Произведены расчеты осадки основания и сжимаемой толщи грунта под основанием. Результаты расчетов сведены в таблицу 10.

Таблица 10 - Техничко-экономические показатели

Варианты	Стоимость стр-ва, тыс. тенге	Осадка основания, S, см	Сжимаемая. толща грунта, H _с , м
I - замена слабой толщи грунта дренирующим	109145,215	15,49	18,86
II - устройство основания насыпи из щебеночных свай	116642,891	4,1	13,3
III - устройство основания насыпи из буронабивных свай с гибким ростверком	202831,988	4,08	11,61
IV - устройство свайного основания	103218,606	3,78	8,66

9.2.3 Техничко-экономическое обоснование выбора конструкций сопряжения мостового сооружения с насыпью

9.2.3.1 Данные о соотношении технико-экономических показателей типовых проектов бетонных и армогрунтовых подпорных стен

Сравнение было произведено [8]. Сравнение удельных стоимостей бетонных подпорных и армогрунтовых стен показано на рисунке 20.

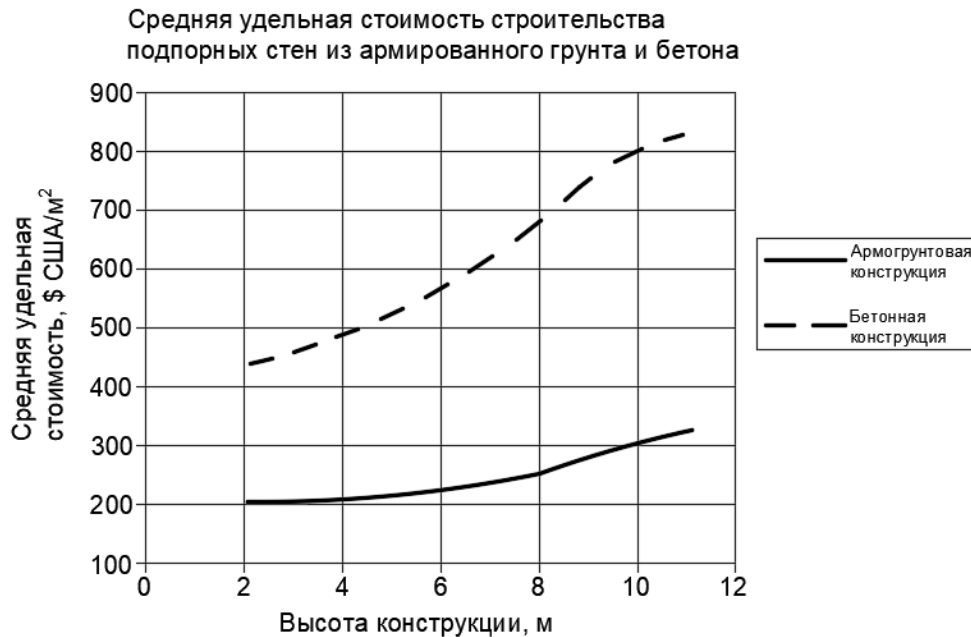


Рисунок 20 - Средняя удельная стоимость строительства подпорных стен из армированного грунта и бетона

Как видно из рисунка 20 с увеличением высоты подпорных стен стоимость бетонных стен растёт быстрее, чем армогрунтовых конструкций.

9.2.3.2 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. 21).

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 11.

Как видно из таблицы 11 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% (таблица 11).

**Таблица 11 – 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

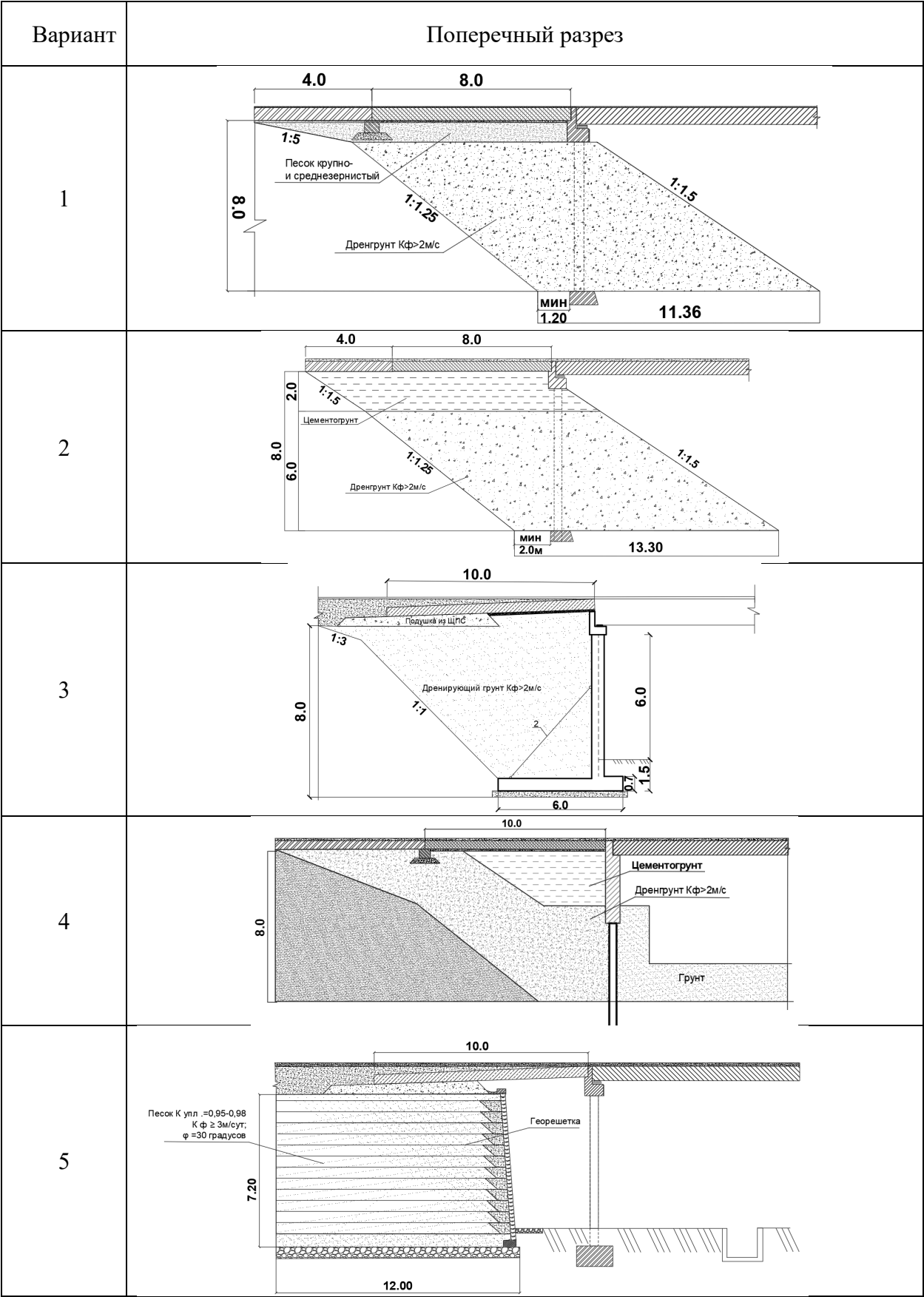


Рисунок 21 - Варианты конструктивных решений сопряжении мостовых сооружений с насыпью

10. Укрепление конусов и откосов насыпи на подходах к мостовым сооружениям

10.1 Требования к материалам и конструкциям для устройства узла сопряжения моста с насыпью автомобильной дороги

10.1.1 Переходные плиты и лежень следует применять из тяжелого бетона по ГОСТ 26633 класса по прочности на сжатие не менее В30 и марки по морозостойкости не менее F200 для районов со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца минус 10 °С и выше, в остальных случаях - не менее F300.

10.1.2 Для устройства щебеночного основания следует применять щебень из плотных горных пород по ГОСТ 8267 с размером фракций от 10 до 20 мм, свыше 20 до 40 мм, а также 40 до 70 мм. При необходимости следует укладку геотекстильного слоя под щебеночное основание.

10.1.3 Цементогрунт для устройства узла сопряжения моста с насыпью автомобильной дороги должен соответствовать требованиям СТ РК 973-2015 (пункты 4.3.5 - 4.3.8).

10.1.4 Требования к материалам конструкций укрепления

10.1.4.1 Требования к бетону

Тяжелый или мелкозернистый (песчаный) бетон, применяемый в монолитных и сборных конструкциях укрепления конусов и откосов на подходах, в том числе и в ячейках решетчатых конструкций, независимо от принятой технологии работ, должен соответствовать требованиям ГОСТ 26633 и ГОСТ 13015.

Бетон, применяемый для устройства покрытий на конусах, должен быть устойчив к воздействию циклического замораживания и оттаивания, а также антигололедных реагентов, поступающих с покрытия автомобильной дороги или водоотводных элементов, по свойствам должен соответствовать бетону покрытий автомобильных дорог и удовлетворять следующим требованиям:

- класс бетона по прочности на сжатие должен быть не менее В30 в соответствии с СП РК 3.03-112;

- марка по морозостойкости бетона должна быть не ниже требуемой по СП РК 3.03-112 для бетона покрытий;

- бетон должен содержать пластифицирующую и воздухововлекающую или газообразующую добавки по ГОСТ 26633 (пункт 1.9);

Примечание – В качестве пластифицирующих добавок рекомендуется использовать добавку типа ЛСТ или добавку суперпластификатор типа С-3, а в качестве воздухововлекающей добавки.

- добавку типа СНВ или газообразующую добавку типа ГКЖ-94 или КЭ 30-04 по ГОСТ 24211.

- водоцементное отношение в бетоне должно быть не более 0,40;

- в тяжелом бетоне следует использовать портландцемент требуемого по ГОСТ 10178 состава для бетона покрытий;

- в мелкозернистом (песчаном) бетоне следует использовать портландцемент той же номенклатуры и состава, что для тяжелого бетона покрытий (ГОСТ 31108).

10.1.4.2 Требования к цементно-песчаному раствору

Цементно-песчаный раствор должен соответствовать требованиям ГОСТ 28013 и иметь марку по прочности не ниже М100, а марку по морозостойкости – не ниже F100.

10.1.4.3 Требования к химическим добавкам

Химические добавки, применяемые в бетоне или в цементно-песчаном растворе, должны соответствовать требованиям ГОСТ 24211, а также стандартам и техническим условиям, по которым они выпускаются. Эффективность добавок и их совместимость с компонентами бетона и между собой должна быть проверена при подборе состава бетона.

10.1.4.4 Требования к доскам-опалубкам

Доски-опалубки по ГОСТ 8486, используемые для формирования температурных швов между плитами, должны дополнительно удовлетворять требованиям ГОСТ 10950 по антисептированию.

10.1.4.5 Требования к воде для бетона и цементно-песчаного раствора

Вода для бетона и цементно-песчаного раствора должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

10.1.4.6 Требования к сборным элементам

Сборные железобетонные плиты должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13015.

Сборные железобетонные плиты должны соответствовать следующим требованиям:

- отклонения размеров плит от проектных значений не должны превышать величин, указанных в таблице 12;
- плиты должны иметь предусмотренные проектом монтажные петли;
- каждая плита должна иметь хорошо видимую маркировку.
- отклонения в толщине защитного слоя допускаются в пределах от 0 до +5 мм;
- на лицевых поверхностях плит не должно быть трещин, раковин, околлов, пятен, обнаженной арматуры или наплывов; допускается наличие волосных поверхностных усадочных трещин, не влияющих на прочность плит по ГОСТ 13015;

При погрузке, транспортировании и хранении плит следует соблюдать требования ГОСТ 13015, а также, дополнительно, стандартов на соответствующие типы плит.

Таблица 12 – Допустимые отклонения в размерах сборных плит

Габариты	При проектных размерах плит, ±мм		
	до 1500	1500 – 2500	2500 – 4500
Длина, ширина и толщина	5	6	8
Длина диагоналей	7	9	11

Примечание – Дефекты должны быть устранены или исправлены на предприятиях до отправки плит потребителю.

10.1.4.7 Требования к каменному материалу и песку

В бетоне конструкций укрепления следует применять щебень и щебень из гравия фракции 5 – 10 мм или 5 – 20 мм и кварцево-полевошпатовый природный песок в соответствии с ГОСТ 26633; в цементно-песчаном растворе – по ГОСТ 28013.

Каменный материал для габионов, матрасов, георешеток, каменной на броски и слоев обратных фильтров должен иметь: марку по морозостойкости по ГОСТ 8267:

- не менее F50 - для неподтопляемых зон конструкций укрепления;
- не менее F100 - для зон постоянного и переменного уровней подтопления;
- среднюю плотность зерен не менее плотности, указанной в таблице 13 для осадочных пород, и не менее 2,5 г/см³ соответственно — для зон постоянного и переменного уровней подтопления.

Таблица 13 – Плотность зерен камня из осадочных пород подтопляемых конструкций

Марка камня по прочности по ГОСТ 8267	200	300	600	800	1000
Плотность зерен, г/см ³ , не менее	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5

Материал каменной упорной призмы (рисбермы) по ГОСТ 8267 должен иметь марку по прочности не ниже M200, по морозостойкости – не ниже F200. Средний размер камня устанавливается проектом.

Материалы слоя подготовки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8267, ГОСТ 8736 и ГОСТ 31424 и не должны содержать частиц размером менее 0,1 мм более 5 % по

массе. Величина фракций каменного материала, укладываемого в слой подготовки (обратные фильтры), а также толщина и расположение слоев устанавливаются проектом.

Максимальный размер зерен заполнителя габионов должен превышать размер ячейки сетки габиона от 1,5 до 2,0 раз, а минимальный размер зерен должен быть не меньше размера ячейки сетки.

Примечание – В центральной части габиона допускается присутствие до 7 % камня меньшего размера.

Максимальный размер зерен заполнителя из каменного материала матрасов не должен превышать 2/3 толщины матраса, а максимальный размер каменного материала заполнителя ячеек георешеток не должен превышать 0,4 высоты ячейки.

10.1.4.8 Требования к геосинтетическому материалу

Геосинтетические материалы, применяемые для защиты откосов и конусов на подходах, по своим свойствам должны соответствовать техническим условиям производителя и требованиям таблицы 14. Химическая стойкость геосинтетических материалов по показателю pH среды в диапазоне от 4 до 11 и их долговечность должны обеспечиваться в течение полного срока службы мостового сооружения по ГОСТ 9.707.

Таблица 14 – Нормативные значения основных показателей свойств геосинтетических материалов

Наименование показателя	Нормативное значение
Геотекстили и геокомпозиты на их основе	
Прочность максимальная при растяжении, кН/м, (СТ РК 2372, ГОСТ 32804), не менее:	
- герешетки	8
- геокомпозиты	12
Водопроницаемость (коэффициент фильтрации), м/сут., не менее	20
Долговечность: снижение прочности при растяжении за срок службы дорожной конструкции, %, не более (ГОСТ 9.707)	10
Объемные георешетки (по СТ РК 2791, ГОСТ 32804):	
- прочность сварного шва, Н/мм ² , не менее	11
- прочность при растяжении перфорированной геополосы в продольном направлении, Н/мм ² , не менее	8
- прочность при растяжении неперфорированной ленты в продольном направлении, Н/мм ² , не менее	13
- потеря прочности после 30 циклов замораживания-оттаивания, %, не более	10
- стойкость к ультразвуковому излучению (после 400 часов воздействия), %, не более	25

Для устройства обратного фильтра, укладываемого на поверхность не подтопляемых конусов и откосов на подходах под решетчатыми сборными конструкциями укрепления, рекомендуется использовать следующие виды геотекстиля в зависимости от материала заполнения ячеек:

- нетканые иглопробивные геотекстили поверхностной плотностью не ниже 300 г/м² при заполнении ячеек растительным, торфопесчаным или песчаным грунтом;

- нетканые иглопробивные геотекстили поверхностной плотностью не ниже 400 г/м² при заполнении ячеек каменными материалами (щебень, гравий) или бетоном.

При укреплении конусов и откосов подтопляемых насыпей на подходах, в том числе и при использовании габионов и матрасов из стальной проволоки или объемных георешеток, рекомендуется применять, в качестве обратного фильтра, нетканый иглопробивной геотекстиль с поверхностной плотностью не ниже 400 г/м² или геокомпозит с коэффициентом фильтрации не ниже 40 м/сут.

10.2 Технологический процесс укрепления конусов и откосов на подходах к мостовым сооружениям

Укрепления конусов и откосов на подходах к мостовым сооружениям выполняются согласно последовательности выполнения работ, приведенных в СТО НОСТРОЙ 2.29.105 [9].

11 Устройство узла сопряжения мостового сооружения с насыпью при капитальном ремонте

11.1 Демонтаж элементов узла сопряжения

11.1.1 При демонтаже элементов узла сопряжения в соответствии с проектом следует произвести:

- работы по демонтажу переходных плит и лежня - в соответствии с требованиями пунктов 11.2 - 11.6, 11.8;

11.1.2 При поэлементном демонтаже следует обеспечивать по возможности максимальную сохранность бетонных или железобетонных элементов ограждений для их повторного применения.

11.1.3 На демонтируемых бетонных и железобетонных ограждениях следует освободить места стыковки отбойными молотками по ГОСТ 16436.

11.1.4 При отсутствии металлических закладных монтажных элементов отверстия для строповки бетонных и железобетонных конструкций следует просверливать в местах, определенных в проекте производства работ.

11.1.5 Для освобождения частично замоноличенных стыков бетонных и железобетонных ограждений следует применять отбойные молотки по ГОСТ 16436 с комплектом ударного инструмента и компрессор со шлангами длиной до 30 м. При работе с отбойным молотком следует исключить ударное воздействие на плиту проезжей части. Работы по освобождению частично замоноличенных стыков бетонных и железобетонных ограждений следует начинать на малой скорости и под небольшим углом к поверхности. Рекомендуемое усилие нажатия на отбойный молоток - 15 кг. Не следует пытаться взламывать большие куски или глубоко погружать инструмент. При заклинивании отбойного молотка его необходимо освобождать легкими поперечными перемещениями или использовать другой отбойный молоток. При разрушении бетона отбойный молоток следует направлять к открытому краю.

11.1.6 Резку закладных деталей соединительных элементов следует производить ручной электрической металлорежущей машиной по ГОСТ 12.2.010, ГОСТ 12.2.013.0 или автогенном (в соответствии с инструкцией завода-изготовителя).

11.1.7 Щебеночное основание в зависимости от фронта работ следует разрыхлять с использованием отбойных молотков по ГОСТ 16436 или автогрейдером и грузить в автосамосвалы экскаватором или фронтальным погрузчиком.

11.1.8 Демонтированные переходные плиты, лежни и разрыхленное старое щебеночное основание следует вывозить на временный склад с учетом 11.1.9 - 11.1.11.

11.1.9 Демонтируемые элементы мостового полотна и их обломки по мере их образования следует погружать в автомобили-самосвалы для вывоза со строительной площадки на временный склад с последующей утилизацией или для повторного использования.

Примечания

1 В зоне временного складирования производится освидетельствование состояния демонтированных элементов мостового полотна и составляется дефектная ведомость для принятия решения об их повторном использовании или утилизации.

2 В случае возможного повторного использования демонтированных элементов они вывозятся на базу для их последующего восстановления специализированной службой.

11.1.10 Для погрузки демонтированных элементов мостового полотна следует использовать фронтальные погрузчики или краны.

11.1.11 При погрузке демонтированных элементов мостового полотна и их обломков в автомобили-самосвалы следует проверить надежность их строповки.

11.1.12 После демонтажа плит и лежня следует визуально оценить техническое состояние основания в отношении просадок и провести оценку геометрических параметров путем геодезического измерения с помощью нивелира по ГОСТ 10528, трехметровой рейки по ГОСТ 30412 (пункт 4) и измерительной рулетки по ГОСТ 7502 на соответствие требованиям проекта. Высотные отметки следует контролировать нивелиром по ГОСТ 10528

Продольные и поперечные уклоны следует контролировать с помощью трехметровой рейки с уровнем по ГОСТ 30412 (пункт 4).

11.2 Устройство узла сопряжения мостового сооружения при капитальном ремонте

11.2.1 Выбор технологии капитального ремонта сопряжения мостового сооружения производится в зависимости от имеющегося дефекта узла сопряжения по результатам инженерно-геологических изысканий на основе технико-экономического сравнения вариантов согласно пп. 9.2 и 9.3.

11.2.2 Устройство узла сопряжения мостового сооружения следует выполнять согласно требованиям проекта, в котором должна быть отражена конструкция узла сопряжения.

11.2.3 При капитальном ремонте мостового полотна для устройства узла сопряжения мостового сооружения с насыпью автомобильной дороги с заменой отдельных или всего элементов узла, как правило, следует выполнять следующие работы:

- демонтаж элементов узла сопряжения по 11.1
- устройство щебеночного основания под лежень и переходные плиты по 11.3;
- укладка лежня и переходных плит по 11.4;
- устройство водоотвода в узле сопряжения по 11.5;
- укрепление конусов и откосов насыпей в узле сопряжения по 11.6.

11.3 Устройство щебеночного основания.

11.3.1 При устройстве щебеночного основания следует выполнять следующие технологические операции:

- доставка щебня согласно 11.3.4;
- распределение щебня согласно 11.3.5;
- уплотнение щебеночного основания согласно 11.3.6.

11.3.2 Под лежень следует устраивать щебеночное основание толщиной 0,4 м для переходной плиты длиной до 6 м или толщиной 0,6 м для переходной плиты длиной до 8 м.

11.3.3 На мостовых сооружениях, расположенных в III дорожно-климатической зоне, щебеночное основание под лежень следует устраивать на всю ширину насыпи с выходом на откосы. На мостовых сооружениях, расположенных в IV - V дорожно-климатических зонах, ширина щебеночного основания должна превышать длину лежня на 0,5 м в каждую сторону.

11.3.4 Доставку щебня следует осуществлять автомобилями-самосвалами или погрузчиками.

11.3.5 Щебень для щебеночного основания следует распределять автогрейдером слоями толщиной от 10 до 15 см. Сначала должен быть распределен щебень крупностью от 40 до 70

мм, затем распределяют щебень крупностью от 10 до 20 мм для расклинивания и для перехватывающих дренажей. Поверхности щебеночного основания следует придать двухскатный поперечный профиль, обеспечив при этом уклон не менее 0,004. Примечание - При ориентировании откоса насыпи на юг рекомендуется устраивать односкатный профиль с уклоном в южную сторону.

11.3.6 Щебеночное основание следует уплотнять электротрамбовками или виброплитами до коэффициента уплотнения не менее 0,95 в соответствии с СП 78.13330.2012 (пункт 10.29) [10]. В процессе уплотнения основания необходимо контролировать коэффициент уплотнения грунта с помощью контрольных замеров.

11.4 Укладка лежня и переходных плит.

11.4.1 Укладку лежня и переходных плит следует осуществлять в соответствии с требованиями проекта и с учетом Типового проекта 3.503-41-В.3 (лист 30) [11].

11.4.2 Монтаж блоков лежня следует выполнять автокраном грузоподъемностью, зависящей от массы блоков лежня. Затем необходимо выполнить устройство стыков блоков лежня посредством заполнения стыков бетонной смесью.

11.4.3 После устройства лежня следует выполнить отсыпку и разравнивание щебня слоями толщиной от 10 до 15 см экскаватором-планировщиком с последующим уплотнением электротрамбовками до коэффициента уплотнения 0,95.

11.4.4 С помощью автокрана следует выполнить укладку переходных плит с их омоноличиванием бетоном, и заполнением швов между плитами битумной мастикой. Поверхностные переходные плиты следует укладывать одновременно с устройством покрытия.

11.4.5 Обочины земляного полотна в пределах переходных плит и на участке до водосбросного лотка следует укреплять посредством укладки слоя асфальтобетона толщиной 5 см в уплотненном слое.

Примечание - На внегородских мостах укрепление обочин может быть выполнено из грунта, обработанного органическими вяжущими.

11.5 Водоотвод в узле сопряжения моста с насыпью следует устраивать в соответствии с требованиями проекта.

11.5.1 Устройство водоотводных и дренажных систем на мостах включает в себя организацию поверхностного водоотвода с проезжей части и дренажной системы пролетных строений, с учетом расчетного объема осадок и интенсивности ливней.

11.5.2 Конструкция поверхностной водоотводной и дренажной системы для конкретного моста должна быть определена в проекте на строительство данного сооружения.

11.6 Для укрепления основания насыпи на подходах к мостовым сооружениям с целью повышения несущей способности и устранения дефектов узла сопряжения необходимо руководствоваться новыми технологиями, приведенными в Приложении Г.

12 Ремонт (средний) сопряжения моста с подходными насыпями

12.1 Работы по ремонту конструктивных элементов сопряжения мостовых сооружений с подходами включают:

- замену, установку недостающих переходных плит, открьлков и шкафных стенок устоев;
- замену укрепления откосов;
- замену системы водоотвода в узлах сопряжения с насыпью.

12.2 Конструктивные решения сопряжения мостового сооружения с подходами должны соответствовать требованиям ГОСТ 33384.

12.3 Работы по замене переходных плит включают:

- замену лежней;

- замену дорожной одежды;
- замену элементов дренажной системы;
- укрепление обочин насыпи подходов.

12.4 При замене укрепления конусов и откосов применяют следующие конструктивные решения:

- укрепление сборным или монолитным железобетоном, бетонным полотном;
- укрепление с применением вяжущего материала на основе полиуретана на непотопляемой части и габионными конструкциями;
- применение геосинтетических материалов на непотопляемой части;
- засев трав, геосинтетических материалов, с включенными в их структуру семенами трав оптимального состава или материалов, обеспечивающих защиту прорастающих семян при отсутствии эрозионных разрушений.

12.5 При отсыпке конусов насыпей при отрицательной температуре воздуха укрепительные работы производят после оттаивания грунтов. Укрепительные работы подтопленных насыпей должны быть закончены до наступления паводков.

12.6 Коэффициент уплотнения грунта конусов и откосов насыпи назначают в соответствии с ГОСТ 33384.

12.7 Бетон, применяемый в монолитных и сборных конструкциях укрепления конусов и откосов на подходах, в том числе в ячейках решетчатых конструкций, независимо от принятой технологии работ должен соответствовать требованиям ГОСТ 26633.

12.8 Сборные железобетонные плиты должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13015.

12.9 При применении укрепления с использованием вяжущего материала на основе полиуретана следует предусмотреть применение установки согласно стандарту организации.

12.10 При нанесении вяжущего материала на основе полиуретана необходимо стремиться к тому, чтобы все верхние стороны частиц (зерен) щебня (гравия) и все контакты между частицами (зернами) щебня (гравия) в верхнем видимом слое были покрыты вяжущим. Вяжущее не должно создавать сплошную мембрану более площади одной ячейки геосотового материала пластмассового скрепленного, устраиваемого на подготовительном слое из нетканого геополотна.

12.11 Используемый вяжущий материал на основе полиуретана должен соответствовать требованиям действующих документов технического регулирования и иметь паспорт качества и подтвержденную морозостойкость.

12.12 Укрепления откосов с применением геосинтетических материалов, габионных конструкций и биологического укрепления выполняют с учетом требований по 10.1.4.7 и 10.1.4.8.

13 Содержание сопряжения моста с подходными насыпями

13.1 К работам по содержанию сопряжения мостовых сооружений с подходами относят:

- очистку от загрязнений лестничных сходов;
- очистку от загрязнений конусов и откосов насыпи;
- устранение просадок не более 10 см в зоне сопряжения моста с насыпью;
- устранение локальных промоин в откосах насыпи конусов;
- исправление сопряжения мостового сооружения с насыпью;
- исправление положения переходных плит;
- проверку состояния дренажных систем в зоне подхода к мостовым сооружениям;
- восстановление элементов лестничных сходов.

13.2 Работы по содержанию подходов выполняют на длину 6 м с каждой стороны моста, а при наличии признаков деформации грунта (трещины, просадки) от конца шкафной стенки (открылков) до повреждений.

13.3 Работы по содержанию дорожных ограждений на подходах выполняют на длину 18 м с каждой стороны моста, минимальные уровни удерживающей способности ограждений должны соответствовать категориям автомобильной дороги согласно табл. 2 ГОСТ 31994.

13.4 Необходимо проводить очистку от загрязнений первых (ближних к мостовому сооружению) водоотводных лотков, а также лотков, расположенных на откосах конусов.

13.5 Работы по очистке насыпи подходов от загрязнений, а также удалению нежелательной растительности проводят на длину 6 м с каждой стороны моста, а при наличии укреплений - в пределах укреплений.

13.6 При наличии просадок в сопряжении мостовых сооружений с подходами работы выполняют в соответствии с разделом 13.

13.7 При наличии опасных размывов насыпи подходов на длину 6 м с каждой стороны мостового сооружения размывы места следует укреплять в соответствии с разделом 12.

13.8 Конусы насыпи, укрепленные сборными и монолитными бетонными конструкциями, габионами и конструкцией с применением вяжущего материала на основе полиуретана, следует очищать от нежелательной растительности и при необходимости промывать.

13.9 При частичном разрушении укрепления конусов насыпи производят восстановление разрушенных участков с сохранением единообразия укрепления. При разрушении укрепления конусов насыпи или упора следует их восстановить или заменить.

13.10 В случае размыва или повреждения откосов конусов или насыпи подходов восстановление производят в соответствии с разделом 12.

13.11 Поврежденные элементы лестничных сходов необходимо восстанавливать или заменять с учетом требований разделом 12.

14 Практическое применение способов по укреплению грунтов основания и тела насыпи на подходах к мостовым сооружениям

14.1 Общая часть

14.1.1 Проект производства работ является организационно-техническим документом производственного назначения, который регламентирует правила ведения строительных работ и срок их исполнения, перечень используемого оборудования и порядок обустройства строительной площадки, мероприятия по охране труда. Проект производства работ определяет технологическую дисциплину на строительной площадке, качество и безопасность работ.

Проект производства работ разработан в соответствии с рекомендациями технической литературы и требованиями следующих нормативных документов:

– СН РК 1.03-00 Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений;

– СП РК 1.03-106 Охрана труда и техника безопасности в строительстве.

14.1.2 При производстве работ необходимо:

– Линейным инженерно-техническим работникам, осуществляющим руководство строительством, до начала производства работ тщательно изучить все разделы проекта производства работ.

– Осуществлять строительные работы в соответствии с рабочими чертежами, данным проектом производства работ, указаниями к производству работ и действующими нормативными документами.

14.1.3 Перед началом производства работ весь персонал, занятый при производстве работ, должен быть проинструктирован ИТР под роспись с требованиями настоящего документа.

14.2 Техническое решение

14.2.1 Для возможности недопущения осадок рассматриваемого участка размерами 10х15 м рекомендуется укрепление оснований прочностных и деформационных характеристик грунтов на подходах к путепроводу методом цементационно-укрепительных мероприятий с устройством грунто-цементных свай «JET» [7].

14.2.2 Техническое решение предполагает устройство грунто-цементных свай «JET», располагаемых между собой на расстоянии 1.5 м длиной 8 м.

14.3 Технология производства работ по устройству грунтоцементных свай

14.3.1 До начала производства работ необходимо выполнить следующие мероприятия:

- получить утвержденный Проект производства работ в одном экземпляре со штампом «В производство работ»;
- получить от заказчика геодезическую разбивочную основу для строительства по акту сдачи-приемки;
- получить от заказчика акт-допуск для производства строительно-монтажных работ на территории организации (строящегося объекта);
- при необходимости получить от заказчика наряд-допуск на работы в местах, существующих/возводимых коммуникаций: газо-, водо-, электроснабжения, дренажных систем и т.п.;
- обозначить на поверхности земли расположение существующих коммуникаций (при их наличии);
- выполнить твердое основание под технологический комплекс;
- выполнить монтаж технологического комплекса;
- провести и подключить временные коммуникации водо- и электроснабжения к существующим точкам подключения, указанным на стройгенплане;
- обеспечить освещение строительной площадки в вечернее и ночное время, для чего предусмотреть переносные осветительные приборы;
- доставить на площадку материалы в количестве, необходимом для начала работ;
- разбить и закрепить устья скважин в соответствии с проектом;
- проводить инструктаж по технике безопасности перед началом работ;
- выдать наряд-допуск на опасные работы лицам, ответственным за производство работ.

14.3.2 Доставка на объект строительных материалов осуществляется по существующей сети автомобильных дорог.

14.3.3 Для бесперебойной работы одного комплекса оборудования в одну смену (12 часов, с 8:00 до 20:00) требуется: энергоснабжение 30-40 кВт (60 кВт - пиковое значение при разгрузке цементовоза); водоснабжение не менее 30 м³.

14.3.4 Цемент доставляется к месту производства работ автоцементовозами. Вода хранится в баках емкостью 8-10 м³.

14.4 Основные работы

Сущность технологии устройства грунтоцементных свай «JET» заключается в совмещении операций бурения и цементации. После окончания бурения производится нагнетание под давлением цементного раствора через сопла бурового долота.

14.4.1 Производство работ по укреплению грунтов должно выполняться на основании разработанного и утвержденного проектной организацией, ведущей авторский надзор и сопровождение строительства, проекта производства работ (ППР).

14.4.2 ППР должен разрабатываться в соответствии с СН РК 1.03-00 в полном объеме и содержать:

- титульный лист;
- лист ознакомления ответственного персонала с положениями ППР;
- календарный план или график производства работ по объекту;
- строительный генеральный план на работы по укреплению грунтов, совмещенный (при необходимости) с общим строительным генеральным планом строительства с указанием очередей, захваток, участков опытных и контрольных работ;
- график поступления на объект материалов и оборудования;
- график движения трудовых ресурсов по объекту;
- график движения основных строительных машин по объекту;
- технологические карты на выполнение работ
- график геодезического контроля и схемы размещения геодезических знаков;
- схемы расположения складов материалов, смесительных узлов и временных трубопроводов;
- пояснительную записку, содержащую: решения по производству подготовительных, опытных, основных и контрольных работ; решения по прокладке временных сетей водо-, тепло-, энергоснабжения и освещения строительной площадки и рабочих мест; обоснования и мероприятия по применению мобильных форм организации работ, режимов труда и отдыха; решения по производству работ, включая зимнее время; потребность в энергоресурсах; потребность и привязка городков строителей и мобильных (инвентарных) зданий; мероприятия по обеспечению сохранности материалов, изделий, конструкций и оборудования на строительной площадке; природоохранные мероприятия; мероприятия по охране труда и безопасности в строительстве; технико-экономические показатели.

14.4.3 Дополнительно ППР должен включать:

- регламент проведения опытно-производственных работ;
- требования к работам по инъекции основного периода;
- контрольные работы по оценке качества закрепления;
- испытание свай статическими нагрузками;
- характеристики применяемого оборудования для обеспечения заданных проектом нормируемых показателей качества, сроков и объемов работ.

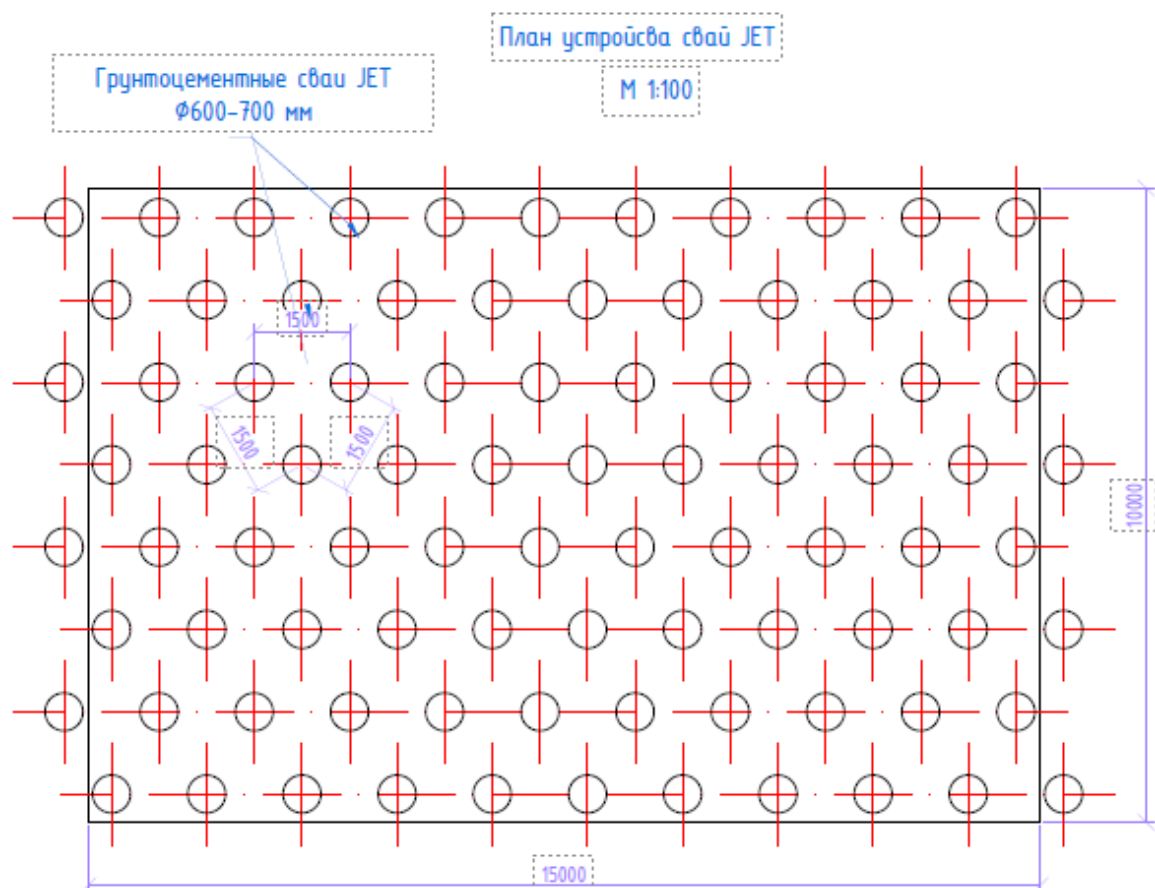
14.4.4 Работы по укреплению грунтов способом струйной цементации выполняются при научно-техническом сопровождении и авторском надзоре проектной организации в рамках наблюдательного метода проектирования.

14.4.5 Для разработки проекта по восстановлению несущей способности основания и тела насыпи необходимо разработать технологические карты в рамках ППР по усилению подхода к мостовым сооружениям. На рисунках 21-24 показаны технологические карты выполнения работ по укреплению подходов к путепроводу по БАКАД через автомобильную дорогу «Алматы – Усть-Каменогорск» с устройством грунто-цементных свай «JET» по технологии струйной цементации грунтов [7].

Производство работ по устройству грунтоцементных свай предусмотрено с поверхности земли.

14.4.6 Устройство грунтоцементной колонны состоит из следующих технологических операций:

- бурение лидерной скважины до проектной отметки низа колонны (прямой ход);
- устройство грунтоцементной сваи путем перемешивания грунта с цементным раствором под высоким давлением в процессе подъема от глубины 8м до 3м (общая глубина укрепления 5м) и вращения бурового инструмента (обратный ход).



Спецификация грунто-цементных свай Jet

Поз.	Наименование	Кол.	Шаг в плане, м.	Длина корня, п.м.	Свободная длина, п.м.	Общая длина анкера, п.м.
1	грунто-цементные сваи Jet	8	1,5	5	3	8
	Общая длина анкеров					64

Рисунок 21 - Схема расположения свай JET в плане

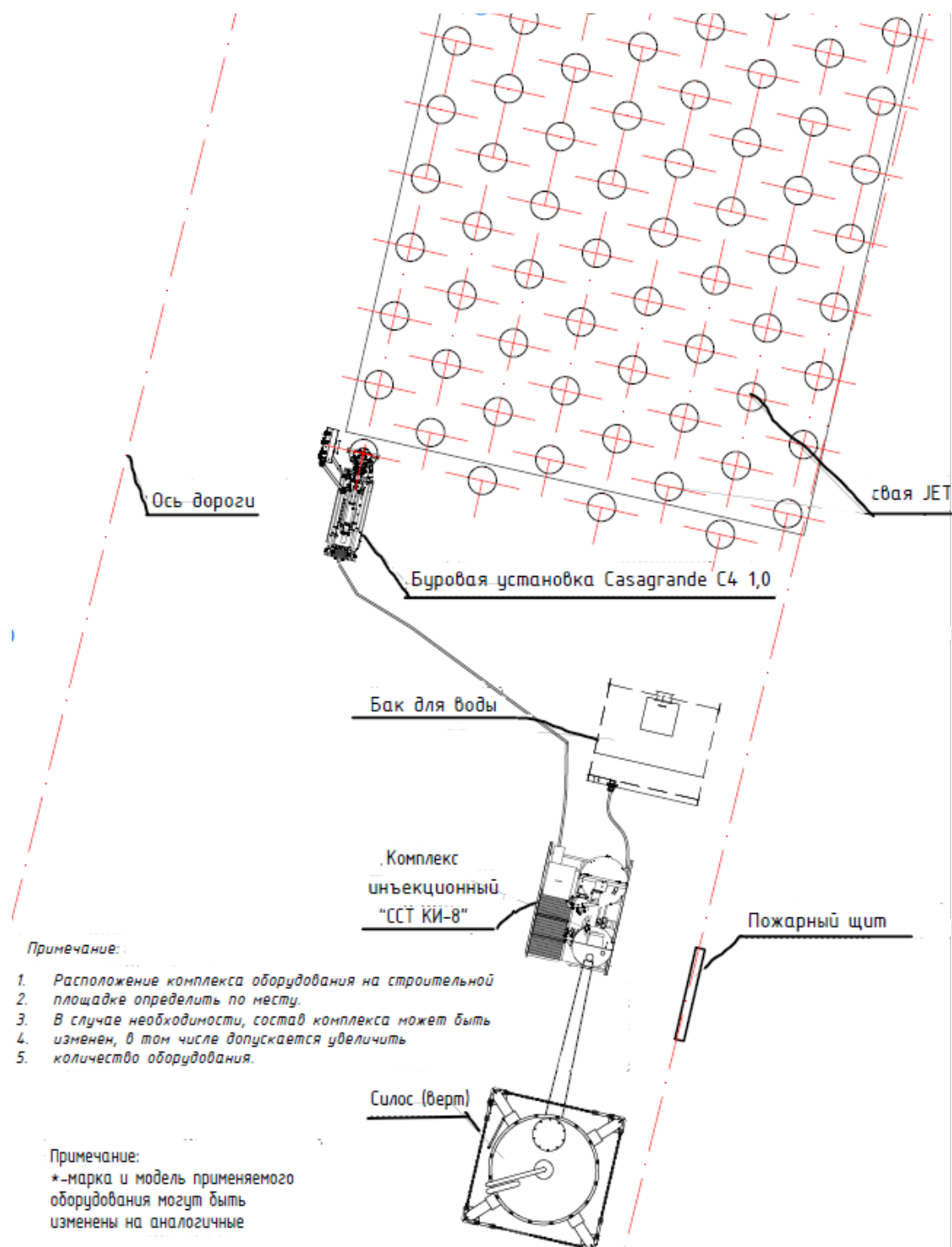


Рисунок 22 - Схема расположения оборудования

14.5 Потребность в оборудовании

14.5.1 Для устройства свай применяется буровая установка FM 1000, MDT 80, MDT 140, MDT 180 или аналогичная.

14.5.2 Приготовление цементного раствора производится в миксерной станции ССТСМ 80/200 "Вихрь", ССТСМ 40/120 или аналогичной.

14.5.3 Подача цементного раствора в напорную магистраль производится высоконапорным насосом Tecniwell TW352.

14.5.4 Для хранения цемента используется силос со шнековым транспортером.

14.5.5 Основные параметры при устройстве грунтоцементных колонн:

- средний диаметр грунтоцементных свай - 600-700 мм;
- длина грунтоцементных свай - 5,0 м;
- общее количество грунтоцементных свай - 88 шт.;

14.5.6 Комплекс оборудования для устройства грунтоцементных свай состоит из буровой установки, миксерной станции, высоконапорного насоса, бака для воды и силоса для хранения цемента (рис 22).

Технологическая схема производства работ по устройству свай и последовательность производства работ по устройству свай, состоящая из двух этапов приведены на рисунках 24 и 25.

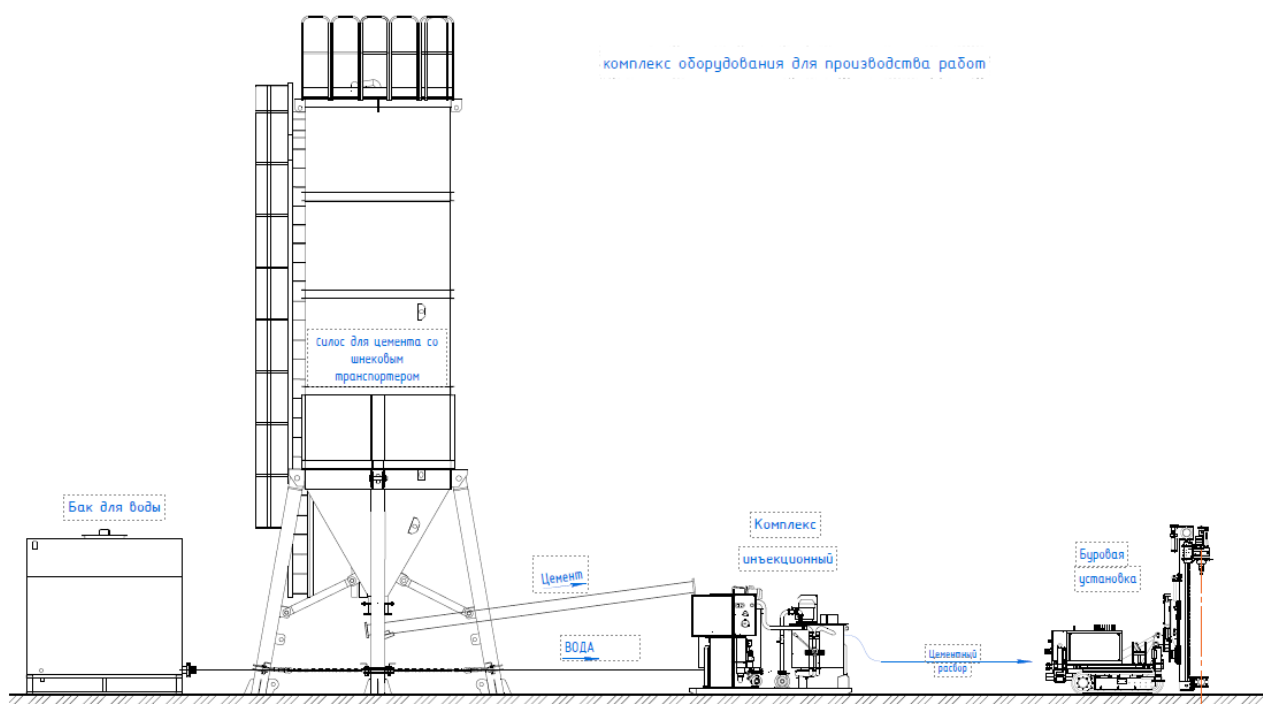
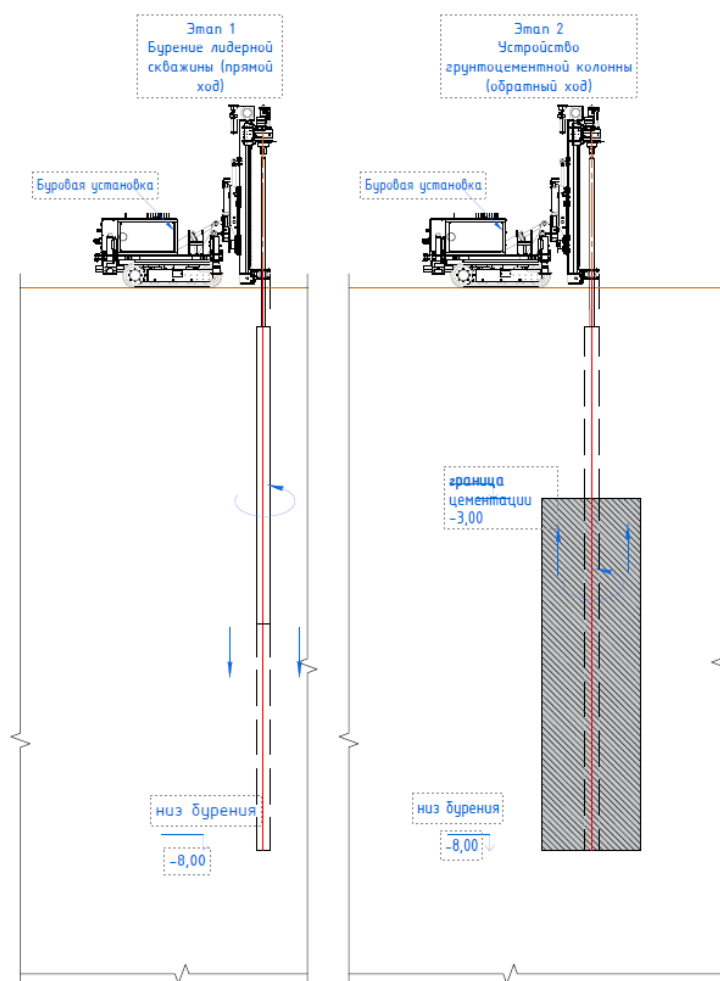


Рисунок 23 – Технологическая схема производства работ по устройству свай



**Рисунок 24 – Последовательность производства работ по устройству свай.
Этапы 1,2**

Общий вид готовых грунтоцементных свай приведены на рисунке 25.



Рисунок 25 - Общий вид готовых грунтоцементных свай

14.6 Работы по уборке грунтоцементной пульпы

14.6.1 Работы по устройству свай сопровождаются изливом на поверхность грунтоцементной пульпы.

14.6.2 На площадке производства работ должен выполняться оперативный контроль за выходом грунтоцементной пульпы из устья скважин выполняемых свай.

14.6.3 Допускается отсутствие выхода пульпы при устройстве анкерных свай в слабых, насыпных или рыхлых грунтах. В случае выхода пульпы на поверхность не допускается вынос пульпы за пределы зоны производства работ.

14.6.4 Затвердевшая грунтоцементная пульпа не представляет опасности и допускается ее оставление на строительной площадке в качестве подготовки основания. В противном случае пульпа складировается в специально отведенное для этого место на строительной площадке. По мере накопления грунтоцементная пульпа вывозится автосамосвалами на полигон отходов.

14.6.5 Уборка, складирование и погрузка в автосамосвалы грунтоцементной пульпы осуществляется погрузчиком или вручную, при помощи лопаты, ведер или носилок.

Приложение А (обязательное)

Рекомендации по расчетам устойчивости конусов

А.1 Основными расчетными моделями форм нарушения устойчивости откосных грунтовых массивов, к которым относятся конусы насыпей подходов, как правило, являются:

- а) обрушение со срезом и вращением;
- б) скольжение;
- в) покровный оползень.

А.2 Обрушение со срезом и вращением (А.1, а) представляет собой перемещение массивов по поверхности скольжения с некоторым поворотом вокруг горизонтальной оси. Данная форма потери устойчивости характерна, как правило, для относительно простых грунтово-геологических условий:

- отсутствие большого продольного уклона естественной поверхности грунта;
- равномерные по ширине подходной насыпи геологические условия в каждом створе (границы слоев геологических элементов близки к горизонтальному положению в поперечных сечениях насыпи в пределах неблагоприятной поверхности обрушения);
- в пределах линии сдвига вдоль оси моста не происходит резкого изменения геологических условий (замена одних инженерно-геологических элементов на другие со значительным изменением физико-механических свойств).

А.3 Скольжение (А.1, б) представляет собой сдвиг по плоскостям напластований, разломов, древних смещений и тому подобное и, как правило, характерно при ясно выраженной в толще коренных пород потенциальной поверхности скольжения с наклоном в сторону склона.

А.4 Покровные оползни (А.1, в) представляют собой оползание покровных масс по неровной поверхности подстилающей толщи и характерны при залегании обильно увлажняемых покровных масс с уклоном подстилающей толщи в сторону склона.

А.5 При расчетах устойчивости аналитическими методами рекомендуется использовать сертифицированные программы (программные комплексы), реализующие следующие общие положения:

- применение графоаналитического метода с заранее заданной формой тела обрушения;
- основные уравнения выражают условие равновесия сил, действующих на поверхностях скольжения с продольными сечениями в виде кривых или ломаных линий, по закону Кулона;
- заданное тело обрушения разделено вертикальными сечениями на отсеки, в пределах которых углы наклона поверхности скольжения и прочностные характеристики грунтовых слоев не меняют своих значений;
- наименее выгодные (с минимальным коэффициентом запаса) форма и положение тела обрушения определяют перебором (путем многократных повторных расчетов).

Основные требования к аналитическим методам расчета устойчивости приведены в А.12.

А.6 Допускается применять современные программные комплексы (например Plaxis, Geo5) реализующие метод конечных элементов (МКЭ) и сертифицированные для геотехнических расчетов с применением других численных методов, позволяющие моделировать пространственную работу конструкции и учитывать этапность строительства и нелинейные свойства грунтов.

Критерием предельного состояния при расчете нелинейной задачи в геотехническом программном комплексе, реализующем МКЭ, как правило, является сходимость итерационного процесса, т.е. такое решение, которое при допустимой невязке свидетельствует о получении статического напряженного состояния, исключающего потерю прочности и

устойчивости. При этом расчетная поверхность скольжения может быть получена путем достижения предельного состояния, при котором в массиве возникает непрерывная область разрыва (несовместности) пластических перемещений.

Коэффициент запаса устойчивости при решении нелинейной задачи в геотехническом программном комплексе, реализующем МКЭ, может быть выражен как отношение начальных расчетных значений угла внутреннего трения φ_n и сцепления C_n к конечным значениям тех же параметров, полученных постепенным (одновременным и пропорциональным) их снижением до значений, при которых получено предельное равновесие по расчетной поверхности скольжения.

А.7 В расчетах устойчивости конусов учитывают следующие нагрузки:

- а) собственный вес грунтов выше поверхности скольжения;
- б) долю нагрузки от собственного веса конструкций сопряжения устоя с насыпью и покрытия на сопряжении, передаваемую участком опирания сопряжения на насыпь, находящимся в пределах призмы обрушения;
- в) фильтрационное давление воды (при подтоплении конуса и насыпи) при спаде ее уровней. Уклоны кривой депрессии определяют согласно А.11;
- г) временные вертикальные подвижные нагрузки АК и НК, находящиеся в пределах призмы обрушения, принимают согласно ГОСТ 32960. При этом горизонтальные продольные нагрузки от транспортных средств, находящихся на призме обрушения, не учитывают;
- д) горизонтальные сейсмические нагрузки (при наличии).

А.8 Коэффициенты надежности по нагрузке и динамические коэффициенты принимают по ГОСТ 33390.

А.9 При выполнении расчетов с учетом сейсмического воздействия коэффициенты сочетания для временных подвижных и сейсмических нагрузок принимают равными:

- 1,0 - для сейсмических нагрузок, действующих совместно с постоянными без учета временных подвижных;
- 0,8 - для сейсмических нагрузок совместно с нагрузками от подвижного состава;
- 0,5 - для временных подвижных нагрузок совместно с сейсмическими.

А. 10 Для свайных фундаментов, в случае если поверхность скольжения пересекает сваи, то из веса соответствующих отсеков вычитают вес ростверка и грунта над ним.

Если поверхность скольжения проходит под фундаментом устоя или нижними концами свай, то учитывают все нагрузки в пределах соответствующих отсеков (в том числе опорные реакции пролетного строения и вариации расположения подвижной нагрузки на сопряжении и пролетном строении, с выбором наихудшего для коэффициента запаса устойчивости варианта).

А. 11 Для всех типов расчетных моделей при наличии подтопления насыпи и (или) уровне грунтовых вод выше нижней точки поверхности скольжения необходимо учитывать силы фильтрационного давления. Учитывая, что в затопленном отсеке тела обрушения касательная (сдвиговая) составляющая от собственного веса грунта уменьшается из-за взвешивающего действия воды и одновременно увеличивается сдвиговая составляющей от силы фильтрационного давления, для поиска наихудшего случая (наименьшего коэффициента запаса) необходимо выполнить перебор положений уровня воды между наивысшим и наименьшим.

При отсутствии натурных данных значения уклонов кривой депрессии допускается принимать по таблице А.1.

Таблица А.1 — Уклоны кривой депрессии

Наименование грунта, через который проходит поверхность пойменных вод	i_0 , ‰
Гравелистые и крупные пески	3—6
Мелкие и пылеватые пески	6—20
Супеси	20—50
Суглинки	50—100
Глины	100—200

Равнодействующая сил фильтрационного давления приложена в центре тяжести затопленной части каждого рассматриваемого отсека в пределах расчетной области обрушения.

А.12 Основными методами аналитического расчета устойчивости откосов являются:

а) метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения (КЦПС) применим к расчетной модели А.1, а). Расчетную область обрушения, представляющую собой поверхность скольжения цилиндрической формы, ось вращения и радиус которой определяют перебором (многократными повторными расчетами) с выбором наихудших значений (с минимальным коэффициентом запаса устойчивости), разделяют на отсеки с вертикальными гранями, при этом взаимодействие соседних отсеков по вертикальным граням не учитывают.

Действующие на каждый отсек нагрузки по А.7, а), б) и г), раскладывают на касательную и нормальную составляющие к нижней грани отсека (участок поверхности скольжения цилиндрической формы, угол наклона к горизонту которого принимают постоянным). Нагрузки А.7, в) и д), при их наличии, направлены горизонтально в сторону откоса и приложены в центре тяжести затопленной части отсека и в центре тяжести всего отсека соответственно.

Для обеспечения устойчивости откоса необходимо выполнение неравенства по формуле (А.1):

$$\eta = \frac{M_{y\partial}}{M_{c\partial}} \leq \gamma_k \quad (\text{А.1})$$

где η — коэффициент запаса устойчивости, выражающий отношение моментов удерживающих сил к сдвигающим;

$M_{y\partial}$ - момент удерживающих сил относительно оси вращения, определенной перебором при минимальном значении η . Удерживающими силами являются силы взаимодействия частиц грунта на всей поверхности скольжения, определяемые по закону Кулона; касательные составляющие нагрузок по А.7, а), б) и г), направленные в сторону насыпи на тех участках отсека обрушения, поверхность скольжения которых наклонена в сторону насыпи (если тело обрушения захватывает основание и выходит на поверхность за пределами подошвы конуса); удерживающие силы от воздействия армирующих элементов, пересекаемых поверхностью скольжения (при наличии);

$M_{c\partial}$ - момент сдвигающих сил относительно оси вращения, определенной перебором при минимальном значении η . Сдвигающими являются касательные составляющие нагрузок по А.7, а), б) и г), направленные в сторону откоса, а также нагрузки А.7, в) и д), при их наличии;

γ_k - минимально допустимое значение коэффициента запаса устойчивости согласно пункту 4.6 и 4.7.

б) Методы горизонтальных сил (метод Маслова - Берера и метод Г.М. Шахунянца) применимы для любых расчетных моделей А.1, а), б) и в), при поверхностях скольжения произвольной формы, которая может включать плоскости с различными углами наклона и участки круглоцилиндрических поверхностей, а также для пространственных задач, в которых учитывают конструктивные особенности конусов насыпей подходов (наличие откосов с трех

сторон тела обрушения). Предполагаемые отсеки обрушения разделяют вертикальными сечениями таким образом, чтобы их границы соответствовали местам перелома поверхностей скольжения и в пределах каждого отсека у поверхности скольжения сохранялись постоянные характеристики грунта.

Для обеспечения устойчивости откоса необходимо выполнение неравенства по формуле (А.2):

$$\eta = \frac{\sum T}{\sum H} \geq \gamma_k \quad (\text{А.2})$$

где η - коэффициент запаса устойчивости;

$\sum T$ - сумма частей распора (давления на стенку соседнего блока) для всех расчетных отсеков, воспринимаемая силами взаимодействия частиц грунта на поверхности скольжения и удерживающими силами от воздействия армирующих элементов, пересекаемых поверхностью скольжения (при наличии);

$\sum H$ - сумма частей распора (давления на стенку соседнего блока) в предположении отсутствия в грунте между блоками трения и сцепления, вычисляемая от касательных к поверхности скольжения составляющих нагрузок по А.7, а), б) и г), а также нагрузок А.7, в) и д), при их наличии;

γ_k - минимально допустимое значение коэффициента запаса устойчивости согласно пункту 4.6 и 4.7.

А.13 Расчет пространственных задач, как правило, приводит к увеличению коэффициента запаса устойчивости, так как перераспределение внешних нагрузок на призме обрушения (например, временной подвижной нагрузки на сопряжении) происходит по более широкой поверхности. Вследствие этого в запас допускается проводить расчет по плоской схеме с условной шириной отсека (перпендикулярно к направлению сдвигающих сил), равной ширине расчетного транспортного средства, находящегося на сопряжении (АК или НК) согласно ГОСТ 33390 (рисунок 1) с учетом ширины колеса.

А.14 При отсутствии данных непосредственных испытаний песчаных грунтов в карьере допускается принимать нормативный угол внутреннего трения $< \varphi_n$, в градусах, и модуль деформации грунта E , МПа, для грунта в природном сложении по указаниям СП 22.13330.2016 [5] (приложение А) в зависимости от вида грунта и коэффициента пористости e .

Коэффициент пористости грунта в карьере определяют по формуле (А.3):

$$e = \frac{\rho_s(1+W)}{\rho} - 1 \quad (\text{А.3})$$

где $\rho_s = 2,66 \text{ г/см}^3$ - плотность твердых частиц песчаного грунта;

ρ - фактическая плотность грунта в карьере, г/см^3 .

При обеспечении коэффициента уплотнения в теле конуса не ниже 0,98 и отсутствии данных непосредственных испытаний переход от физико-механических характеристик грунта в природном сложении к характеристикам отсыпанного и уплотненного грунта в теле конуса выполняют следующим образом: нормативный угол внутреннего трения φ_n для уплотненного насыпного грунта принимают равным $\varphi_n' = 0,9\varphi_n$, расчетный угол внутреннего трения для уплотненного насыпного грунта $\varphi_1 = \varphi_n' / 1,1$; нормативный удельный вес γ_n' для уплотненного насыпного грунта $\gamma_n' = 0,95 \gamma_n$, расчетный удельный вес для уплотненного насыпного грунта $\gamma_1 = \gamma_n' \times \gamma_f$ - где коэффициент надежности γ_f принимают равным 1,1 или 0,9 в зависимости от того, какое значение приводит к наихудшему результату выполняемого расчета.

А. 15 При отсутствии документа о качестве согласно пункту 7.4 и достоверных данных инженерно-геологических изысканий по дренирующим грунтам конусов допускается в

расчетах общей устойчивости конусов принимать $\gamma_n = 17,7 \text{ кН/м}^3$, $C_n = 0$, $\varphi_n = 35^\circ$ при обеспечении следующих требований к грунтам засыпки (дополнительно к требованиям 7.1):

- песок для строительных работ по ГОСТ 8736 или ГОСТ 32824;
- применяют кварцевые пески четвертичных отложений: гравелистые и крупные с коэффициентом пористости в карьере не более 0,6 и средней крупности с коэффициентом пористости в карьере не более 0,5, либо песчаный намывной грунт средней крупности, возрастом не менее четырех лет, с коэффициентом пористости не более 0,45;
- насыпная плотность грунта — не более $1,83 \text{ г/см}^3$.

Приложение Б (обязательное)

Методы расчета осадки лежней и щебеночных подушек под переходными плитами за счет осадки насыпи и ее основания

Б.1 Расчет осадки лежня при слабых грунтах основания насыпи следует проводить в сертифицированных геотехнических программных комплексах с учетом рекомендаций, изложенных в [2].

Б.2 Для грунтов основания, не подверженных уплотнению под весом насыпи (не относящихся к слабым), осадку основания допускается определять в зависимости от геометрических характеристик насыпи, объемного веса слагающего насыпь грунта и средневзвешенного модуля деформации грунтов основания по методике, изложенной в [12] (приложение 1).

Б.3 Осадку лежня $S_{\text{общ}}$ следует вычислять как сумму осадок основания $S_{l(\text{осн})}$ (от загрузки весом насыпи), тела насыпи под лежнем $S_{2(\text{тело})}$ (от уплотнения насыпи по высоте) и лежня в теле насыпи $S_{3(\text{леж})}$ от действующих на него постоянных нагрузок от собственного веса, веса железобетонных плит сопряжения и покрытия на нем.

Б.3.1 Осадку основания от загрузки весом насыпи $S_{l(\text{осн})}$ рассчитывают согласно рекомендациям Б1 и Б.3, принимая высоту насыпи согласно 8.2.3, а поперечное сечение насыпи - в плоскости конца сопряжения, по задней грани плиты и (или) лежня.

Б.3.2 Осадку тела насыпи (от верха насыпи до уровня основания) принимают в зависимости от вида слагающего насыпь грунта и высоты насыпи, принимаемой по 8.2.3:

Б.3.3 Осадку лежня $S_{3(\text{леж})}$, устроенного в теле насыпи с выполнением всех конструктивных требований настоящего стандарта, допускается определять по модели Винклера-Фусса с использованием коэффициента постели упругого основания $C = 40000$ кН/м³ по формуле (Б.1):

$$S_{3(\text{леж})} = \frac{q}{C} = \frac{P/b_{\text{л}}}{C}, \quad (\text{Б.1})$$

$$S_{3(\text{леж})} = \frac{q}{C} = \frac{P/b_{\text{л}}}{C},$$

где $q = P/b_{\text{л}}$ - давление под подошвой лежня от собственного веса конструкций сопряжения (с учетом дорожной одежды), кН/м²;

P - нормативная погонная нагрузка (на 1 п. м. длины лежня) от собственного веса конструкций сопряжения (с учетом дорожной одежды), кН/м;

$b_{\text{л}}$ - ширина лежня согласно рисунку 2, м.

Таблица Б.1 - Определение относительной осадки насыпи

Грунты насыпи	Осадка насыпи, %, при высоте, м		
	до 6	от 6 до 12	св. 12
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

Примечания

1 Осадку насыпи по таблице Б.1 принимают в виде доли (%) от высоты насыпи $H_{\text{нас}}$, определенной согласно 8.2.3, она имеет максимальную величину $S_{\text{нас}}$ в уровне верха насыпи.

2 Осадку тела насыпи под лежнем следует определять по формуле

$$S_{2(\text{тело})} = S_{\text{нас}} \cdot \frac{H_{\text{нас}} - H_{\text{д.о.}} - H_{\text{плит}} - H_{\text{леж}}}{H_{\text{нас}}}, \quad (\text{Б.2})$$

$$S_{2(\text{тело})} = S_{\text{нас}} \cdot \frac{H_{\text{нас}} - H_{\text{д.о.}} - H_{\text{плит}} - H_{\text{леж}}}{H_{\text{нас}}},$$

где $H_{\text{д.о.}}$ - толщина дорожной одежды в уровне конца сопряжения согласно 8.2.7;

$H_{\text{плит}}$ - толщина плиты сопряжения;

$H_{\text{леж}} = 0,5$ м - высота лежня согласно 8.2.8.

Б.4 Осадку конца сопряжения при монолитных переходных плитах, опирающихся непосредственно на щебеночную подушку $S_{\text{общ.щ.б.}}$, следует вычислять как сумму осадок основания $S_{1(\text{осн})}$ (от загрузки весом насыпи по Б.3.1), тела насыпи под концом переходной плиты $S_{2(\text{тело.щ.б.})}$ (от уплотнения насыпи по высоте, по таблице Б.1 и формуле (Б.3) и основания переходной плиты, опирающейся непосредственно на щебеночную подушку (в уровне задней грани плиты) $S_{3(\text{щ.б.})}$ от действующих на него постоянных нагрузок от собственного веса монолитной плиты сопряжения и покрытия на нем.

Б.4.1 Осадку тела насыпи под концом монолитной переходной плиты при ее опирании на щебеночную подушку следует определять по формуле (Б.3), (обозначения согласно (Б.1):

$$S_{2(\text{тело.щ.б.})} = S_{\text{нас}} \cdot \frac{H_{\text{нас}} - H_{\text{д.о.}} - H_{\text{плит}}}{H_{\text{нас}}}, \quad (\text{Б.3})$$

$$S_{2(\text{тело.щ.б.})} = S_{\text{нас}} \cdot \frac{H_{\text{нас}} - H_{\text{д.о.}} - H_{\text{плит}}}{H_{\text{нас}}},$$

Б.4.2 Осадку основания переходной плиты, опирающейся непосредственно на щебеночную подушку (в уровне задней грани плиты) $S_{3(\text{щ.б.})}$, устроенную в теле насыпи с выполнением всех конструктивных требований настоящего документа (рисунок б), допускается определять по модели Винклера-Фусса с использованием коэффициента постели упругого основания $C = 40000$ кН/м³ и в предположении отсутствия осадки узла опирания переходной плиты на шкафную стенку по формуле

$$S_{3(\text{щ.б.})} = \frac{4}{3} \cdot S_{3(\text{щ.б.средн})} = \frac{16}{9} \cdot \frac{q_{\text{ср}} \cdot b_{\text{пп}}}{C \cdot l_{\text{пп}}}, \quad (\text{Б.4})$$

$$S_{3(\text{щ.б.})} = \frac{4}{3} \cdot S_{3(\text{щ.б.средн})} = \frac{16}{9} \cdot \frac{q_{\text{ср}} \cdot b_{\text{пп}}}{C \cdot l_{\text{пп}}},$$

где $S_{3(\text{щеб.средн})}$ - среднее значение осадки основания монолитной плиты сопряжения шириной $b_{\text{пп}}$, м, и длиной $l_{\text{пп}}$, м, в уровне середины длины опирания на щебеночную подушку (т.е. на расстоянии $l_{\text{пп}}/4$ от задней грани плиты);

$q_{\text{ср}}$ - среднее значение нормативной распределенной нагрузки (на 1 м^2 переходной плиты) от собственного веса конструкций сопряжения (с учетом дорожной одежды), кН/м^2 .

Б.5 Ширину лежня $b_{\text{л}}$ из условия обеспечения несущей способности основания под его подошвой по II группе предельных состояний для сопряжений с устоями на естественном или свайном основании следует выбирать таким образом, чтобы рассчитанная по формуле (Б.1) осадка $S_{3(\text{леж})}$ удовлетворяла условию сохранения плавности проезда по формуле (Б.5):

$$S_{3(\text{леж})} \leq 0,002L - S_{2(\text{тело})} - S_{1(\text{осн})}, \quad (\text{Б.5})$$

где L - длина переходной плиты.

Б.6 Ширину лежня $b_{\text{л}}$ из условия обеспечения несущей способности основания под его подошвой по II группе предельных состояний для сопряжений с устоями диванного типа или с консольными пролетными строениями следует выбирать таким образом, чтобы рассчитанная по формуле (А.2) осадка $S_{3(\text{леж})}$ удовлетворяла условию сохранения плавности проезда согласно 8.2.4

$$S_{3(\text{леж})} \leq 0,002L - S_{2(\text{тело})} - S_{1(\text{осн})} + \Delta A, \quad (\text{Б.6})$$

$$S_{3(\text{леж})} \leq 0,002L - S_{2(\text{тело})} - S_{1(\text{осн})} + \Delta A,$$

где ΔA - осадка узла опирания переходной плиты на шкафную стенку согласно рисунку 3.

А.7 Проверки оснований монолитных переходных плит, опирающихся на щебеночную подушку, проводят аналогично Б.5 – Б.6, принимая вместо ширины лежня $b_{\text{л}}$ половину длины переходной плиты $l_{\text{пп}}/2$, а вместо осадки лежня $S_{3(\text{леж})}$ - осадку основания переходной плиты, опирающейся непосредственно на щебеночную подушку (в уровне задней грани плиты) $S_{3(\text{щеб})}$.

Приложение В (обязательное)

Рекомендации по проектированию переходных плит

В.1 Расчет монолитных и сборных (с поперечным объединением по всей длине с соседними плитами) переходных плит следует проводить с использованием пространственных конечно-элементных моделей с учетом косины или расположения на кривой в плане (при наличии). Расчетная модель должна учитывать перераспределение усилий от различного расположения временной подвижной нагрузки и различных коэффициентов полосности в поперечном направлении, с выбором наихудшего положения.

В.2 Расчет сборных переходных плит, не имеющих специальных конструктивных решений по объединению между собой по всей длине сопряжения (например, в виде шпонок) допускается проводить аналитическими методами с использованием плоской модели шарнирно-опертой балки, без учета перераспределения усилий в поперечном направлении (каждая сборная плита работает независимо от соседних). В этом случае для рассчитываемой плиты принимают коэффициент поперечной установки (КПУ) для нагрузок АК и НК КПУ = 0,5, т.е. сборная плита воспринимает полную нагрузку от одной линии колес (половины колеи) рассматриваемой модели нагрузок.

В.3 Сборные переходные плиты, не имеющие поперечного объединения и работающие раздельно согласно В.2, воспринимают повышенные нагрузки относительно монолитных и объединенных между собой по всей длине сборных плит. Как правило, оптимальными по технико-экономическим показателям являются монолитные конструкции. При необходимости устройства индивидуальных сборных переходных плит рекомендуется предусматривать конструктивные элементы, объединяющие их по всей длине с соседними, например, шпоночные соединения по аналогии с плитными пролетными строениями. Армирование всех типов конструкций переходных плит должно быть обосновано расчетами согласно указаниям действующих нормативных документов с учетом рекомендаций настоящего приложения.

В.4 Временные подвижные нагрузки от транспортных средств и пешеходов следует принимать по ГОСТ 33390, схемы нагружения нагрузками АК и НК - по ГОСТ 32960.

Расчетную сейсмичность определяют по СП 268.1325800.2016 (раздел 4) [1] и учитывают при расчете переходных плит по I группе предельных состояний.

В.5 Переходные плиты, опертые на узел опирания на устое и лежень, по статической схеме представляют собой однопролетную шарнирно-опертую балку (для сборных конструкций) или шарнирно-опертую по двум сторонам плиту (для монолитных конструкций). Расчетный пролет следует принимать равным полной длине плиты. Для недопущения предельных состояний первой группы переходные плиты должны быть рассчитаны на действие изгибающего момента согласно СП РК 3.03-112 (пункты 7.4.2, 7.4.3) и на действие поперечной силы (пункт 7.4.8). Для недопущения предельного состояния второй группы проводят расчет по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента, величина которых не должна превышать 0,03 см.

В.6 Монолитные переходные плиты, опираемые с одной стороны на шкафную стенку, а с другой стороны - на упругое основание согласно Б.4.2, по всей ширине плиты и на половине ее длины, следует рассчитывать в пространственных расчетных моделях с моделированием упругого основания, при этом со стороны шкафной стенки моделируется шарнирно-неподвижное опирание. В указанных моделях следует учитывать положения временной подвижной нагрузки, при которых в продольном и (или) поперечном направлении могут возникать отрицательные изгибающие моменты, и предусматривать соответствующее армирование верхней грани плиты.

Приложение Г (обязательное)

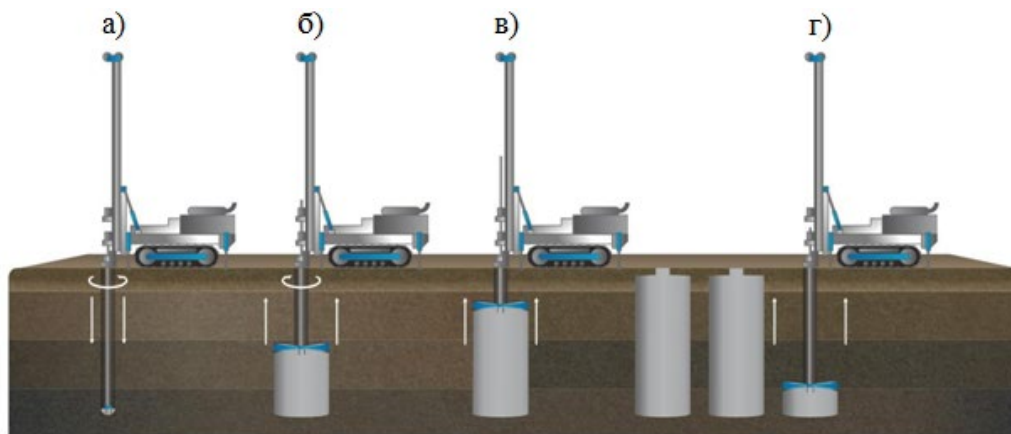
Методы повышения несущей способности и устранения дефектов подходной насыпи к мостовым сооружениям

Г.1 Укрепление основания насыпи струйной цементации грунтов

Г.1.1 Струйная цементация или Jet-Grouting (от англ. струйная цементация) - это метод создания грунтоцементного массива (ГЦМ), обладающего определенными прочностными и деформационными характеристиками, путем перемешивания грунта под высоким давлением (от 20 до 70 МПа) с раствором на основе цементных вяжущих.

Г.1.2 Технически струйная геотехнология осуществляется следующим способом. В предварительно пробуренную технологическую скважину опускают скважинный монитор, имеющий одну или несколько боковых насадок (сопел).

Г.1.3 По рукаву к монитору подают раствор или жидкости для размыва грунта. При этом одновременно производится подъем скважинного монитора и его вращение вокруг вертикальной оси. Технологическая схема закрепления грунтов по струйной технологии представлена на рисунке Г.1.



а – бурение лидерной скважины; б, в – подъем буровой колонны с вращением и одновременной подачей раствора; г – создание ГЦМ

Рисунок Г.1 - Технологическая схема закрепления грунтов по струйной технологии

Г.1.4 По мере подъема монитора часть размываемой струей грунта перемешивается с раствором. При этом размываемый грунт вместе с отработанным раствором частично выносится на поверхность в виде пульпы, которая собирается в специальный пульпоприемник (траншею или зумпф).

Г.1.6 В результате выполнения струйной цементации в грунте образуется грунтоцементная свая (ГЦС), которая обладает достаточно высокими прочностными и деформационными характеристиками, более чем на порядок превышающими характеристики грунта.

Г.1.7 В зависимости от используемых боковых насадок буровое оборудование для струйной цементации позволяет осуществлять закрепление грунта по трем технологиям:

- однокомпонентная (Jet-1) - разрушение грунта производится струей цементного раствора (рис. 13, а);
- двухкомпонентная (Jet-2) - разрушение грунта производится спаренной струей цементного раствора и сжатого воздуха (рис. 13 б, в);

- трехкомпонентная технология (Jet-3) – разрушение грунта производится спаренной подачей сжатого воздуха и промывочной воды и струей цементного раствора, которая подается через отдельный клапан (рис. 13, г).

Г.1.8 Выбор системы струйной цементации в каждом случае зависит от инженерно-геологических условий и технического задания для разработки проекта: размера, формы и характеристик материала грунтоцемента.

Г.1.9 Однокомпонентная технология наиболее проста в производстве и позволяет достичь наибольших показателей плотности и прочности грунта в сравнении с двумя другими технологиями. Jet-1 - оптимальный выбор для армирования слабых грунтов, создания ПФЗ, а также укрепления фундаментов.

Двухкомпонентная технология используется в целях увеличения объема закрепляемого грунта, а также на участках, сложенных водоупорными глинистыми грунтами.

При трехкомпонентной технологии диаметр ГЦС еще больше, чем при двухкомпонентной, но прочность грунта Jet-3 значительно ниже Jet-2. Jet-3 - оптимально подходит при возведении масштабных сооружений и построек, а также при строительстве на участках с проблемными нарушенными породами. С помощью трёхкомпонентной технологии возможно полностью заменить грунт бетоном.

Г.1.10 При проектировании необходимо учитывать зависимость диаметра грунтобетонных элементов от типа грунта и выбранной технологии закрепления:

- Jet-1- диаметр элементов в глинистых грунтах не превышает 500 мм, в песчаных грунтах – 700 мм;

- Jet-2 - в глинах грунтах 700 мм, в песчаных грунтах 1000 мм;

- Jet-3 – в глинах грунтах 900 мм, в песчаных грунтах - 1500 мм.

Г.1.11 Преимущества струйной цементации:

- широкий спектр применения способа;
- высокая производительность работ;
- высокая несущая способность закрепляемого грунта;
- укрепленный грунт обладает высокими водонепроницаемыми свойствами;
- укрепленный массив обладает предсказуемыми и стабильными свойствами, не зависящими от типа грунта;
- обеспечивает стабилизацию деформаций здания или сооружения;
- возможность производства работ в стесненных условиях;
- возможность закрепления грунтов при наличии существующих подземных коммуникаций.

Недостатками технологии являются высокий расход цементного раствора и трудности контроля качества укрепленного грунта.

Г.1.12 Основные характеристики грунтоцементного композита:

- дозировка цемента ПЦ 500 – 8...10% по массе;

- модуль деформации – 70 МПа;

- прочность при сжатии 1,0...2,0 МПа.

Г.1.13 Глубина закрепления слабых грунтов методом Jet-Grouting может достигать 30...40 метров. В связи с этим технологию можно использовать как для закрепления насыпных грунтов в основании насыпей и дорожных одежд, так и для заполнения карстовых пустот, для уплотнения просадочных грунтов на большой глубине и т.д.

Г.1.14 Использование технологии струйной цементации для укрепления основания дорог позволяет выровнять прочности и деформационные свойства грунта, а также достичь стабильности земляного полотна.

Г.2 Устройства щебеночных свай способом виброобмена

Г.2.1 Данный способ применяется для увеличения несущей способности грунтов основания проектируемого сооружения, предотвращения возможной потери устойчивости основания, уменьшения деформаций и времени стабилизации деформаций, для исключения возможности разжижения и потери прочности грунтов.

Г.2.2 Щебеночные сваи - тип обработки грунта глубинной вибрацией с подачей щебня на дно формируемой скважины, при которой глубинный вибратор используется для создания непрерывных колонн из щебня с заданными длиной и диаметром.

Г.2.3 Устройство щебеночных свай выполняется в широком диапазоне инженерно - геологических условий, при наличии в основании глин и пылевато-глинистых грунтов, слабых глинистых грунтов и торфов. При использовании технологии возможно прохождение через песчаные и гравелистые грунты с частичным их уплотнением.

Г.2.4 Технологический процесс устройства щебеночных свай состоит из следующих операции (рис. Г.2):

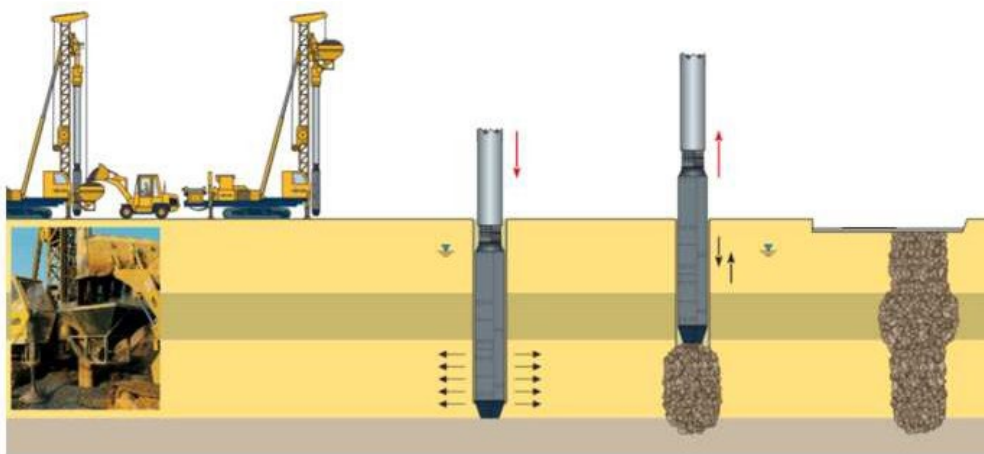


Рисунок Г.2 - Последовательность изготовления щебеночных свай

1) Глубинный вибратор погружается с помощью вибрации и подачи воздуха (иногда с минимальной подачей воды под давлением для прохождения плотных слоев);

2) Щебень вводится через специальный привод вдоль вибратора под давлением сжатого воздуха;

3) Виброинструмент совершает возвратно-поступательные движения, уплотняя щебень и постепенно перемещаясь вверх формирует тело сваи.

Г.2.5 Щебеночные сваи не являются отдельно несущим элементом, как например, сваи выполненные из бетона. При устройстве щебеночных свай происходит увеличение прочностных характеристик массива грунта, в пределах которого выполняется усиление, вследствие чего значительно увеличивается его несущая способность и устойчивость. Устройство свай позволяет уменьшить значение деформаций основания от 2 до 6 раз. Щебеночные сваи представляют собой массивные дренажи, вследствие чего при строительстве в условиях залегания в основании медленно уплотняющихся водонасыщенных глинистых грунтов значительно уменьшаются сроки стабилизации деформаций.

Г.2.6 Сечение щебеночной сваи, полученное в результате уплотнения, ограничивается объемом расходуемого материала, временем уплотнения и характеристиками исходного грунта. Диаметр формируется в процессе работы и не является жестко ограниченным. Таким образом, возможно формирование щебеночной сваи переменного сечения в зависимости от задачи, например, увеличения диаметра сваи в слабых грунтах прочностные свойства которых

требуется улучшить и уменьшение сечения в плотных песчаных и гравелистых грунтах. Под действием нагрузки на усиленное основание происходит увеличение щебеночной сваи в сечении, при этом возникает дополнительное давление на грунт в межсвайном пространстве, вследствие чего он уплотняется.

Г.2.7 При изготовлении щебеночных свай используется специальное оборудование, так называемый виброфлот - глубинный вибратор диаметром от 290 мм до 460 мм, подбираемый в зависимости от поставленной задачи. Для подачи уплотняемого материала под нижний конец оборудования, к вибратору крепится специальный привод. Существует возможность крепления оборудования на экскаватор, копровую установку и кран.

Г.2.8 Оборудование позволяет выполнять устройство свай на глубину от 3 до 30 м, при необходимости усиления грунтов на большую глубину возможно изготовления оборудования специально подпроект.

Г.2.9 При уплотнении щебеночная свая достигает диаметра от 0,6 м до 3,5 м в зависимости от задачи и грунтовых условий площадки строительства. В качестве материала уплотнения используется щебень фракции 5...50 мм.

Г.2.10 Необходимо отметить высокую производительность устройства щебеночных свай, которая составляет от 200 до 400 метров погонных за смену.

Г.3 Усиление подходной насыпи буроинъекционными сваями

Г.3.1 Для ремонта и усиления земляного полотна на подходах к искусственным сооружениям с использованием буроинъекционных свай принята следующая технологическая последовательность изготовления:

- бурение скважин;
- установка арматурного каркаса;
- инъекция цементно-песчаного раствора.

Г.3.2 Бурение инъекционных скважин для укрепительной цементации выполняют станками колонкового бурения с продувкой сжатым воздухом. При усилении основания цементацию выполняют в два этапа. На первом этапе скважину бурят в пределах тела насыпи не доходя до его основания 0,5 м. В устье скважины устанавливают тампон (обтюратор) для предотвращения выхода из нее нагнетаемого раствора, а затем выполняют цементацию основания. По окончании цементации скважину выдерживают в течение 2...3 суток. На втором этапе повторно разбуривают тело насыпи до верха твердых грунтов и цементируют зону контакта основания с грунтом.

Г.3.3 Давление нагнетания при цементации основания не превышает 0,1...0,2 МПа. Нагнетание прекращают, если расход цементационного раствора в течение 10 мин при давлении 0,2 МПа не превышает 1 л/мин.

Г.3.4 Для цементации используют растворы, вид и состав которых зависит от конструкции, материала, геологических и гидрологических условий площадки. В каждом конкретном случае состав раствора следует подбирать в лаборатории.

Г.3.5 В зависимости от грунтовых условий, а также от области применения рекомендуются следующие технологические схемы изготовления буроинъекционных свай:

а) в маловлажных глинистых грунтах (обычно I или II тип грунтовых условий по просадочности) наиболее целесообразно применять технологию, показанную на рис.Г.3а. Скважина диаметром 13-18 см бурится установкой шнекового бурения. При этом необходимо, чтобы диаметр бурового долота превышал диаметр шнека не более чем на 0-1,0 см. Это обеспечивает затирание стенок скважины более влажным грунтом, поднимающимся по шнеку из забоя, и препятствует осыпанию грунта после извлечения бурового инструмента из скважины. Скважины могут также пробиваться станком или пневмопробойниками. В

готовую скважину опускается каркас, затем производится инъекция цементно-песчаного раствора через шланг или бетонолитную трубу, опущенные в забой скважины (рис. Г.3а);

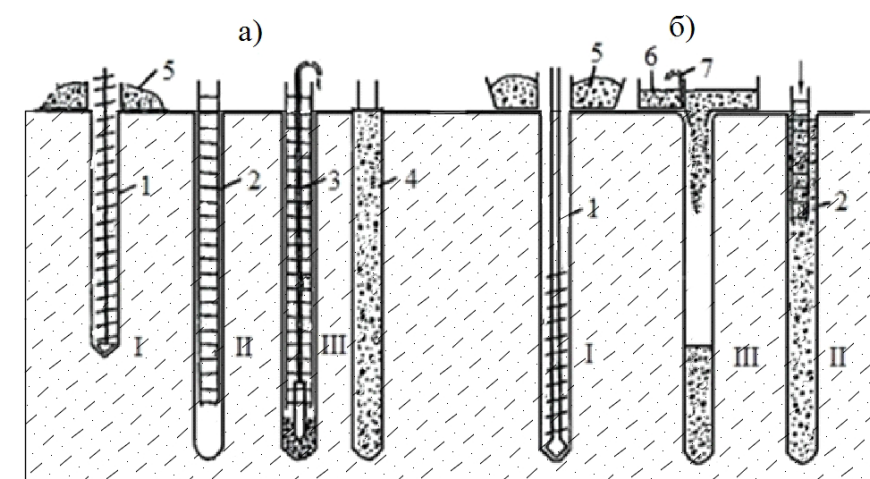
б) в грунтовых условиях при диаметре вертикальной скважины более 18 см целесообразно бетонировать скважину свободным сбрасыванием раствора с осадкой конуса 13...18 см. При этом каркасы длиной до 5 м можно устанавливать в свежешуровленный раствор (рис. 8б);

в) в слабых грунтах необходимы специальные меры по укреплению скважин.

По окончании бурения скважину промывают от шлама буровым раствором в течение 3-5 мин.

Г.3.6 Буроинъекционные сваи преимущественно используются при усилении оснований существующих реконструируемых насыпей на подходах к мостовым сооружениям. Помимо этого, буроинъекционные сваи могут применяться и при строительстве новых сооружений рядом с существующими зданиями.

Буроинъекционные сваи обладают большим относительным заглублением, которое характеризует отношение длины сваи к ее диаметру.



а - при диаметре сваи 13-18 см; б - при диаметре более 18 см;

I - бурение скважины, II - установка армокаркаса, III - бетонирование сваи, 1 - буровой став, 2 - армокаркас, 3 - инъекционный шланг, 4 - готовая свая, 5 - бункер для выбуренного грунта, 6 - бункер для бетона, 7 - "дыхательная" трубка

Рисунок Г.3 - Технологическая схема изготовления буроинъекционных свай в маловлажных глинистых грунтах

Г.3.7 Для устройства буроинъекционных свай используют растворы различного типа (в зависимости от условий строительства и характера работы свай в конструкции), а также мелкозернистые бетоны. Для буроинъекционных свай могут использоваться цементно-песчаные, цементно-бentonитовые и цементные растворы. В необходимых случаях возможно также применение растворов других специальных составов.

Г.3.8 Для заполнения скважин при бурении применяют глинистый раствор, состав, удельный вес и другие показатели которого обеспечивают стенкам скважин устойчивость к оплыванию и обрушению. Плотность глинистого (бentonитового) раствора обычно принимают равной $\rho = 1,05 \dots 1,25 \text{ г/см}^3$.

Г.3.9 При усилении существующих оснований цементацию выполняют, как правило, в два этапа. На первом этапе цементационную скважину бурят в пределах фундамента, не доходя до его подошвы 0,5 м. В устье скважины для предотвращения выхода из нее

нагнетаемого раствора устанавливают тампон (обтюратор), а затем выполняют цементацию фундаментов. По окончании цементации скважину выдерживают в течение 2...3 сут.

На втором этапе повторно разбуривают ствол скважины или тела фундамента до его подошвы и далее в грунт на 0,4...0,5 м, а затем цементируют зону контакта фундамента с грунтом. В этом случае тампон размещают в кладке фундамента на уровне 0,5 м выше подошвы.

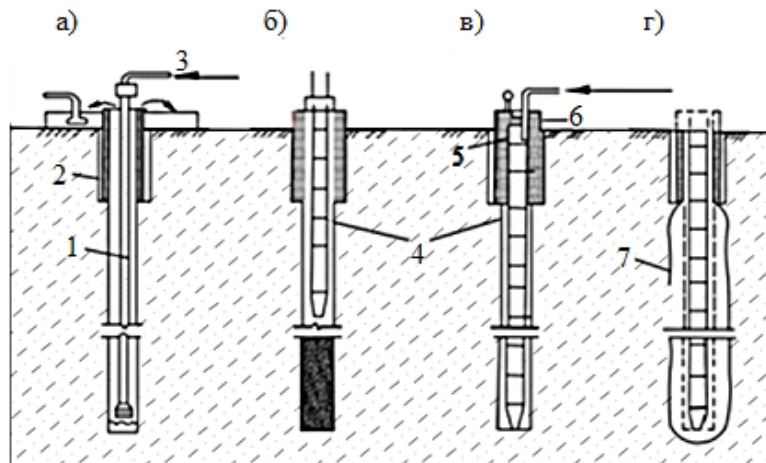
Г.3.10 Давление нагнетания при цементации фундаментов не превышает 0,1 МПа, при цементации зоны контакта - 0,2 МПа. Нагнетание прекращают, если расход цементационного раствора в течение 10 мин. при давлении 0,2 МПа не превышает 1 л/мин.

Г.3.11 Вид и состав цементационных растворов зависят от конструкции, материала, состояния существующих фундаментов, геологических и гидрогеологических условий площадки. В каждом конкретном случае состав раствора подбирает лаборатория.

Г.3.12 Технологический цикл устройства буроинъекционных свай (рис. Г.4):

- 1) бурение основания насыпи земляного полотна;
- 2) установка трубы-кондуктора;
- 3) бурение скважины в грунте до проектной отметки;
- 4) заполнение скважины раствором;
- 5) установка арматурного каркаса;
- 6) опрессовка скважины.

Бурение скважин при устройстве буроинъекционных свай выполняется станками колонкового бурения с продувкой сжатым воздухом.



- а) бурение скважины; б) заполнение скважины раствором, установка арматурного каркаса; в) опрессовка; г) готовая свая; 1-инъектор; 2-кондуктор; 3-цементный раствор; 4-арматурный каркас; 5-труба для опрессовки; 6-тампон; 7-цементный камень

Рисунок Г.4 - Схема устройства буроинъекционных свай

Г.3.13 Бурение скважин при устройстве буроинъекционных свай выполняется станками колонкового бурения с продувкой сжатым воздухом. При проходке неустойчивых, обводненных грунтов бурение ведется с промывкой скважин глинистым (бентонитовым) раствором или под защитой обсадных труб, больше или равен расчетному диаметру буроинъекционных свай.

Г.3.14 Скважины в пределах конструкций реконструируемого сооружения производятся так, чтобы в них можно было устанавливать трубы-кондукторы, внутренний диаметр которых больше или равен расчетному диаметру буроинъекционных свай.

Г.3.15 При проходке неустойчивых, обводненных грунтов бурение ведется с промывкой скважин глинистым (бентонитовым) раствором или под защитой обсадных труб. Скважины в

пределах конструкций реконструируемого здания производятся так, чтобы в них можно было устанавливать трубы-кондукторы, внутренний диаметр которых больше или равен расчетному диаметру буроинъекционных свай.

Г.3.16 Заполняются скважины через трубу-кондуктор цементным раствором до излива его из устья скважины. Раствор подается через рабочий орган бурового станка или трубу-инъектор, опущенную до дна забоя скважины. При понижении уровня раствора в скважине более чем на 1 м ее выдерживают в течение суток и затем доливают до устья цементным раствором с меньшим водоцементным соотношением.

Г.3.17 До начала схватывания раствора в скважину устанавливают трубу-кондуктор. Через двое суток выполняют разбуривание цементного камня в трубе-кондукторе с продувкой сжатым воздухом. После этого ведут бурение скважины до проектной отметки нижнего конца сваи. По окончании бурения скважину через буровой став промывают от шлама свежим буровым раствором в течение 3...5 мин. Заполнение скважины раствором производится через буровой став или трубуинъектор от забоя скважины снизу вверх - до полного вытеснения глинистого раствора и появления в устье скважины чистого цементного раствора. Непосредственно после заполнения скважины раствором в нее устанавливают арматурный каркас, который опускают отдельными секциями. Стыковку секций армокаркаса выполняют с помощью сварки.

Г.3.18 После установки армокаркасов в проектное положение и при отсутствии утечек раствора из скважин (снижение уровня раствора в скважине не более чем на 0,5 м) выполняют опрессовку свай (рис. 9).

Для выполнения опрессовки сваи в верхней части трубы-кондуктора устанавливают тампон (обтюратор) с манометром и через инъектор нагнетают раствор под давлением в 0,2...0,3 МПа в течение 3...4 мин. Опрессовка может быть прекращена, если в ее процессе суммарный расход раствора не превышает 200 л. При большем расходе необходимо выдержать сваи в течение суток и после этого опрессовку повторить.

Г.4 Химическое закрепление грунтов

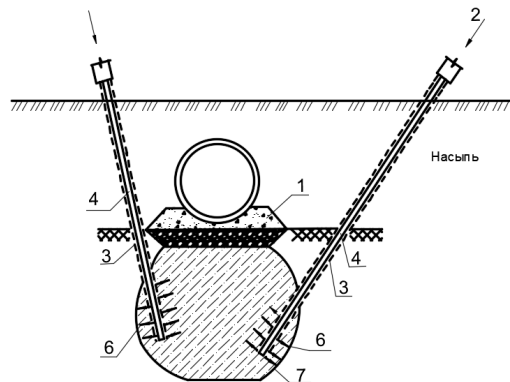
Г.4.1 Для усиления подходной насыпи к мостовым сооружениям и водопропускным трубам наибольшее распространение получили химические способы закрепления грунтов: цементация, глинизация, битумизация, силикатизация, смолизация и термическое закрепление грунта.

Г.4.2 **Цементация.** Цементация грунтов как способ представляет собой заполнение пустот, трещин и крупных пор в крупнообломочных грунтах, образующим со временем твердый цементный или цементно-глинистый камень.

Для цементации можно использовать цементные, цементно-песчаные и цементно-глинистые растворы. В каждом отдельном случае необходимо выбирать как состав раствора, так и его водоцементное отношение (В/Ц), которое может изменяться от 1 до 0,4. Кроме того, инъекционные растворы должны обладать следующими характеристиками: подвижностью раствора по конусу АзНИИ 10—14 см, водоотделением в течение 2 ч 0-2 %, прочностью при сжатии после твердения в течение 28 сут 1—2 МПа. Исходная плотность таких растворов, как правило, составляет 1,60—1,85 г/см³. Пример усиления фундамента с помощью цементации буроинъекционным методом показан на рис. Г.5.

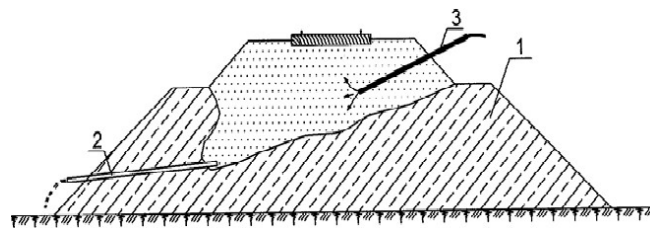
Г.4.3 Способ ремонта подходной насыпи земляного полотна включает изготовление дренажных скважин и удаление накопленной воды из земляного полотна по дренажным скважинам [13]. После устройства в грунте дренажных скважин осуществляют погружение инъекторов, при чем погружение производят с противоположной 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 иньекторы твердеющего раствора в сторону дренажных скважин (рис. Г.6). Технический результат состоит в повышении эффективности осушения земляного полотна с одновременным его упрочнением.



1 – существующий фундамент водопропускной трубы; 2 - направления нагнетания раствора; 3 - скважины; 4 – иньекторы для нагнетания раствора; 5 – манжеты для поддержания давления; 6 – направления распространения нагнетаемых растворов; 7 – контур упрочненного грунта

Рисунок Г.5 - Усиление фундамента водопропускной трубы путем упрочнения оснований



1 - поры насыпи земляного полотна; 2 - дренажная скважина; 3 - иньектор

Рисунок Г.6 - Усиление тела насыпи иньектированием

Г.4.4 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.

Г.4.5 При данном способе ремонта насыпи на подходах к искусственным сооружениям, осуществляют отвод воды, накопленной в земляном полотне осуществляются посредством устройства дренажных скважин [13]. 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.

Г.4.6 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.

Г.4.7 Иньектирование материала осуществляют под давлением 0,5...1,5 МПа (рис.12). Вода, находящаяся в этих порах и полостях, вытесняется от иньектора в сторону дренажной скважины. По мере вытеснения воды из полостей и пор земляного полотна ее место

занимает инъецируемый материал. В качестве последнего можно использовать цементно-глинистый раствор, цементно-песчаный раствор либо органический вяжущий материал

Г.4.8 В отличие от цементации **глинизация** может применяться для заполнения карстовых пустот только в сухих породах, способных после нагнетания глинистого раствора впитывать из него воду. В связи с этим после заполнения пустот глинистый раствор должен находиться в течение нескольких суток под гидравлическим напором

Г.4.9 При глинизации применяют глинистый раствор плотностью 1,2...1,3 г/см³. В результате повышения давления (более 2 МПа) вода из глинистого раствора отжимается, обезвоженное глинистое тесто плотно заполняет пустоты и придаст породе водонепроницаемость.

Г.4.10 Глинизация так же, как и цементация, может применяться только при небольших скоростях движения грунтовых вод во избежание уноса раствора из тампонируемой зоны, т. е. в гравелистых и трещиноватых грунтах, в которых коэффициент фильтрации находится в пределах от 50 до 5000 м/сут.

Г.4.11 **Силикатизация.** Сущность **двухрастворного способа силикатизации** заключается в том, что в песчаный грунт любой влажности через забитую металлическую перфорированную трубу (инъектор) поочередно нагнетались раствор силиката натрия (натриевое жидкое стекло) $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ и раствор хлористого кальция CaCl_2 . В результате химической реакции между ними в порах грунта образуется гидрогель кремниевой кислоты, и грунт быстро и прочно закрепляется. Двухрастворный способ обеспечивает высокую прочность грунта (табл. Г.1) и практически его полную водонепроницаемость. Недостатками этого способа являются высокая стоимость и большая трудоемкость работ. Поэтому его преимущественно применяют при усилении оснований под сооружениями. Закрепленный грунт имеет кубиковую прочность 1,5...3,5 МПа. Прочность закрепленного грунта не снижается при воздействии на него агрессивных вод.

Таблица Г.1 – Способы закрепления грунтов

Коэффициент фильтрации грунта; см/сек	Способ закрепления	Предел прочности на сжатие через 28 суток, кН/м ²
Крупные и средние пески 0,006÷0,012 0,012÷0,023 0,023÷0,092	Двухрастворный	3400-2900 2900-1900 1900-1500
Мелкие и пылеватые пески 0,006÷0,006	Однорастворный	360-490
Лессовый грунт 0,0001÷0,0023		590-1500

Г.4.12 Для закрепления мелких и пылеватых песков с коэффициентом фильтрации от 0,0006 до 0,006 см/сек применяют **однорастворный способ**.

В грунт нагнетают гелеобразующий раствор из жидкого стекла и фосфорной кислоты либо из жидкого стекла, серной кислоты и сернокислого аммония.

Первая рецептура обеспечивает более быстрое гелеобразование. Прочность закрепленного грунта (табл.Г.1) значительно ниже, чем при двухрастворном способе. Этот способ находит применение главным образом при устройстве противofильтрационных завес.

Г.4.13 Однорастворный способ силикатизации используют и 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.

Г.4.14 Способ **горячей битумизации** применяется в трещиноватой скальной и полускальной породах при большой скорости фильтрации. Он состоит в нагнетании через пробуренные скважины расплавленного битума, который, остывая в трещинах, сообщает породе водонепроницаемость. Так как битум не смешивается с водой, а при соприкосновении с ней образует пленку, плохо проводящую тепло, то при нагнетании он заполняет большие пустоты и каверны 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.

Г.4.15 Отрицательным качеством горячей битумизации является то, что в течение последующего времени при наличии напора грунтовых вод наблюдается выдавливание битума из трещин; также из-за значительной вязкости даже расплавленный битум не может полностью заполнить трещины с раскрытием менее 1 мм, таким образом, радиус битумизации колеблется от 0,75 до 1,5 м, а водопроницаемость полностью не снимается.

Г.4.16 **Смолизация.** Смолы, которые могут быть использованы для закрепления грунтов, должны обладать невысокой вязкостью и полимеризоваться в порах грунта при температуре от 4 до 10 °С. К таким смолам относятся: мочевино-формальдегидные (карбамидные), образующиеся в результате поликонденсации мочевины и формальдегида; фенольные, образующиеся в результате поликонденсации фенолов и альдегидов; фурановые, образующиеся при конденсации фурфурола и фурилового спирта; акриловые—производные акриловой кислоты; эпоксидные, получающиеся при конденсации эпихлоргидрина (или дихлоргидрина) с полиаминами, фенолами, полиспиртами и другими соединениями.

Г.4.17 Самой приемлемой для закрепления грунтов по всем критериям является **мочевиноформальдегидная (карбамидная) смола** по ГОСТ 14231 с различными отвердителями. Эта смола легко растворяется в воде, имеет малую вязкость, отверждается при невысокой температуре, а самое главное выпускается отечественной промышленностью в виде клеев в большом масштабе и по своей цене вполне доступна. Для широкого использования при закреплении грунтов.

Г.4.18 Сущность способа состоит в нагнетании в грунт гелеобразующего раствора, состоящего из раствора смолы и отвердителя в виде соляной или щавелевой кислоты. 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.

Г.5 Укрепление основания насыпи на подходах к мостовым сооружениям с помощью грунтоцементных свай

Г.5.1 Перед устройством свай, их геометрические оси выносятся в натуру и маркируются. Перед началом устройства каждой сваи оборудование и смеситель должны быть правильно выставлены в рабочее положение согласно проекту и с учетом допусков.

Кроме того, перед началом работ производится геодезическая проверка разметки свай с использованием GPS-оборудования.

Г.5.2 Сваи должны быть выполнены в пределах установленных проектом допусков. В случае выхода на поверхность излишков грунтоцемента, они должны быть собраны и удалены.

Выполнение работ по изготовлению свай технологией мокрого перемешивания должно производиться согласно проектной документации.

Г.5.3 Оборудование и смеситель должны соответствовать технологии выполнения работ, глубине обрабатываемого грунта, а также определенным в проекте допускам.

Частота вращения лопастей, погружения и извлечения смесителя должна быть установлена оптимально для получения необходимой однородности перемешиваемого грунта.

Частота вращения смесителя находится, как правило, в пределах 25-80 об/мин, а число оборотов лопастей составляет около 350 об/мин.

В процессе перемешивания суспензия в обрабатываемый грунт подается насосами с непрерывной подачей.

Г.5.4 В качестве вяжущего в рассматриваемой технологической карте применяется цемент, а также могут применяться известь, гипс, доменный шлак, зола, при этом перед их использованием проводится лабораторный анализ проб материалов.

Г.5.5 Работы выполняются в следующей последовательности:

- смеситель точно устанавливается над местом бурения;
- погружение бурового инструмента с одновременным перемешиванием грунта и подачей цементной суспензии из сопел, находящихся на конце смесителя (по мере погружения смесителя на требуемую глубину осуществляется размельчение и перемешивание грунта с подаваемой под давлением цементной суспензией с В/Ц от 0,5 до 1,2);
- достижение проектной отметки и постепенное извлечение смесителя содновременным перемешиванием грунта и подачей цементной суспензии;
- повторное смешивание и уплотнение полученной смеси грунта и суспензии;
- извлечение смесителя с тела грунтоцементной колонны;
- перестановка на следующую точку бурения.

Г.5.6 Технологический режим может предусматривать несколько циклов поднятия-опускания (проходок) смесителя с непрерывным вращением. В ходе перемешивания может варьироваться количество проходок на заданной глубине для улучшения перемешивания слоя плотного глинистого грунта или случая чередования песчаных и глинистых слоев грунта. Длина сформированного таким образом грунтоцементного элемента с применением стандартных буровых установок может достигать 25–30 м при диаметрах до 2,5 м.

Г.5.7 Сваи формируются путем механического перемешивания грунта с водоцементным раствором непосредственно в грунтовом массиве с возможной установкой металлических арматурных элементов.

Допускается выполнение повторного процесса перемешивания для подачи в обрабатываемую свай дополнительный объема вяжущей суспензии до определенной дозировки, для большей стабилизации определенного слоя или для поддержания в консистенции перемешанного грунта во время простоя или ожидания.

Г.5.8 Плотность суспензии подлежит контролю соответствующими приборами не менее двух раз за рабочую смену для каждого смесительного узла, но не менее, чем для каждой м³ готовой смеси. В случае дозировки смешиваемых материалов вручную частота контролирования должна быть увеличена.

Г.5.9 Подача раствора должна выполняться до выхода раствора на поверхность. Непосредственно после окончания бурения буровая установка отводится от скважины, вынутый и сброшенный со смесителя шлак удаляется средствами механизации, а затем производится ручная зачистка устья скважины с удалением верхнего слоя бетонной смеси до четкого обнаружения краев колонны.

Г.5.10 В зависимости от назначения при глубинном укреплении грунтов применяются различные схемы расположения свай. Если основной целью является уменьшение осадок, колонны располагаются равномерно по треугольной либо прямоугольной схеме.

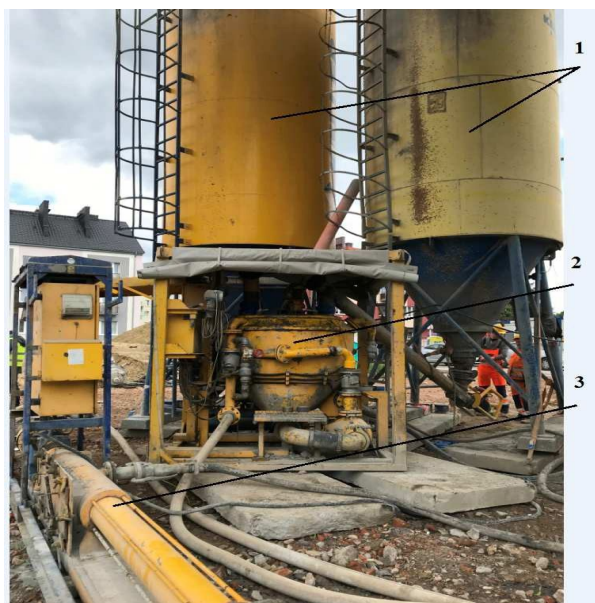
Г.5.11 Цементный раствор (суспензия) готовится на растворосмесительном узле. Доставленный на объект цемент загружается в силосы, с силосов цемент подается в смеситель для суспензии объемом 1,0 м³, в котором цемент затворяется с водой и готовый раствор цементный подается в 4,0 м³ емкость-накопитель для цементной суспензии.

Г.5.12 Оборудование для измерения расхода вяжущего и воды для приготовления суспензии должно быть откалибровано.

Далее с емкости-накопителя шнековый насос подает суспензию непосредственно на

рабочий орган буровой установки через напорный рукав. Насосы для транспортирования суспензии к выходным отверстиям бурового инструмента должны обладать необходимой мощностью (объемом подачи и давлением) для гарантированной подачи запланированного объема суспензии.

Г.5.13 Растворосмесительный узел питается электроэнергией за счет дизельной электростанции (Рис. Г.7). Мощность электростанции, насосной установки, смесителей, а также количество дополнительных смесителей, силосов для цемента зависит от выполняемых работ и указывается в проекте (глубина, диаметр устраиваемой колонны и категория грунтов).



1 – силосы для цемента, 2 – основная смесительная установка (миксер),
3 – шнековый насос с щитом управления

Рисунок Г.7 — Общий вид комплекса растворосмесительного узла

Г.5.14 Данные по приготовлению цементной суспензии по проекту, как соотношение воды и цемента закладываются в программу смесительной установки, которая далее в автоматическом режиме регулирует приготовление цементной суспензии.

Г.5.16 Контроль качества работ по технологии глубинного перемешивания включает в себя три различных этапа, а это входной, операционный и приемочный.

Г.5.17 Основой операционного контроля в режиме реального времени являются автоматизированные системы определения и записи производственных параметров буровой установки и насосной станции, позволяющие анализировать и при необходимости корректировать такие параметры как:

- расход вяжущего материала и его соотношение с водой в растворе;
- расход добавок при их наличии;
- давление и скорость подачи вяжущего и/или его водного раствора;
- скорость вращения и поступательного перемещения смесителя;
- глубину погружения смесителя;
- крутящий момент и усилие вдавливания;
- фактический расход вяжущего или его раствора в объеме преобразованного грунта.

Г.5.18 При необходимости для армирования грунтоцементных колонн используют двутавровые профили, стальные трубы или отдельные арматурные каркасы и стержни.

Армирующие конструкции (стальные стержни, арматурные каркасы или стальные

балки) вводятся в выполненную колонну непосредственно после окончания формирования колонны и зачистки устья скважины. Максимально допустимый промежуток времени между окончанием бетонирования и погружением арматурного каркаса зависит от подвижности растворной смеси, проектной глубины погружения арматурного каркаса и его жесткости. Рекомендуется соблюдать промежуток времени, не превышающий 20 мин.

Г.5.19 Погружение арматурного каркаса в сформированную колонну осуществляется под действием собственной массы, а также для погружения каркаса может быть использован вибропогружатель.

Процесс устройства грунтоцементных колонн приведен на рисунке Г.8.



Рисунок Г.8 - Процесс устройства грунтоцементных колонн

Библиография

- [1] СП 268.1325800.2016 Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования.
- [2] Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах (введено в действие распоряжением Минтранса России от 3 декабря 2003 г. N ОС-1067-р).
- [3] Рувинский В.И. Оптимальные конструкции земляного полотна (на основе регулирования водно-теплового режима). – М.:Транспорт, 1982. – 166 с.
- [4] СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты.
- [5] СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.
- [6] ТР ТС 014/2011 Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог».
- [7] Проект производства работ на устройство грунто-цементных свай «JET» на объекте: «Укрепления подходов к путепроводу по БАКАД через а/д Алматы – Усть-Каменогорск». Астана: ТОО СФ «СТРОЙКОМПЛЕКТ-АСТАНА», 2024.
- [8] Соколов А.Д. Армогрунтовые системы автодорожных мостов и транспортных развязок: монография. – СПб.: ООО Отраслевая медиа-корпорация «Держава», 2013.-504 с.
- [9] СТО НОСТРОЙ 2.29.105-2013 Мостовые сооружения. Укрепление конусов и откосов насыпей на подходах к мостовым сооружениям.
- [10] СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85.
- [11] Типовой проект 3.503-41 Сопряжение автодорожных мостов и путепроводов с насыпью. Выпуск 3 Схемы производства работ.
- [12] Методические рекомендации по проектированию и строительству сопряжений автодорожных мостов и путепроводов с насыпью (утверждены 5 ноября 1975 г. Союздорнии)
- [13] Патент № 2277616 Российская Федерация, МПК E 02 D 3/12, E 01 B 1/00. Способ ремонта железнодорожного земляного полотна [Текст] / М. Я. Крицкий, А. Л. Ланис, В. Ф. Скоркин; заявитель и патентообладатель Сибирский гос. ун-т путей сообщения. № 2004122283/03; заявление 19.07.2004; опубл. 10.06.2006, Бюллетень. № 16.

МКС 93.040

Ключевые слова: мостовые сооружения, сопряжения с насыпями подходов, переходные плиты, укрепление грунтов, устранение дефектов. грунтоцементные сваи
