

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ТОПЫРАҚТЫҚ МАТЕРИАЛДАРДАН ЖАСАЛҒАН БӨГЕТТЕР

ПЛОТИНЫ ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014
СП РК 3.04-105-2014

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер
ресурстарын басқару комитеті

Министерство национальной экономики Республики Казахстан
Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального
хозяйства и управления земельными ресурсами

Астана 2015

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 **ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ, ҚазКСЖДИ ҚарМТУ
- 2 **ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3 **БЕКІТІЛГЕН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29-желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1-шілдеден бастап

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 **РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА, КазМИРР при РГП на ПХВ КарГТУ
- 2 **ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
- 3 **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан от «29» декабря 2014 года № 156-НҚ с 1 июля 2015 года

Осы мемлекеттік нормативті ҚР сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатысыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства РК

МАЗМҰНЫ

МАЗМҰНЫ.....	III
КІРІСПЕ	V
1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ.....	1
2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	1
3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР	2
4 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР	3
4.1 Топырақты тоған түрі мен оның жармасын тандау туралы жалпы ережелер	3
4.2 Тоғандарды тұрғызуға қолданылатын топырақтардың физикалық-механикалық, сүзілгіштік және жылуфизикалық сипаттамалары	6
5 ҮЙІЛГЕН ТОПЫРАҚ ТОҒАНДАРЫ	8
5.1 Құрылымдық шешімдері	8
5.2 Материалдарға қойылатын талаптар	10
5.3 Тоған жармасы мен жотасының көрінісі	11
5.4 Құламаларды бекіту	13
5.5 Сүзілуге қарсы құрылғылар	16
5.6 Құрғатқыш құрылғылар	19
5.7 Кері сүзгіштер	22
5.8 Тоған денесінің негізбен, жағалармен және бетонды ғимараттармен қабысуы	23
5.9 Тоғандарды қайта жөндеу бойынша негізгі жағдайлар	27
6 ШАЙЫЛҒАН ТОПЫРАҚ ТОҒАНДАРЫ.....	27
6.1 Құрылымдық шешімдер	27
6.2 Материалдарға қойылатын талаптар	30
6.3 Тоған денесінде топырақты түйіршіктеу	31
6.4 Тоған құламасын бекіту және оның көрінісі	32
6.5 Тоғандарды қайта салуға қойылатын талаптар	34
7 ТАСТЫ-ТОПЫРАҚТЫ ЖӘНЕ ТАСТЫ-БӨГЕТТІ ТОҒАНДАР.....	34
7.1 Құрылымдық шешімдер	34
7.2 Материалдарға қойылатын талаптар	36
7.3 Тоған құламасының көрінісі	37
7.4 Сүзілуге қарсы құрылғылар	38
7.5 Тоған негіздеріне қойылатын талаптар. Тоғандардың негізбен және өңірлермен қабысуы	40
8 ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР.....	41
9 ТОҒАНДАРДЫ ЕСЕПТЕУДІҢ НЕГІЗГІ ЖАҒДАЙЛАРЫ	42
10 СЕЙСМИКАЛЫҚ АУДАНДАРДА ТОПЫРАҚТЫҚ МАТЕРИАЛДАРДАН ЖАСАЛҒАН ТОҒАНДАРДЫ ЖОБАЛАУ	51
11 ТОҒАНДАР МЕН БӨГЕТТЕРДІҢ ҚҰЛАМАЛАРЫН ҚОРҒАУҒА АРНАЛҒАН ГАБИОНДЫ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ ОРНАТУ БОЙЫНША ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР	61
А қосымшасы (ақпараттық) Кеукті қысымды ескеру қажеттілігінің жағдайы	65
Б қосымшасы (ақпараттық) Ғимараттар мен негіздердің жағдайын құрылысы мен пайдалануы кезінде бақылау	69

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

В қосымшасы (ақпараттық) Топырақты сүзілуге қарсы құрылғылардың таутасты негізбен қабысу құрылымы.....	71
Г қосымшасы (ақпараттық) Топырақты тоғандар шайылуы кезінде топырақтың жоғалуы.....	73
Д қосымшасы (ақпараттық) Шайылған топырақты тоғандарды тұрғызу кезінде топырақтың шайылу нормасын есептеу	75
Е қосымшасы (ақпараттық) Тоғанның көлденең қимасында түйіршіктену аймағының шекарасын және шайылған топырақтың орташаланған түйіршіктік құрамын есептеу	77
Ж қосымшасы (ақпараттық) Болат диафрагмалармен тоғандарды жобалау	82
И қосымшасы (ақпараттық) Көлбеу күштерінің әсерлесуі әдісі арқылы құламалар төзімділігін есептеу.....	87
К қосымшасы (ақпараттық) Асфальтбетонды диафрагмаларын есептеу ерекшеліктері және олардың тоғандар жұмысына әсері	90
Л қосымшасы (ақпараттық) Тоғандарды жөндеу және қайта жөндеу жағдайларын бағалау, негізгі бұзылулар түрлері	93

КІРІСПЕ

Осы ережелер жинағын әзірлеу барысында қолданыстағы құрылыстық нормалар мен ережелердің, мемлекеттік және мемлекеттер аралық стандарттардың талаптары, ведомствалық нормативтік талаптары мен топырақтық материалдардан жасалған тоғандарды жобалау, тұрғызу және пайдалануға беру саласындағы ғылыми-зерттеулік және жобалық институттарының жұмыс тәжірибесі ескерілді.

Осы ережелер жинағы бақылаушы өнеркәсіптердің және қадағалаушы органдардың жұмысшыларына, жобалық және енгізуші ұйымдардың сарапшыларына арналған.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ТОПЫРАҚТЫҚ МАТЕРИАЛДАРДАН ЖАСАЛҒАН БӨГЕТТЕР
ПЛОТИНЫ ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Енгізілген күні - 2015-07-01

1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ

1.1 Осы ережелер жинағы әртүрлі құрылыс түрінің жүйелері құрамына енетін (гидроэнергетикалық және сулы көліктік, мелиоративтік жүйелер, сумен қамтамасыз ету жүйесі, балық өсіру, су басудың алаңды қорғау) топырақтық материалдардан жасалған (үйілген топырақтық және шайылатын, тасты-топырақты және тастыбөгетті) жаңа тоғандарды жобалауға және бар тоғандарды (немесе арынды бөгеттерді) қалпына келтіруге арналған негізгі жағдайлар мен қолайлы техникалық шешімдерден тұрады.

1.2 Шөккіш және ісінгіш топырақтарда, сонымен қатар көшкіндерге, тасқындарға және карсттарға бейімделген аймақтарда құрылыс жүргізу үшін арналған топырақтық материалдардан жасалған тоғандарды жобалау кезінде, көрсетілген жағдайларда ғимараттардың құрылысына қойылатын қосымша талаптар ескерілуі тиіс.

2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Ұсынылған ережелер жинағын қолдану үшін келесі сілтемелі нормативтік құжаттар қажет:

ҚР ҚН 1.02-18-2007 Құрылыстағы инженерлік геологиялық іздестірулер.

ҚР ҚНЖЕ 3.04-04-2006 Гидротехникалық ғимараттардың негіздері.

ҚР ҚНЖЕ 3.04-40-2006 Гидротехникалық ғимараттарға түсетін жүктемелер мен әсерлер (толқындық, мұздық және кемедең).

ҚР ҚБҚ 5.01-02-2013 Топырақты нығыздау кезіндегі құрылыс алаңшасының жағдайларындағы топырақтың нығыздығына оперативтік бақылау жүргізу.

ҚР ЕЖ 1.02-103-2013 Топырақтық құрылыс материалдарын зерттеу. Жұмыстарды орындаудың жалпы ережелері.

ҚР ЕЖ 3.04-101-2013 Гидротехникалық имараттар.

ҚР ЕЖ 3.04-109-2014 Гидротехникалық теңіз және өзен көлік имараттары.

ҚР ЕЖ 5.01-101-2013 Жер имараттары, іргелер мен іргетастар.

Ескертпе - Ұсынылған ережелер жинағын қолдануда, сілтеме жасалған құжаттарды жыл сайын жаңартылып отыратын «Қазақстан Республикасы шекарасында қызмет атқаратын сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық тізім», «Қазақстан

Республикасының стандарттау бойынша нормативтік құжаттарға сілтеу», «Қазақстан Республикасының мемлекет аралық нормативтік құжаттарға сілтеу» құжаттары бойынша тексерген жөн. Егер сілтеме құжаты ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда ұсынылған құрылыс нормасын қолданғанда ауыстырылған (өзгертілген) құжатты қолданған жөн. Егер сілтеме құжаты ауыстырымсыз алынып тасталса, онда оған сілтеме берілген ереженің бөлігі ғана қолданылады.

3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР

Осы ережелер жинағында келесі терминдер және оларға сәйкес анықтамалар қолданылады:

3.1 Берма: Тоған құламасындағы көлденең алаң.

3.2 Бьеф: Сутірек ғимараттарына қабысқан ағын су бөлігі.

3.3 Жоғарғы бьеф: Сутірек ғимаратының жоғарғы жағындағы бьеф.

3.4 Жоғарғы құлама: Жоғарғы бьеф жағынан тоғанның беті.

3.5 Жота: Тоған денесінің үсті.

3.6 Тоған диафрагмасы: Тоған денесінің ішінде орналасқан, топырақты емес материалдардан (бетон, асфальтобетон, темір және т.б.) орнатылған сүзілуге қарсы құрылғылар.

3.7 Құрғатқыш құрылғылар: Төменгі бьефке сүзілу тасқының ұйымдастырылып жинауға және бұрып жіберуге арналған, тондануға бейімделген аймаққа және тоғанның қорғалмаған төменгі құламасына сүзілу тасқынының шығуын болдырмайтын, тоғанның төменгі құламасының төзімділігін жоғарлатуға арналған депрессионды беттінің төмендеуі экономикалық негізделген, сонымен қатар тоған денесі мен негізіндегі сазды топырақтарының нығая сығылу үрдісін жылдамдатуға және кеуекті қысымды азайтуға арналған топырақты және тасты материалдардан жасалған тоған элементі.

3.8 Шайылған топырақ тоғаны: Гидромеханизация әдісі арқылы денесі 50 % дейін (көлемі бойынша) сазды, құмды–кесекті топырақтардан тұрғызылған тоған.

3.9 Үйілген топырақ тоғаны: Топырақты механикалық нығыздау арқылы үйіндіні қабаттап құрғату әдісі арқылы жасалған денесі 50 % дейін (көлемі бойынша) сазды, құмды-кесекті топырақтардан тұрғызылған тоған.

3.10 Тоғанның тісі: Таутасты негіз кезінде тоғанның төзімділігін жоғарлату немесе жұмсақ негіз кезінде сүзілу жолын ұлғайту мақсатында негізге табанның біртіндеп тереңдетілуі.

3.11 Тасты-топырақты тоған: Денесі 50 % дейін (көлемі бойынша) кесекті–түйіршікті топырақтардан немесе таутасты немесе таутасты емес топырақтарының тау кен массасынан тұрғызылған тоған.

3.12 Кеуекті қысым еселігі: Топыраққа түсетін ең үлкен кеуекті қысымның толық қысымға қатынасы.

3.13 Арынды бөгет: Топырақты тоғанға құрылымы бойынша ұқсас алаңды, су басудан алаңды қорғауға арналған сапалы үйінді түріндегі гидротехникалық ғимарат.

3.14 Төменгі бьеф: Сутірек ғимаратының төменгі жағындағы бьеф.

3.15 Төменгі құлама: Төменгі бьеф жағынан тоғанның беті.

3.16 Кері сүзгіш: Байланыспаған топырақтардың бір немесе бірнеше қабаттарынан орнатылатын, сүзілу ағыңының қозғалыс бағыты бойынша түйіршіктер ірілігінің ұлғаюы

тәртібінде салынған, және тоған денесі мен негіз топырақтарының сүзілу деформациясын (суффозия, байланысты тіреу және т.б.) алдын алуға арналған құрғатқыш құрылғысының элементі.

3.17 **Тоған құламасы:** Көкжиекке көлбеу жатқан тоғанның бүйірлік беті.

3.18 **Ауыспалы қабаттар:** Тоған денесінде топырақтық сүзілуге қарсы құрылғылар мен ірі кесекті материалдар байланысында орнатылатын және сүзілуге қарсы құрылғылар топырақтарының сүзілу деформациясын алдын алуға арналған тасты-топырақты тоған элементі.

3.19 **Тоған:** Судың деңгейін көтеру үшін ағын суы мен оның алабын бөлетін, бірқалыпты арың мен су қоймасын құрайтын сутірек ғимарат.

3.20 **Тоған табаны:** Тоғанның негізге түйісу беті.

3.21 **Тірек деңгей:** Тірек нәтижесінде ағын суында немесе су қоймасында пайда болатын судың деңгейі.

3.22 **Тоған салымы:** Тоғанның қалқанына немесе өзегіне қабысқан, су өткізгіштігі аз топырақтардан орнатылатын және топырақ негізінде тоған астында сүзілу ағыңының жолын ұлғайтуға арналған сүзілуге қарсы көлденең құрылғылар.

3.23 **Кеуекті қысым:** Жүктеме астында топырақты нығая сығу үрдісінде пайда болатын топырақ кеуектеріндегі судың артық (атмосфералық қысымнан жоғары) қысымы.

3.24 **Потерна:** Тоған ішіндегі галерея.

3.25 **Сүзілуге қарсы құрылғылар:** Тоған денесі арқылы өткен судың сүзілуін азайтуға, тоған денесінде топырақтың қауіпті сүзілу деформацияларын және тоғанның төменгі құламасының төзімділігін жоғарлатуға арналған топырақты және топырақты емес материалдардан жасалған тоған элементі.

3.26 **Пульпа:** Гидромониторлар немесе земснарядтар арқылы кен орындарын өндеу кезінде пайда болатын, шайылған топырақты тоғандарды тұрғызу үшін қолданылатын топырақтың сумен қоспасы.

3.27 **Тоған қалқаны:** Тоғанның жоғарғы құлама жағында орналасқан, су өткізгіштігі аз (сазды) топырақтардан немесе топырақты емес материалдардан (бетон, асфальтобетон, полимерлы қабыршақтар және т.б.) орнатылған сүзілуге қарсы құрылғылар.

3.28 **Тоған өзегі:** Тоған денесінің ішінде орналасқан, су өткізгіштігі аз (сазды) топырақтардан орнатылған сүзілуге қарсы құрылғылар.

4 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

4.1 Топырақты материалдардан жасалған тоғандарды жобалау және салу кезінде 2 Бөлімде көрсетілген нормативтік-техникалық құжаттардың нұсқалары ескеріледі.

4.1 Топырақты тоған түрі мен оның жармасын тандау туралы жалпы ережелер

4.1.1 Топырақты материалдардан жасалған тоғандарды жобалау және салу үшін қажетті инженерлік ізденістер, соның ішінде инженерлік-геодезиялық, инженерлік-геологиялық, гидрометеорологиялық ізденістерді келесі нормативті-техникалық

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

құжаттарды ескеру арқылы жүргізеді: ҚР ҚБҚ 5.01-02, ҚР ЕЖ 1.02-103, ҚР ҚН 1.02-18, ҚР ЕЖ 3.04-101 және ҚР ЕЖ 5.01-101, сонымен қатар жобаланатын нысанның нақты жағдайларын ескеретін және жобалауға берілген тапсырмада гидротехникалық құрылыстың ерекшелігі мен қосымша бастапқы мәліметтері ескеріледі.

Инженерлік-геологиялық ізденістердің көлемі мен әдістемесі, инженерлік-геологиялық қиманы оқу кезіндегі ауданы мен тереңдігі жобалау кезеңіне, табиғи ортаның қиындығына, тоғанның түріне және өлшемдеріне сәйкес келуі керек.

4.1.2 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандар негізі ҚР ҚНЖЕ 3.04-04 көрсетілген талаптарын қанағаттандыруы тиіс.

4.1.3 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандар денелерінің материалдарына және сүзілуге қарсы құрылғыларына, сонымен қатар тұрғызу әдістеріне байланысты бірнеше түрлерге бөлініп қарастырылады, олардың негізгі түрлері Кесте 1 келтірілген.

1-кесте – Топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың классификациясы мен белгілері

Тоған түрі	Ерекше белгілері
Үйілген топырақты	Топырақтары саздыдан кесекті- түйіршіктерге дейін; нығыздап құрғақ кезінде үйіледі немесе судың үстіне үйіледі
Шайылған топырақты	Топырақтары саздыдан кесекті-түйіршіктіге немесе қиыршық тастыға дейін; Гидромеханизация әдістерімен шайылады
Тасты-топырақты	Топырақтың денесі – ірікесекті; сүзілуге қарсы құрылғылары – саздыдан ұсақ құмға дейін
Тасты-бөгетті	Топырақтың денесі – ірікесекті; сүзілуге қарсы құрылғылары – топырақты емес материалдардан немесе аралас: топырақ + инелеу, және т.б.

4.1.4 Тоған түрі (1 Кесте) негіздің және жағалардың топографиялық және инженерлік-геологиялық жағдайларына, құрылыс алаңының гидрологиялық және климаттық жағдайына, судың күшінің шамасына, топырақтық құрылыс материалдарының болуына, ауданның сейсмикалығына, құрылысты ұйымдастырудың жалпы схемасы мен жұмыс өндірісіне, құрылысқа қажетті судың өтуі ерекшеліктері, тоғанды пайдалануға беру мерзімі мен пайдалану жағдайларына сәйкес қабылданады.

Тоғанның түрі мен құрылымын құрылыс жұмыстарының технологиясын, сонымен қатар гидротүйіннің жалпы құрылымын ескеретін нұсқаларды техникалық экономикалық салыстыру негізінде тандайды. Салыстырылатын нұсқалар бірдей өндіріс пен беріктікке ие болады. Топырақтық материалдардан тоғандар тұрғызу үшін пайдалы қазбалар немесе кен орындарынан алынған топырақ пен тасты қолдану қарастырылады.

4.1.5 Топырақтық материалдардан тоғандарды тұрғызуды тау-тасты, соған орай тау-тасты емес негіздерде де орнату мүмкін.

Таутасты емес негіздерде, суға ертитін қосындылары бар I және II классты тоғандарды тұрғызу үшін, ғимараттың төзімділігі мен деформациясын, сүзілгіштік шығынын бағалау кезінде, тұздалу және сілтісіздендіру жылдамдығын және осы үрдістерді ескеру арқылы зерттеулер жүргізілгеннен кейін рұқсат етіледі. Негіз

топырақтардың сілтісізденуін бодырмау үшін әртүрлі құрылымдық шаралар қарастырылады (мысалы, тістегіш, бүркеулерді орнату, тоған негізіне қоюланған ертінділерді жіберу және т.б.).

Торфталған және торфты негіздерде топырақтық материалдардан тоғандарды салу кезінде, ғимараттың төзімділігін негіздеу барысында уақыт бойынша торфтың бөлінуі болжанады және осы үрдісті ескере орындалады.

Лайланған топырақтарда тоғандарды тек арнайы негіздеме болған жағдайда ғана рұқсат етіледі.

4.1.6 Тауасты емес негіз топырақтардың сапасын бағалау кезінде, олардың құрамында келесі қосындылардың болуына ерекше көңіл бөлу қажет:

- Суффозиялық және шөгінді топырақтарға;
- нығая сығылудың дамуына байланысты кеуекті қысым жоғарлайтын топырақтарға (А Қосымшасы).

4.1.7 Тауасты негіз топырақтардың сапасын бағалау кезінде, олардың құрамында келесі қосындылардың болуына ерекше көңіл бөлу қажет:

- жабынды шөгінділерге;
- орнықсыз сілемдерге, олардың құлауы тоғанның құрылысы мен пайдалануына ерекше әсер етеді;
- алқаптың көлденең жағына бағытталған жарылулар мен бұзылулардың аймағына;
- беріктігі аз немесе оңай шайылатын топырақтармен толтырылған жарылуларға;
- тектоникалық бұзылуларға;
- әлсізденген аймақтарға, олар сүзілудің әсері мен суланған жағдайда төзімділігі азайып, құлап түсуі мүмкін;
- карсттық алаңдарға.

4.1.8 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандарды жобалау барысында оларды тұрғызу бойынша жұмыстар өндірісінің әдістері ескеріледі, сонымен қатар ҚР ЕЖ 3.04-101, ҚР ЕЖ 3.04-109 жалпы талаптары орындалады. Тоғанның әр элементі үшін, оны тұрғызу материалдарын, жұмыс өндірісінің әдісін, климаттық, инженерлік геологиялық және басқа да жергілікті жағдайларды ескеріп, техникалық жағдайы құрастырылады, сонымен бірге тоғанның берік жұмыс істеуін қамтамасыз ететін жұмыстардың сапасын бағалау қарастырылады. Техникалық жағдайлар құрылыс үрдісі кезінде өзгертілуі және нақтылануы мүмкін.

4.1.9 Тоғандарды жобалау кезінде топырақтардың қатуы және еруі кезінде физикалық механикалық өзгерістерін, құламалардың төзімділігі мен кернеулік деформациялық күйлерін есептеу кезінде тоған денесіндегі температуралық ылғалдылық режимін ескеру қажет.

4.1.10 Тоған жобаларында құрылыс үрдісінде, сондай ақ оны пайдалану мерзімінде ғимараттың жұмысына болмыстық бақылаулар жүргізу үшін, бақылау өлшегіш құралдарын (БӨҚ) қолдану арнайы жобасы қарастырылады. Құрылыс және пайдалану мерзімінде тоғандар жағдайын бағалау ұсынылған Б Қосымшасына сәйкес жүргізіледі.

4.1.11 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың қайта құрылысы келесі қажет болған жағдайда іске асырылады:

- ғимараттың беріктігі мен оны пайдалану жағдайына талаптардың жоғарылауы кезінде;
- пайдалану шығындары есебінен ғимараттың тиімділігінің жоғарлауы;
- су қойма реттегіш призмасының ұлғаюы;
- табиғи ортаны қорғау бойынша қосымша талаптарды орындау.

4.1.12 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандарды қайта салу жобаларында пайдаланылған ғимараттарды тексеру нәтижелері және түйіскен ғимараттардың (суағар тоғандар, суағарлар, ГЭС ғимараттары, шлюздер, балық өткізгіш ғимараттар және т.б.) қайта салыну қажеттіліктері қарастырылады.

4.2 Тоғандарды тұрғызуға қолданылатын топырақтардың физикалық-механикалық, сүзілгіштік және жылуфизикалық сипаттамалары

4.2.1 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандар мен бөгеттерді жобалау үшін топырақ құрамында суда еритін тұздар, сонымен қатар органикалық қоспалар және олардың ыдырау дәрежесі анықталынады. Тас және ірі кесекті жыныстар үшін судың жұтылуы анықталынады.

Топырақтардың сипаттамалары (беріктік, деформациялық, сүзілгіштік) тоғандарда топырақтар оның құрылысы және пайдалану үрдісі кезінде болатын, тығыздықтың, ылғалдылықтың және температураның жағдайын ескеру арқылы анықталынады, I классты тоғандар үшін – ҚР ҚБҚ 5.01-02, ҚР ЕЖ 1.02-103, ҚР ҚН 1.02-18 сәйкес тұрғызу тізбектілігін және кернеулік деформациялық түрі мен температуралық ылғалдылық жағдайларын ескеру арқылы жүзеге асырылады.

4.2.2 I және II классты тоғандарды жобалау үшін мыналар анықталады:

- берілген тау жынысының сығылуға кедергісі мен жұмсару еселігі – тасты және ірі кесекті топырақтар үшін;
- анизотропияны ескеру арқылы шайылған және сумен жатқызылған топырақтардың сүзілгіштік және беріктік қасиеттері;
- бір шекті созылуға беріктігі σ_t (қажет болған жағдайларда тоғандар мен бөгеттердің сазды сүзілуге қарсы құрылғыларының жарылуларға төзімділігін тексеру);
- тасты себінділердің ішкі үйкеліс бұрышы мен ілініс күші, егер олардың әртүрлі дәрежедегі қуыстары мұзбен (егер төменгі призмада мұздақтар пайда болса) жабылған жағдайда.

4.2.3 Тоғандар мен бөгеттердің денесін жабуға арналған топырақтардың сипаттамаларын, сонымен қатар олардың негіз топырақтарын инженерлік-геологиялық және геомеханикалық зерттеулер мәліметтері негізінде табылады.

I және II классты топырақтық материалдарды жобалау барысында қолданылатын қоспалардың сипаттамаларын арнайы зерттеулер арқылы анықтайды.

Шайылған тоған топырақтарының сипаттамаларын кен орындарындағы топырақтарда тұрғызылған ұқсас тоғандарды, түйіршіктік құрамы және пішіні бойынша жобаланатын ғимараттың топырақтарына жақын орналасқан немесе шайылған сынақ жүргізу нәтижелері ұқсас мәліметтерін ескеру арқылы анықтайды.

Шайылған тоған сипаттамаларын белгілеу кезінде анизотропия ерекшеліктерін ескеру арқылы, сүзілгіштік және беріктік қасиеттері анықталады.

Жер бетіндегі әртекті шайылған тоғандар үшін (6.2.3 қара) шайылған топырақтың физикалық-механикалық сипаттамалары әр аймақ үшін жекеленіп анықталады.

4.2.4 Топырақтардың нормативтік және есептік мәндері (тығыздық, беріктік және сүзілгіштік көрсеткіштері және т.б.) далалық және зертханалық зерттеулер нәтижелерін статикалық өндеу жолымен анықталады.

Бөгеттегі судың деңгейінен жоғары шайылатын топырақтардың есептік мәнінің сипаттамалары (құмды, қиыршық тасты, тасты) 2 Кесте бойынша, шайылу сынақтары нәтижелері бойынша өзгертіліп алынады.

2-кесте – Судың деңгейінен жоғары шайылатын топырақтардың есептік мәндері

Топырақ	Құрғақ топырақтың тығыздығы ρ_d , т/м ³	Суға қаңыққан топырақтың ішкі үйкеліс бұрышы φ , град	Сүзілу еселігі k , м/тәу
Құмды:			
шаңды	1,35–1,50	22–24	0,5–5
ұсақ және орташа ірі	1,45–1,60	24–30	2–25
қиыршық тасты	1,55–1,65	30–32	5–35
қиыршық тасты құрамында 50 % құм болса	1,60–1,75	32–34	10–50
	1,70–1,90	34–36	Св. 30
Ескертпелер 1 Берілген мәліметтер тығыздықтары $\rho_s = 2,65 - 2,70 \text{ т/м}^3$ болатын топырақтар үшін. 2 Тығыздықтың ρ_d және сүзілу еселігінің k үлкен мәдері түйіршіктері домалатылған топырақтар үшін, ал кіші мәндері– домалатылмаған түйіршікті топырақтар үшін берілген. 3 Ішкі үйкеліс бұрышының үлкен мәндері түйіршіктері домалатылмаған топырақтар үшін, ал кіші мәндері– домалатылған түйіршікті топырақтар үшін берілген. 4 Анизотропияны ескеру кезінде шайылған құмды топырақтардың сипаттамаларын шайылған тоғандардың құламалар сүзілуі мен төзімділігін есептеуде 2 Кестеде келтірілген сүзілу еселігі мен ішкі үйкеліс бұрышының мәндерін сынақ нәтижелеріне сәйкес өзгертуге болады.			

Су астында шайылған, шайылған тоғандардың бөліктері үшін құрғақ топырақтың тығыздығы, тығыздығы құрғақ топырақ пен ρ_d ең үлкен борпылдақ күйдегі топырақтың тығыздығы $\rho_{d,\min}$ арасындағы орташа арифметикалық мәні ретінде қабылданады.

Ірі кесекті топырақтардың беріктік сипаттамаларын ұқсастық және сұлбалық қоспаларда сынақтар жүргізу арқылы, олардың құрамын сұлбалау негізінде анықтауға рұқсат етіледі.

4.2.5 Толық ғимарат немесе оның жеке бөлшектері үшін топырақтардың физикалық-механикалық сипаттамаларының көрсеткіштері сенімділік ықтыималдығы $\alpha = 0,95$ болатын, есептік тығыздық кезінде орнатылады.

4.2.6 Топырақтың бірігу тығыздығы жер бетіндегі үйілмелі, тасты-үйілмелі тоғандардың биіктігі бойынша белгіленуі мүмкін, келесі ерекшеліктерді ескеру арқылы:

- кен орындарындағы топырақ материалдарының құрамы мен қасиетінің өзгерісін және тоған денесіндегі топырақтың орналасуын (биіктік бойынша, сонымен қатар көрініс элементі бойынша);

- жоғарыда жатқан топырақ қабаттарынан түсетін жүктеме;
- кернеулік-деформацияланған күйі;
- топырақ материалын үйілу және нығыздау әдісін және тұрғызудың қарқындылығын.

Кен орындарынан үйілетін тоғандар үшін, егер оның ауданы және тереңдігі бойынша топырақтардың құрамы мен қасиеттері әртекті жағдайларда, кен орындарында өндірілетін аймақтың нақты топырақтық жағдайына байланысты топырақтарды төсеу 4.2.4 тармақтары талаптарына сәйкес белгіленеді.

Сейсмикалық аймақтарда тұрғызылатын тоғандар үшін топырақтардың бірігу тығыздығы, олардың көрінісі жоғарғы бөлігінде жобаның талаптарына сәйкес орнатылады. Бұл бөліктердің өлшемдері тоғанның құрылымына байланысты анықталынады.

Нақты топырақтардың бірігу тығыздығын өндірілетін нұсқалардың техникалық экономикалық көрсеткіштерін салыстыру нәтижелері бойынша қабылданады.

4.2.7 Жобаларда тоғанның, оны тұрғызу үрдісінде негізі мен денесінің жағдайын геотехникалық бақылауы қарастырылуы керек.

4.2.8 I және II классты топырақтық материалдардан жасалған тоғандар үшін үйілген және тегістелген сынақтар немесе жобаланатын ғимараттың көрінісі көлемдерінің шегінде орналасқан алаңдардағы топырақтың шайылуы, құрылыс жұмыстарының технологиясын өңделуі, есептік сипаттамаларды нақтылануы негізінде, ал шайылатын тоғандар және үйілген топырақтарда орнатылатын тоғандар үшін топырақтардың түйіршіктік құрамы шайылу құламасы бойынша анықталынады.

III және IV классты тасты-топырақтық және тасты-үйілмелі тоғандардың ірі кесекті топырақтардың тығыздығын топырақтың түйіршіктік құрамының ұқсастығын, сығылуға тастың беріктігін, үйілген топырақтың қалыңдығын, сонымен қатар оны нығыздау әдістерін ескеру бойынша белгілеу рұқсат етіледі.

Топырақтық емес сүзілуге қарсы элементтері бар тоғандар үшін (диафрагма, қалқан) топырақтың бірігу тығыздығы, осы элементтердің деформациясын шектеу, деформациялық жапсарлардың бұзылмауы үшін ескерілген талаптарын ескеру арқылы тағайындалады.

5 ҮЙІЛГЕН ТОПЫРАҚ ТОҒАНДАРЫ

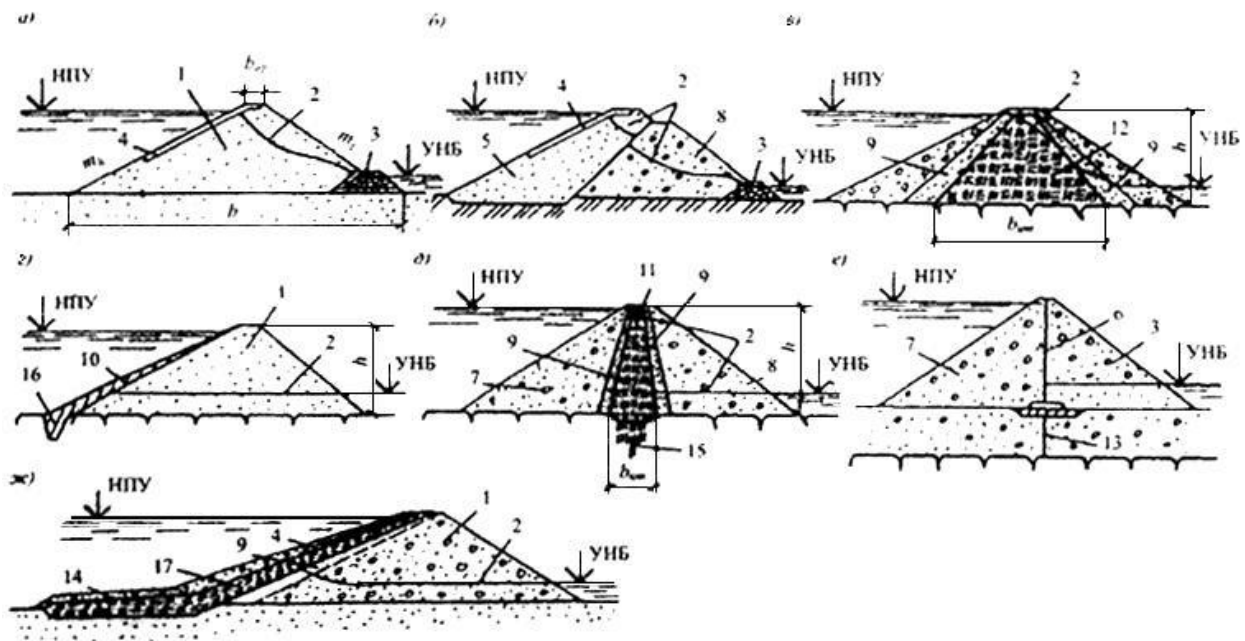
5.1 Құрылымдық шешімдері

5.1.1 Үйілген топырақ тоғандар денесінің құрылымы және сүзілуге қарсы құрылғылары бойынша бірнеше түрлерге бөлінеді, олардың кейбір түрлері 3 кестеде және 1 суретте көрсетілген.

5.1.2 Тауасты емес негізде үйілген топырақ тоғандарын жобалау барысында біртекті тоғандарға, сонымен қатар топырақтық сүзілуге қарсы құрылғылары бар тоғандарға артықшылық берілді (призмалы, өзекті, қалқанды).

3-кесте – Үйілген топырақтық тоғандар классификациясы

Тоғандар элементі	Тоғандар түрі
Тоған денесі	Біртекті (Сурет 1, а) Әртекті (Сурет 1, б, в) Топырақтық емес материалдардан жасалған қалқандар (Сурет 1, г) Топырақтық өзектерімен (тік немес көлбеу), Сурет 1, д Топырақтық емес диафрагмасымен (Сурет 1, е) Топырақтық қалқанымен (Сурет 1, ж)
Тоған негізіндегі сүзілуге қарсы құрылғылар	Тістегішімен (Сурет 1, г) Инъекциялы (цементациялық және басқа) бүркеуі (Сурет 1, д) Қабырғалы, шпунтты (Сурет 1, е) Солғынымен (Сурет 1, ж)



а–ж – Кесте 3-қа; 1 – тоған денесі; 2 – депрессия беті; 3 – құрғатқыш; 4 – құламаны бекіту; 5 – жоғарғы сүзілуге қарсы призма; 6 – диафрагма; 7 – жоғарғы призма; 8 – төменгі призма; 9 – ауыспалы қабаттар; 10 – топырақтық емес материалдардан жасалған қалқандар; 11 – топырақтық өзек; 12 – орталық топырақтық сүзілуге қарсы призма; 13 – шпунт немесе қабырға; 14 – солғын; 15 – инъекциялы (цементациялық) бүркеу (ілмелі); 16 – тістегіш; 17 – қалан астындағы қабат; h – тоған биіктігі; b – төменгі жағы бойынша тоған ені; $b_{ит}$ – төменгі жағы бойынша сүзілуге қарсы құрылғының ені; $b_{ж}$ – жота бойынша тоған ені; $m_{ж}$ – жоғарғы құлама еселігі; $m_{т}$ – төменгі құлама еселігі

1-сурет – Үйілген топырақ тоғандардың түрлері

5.1.3 Тоғандарды бір немесе екі кезекте тұрғызу, ереже бойынша, біртекті немесе әртекті етіп – жоғарғы призмасы бар сүзілуге қарсы құрылғысымен немесе қалқанымен жобалайды.

Ескертпе - Тоғанның әр кезегі қажетті сүзілу беріктігімен және төзімділігімен жобаланып, тұрғызылады.

5.1.4 Топырақ қалқанды имараттардың арынына, өзектер түріндегі топырақтық тоғандарын, бөгеттерін, сүзілуге қарсы құрылғыларын (СҚҚ) суға топырақты ұйу арқылы тұрғызады. Бұл технология топырақтық емес СҚҚ тоғандарының құрылысы кезінде де қолданылуы мүмкін.

Топырақты суға жасанды бөгет ретінде себеді, табиғи су қоймаларға да ағыстың жылдамдығы мен тереңдігін ескеру арқылы солай үйеді (жапсарларды құрмай суағарды ұйымдастыру арқылы).

5.2 Материалдарға қойылатын талаптар

5.2.1 Үйілген топырақ тоғандарын топырақтардың барлық түрлерінде тұрғызуға болады, тек келесі топырақтардан басқа:

- а). массасы бойынша 5% суда еритін хлорлы тұздары немесе массасы бойынша 10% көп сульфатты-хлоридты қоспасы бар болса;
- б). массасы бойынша 5% көп емес толығымен ыдырамаған органикалық заттары бар (мысалы, өсімдіктер қалдығы) немесе аморфты жағдайдағы массасы бойынша 8% аспайтын толығымен ыдыраған органикалық заттары бар болса;
- в). Қатты мұздалған және мұзды топырақтарда.

Көрсетілген а) және б) топтарындағы топырақтар, тоған денесін құру үшін, егер сәйкес негіздемесі бар болса және қажетті қорғаныс инженерлік шаралар жүргізу, сонымен қатар жер бетіндегі сулардың ағың суларымен кірленуінен қорғау ережелерін сақтау арқылы қолдануға рұқсат етіледі.

5.2.2 Тоғанның денесі мен негізінде топырақтық сүзілуге қарсы құрылғыларды орнату үшін (қалқандарды, өзектерді, тістегіштерді) әлсіз су өткізетін топырақтар қолданылады.

Осы топырақтарды тандау кезінде, келесі жағдайларды ескеру қажет:

- сүзілуге қарсы құрылғыларды орнату үшін жарамды топырақтар, сүзілу еселігі $k < 0,1$ м/тәу және иленгіштік саны $I_p \geq 0,05$ (сәйкес негіздемесі болған жағдайда – $I_p \geq 0,03$) болатын сазды топырақтар болып саналады;
- құрамында сазды, құмды, ұсақ тасты және ірі кесекті топырақтары бар жасанды топырақ қоспасын қолдануға рұқсат етіледі. Топырақ қоспасының құрамын зерттеулер нәтижелері мен оны сынақ үйінділерінде өндірістік жағдайларда тексеру арқылы, нұсқаларды техникалық экономикалық салыстыру негізінде тандайды;
- III және IV классты тоғандар қалқандары үшін торфты қолдану рұқсат етіледі (4.1.4 ескеру арқылы), тек мұнда минералды топырақтардан жасалған қорғаныс жабындыларын қарастыру керек.

Топырақ қоспасының құрамын зерттеулер нәтижелері мен оны сынақ үйінділерінде өндірістік жағдайларда тексеру арқылы, нұсқаларды техникалық экономикалық салыстыру негізінде тандайды.

5.2.3 Құмды топырақтарды (ұсақ түйіршікті, ірілігі орташа және ірі) бөгеттің топырақ қабатының сүзгілеу беріктігі қамтамасыз етілген жағдайда, ал судың бөгет тұрқы арқылы сүзіліп шығуының шамасы су шаруашылығы және қуат үнемдеу есептемелерінің нәтижелері бойынша жол берілетіндей болса орталық немесе жоғарғы сүзгілеуге қарсы призмалы бөгеттер үшін және біртекті бөгеттер үшін қолданады.

5.2.4 Құмды және ірі кесекті топырақтарды қажет болған беріктікте, аязға төзімділікте және суға төзімділікте, сүзілуге қарсы құрылғының негізбен түйісуі қамтамасыз етілген жағдайда, үйілген топырақтық тоғандарының призмалары үшін шексіз қолдануға рұқсат етіледі. Мұндай топырақтарды тоған денесіне төсеу мүмкіндігі сүзілгіштік, термобылғалды және кернеулік жағдайы арқылы анықталынады.

5.3 Тоған жармасы мен жотасының көрінісі

5.3.1 Тоған құлаамасын орнату, олардың төзімділігіне сәйкес тандайды және де , келесі жағдайларды ескеру арқылы:

- құлама және негіз топырақтарының физикалық-механикалық сипаттамалары;
- құламаға әсер ететін күштер: меншікті салмағы, судың әсері (өлшеу, сүзілгіштік күштер, капиллярлы қысым), сейсмикалық, динамикалық, жотаға және құламалар және т.б. түсетін сыртқы жүктер;
- тоған биіктігі;
- тоғанды тұрғызу және оны пайдалану бойынша жұмыстар өндірісі.

5.3.2 Құламаларды алдын ала орнатылуын анықтау кезінде, бұрын салынған ұқсас ғимараттардың мәліметтерімен, кейін оларды құламалар төзімділігін есептеумен тексеру арқылы қолдануға рұқсат етіледі.

Тоған денесіндегі топырақтардың қасиеттерімен салыстырғанда ϕ және c төмен мәндеріне ие материал арқылы пайда болған тоған жоғарғы құлаамасында қалқанның болуы жағдайында, жоғарғы құламаны орнату тек құламаның толығымен құлау мүмкіндігін ескеру арқылы ғана тандау емес, сонымен қатар тоған денесімен байланысуы бойынша қалқанның жылжуын, қалқан беті бойынша қорғаныс қабатының жылжуын ескеру арқылы тандайды.

5.3.3 Тоғандар құламаларында, ереже бойынша, тоғанның биіктігіне байланысты олардың санын, жұмыс өндірісінің жағдайын, құлама бекіткішінің түрін және оның жалпы төзімділігін анықтау арқылы бермаларды орнату қарастырылады.

Бермаларды қажетті тіреуішті құру үшін жоғарғы құламаның төменгі шегінде, оларды бекіту арқылы, төменгі құламада– қызметкерлер өту үшін, атмосфералық суларды жинау және ағызу үшін бақылау-өлшегіш құрылғыларын орнату қарастырылады.

Бермаларды орнатуды есептеулер арқылы анықталған құламалардың жағдайымен жүрмейді.

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

5.3.4 Тоған жотасының енін жұмыстардың өндірісі мен пайдалануына байланысты анықтайды (жотаны өтетін жол, өткел және басқа да мақсаттарда қолдану үшін), бірақ 4,5 м кем емес етіп жасайды.

Басқа ғиамараттармен немесе жиектермен түйіскен орындарда тоған жотасының ені түйісу құрылымына және алаңдарды құру қажеттеілігіне сәйкес орнатылады.

IV классты бөгеттер жотасының ең кіші ені 3 м тең етіп қабылданады.

5.3.5 Тоған жотасының белгісі, оны есептік судың деңгейінің үстіне көтеру есебі негізінде белгіленеді.

Тоған жотасын көтеру, жоғарғы бьефте судың деңгейінің тұруы екі жағдайлары үшін анықтауға тура келеді:

- жүктемелер мен әсерлерің негізгі үйлесіміне кіретін ең үлкен тасқынның өтуіне сәйкес кәдімгі тіреуіш деңгей кезінде (КТД) немесе биік деңгейде;
- жүктемелер мен әсерлерің негізгі ерекше үйлесіміне ең үлкен тасқынның өтуі кезіндегі жылдамдатылған тіреуіш деңгейде (ЖТД).

Екі жағдайларда да тоған жотасын көтеру h_s , келесі формулалар бойынша анықталынады

$$h_s = \Delta h_{set} + h_{run-1\%} + a, \quad (1)$$

мұндағы Δh_{set} – жоғарғы бьефтегі судың желмен жетуі;

$h_{run-1\%}$ – жел толқындары төсемесінің биіктігі 1 % қамсыздандырылған;

a – тоған жотасын көтеру қоры.

Бірінші екі формулаларды анықтау кезінде (1) толқындар, төсеулер және ағызулардың элементтерін есептеу үшін желдің жылдамдығының қамтамасыз етілуі жүктемелер мен әсерлердің негізгі үйлесімі кезінде (КТД) былайша қабылданады:

- 2% – I – II классты ғиараттар үшін;
- 4% – III-IV классты ғиамараттар үшін.

Ерекше жүктемелер мен әсерлердің үйлесімі кезінде (ЖТД) қабылданады:

- 20% – I – II классты ғиараттар үшін;
- 30% – III классты ғиараттар үшін
- 50% – IV классты ғиараттар үшін

a қорын барлық тоғандар классы үшін 0,5 м кем емес етіп қабылдайды.

Есептеулердің алынған екі нәтижелерінен жотаның биік белгісінде есептелгені алынады.

Сейсмикалық аймақтарда тоғандарды тұрғызу кезінде, жер сілкіңісі салдарынан сейсмогеотектоникалық деформациялар пайда болуы жағдайында су қоймасында пайда болған жота белгісін гравитациялық толқын биіктігін ескеру арқылы, сәйкес есептеулерге сәйкес қабылдайды.

Тоған жотасының белгісін құрылыстық көтеру негізінде, анықталған көтеруден биік h_s жобалайды. Құрылыстық көтеру шамасын жотаның болжанатын шөгуі бойынша 9.16 және 9.17 тармақтарына сәйкес анықтайды.

5.3.6 Тоған жотасында толқындар әсеріне есептелінген тұтас парапеттің болуы кезінде, жоғарғы бьеф деңгейінен оларды көтеру арқылы, (1) формуласы бойынша алынған мәндерінен төмен болмайтындай етіп қабылдайды. Тоған жотасын көтеру, бұл жағдайларда КТД немесе ЖТД жоғары 0,3 м деп қабылдайды, олардың ең үлкен мәндері қабылданады

5.3.7 Егер тоған жотасы немесе оның су бетіндегі құламалары сазды топырақтардан төселген жағдайларда, оларды мезгілдік тонданудан қорғау үшін құмды, қиыршық тасты немесе қиыршық топырақтардан төсеме жасау қарастырылады. Қорғаныс қабатының енін жылутехникалық есептеулер бойынша анықтайды. Сәйкес негіздеме болған жағдайда, қорғаныс қабаттарын қарастырмауға рұқсат етіледі.

5.4 Құламаларды бекіту

5.4.1 Үйілген топырақты тоғандар құламаларын толқындар, мұздар, судың ағысы, су деңгейінің өзгеруі, атмосфералық шашындар, жел және басқа да климаттық немесе құламаларды бұзатын факторлар (жер қазатын жануарлардың кіруі, қыс мезгілінде сазды топырақтардың мамықтануы және т.б.) әсерлеріне есептелінген арнайы бекіткіштер арқылы қорғайды.

5.4.2 Жоғарғы құламаны қорғау үшін, ереже бойынша, келесі бекіткіш түрлерін қолданады:

- а). тасты (үйілген);
- б). бетонды монолитті, кәдімгі және алдын ала кернеуленген арматурасы бар темірбетонды құрамалы және монолитті;
- в). габионды құрылымды;
- г). топырақтыцементті, құйылған асфальтпен тастан жасалған және т.б.;
- д). асфальт-бетонды;
- е). биологиялық.

Тоғанды құрылысы және пайдалануы зерттеулері немесе сынақтарымен негізделген мәліметтер болған жағдайда, жоғарғы құламалардың басқа да түрлерін қолдануға рұқсат етіледі, мысалы, қиыршық тасты, топырақтыцементті және т.б.

5.4.3 Бекіту түрін жергілікті материалдар мен механизмдерін қолдану, тоған денесі мен негізінің топырағының сипатын, судың басқыншылығын, пайдалану, сәулеттік талаптарға сәйкес бекітудің төзімділігін ескеру арқылы нұсқаларды техникалық экономикалық бағалау негізінде орнатады.

5.4.4 Тоғанның жоғарғы құламасының бекіткіші пайдалану мерзімінде пайда болатын, ең үлкен толқындық және мұздық әсерлер аймағында орналасқан негізгі және бекітудің төменгі бөлігінде орналасқан жеңілдетілген болып бөлінеді.

Негізгі бекіткіштің жоғарғы шекарасы ретінде тоған жотасының белгісін алады.

Жотаны судың есептік деңгейінен ауқымды жоғарылату жағдайында негізгі бекітуді жотадан төмен h_{run} биіктікте аяқтайды; ары қарай жотаға дейін жеңілдетілген бекіту жасайды.

5.4.5 Негізгі бекітудің төменгі шекарасын су қоймасының ең төмен деңгейінен $h = 2h_{1\%}$ тереңдікте қабылдайды, мұндағы $h_{1\%} - 1\%$ қамсыздандырылған толқын биіктігі.

Бұл жағдайда негізгі бекітудің төменгі шекарасы су қоймасының ең төмен деңгейінен $1,5t$ аспайтын деңгейде жатады, мұндағы t – мұзды төсеменің есептік қалыңдығы.

Ескертпе - Жеңілдетілген бекітуді құлама мұздың, толқынның және ағыстар әсерінен бұзылуларынан тек қана ғимаратты пайдалану үрдісінде қорғамайды, сонымен қатар су қоймасының толығуы және босатылуы кезінде де қорғайды. Жеңілдетілген бекіткішті тоған негізімен немесе бермамен түйістіреді, мысалы тастан немесе бетоннан жасалған тіреуіш құрылғысымен. Ғимарат алдына бекіткіш құрылғысын орнату жағдайында, құламаның бекіткіші онымен түйіседі.

5.4.6 Негізгі және жеңілдетілген бекіткіштердің түйісуі кезінде құрылымдық шаралар қарастырылады, мысалы тастан немесе бетоннан жасалған тіректер түріндегі құрылғылар. Тіректер өлшемдері құламаның көлбеулігіне, сонымен қатар бекіту үйкеліс еселігіне және құлама топырағы бойынша тіреуішіне байланысты қабылданады.

5.4.7 Таспен үйілген құламаны бекіту үшін, ереже бойынша, сұрыпталмаған тасты қолданады (таутасты сілем).

5.4.8 Үйілген құлама бекіткішінің қажетті жеке тастарының өлшемдерімен массасы, тастар саны есептеулер негізінде анықталынады.

5.4.9 Тасты үйіндінің қалыңдығы толқындық әсер кезінде ұсақ үйіршіктерді алып тастау мүмкіндігін, ірі тастардың жылжымалылығын, бекіткіш материалын нығыздау, сонымен қатар ұқсас бекіткіштерді пайдалану тәжірибелерін ескеру арқылы, бірақ $3d_{s,85}$ кем емес қабылдайды, мұнда $d_{s,85}$ – ұсақ түйіршіктермен бірге массасы 85% құрайтын тастың диаметрі.

5.4.10 Құламаларды бекіту үшін тасты материалдарды, қажетті беріктікке, аязға төзімділікке және суға төзімділікке ие шөгінді, магмалы және метаморфты тау жыныстарын қолдануға болады.

5.4.11 Құламалардың монолитті темірбетонды бекіткіштерін, ереже бойынша, бірі бірінен көлденең және бойлық жапсарлармен бөлінген, өлшемдері 45×45 м болатын секция түрінде жобалайды. Бекіткіш секцияларын жеке тақталар түрінде жобалайды.

Ереже бойынша тақталарды төртбұрышты пішінде, қабырғаларының қатынасы $1 \leq \frac{l_{sl}}{b_{sl}} \leq 2$ болатын етіп жобалайды, мұндағы b_{sl} – су кесікініне перпендикуляр орналасқан

кіші қабырғасы; b_{sl} өлшемі $0,4\lambda$ тең етіп қабылданады, мұнда λ – толқынның есептік ұзындығы, бірақ 20 м көп емес болуы керек. Секция ұзындығын ұзарту сәйкес негіздеме болған жағдайда жүзеге асырылады. Әр секция шегінде арматуралау үзіліссіз болып табылады.

5.4.12 Икемді жапсырларсыз құламаларды бекіту асфальтты материалдар негізінде (асфальтобетонды, құймалы асфальтпен құйылған тастан және т.с.с.) келесі жағдайларды ескеру арқылы жобаланып, есептелінеді:

- құламада олардың төзімділігін қамтамасыз ету;
- толқындық және мұздық беріктігі, соған орай қайталанатын әсерлер;
- қысқы мезгіл уақытында, ауаның кері температурасы кезінде тұтастықтың сақталуы (жарылуларға төзімділігі);
- ұрылу әсерлер (динамикалық) кезінде топырақтыардың сиретуін болдырмау.

5.4.13 Құрамалы темірбетонды тақталардан жасалған құламаларды бекіту, оларды секцияларға құю арқылы жобаланады. Сәйкес негіздеме болған жағдайда ашық жапсарлары бар құйылмайтын тақталардан бекітуге рұқсат етіледі.

Тақталардың ең үлкен мәнін тасымалдау жағдайы мен оларды құламаға төсеу ыңғайлығы жағдайына сәйкес орнатылады.

5.4.14 Монолитті және құрамалы темірбетонды бекітулердің қалыңдығы есептеулер арқылы анықталынады, сонымен қатар сәйкес негіздеме болған жағдайда – ұқсастықтар бойынша.

5.4.15 Тоғандардың жазық құламалары кезінде (1:7 – 1:12) және толқын биіктігі 1 м аспаса, ірі кесекті топырақ қабаты түрінде жеңілдетілген бекіту қолданылуы мүмкін, олардың түйіршіктерінің ірілігі мен қалыңдығы есептеулер немесе зерттеулер арқылы анықталынады.

5.4.16 Төменгі құламаны бекітуді, атмосфералық әсерлерден және жер қазатын жануарлардың бұзуынан қорғау мақсатында, құламаның төменгі призмасы тұрғызылған материалға байланысты тандайды. Құмды немесе сазды топырақтардан жасалған төменгі құламаны бекіту үшін, ереже бойынша, қалыңдығы 0,2–0,3 м болатын өсімдік қабаты бойынша шөптерді өсіру қолданылады, қиыршық тас немесе қиыршық құмды 0,2 м қалыңдықта және басқа да жеңілдетілген жабындар қарастырылады.

Нөсерлі және тасқынды суларды жинау және бұру үшін (қардың еруінен) топырақ тоғандарының төменгі құламасы мен бермаларында бойлық және көлденең су қоймалары тартпасының жүйесі қарастырылады.

5.4.17 Егер төменгі құлама төменгі бьеф жағынан мұздар мен толқындар әсеріне шалдыққан жағдайларда, оның бекітуі жоғарғы құлама сияқты есептелінеді.

5.4.18 Құламалар бекітпелерінің астында орналасқан кері сүзілгіштер, үйілген тастар түрінде, ашық жапсарлары бар тақталар немесе ашық тесіктері бар және т.с.с. орындалған, әртүрлі түйіршікті материалдың бір қабатынан немесе түйіршіктік ірілігі бойынша әртүрлі материалдардың екі қабатынан тұруы мүмкін, сонымен қатар суөткізгіш жасанды материалдардан тұруы мүмкін (шыныталшық, геотекстиль және т.б.).

5.4.19 Кері сүзгіш үшін материалдар, қабаттардың саны мен олардың қалыңдығына сәйкес қабылданады, және құлама топырақ түріне, жергілікті материалдардың құрамын құрастыратын нұсқаларды техникалық экономикалық салыстыру нәтижелері арқылы тандалады.

5.4.20 Құламалардағы кері сүзгіштер астындағы топырақтарды сазды, ұсақ түйіршікті құмды немесе динамикалық жүктеу кезінде сұйылтылған құмды жүктемесін төсейді, олардың түйіршіктік құрамы мен қалыңдығы зерттеулер мен есептеулер негізінде орнатылады.

5.4.21 Құмды немесе сазды топырақтардан жасалған құламалардағы монолитті немесе құрамалы темірбетонды тақталардан жасалған бекітулер астына (нығыздалған жапсарларымен немесе секцияларда құйылған) ереже бойынша, бір қабатты кері сүзгіш төсейді.

5.4.22 Құрылымның берік жұмысын қаматамассыз ететін жағдайларды сақтаған жағдайларда монолитті темірбетонды сүзілгіші жоқ бекітулерді де қолдануға рұқсат етіледі.

5.4.23 Толқынға төзімді бекітілмеген топырақ құламасының еңісін толқындық әсерлерге сәйкес есептеу арқылы қабылдайды. Бұл жағдайларда құламалар көрінісін «динамикалық тепе теңдік көрінісі» ескерілуі арқылы қабылданады. Бекітілмеген құламаларды пайдалану бекітілген құламаларды зерттеу және техникалық экономикалық салыстыру негізінде жүзеге асырылады.

5.5 Сүзілуге қарсы құрылғылар

5.5.1 Сүзілуге қарсы құрылғыларды әлсіз суөткізгіштік топырақтардан (сазды және ұсақ түйіршікті құмды, саздыбетон, сонымен қатар торфты) немесе топырақтық емес материалдардан (бетон, темірбетон, полимерлі, битумды материалдар және т.б.) жоғары немесе орталық сүзілуге қарсы призмалар, қалқандар, шпунттар, қабырғалар, соған орай «топырақтағы қабырға» әдісімен құрылған, цементациялық және де басқа ілмелер, ал сәйкес негіздеме болған жағдайларда – аралас құрылым түрінде топырақтық және топырақтық емес материалдардан, бұл жағдайлар ғимаратты ойыстарсыз тұрғызуға мүмкіндік береді.

Аралас сүзілуге қарсы құрылғылар, ереже бойынша, келесі фрагменттерден тұрады:

- топырақтық өзек және инъекциялық диафрагма;
- қабыршақты және инъекциялық диафрагма;
- асфальтбетонды диафрагма және инъекциялық ілме;
- топырақтық өзек және «топырақтағы қабырға» – инъекциялық диафрагма.

Түйісулік элементті ежелгі жыныстар деңгейінде, соған орай жерасты галереяларын орнату ақылы.

5.5.2 Сүзілуге қарсы құрылғыларды топырақ тоғандарының түріне, топырақтардың сипаттамалары мен оның денесі мен негізінің қасиеттері, сүзілуге қарсы құрылғылар үшін топырақтық немесе топырақтық емес материалдардың болуына, тоған биіктігіне, негіз су тежегішінің орналасуына және жұмыс өндірісінің жағдайына байланысты нұсқаларды техникалық экономикалық салыстыру нәтижелеріне сәйкес тандайды.

5.5.3 Тоған топырақтық қалқаны немесе өзегінің енін жоғарыдан төменге қарай ұлғайтады.

Қалқан немесе өзектің ең кіші қалыңдығын жұмыс өндірісінің жағдайына қарай тағайындайды, бірақ 0,8 м кем емес, ал төменгі жағынан – саздыбетон, сазды және саздақ үшін қолданылатын сүзілу ағынының градиенті сүзілу беріктігінің қағидаларын қанағаттандыруы керек (т. 9.5).

Мұздалу мен шайылуы мүмкін болатын өзек немесе қалқан бөлімшелерінде ағысы ерекше жылдамдықтарында (мысалы, түбіндегі суағыстың деңгейінде), қорғаныс қабатымен жабылады.

5.5.4 Топырақтық қалқанының жотасы (тоғанның толығымен шөгілгенінен кейін) жоғарғы бьефте нақтыланған су деңгейінен жоғары, толқы биіктігі мен су деңгейін жеткізу үшін орнатылады (т. 5.3.5).

Өзектің жотасын толықтыруды ескеру арқылы нақтыланған тірек су деңгейінен жоғары жатуы мүмкін, бірақ толқынның биіктігін ескерумен (т. 5.3.5).

5.5.5 Қалқан кезінде су тежегіштің терең жатуы барысында (өзекте) солғынның немесе ілменің орнатылуы қарастырылады. Солғын, ереже бойынша, қалқан (өзек) жасалатын материалдан жасалады.

Солғын ұзындығы рұқсат етілетін сүзілу шығындарына байланысты тағайындалады, сонымен бірге тоған негізінің топырағының қауіпті сүзілу деформациясын бодырмау жағдайы бойынша анықталынады.

Солғынның қалыңдығын, оның сүзілу беріктігінің қамтамассыз ету жағдайынан қабылданады (т. 9.5). Топырақтық солғынның ең кіші құрылымдық қалыңдығын 0,5 м кем емес етіп қабылдайды.

Егер қалқан астында тоған денесінің ірі түйіршікті топырағы орналасқан жағдайда, қалқан мен осы топырақ арасында кері сүзгіш төсейді (ірі түйіршікті негіз топырағында солғынды жобалаған кезде де солай болады).

5.5.6 Тоған құрылысы орнында сүзілуге қарсы құрылымдарға арналған жарамды топырақтар болмағанда, немесе жағымсыз климаттық жағдайларда, топырақтық емес сүзілуге қарсы құрылғыларды асфальтбетоннан, темірбетоннан, полимерлі материалдардан немесе инъекциялық диафрагмалардан қарастырады.

Ескертпе - Болат диафрагмалармен тоғандарды жобалау Ж Қосымшасына сәйкес жүргізу ұсынылады.

5.5.7 Асфальтбетонды қалқандарды, құрылыс жағдайы және құрылымдар жұмысының физикалық механикалық қасиеттерінің көрсеткіштері бойынша, гидротехникалық асфальтобетоннан немесе полимерасфальтобетоннан орындайды. Құрылыстағы қалқандар үшін асфальтбетонның қасиетін құламадағы төзімділік жағдайында, ауаның жағымсыз температурасы кезіндегі жарылуларға төзімділігінде, шаршаңқы беріктігінде және толқындық жүктемелер кезіндегі қатқылдығында тағайындайды. Асфальтбетонды қалқанның және солғынның есептік сүзілу еселігі ретінде $1 \cdot 10^{-9} \text{ см/с}$ тең сүзілу еселігін қабылдауға болады.

Температуралық әсерлер минус 50°C төмен кезінде асфальтобетонды қалқандарды қолдануға рұқсат етілмейді.

Асфальтбетоннан қалқанның қалыңдығын және оның құрылымын толқындық, мұздық және температуралық әсерлер кезінде тұтастығы мен беріктігін сақтау арқылы орнатады. Қалқан астын дайындауды ауыспалы қабат қағидасы бойынша жүзеге асырады. Оның құрылымы қалқан астында қысымға қарсылықтың тууын болдырмайды.

5.5.8 Асфальтбетонды диафрагмаларды құйылған, пластикалық және нығыздалған ыстық асфальтобетоннан орындайды. Асфальтбетонның түрі мен құрамы, диафрагманың құрылысы үшін, материалдардың беріктік қасиетінен, технологиялық және экономикалық есептеулер нәтижесінен таңдайды.

Асфальтбетонды диафрагмаларды қолдану температуралық әсерлер минус 50°C төмен болғанда қолдануға тыйым салынады.

Диафрагма құрылымына қойылатын негізгі талап тоған денесімен топырақтың сығылу күйіндегі жұмысын қамтамасыз ету болып табылады. Бұл кезде диафрагмалардағы кернеулер мен деформациялар асфальтобетон құрамындағы берілген дифрагмалардың есептік мәндерінен асып түспеуі керек.

Ауыспалы қабаттардың топырақ құрамы, оның асфальтобетон кеуегіне диафрагманың енуіне және тоған денесіндегі топырақта кеуектердің пайда болмауын ескеру арқылы жобалануы тиіс.

Асфальтбетонды диафрагманың негізге және бетонды ғимараттарға түйістіру құрылымы түйісу беті бойынша диафрагмалардың жылжу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Түйісу аймағындағы асфальтті материал бұл жағдайда сығылуға жұмыс істейді.

5.5.9 Асфальтбетонды диафрагманың қалыңдығы, құрылыс және пайдалану мерзімінде оның тұтастығы мен көтеру қабілеттілігінің сақталуы жағдайына байланысты есептеулер бойынша тағайындалады. Алдын ала оның қалыңдығы келесі формула бойынша беріледі:

$$t = a + 0,008H \quad (2)$$

мұндағы H – қарастырылатын диафрагма қимасындағы арын;

$a = 0,4 - 0,5$ м – тоған жотасындағы диафрагма қалыңдығы.

Асфальтбетонды диафрагмалар, ереже бойынша, тоған денесіндегі үлкен деформациялар кезінде қолданылады.

5.5.10 Үйілген топырақты тоғандардағы темірбетонды қалқандарды сәйкес техникалық-экономикалық негіздеме болғанда қолданады.

5.5.11 Бетонды және темірбетонды (құрамалы және тұтас) диафрагмаларды гидротехникалық ғимараттарға аранлған бетонды және темірбетонды құрылымдарды жобалау талаптарына сәйкес жобаланады. Диафрагмалар сәйкесінше нығыздалып, температуралық шөгінді деформацияларға жол беру арқылы тік және көлденең жапсарларға кесіледі.

5.5.12 Полимерлі материалдарды қолдану кезінде (мысалы, полиэтиленді, поливинилхлоридті, бутилкаучукті оромаларды және т.б.) сүзілуге қарсы құрылғыларды құру үшін, осы құрылғылардың құрылымы мен құрылыстың технологиясы, оларды күн сәулесі радиациясы мен механикалық бұзылулардан сақтауды қамтамасыз ету керек.

Рұқсат етілетін сүзілу және түйістіру полимерлі элементтерді біріктіретін материалдар шығындарының шамаларына байланысты, олардың аралары дәнекерлі, жабыспалы немесе механикалық түрде қосылған болуы мүмкін.

Полимерлі материалдардан жасалған сүзілуге қарсы құрылымның қалыңдығы есептеулер және келесі жағдайларды сақтау арқылы анықталынады:

- материалдағы ең үлкен созылушы кернеулердің шамасы, қажетті төзімділікпен анықталынатын рұқсат етілетін созылушы кернеудің шамасынан асып кетпеуі керек;
- байланыстырғыш топырақтың түйіршіктік құрамы полимерлі материалдың бұзылмауын қамтамасыз ету керек. Ерекшелік түрінде, сәйкес негіздеме болғанда, ғимараттың жалпы және жергілікті сүзілу беріктігі тәжірибелік

зерттеулермен негізделетін, бұзылушылыққа талаптардың төмендеуі рұқсат етіледі.

Полимерлі материалдардан жасалған сүзілуге қарсы құрылымдарды III және IV классты тоғандар үшін, сонымен қатар сәйкес негіздеме болғанда, биіктігі 60 м дейін I және II классты тоғандар үшін қолдануға рұқсат етіледі.

5.5.13 Тоғандағы инъекциялы диафрагма, тоған денесіндегі топырақ кеуектеріне арнайы әртүрлі құрамдағы және консистенциядағы нығыздаушы ертіндіні піскілеу жолымен құрылады.

Инъекциялы ертінділерді піскілеу технологиясы мен құрамы сәйкес зерттеулер жүргізу, сонымен қатар қажет болғанда сынақ жұмыстарын жүргізу арқылы негізделеді.

Инъекциялы диафрагманың қалыңдығы тоғанға 1/10 аспайтын арыны негізінде қабылданады.

Тоғанның төзімділігін қамтамасыз ету үшін, инъекциялы диафрагманы берілген сүзілу беріктігіне сәйкес тандайды.

5.6 Құрғатқыш құрылғылар

5.6.1 Топырақты тоған денесіне құрғатқышты орнату, келесі мақсаттарға жету үшін жүзеге асырылады:

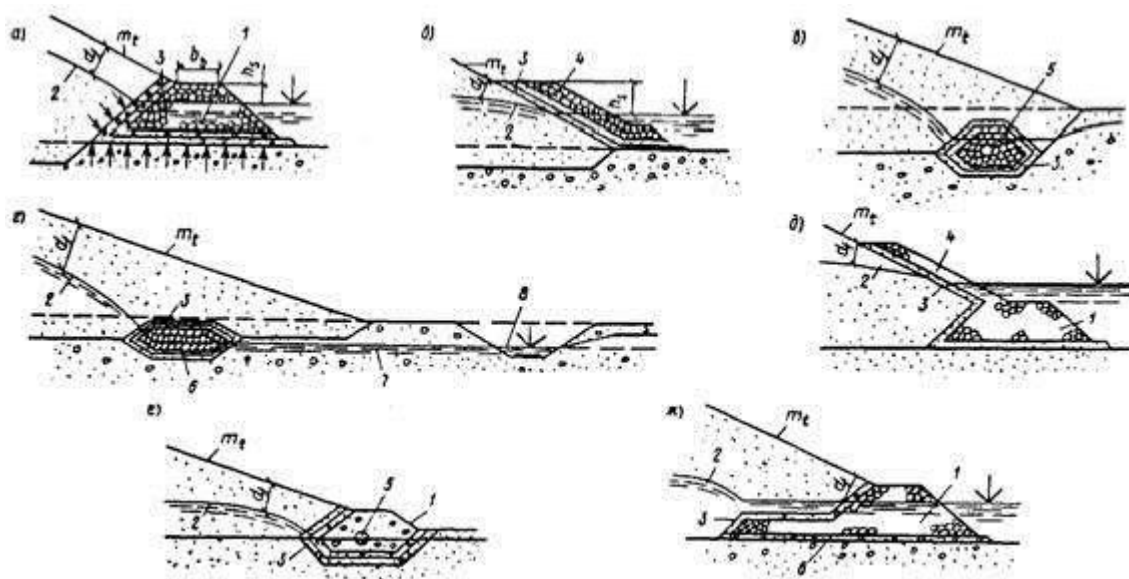
- а). төменгі бьефке тоған денесі мен негізі арқылы сүзілетін суды ұйымдастырып өткізу;
- б). тондануға ұщыраған аймаққа және төменгі құламаға сүзілу арынының шығуын болдырмау;
- в). төменгі құламаның беріктігін жоғарылату үшін депрессионды бетті экономикалық негіздемеге сәйкес төмендету (ішкі құрғатқыш),
- г). су қоймасының тез жұмыс істеуі кезінде, сонымен қатар сейсмикалық әсерлер кезінде пайда болатын кеуекті қысымды жою үшін жоғарғы құламаның төзімділігін жоғарылату;
- д). қалқан, өзек арқылы сүзілген суды шығару. Тоғанның төменгі призмасында әлсіз суөткізгіш материал және төменгі ауыспалы аймағының болуы жағдайында, суды шығару тоғанның төменгі призмасының құрғатқышымен байланысқан негіз бетіндегі арнайы құрғатқыш қабатымен жүзеге асырылады.

Саздақ немесе құмайт топырақтарда орындалатын биік тоғандарда, нығая сығылуды жылдамдату және кеуекті қысым әсерін жою үшін, тоған денесінің төменгі және орталық бөлік қабаттарына көлденең немесе тік құрғатқыштарды орнату қарастырылған.

5.6.2 Құрғатқыш құрылғыларын жобалау барысында тоған денесі мен негізі топырақтарының физикалық сипаттамалары, дренаж саласында сүзілу жағдайы мен суффузиялығы ескеріледі.

Құрғатқыш құрылымдардың өлшемдері, сүзілу жағдайларынан әр нақты жағдай үшін, құрғатқыш саласында топырақтың қолыматажын болдырмау арқылы анықталынады.

Тоғанның төменгі бөлігіндегі құрғатқыш құрылымдарының құрылымы 2 суретте көрсетілген.



Аңғарда: а – құрғатқыш банкет; б – бос сүйенген құрғатқыш. Жағада: в – құбырлы құрғатқыш; г – көлденең құрғатқыш; д–жс – аралас құрғатқыштар; 1 – құрғатқыш банкет; 2 – депрессия беті; 3 – кері сүзгіш; 4 – бос сүйенген құрғатқыш; 5 – құбыр; 6 – құрғатқыш лента; 7 – шығарушы құбыр; 8 – шығарушы арық; d_f – тонданудың ең үлкен тереңдігі; m_t – төменгі құлама еселігі; b_b – бет бойынша банкет ені

2-сурет – Құрғатқыштың негізгі түрлерінің схемасы

5.6.3 Кері сүзгіштерді орнату үшін табиғи байланыспаған немесе аязға төзімді тасты жыныстарды ұсақтату арқылы алынған топырақтар, суда еритін тұздары, түйіршікті қоқыстары жоқ (зертханада алдын ала зерттелген) топырақтар, сонымен қатар жасанды кеуекті материалдар — кеуекті бетон және т.б. қолданылады.

Құрғатқыш коллекторды судың басқыншылығына байланысты тастан, бетоннан, темірбетоннан, полимерлі, қышты құбырларда және т.б. жобалайды.

5.6.4 Құрғатқыш банкетті (2 сурет, а) ереже бойынша, тұрғызу кезінде қосқыштарсыз, өзенді жабу кезінде таспен үюі арқылы тоғанның аңғарлық аймақтарында орындайды.

Құрғатқыш банкеттің жотасын жоғарлатуды h_s (бос сүйенген құрғатқышы болмағанда) төменгі бьефтің ең үлкен деңгейінің астындағы (2 сурет, а, б) артықшылығымен анықтайды, оның шамасы 5.3.5 тармақтарына сәйкес анықталынады, бірақ 0,5 м кем емес етіп. Жоғарыдан банкетті құрылыс өндірісінің жағдайына сәйкес анықтайды, бірақ 1 м кем емес етіп.

Тоған денесінің құрғатқыш банкетімен түйісуі кезінде түйісудің сүзілу беріктігінің қамтамассыз етілуі ішкі құлама банкеті бойынша кері сүзгішті орнату арқылы жүргізіледі. Негізде ұсақ түйіршікті топырақтардың болуы және арын градиенттерінің үлкен шығыстары кезінде құрғатқыш астындағы банкетті көлденең кері сүзгіш ретінде қарастыруға болады. Құрғатқыш банкеттің жотасын жер беттік ағыстармен кірленуінен сақтау керек.

5.6.5 Бос сүйенген құрғатқышты (Сурет 2, б) суланған аландарды басып жатқан тоғандар аймақтарында орындайды, сонымен қатар құрылыс аланында жеткілікті тастардың болмауы кезінде жүзеге асырады.

Кері сүзгіші бар бос сүйенген құрғатқыштың қалыңдығын жұмыс өндірісінің жағдайына сәйкес нақтылайды, бірақ келесі шарттан кем емес:

$$t = 5d_{s,85} + tf, \quad (3)$$

мұндағы $d_{s,85}$ – түйіршіктердің диаметрі, оның массасы ұсақ түйіршіктердің массасымен 85% құрағанда, барлық құрғатқыш қабатының топырақ массасы;
 tf – кері сүзгіштің қалыңдығы.

Бос сүйенген құрғатқыштың материалы кері сүзгіш материалымен түйіседі және төменгі бьефте төменгі құламаны толқындық әсерлерден сақтайды, ал кейбір жағдайларда – тонданудан да сақтайды.

Төменгі бьефтің ең жоғарғы деңгейінің астында бос сүйенген құрғатқыштың жотасын жоғарлатуын h_s , тоғанның төменгі құламасында және тондану тереңдігінде сүзілу ағынының шығуын ескеру арқылы, құрғатқыш банкет сияқты қабылдайды (т. 5.6.4).

5.6.6 Құбырлы құрғатқышты (Сурет 2, в) ереже бойынша, оны пайдалану мерзімінде төменгі бьефінде судың болуы немесе болмауы арқылы тоған бөліктерінде қолданылады.

Құбырлы құрғатқышты бекітілген немесе бекітілмеген жапсарлары бар, кері сүзгішті үйінділі бетонды немесе асбестобетонды (перфорирленген) құбырлардан қарастырады.

Құрғатқыш құбырлардың қимасын гидравликалық есептеулер арқылы анықтайды. Құрғатқыш құбырдың диаметрін 200 мм кем емес етіп қабылдайды.

Құбырлы құрғатқыштың ұзындығы бойынша бақылаулық құдықтар қарастырылады, олар аймақтық рельефі мен қажетті еңістерді ескеру арқылы орналастырылады.

5.6.7 Көлденең құрғатқышты (Сурет 2, г) ірі түйіршікті материалдардан орындалатын және кері сүзгішпен қорғалатын тұтас құрғатқыш қабаты немесе жеке көлденең бойлық немесе бойлық құрғатқыш ленталары түрінде жобаланады.

5.6.8 Аралас құрғатқыш (Сурет 2, д – ж) құрғатқыштардың мүмкін болатын комбинациялары түрінде 5.6.4–5.6.7 тармақтарына сәйкес болады. Аралас құрғатқыштың жота банкетінің белгісін (Сурет 2, д) өзен жағасының жабындысы жағдайын ескеру арқылы тағайындайды.

5.6.9 Тұтас құрғатқыш немесе құрғатқыш ленталарының құрғатқыш құрылғыларының өлшемдерін, құрғатқышты орындау жағдайларын ескеру арқылы гидравликалық және сүзілгіштік есептеулер арқылы анықтайды.

5.6.10 Құрғатқыш құрылғыларының түрі тоғанның әртүрлі бөліктеріне қарай өзгереді, және олардың құрылымдарын нұсқалардың техникалық экономикалық салыстыру негізінде, келесі жағдайларға сәйкес тандайды:

- а). тоғанның түрі, негізбен жағалардың инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлары;
- б). құрғатқыштар үшін топырақтардың физикалық-механикалық сипаттамалары;
- в). жұмыс өндірісінің жағдайлары;
- г). құрылыс алаңының климаттық жағдайлары;
- д). ғимаратты пайдалану жағдайы және температуралық режимі;
- е). судың басқыншылық дәрежесі.

5.6.11 Тоған денесінің құрғатқыштары, ереже бойынша, келесі жағдайларда орнатылмайды:

- а). суөткізгіш негізде тоғандарды тұрғызу кезінде, құрғатқыш орнатылмаған депрессионды бет құламаның төменгі бетінен жеткілікті орналасып, тондану аймағына түспеген жағдайларда;
- б). қалқандарымен, өзектермен және диафрагмалармен тоғанның төменгі бөліктерінде, сүзілген судың шығарылуы қамтамассыз етілуі жағдайында;
- в). тоғандарда, төменгі бөліктері тастан үйілсе немесе басқа да ірі кесекті материалдан болса (қиыршық тасты және т.с.с.).

5.6.12 Егер топырақты тоған бетонды тоғанмен түйіскен жағдайларда, тоғандар құрғатқыштары бір бірімен түйінделеді.

5.6.13 Тоғанның жағалық бөліктерге түйісу орындарында, төменгі бьеф деңгейінен жоғары орналасқан, тоған арқылы сүзілген ұйымдастырылған суды шығару қарастырылады (мысалы, көлденең құрғатқыш).

5.6.14 Суға қаңыққан топырақтарда үйілген топырақты тоғандардың құрылысы кезінде, негіздің беріктігін бұзатын және тоғанды тұрғызу қарқындылығын төмендету есебінде азайтылмайтын жүктемелер астында кеуекті қысым пайда болады, олар тоғанның төменгі бөлігінің шегінде негіздің бетін көлденең құрғатқыштармен жабады, ал негіз топырағынан сығылған суды шығару үшін қосымша тік құрғатқыштарын орналастыру ұсынылады. Мұндай құрғатқыштардың қажеттілігі мен өлшемдері және тік құрғатқыштар арасындағы арақашықтығы тоғанды тұрғызу қарқындылығын ескеру арқылы негіздің нығая сығылуын есептеу арқылы негізделеді.

5.6.15 Төменгі бьефтегі негіз топырағының жоғарғы қабат төзімділігі кіретін сүзілу ағыны әсерінен, егер бұл қабаттың суөткізгіштігі төменде жатқан топырақтан төмен болатын болса, шығуға есептеумен бағаланады.

Тоғанның төменгі құламасы табанындағы топырақ қабатының төзімділігі жеткіліксіз кезінде, осы қабатты кесіп өтетін және қысымға қарсылықты төмендететін тік құрғатқышты орналастыру қарастырылады.

Сәйкес негіздеме болған жағдайда тік құрғатқыштың орнына тоғанның төменгі құламасының артына, қажет болған жағдайда кері сүзгішті орнату арқылы негізді жүктеу қарастырылады.

5.7 Кері сүзгіштер

5.7.1 Кері сүзгіштерді құрғатқышпен (немесе жүктемемен) және құрғатылатын тоған денесімен, өзегімен, қалқанымен және тоған негізімен байланысын қарастыру керек.

Кері сүзгіш материалдарын қабысқан топырақтардың сүзілу беріктігі қамтамассыз етілуі жағдайынан байланыс орнында, тоғандарды тұрғызу және пайдалану үрдістерінде тандайды.

Кері сүзгіштерді арнайы негіздеме кезінде орнатпауға рұқсат етіледі; жекеленген, егер құрғатылатын дене қиыршық тасты құмдардан құралса және т.б. мұндай сүзгішті құрғатқыш байланысы бойынша орнату міндетті емес.

5.7.2 Кері сүзгіш материалының түйіршіктік құрамы құрғатылатын топырақтың физикалық сипаттамаларын және жергілікті сүзілу материалдардың болуын ескеру арқылы тандалады. Сүзілудің құрамы келесі жайттарды болдырмайды:

- а). сазды топырақтардың сүзілу материалымен байланысқанда қабаттаспауы— сазды топырақтрадан жасалған тоғандар үшін немесе сазды негіздегі тоғандар үшін;
- б). төмендетілген сүзілу ағынының аймақтарында қорғалатын топырақтарға түйіршіктердің енуі – құмды топырақтардан жасалған тоғандар үшін;
- в). сүзгіш кеуектеріне топырақтардың түйіршіктерінің батырылуы және шығуы— шығатын ағың аймақтарындағы құмды негіз үшін;
- г). сүзілу шекарасында қорғалатын топырақтардың шайылуы – сүзілу ағыны жағдайында, байланысқа бойлай бағытталғанда (байланыс шайылым);
- д). ұсақ түйіршіктермен сүзілу кольматажы, қорғалатын топырақтардан сүзілу арқылы шығарылған, олардың шығарылуы жобада рұқсат етіледі;
- е). сүзілудің беріктігіне қауіпті сүзгіште пайда болатын суффозия.

Сүзгіштің құрамы өзекте пайда болатын жарылуларды алдын алатын "өздігінен жазылу" шараларды қамтамасыз етеді.

III және IV классты тоғандар және уақытша ғимараттар үшін тереңдікте сүзгіш кеуектерінде байланысқан топырақтардың қабаттасуы рұқсат етіледі, оның беріктігіне әсер етпейтін ($0.5 \cdot d_{0, \max}$, мұндағы $d_{0, \max}$ – сүзгіш кеуегінің ең үлкен диаметрі) қабаттасуына рұқсат етіледі..

5.7.3 Кері сүзгіш қабаттарының саны және олардың құрамы нұсқаларды техникалық экономикалық салыстыру негізінде анықталынады, бұл жағдайларда сүзгіш қабаттарының ең кіші мәндерін енгізуге тырысу керек.

5.7.4 I және II классты тоғандар үшін құрғатқыштардың кері сүзгіштерінің материалын ғимарат орналасатын топырақтарынды және жұмыс жағдайында тәжірибелік жолмен тексереді, ал III және IV классты тоғандар үшін – сәйкес есептеулерге орай жүзеге асырылады.

5.7.5 Сүзілгіштік жағдайы бойынша кері сүзілудің әр қабатының қалыңдығы $5 \cdot d_{s,85}$ кем еместі құрайды, бірақ 0,2 м кем болмауы керек.

Кері сүзгіштер қабаттарының қалыңдығын жұмыс өндірісі және техникалық экономикалық есептеулер жағдайын ескеру арқылы тағайындалады.

5.7.6 Кері сүзгіштерді орнату үшін табиғи байланыспаған немесе аязға төзімді тасты жыныстарды ұсақтату арқылы алынған топырақтар, суда еритін тұздары, түйіршікті қоқыстары жоқ (зертханада алдын ала зерттелген) топырақтар қолданылады.

5.8 Тоған денесінің негізбен, жағалармен және бетонды ғимараттармен қабысуы

5.8.1 Топырақтық тоғанның негізімен байланысуы бойынша қауіпті сүзілуді болдырмау үшін негіз топырағының жағдайы мен сипатына байланысты және тоған денесінің негіз топырағына тығыз қабысуын қамтамасыз ететін шаралар қарастырылады.

Тау-тасты емес негізде тұрғызылатын тоғандар жобасында негізді дайындау бойынша шаралар қарастырылады, соған орай орманды және талдарды кесу бойынша,

шіріген немесе жер қазатын жануарлармен жарылған өсімдік қабатын алу, сонымен қатар органикалық қоспалары немесе суда тез еритін тұздары бар (т. 4.1.4 және 5.2.1) топырақтарды жою бойынша, тоған негізінің барлық ауданы бойынша қатты мұздалған топырақтарды жою, немесе тек ғана тоғанның жоғарғы қабатындағы мұзды алу, және қажет болған жағдайларда – тоған негізінде сүзілуге қарсы құрылғыларды орнату бойынша шаралар (тістегіштер, қабырғалар, шпунттар, мұздалған ілмелер және т.б.) қарастырылады. Тоңданған тоғандарды жобалау барысында тоғанның төменгі тіреуіш призмасы шегінде өсімдік қабатын жоюды қарастырмау рұқсат етіледі.

Қыртысты көріністі тоғандарды жобалау барысында негізді дайындау бойынша шаралардан толық немесе жекелей бас тартуға т. 6.1.3 талаптарына сәйкес негіздеме болған жағдайда рұқсат етіледі.

Тау-тасты негізде тұрғызылатын топырақтық тоғандарды жобалау барысында бұзылған, жарылған тасты жою қарастырылады (соған орай жеке ірі тастар мен тастардың жиналуын жояды) тоғанның сүзілуге қарсы құрылғыларының негізбен түйісуі ауданында бақылаулық-геологиялық және құрылыстық қазбаларды бітейді.

Сүзілуге қарсы құрылғыларға қарағанда суөткізгіштік қасиеті жоғары материалдардан орындалатын тоғанның көрініс бөліктерінің негізбен түйісуі аймақтарында бұзылған, жарылған тастарды жою міндетті емес.

Тоғанның топырағына қарағанда беріктік қасиеттері төмен болып келетін негізде беттік топырақ қабатының болуы кезінде, тоған құламалары қатты еңісті болып келуін ескеру арқылы, осы қабатты (немесе оның жоғарғы бөлігі) жою бойынша экономикалық тиімділігін анықтау керек.

Құмды, шанды, суға қаныққан топырақтардан құралған негіздерде, сейсмикалық аудандарда тоғандарды тұрғызу барысында, динамикалық әсерлер кезінде топырақтардың біріктірілуі ескеріледі.

Іздестірулер кезеңінде жобаланатын тоғаң негізінде, еріген күйде марганец немесе темір қышқылдарынан тұратын топырақ суларының болуы анықталған жағдайда, хемогенді кольматациясын болдырмау үшін, осы суларды тоған құрғатқыш құрылғыларына жеткізуді жеңілдету және алдын алу бойынша шаралар қарастырылады.

Бұл шараларға осы суағар көкжиегінің жабық құрғатқышы (асмосферамен байланыссыз) жатады.

Осындай ұқсас жағдайларда, тоған негізі топырақтарының немесе түйіскен жағалық сілемдерде гипспен цементтелген топырақтардың химиялық суффозияға төзімділігі тексеріледі.

5.8.2 Тоғанның қабысу көрінісінің шегінде жағалардың көлбеулік беттері сәйкесінше жоспарланады, бұл жағдайларда тоғанның қабысу шегінде ілмелі бөліктер және шығыңқы тәрізді бөлімдер тоғанның сүзілуге қарсы құрылғысы қабысу шегінде рұқсат етілмейді.

Тоған негізінде тез желдетілетін жыныстар болған жағдайда, топырақтық материалдардан жасалған тоған жобаларында осы жыныстардың қасиеттерінің өзгеруін ескеру керек немесе сәйкес құрылымдық технологиялық шаралар қарастыру керек.

Таутасты негізде жергілікті тектоникалық бұзылулар жарылулар түрінде кездесетін болса, онда оларды тазалау және бітеу бойынша шаралар қолдану керек, сонымен қатар осы жарылуларды толтыратын материалдың сүзілу беріктігін қамтамасыз ететін шаралар қарастырылуы тиіс.

Егер тоған денесінің өзінде немесе топырақ материалының мұздалуы немесе гравитациялық нығыздалу әсерінен оның су тежегіш элементінде жарылулардың пайда болу мүмкіндігі жағдайында тоғанды еңіс жағаларына түйістіру немесе құмды манжеттер түрінде бетонды ғимараттарға су қоймалары жағынан суффозияға қарсы құрылғылар қарастырылады, олардың болуы осы жерлерде пайда болатын жарылулардың кольматациясын қамтамасыз етеді.

Осы жерлерде сонымен қатар топырақтық материал әбден төселіп, нығыздалады, осыдан оның байланыс қабатына (қалыңдығы шамамен екі метр) ылғалданған және пластикалық материал төселеді. Тоған денесінің бетонды ғимаратқа берік түйісуін қамтамасыз ету үшін, ереже бойынша, топырақтық тоғанға қарай шеттерінің түйіскен еңістері 10:1 аспайтындай етіп, қарастырылады.

5.8.3 Сүзілуге қарсы құрылғылары бар топырақтық тоғандар үшін және қатты сүзілетін (соған орай ерігеннен кейін) аллювиальды шөгінділерде, негіздің таутасты жыныстарын жабатын, алювий қабатының үлкен емес қуаттылығында (5 м дейін), сазды топырақтардан жасалған біртекті топырақтық тоғандар үшін ереже бойынша, таутасты тістегішке дейін сүзілуге қарсы құрылғылар орнатылады.

Аллювиальды қабаттың қуаттылығы 5 м асатын болса, тоғандардың өзегімен және сүзілуге қарсы қоршаулары қалқанды тоғандармен нұсқалары салыстырылады (цементациялық ілме, бетонды қабырға және т.б.).

Жобада тоғанның сүзілуге қарсы құрылғының негізбен түйісуі тасты тістегіш қабысу орнында қарастырылады (мысалы, қабысу орнында ертінді инъекция жолымен, ал қажет болған жағдайларда – сүзілуге қарсы ілмелерді орнату қарастырылады).

Сүзілуге қарсы ілмелі қоршаудың тереңдігі және солғынның ұзындығы сүзілу есептеулеріне сәйкес (9 бөлім) орнатылады.

Ескертпелер

1 Топырақтық тоғандардың негізін сүзілуге есептелінуі (топырақтық және тасты топырақтық) сүзілуге қарсы ілмелерді орнату кезінде топырақ негізінің сүзілу беріктігін анықтауда бекітіледі, ол кезде пайдалану кезеңінде жерасты контурының беріктігі қамтамасыз етіліп, құрылыстың тиімділігі жоғарлайды.

2 Сүзілуге қарсы ілмелер өлшемдерін анықтау кезінде сүзілулік есеп (ілме тереңдігі, ұңғыманың қалыңдығы мен қадамы) топырақтық тоғандар негізінде жерасты контурының құрылымдық элементтерінің ең үлкен арынның, негіз топырақтарының қасиеттерін (таутасты, таутасты емес, суффозиялық-төзімді және т.б.), ескеру арқылы, су тежегіш бетінің тереңдеуі және т.б. жағдайларды ескер арқылы орындалады.

5.8.4 Тоғанның сүзілуге қарсы құрылғылары таутасты тегіс емес көлбеу жағаларымен қабысуы кезінде тоған жоталарынан тау бетін дайындау қарастырылады (өзек, қалқан) арнайы жатыс арқылы негізге, тез бұзылуларсыз, ең кіші көлбеулік жағалық байланыста техникалық және экономикалық негіздеме арқылы, таудың шығыңқы беттерін кесіп тастау және жергілікті төменделген жерлерді бетонмен тегістету арқылы қарастырылады.

Тау бетінің аралас бөліктерімен сүзілуге қарсы құрылғылардың қабысуы арасындағы бұрышы 20° аспауы тиіс.

Тоғанның бойлық көрінісінің көрінісі негіз бойынша жарылулардың пайда болуын болдырмау жағдайында, оның кернеулік деформациялық жағдайын есептеу нәтижелері негізінде тағайындайды.

5.8.5 Қатты жарылған таутасты негіздегі топырақтық тоғандарда, тоған денесі үшін қауіпті сүзілу мүмкін болатын (соған орай еру үрдісі) жағдайда, олардың астына сүзілуге қарсы ілмелер мен тістегіштер орнату қарастырылады, сонымен қатар тоғанның сүзілуге қарсы құрылғылар табанының шегінде беттік инъекция ертіндісін қолдану (цементациялық, сазды немесе ұсақ құмды) қарастырылады. Сүзілуге қарсы құрылғылары жоқ біртекті тоғандарды жобалау жағдайларында есептеулер негізге алынады.

5.8.6 Әлсіз су өткізбейтін (соған орай еруден кейін) және әлсіз жарылған, таутасты, жартылай таутасты және сазды негіздерде топырақтық тоғандарды жобалау барысында тоған денесіндегі топырақты негізге сүзілуге қарсы құрылғыларсыз төсеуге рұқсат етіледі.

Биіктігі 50 м жоғары, тегене тәрізді таутасты және жартылай таутасты негіздерде топырақтық тоғандарды жобалау барысында бетонды сілем жапқышы арқылы, онда орналасқан (қажет болған жағдайда) темірбетонды құрғатқыш бақылаулық (цементациялық) галереялармен тоған өзегінің негізге түйісуі қарастырылады. Жапқыш бойлық температуралық деформациялық жапсарларға кесіледі. Қатты жарылған негіз кезінде жапқышты, аудындық нығыздаушы цементацияны жүзеге асыру үшін қолданады.

5.8.7 Тоған денесінің немесе сүзілуге қарсы құрылғының негізбен, жағалармен және бетонды ғимараттармен түйісуі орындарында, қабысуға жжақын орналасқан топырақтарды әбден төселуі және нығыздалуы қарастырылады, мұндағы байланыстық қабатты (қалыңдығы 2–3 м) тоған денесіндегі немесе сүзілуге қарсы құрылғылардың топырақтарына қарағанда иленгіштеу, суды аз өткізетін және ылғалды топырақтардан (1–3% артық емес) жасау керек.

5.8.8 Тоған негізіне сүзілуге қарсы құрылғыларды жобалау барысында (шпунттық қатар, бетоннан жасалған қабырға, сазды топырақ немесе "топырақтағы қабырға" әдісі арқылы тұрғызылған инъекциялы ілмелер, мұздалған ілмелер және т.б.) тоған денесіндегі сүзілуге қарсы құрылғылармен қабыстыру қарастырылады (өзекпен, қалқанмен немесе диафрагмамен).

5.8.9 Бетонды және темірбетонды ғимараттармен топырақтық тоғандардың түйістіру құрылғылары келесі жағдайларды қамтамасыз етеді:

- а). су қоймалары ғимараттары арқылы өтетін топырақтық тоғанды судың шайылуынан қорғау;
- б). жоғарғы бьеф жағынан су қоймалары ғимараттары мен су қабылдағышқа судың ақырындап келуін және тоған негізі мен денесінің шайылуын алдын алатын төменгі бьефте ағынның ақырың ағуын;
- в). қабысу аймағында қауіпті сүзілуді алдын алу.

I және II классты тоғандардың қабыстыру құрылғыларының жобалары гидравликалық және сүзілушілік зерттеулер мәліметтеріне негізделеді.

5.8.10 Топырақтық тоған денесінің бетондық ғимаратпен берік қабысуын қамтамасыз ету үшін, ереже бойынша, топырақтық үйінді жағына қарай 10:1 еңістен аспайтындай етіп, бетонды құрылым қабысатан шегінің еңісі қарастырылады.

Топырақтық тоғандардың, олардың денесін қиятын, бетонды ғимараттармен түйісуі, сүзілуге қарсы құрылғылары бар тоғандар үшін жүзеге асырылады, ал біртекті тоғандар үшін – жоғарғы тартым және тоғанның орталық бөлігі шегінде қарастырылады.

Топырақтық тоған денесінің бетонды ғимараттармен түйісуі, топырақтық тоғанды кесіп өтетін, бекітілген дифрагмалар түрінде қарастыру керек (шпунттық қатар, бетонды

қабырға және т.б.). Түйістіру диафрагмасының ұзындығы сүзілулік есептеулер негізінде анықталынады.

Топырақтық тоғандар және бетонды ғимараттар негізіндегі сүзілуге қарсы құрылғылар бір бірімен байланыста болып тұрады.

5.8.11 Үйінді және шайылу әдісі арқылы орындалатын топырақтық тоғандардың түйісуі кезінде, түйісу орнында қалыпты сүзілуді және тоған денесі мен негіздің әрқелкі шөгуін болдырмайтын шаралар қарастырылады.

5.9 Тоғандарды қайта жөндеу бойынша негізгі жағдайлар

5.9.1 Әлсіз су өткізгіш негіздегі біртекті топырақтық тоғаның өсіру, ғимаратты қайта жөндеу кезінде тоғанның жоғарғы және төмен жақтары арқылы жүзеге асырылады.

Негізде диафрагмамен (өзекпен) және ілмемен тоғанның биіктігін ұлғайту оның төменгі жағынан да – қалқанмен дифрагманы өсіру жолымен және де екі жағынан да – тік диафрагманы сақтау арқылы мүмкін, бұл жағдайда негізде сүзілуге қарсы ілмені күшейтумен негізделеді.

Қалқанмен және сүзілуге қарсы құрылғымен негізде тоғанның биіктігін ұлғайту, қалқанның сүзілу беріктігін тексеру арқылы, тек оның төменгі жағынан ғана мүмкін (топырақты және топырақтық емес материалдардан) және қажетті болған жағдайда негіздегі сүзілуге қарсы құрылғыны күшейту арқылы жүзеге асырылады.

5.9.2 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандарды қайта жөндеу барысында, құрғатқыштардың қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз етуі бойынша шаралар қарастырылады.

5.9.3 Төменгі құламасы бар өсірілетін призманың берік түйісуі үшін өсімдік қабаты тазаланады.

6 ШАЙЫЛҒАН ТОПЫРАҚ ТОҒАНДАРЫ

6.1 Құрылымдық шешімдер

6.1. Топырақты суға үйю әдісі арқылы тұрғызылатын тоғандардың құрылымдарын 4 Кесте, 3, 45 суреттер және 4.1.3 тармақтарына сәйкес тағайындау, сонымен қатар Б Қосымшасы ұсыныстарына сәйкес қабылдау ұсынылады.

6.1.2 Тоғанның құрылымын тандау кезінде табиғи топырақтарды мүмкіндігінше көп пайдалануға тырысу керек, себебі олар кен орындары немесе қазбаларын өндеу кезінде сұрыптауды қажет етпейді.

6.1.3 Сәйкесінше кен орындарындағы топырақтар болған жағдайда, тандауды жұмыс өндірісінің жоғарғы технологиясымен сипатталатын біртекті құмды тоғандарға береді.

Ашық қалыптасқан құламалары бар қыртысталған көріністі біртекті құмды тоғандарды, негізде әлсіз топырақтар жатуы жағдайында, құламаның бекіту көлемін азайту қажеттілігі, сонымен қатар су астында шайылуы жағдайларында, сәйкесінше техникалық экономикалық негіздемесі болуы кезінде қолданады.

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

Негізі әлсіз және торфталған топырақтардан тұратын, суланған және саздалған аймақтарда орналасқан тоғандарды жобалау барысында топырақ бетіндегі қабатты және өсімдік қабатын жою бойынша толық немесе жеке жұмыстарды қарастырмауға рұқсат етіледі, тек олар ғимараттың төзімділігі мен сүзілулік беріктігіне қауіп төндірмеген жағдайларда.

Әлсіз топырақты негізде біртекті тоғандарды тұрғызу барысында, ереже бойынша, кеңейтілген төменгі бөлігі шайылады («жастығын»), ал жоғарғы бөлігін «жастықтың» шөгуі тұрақтанғаннан кейін тұрғызады.

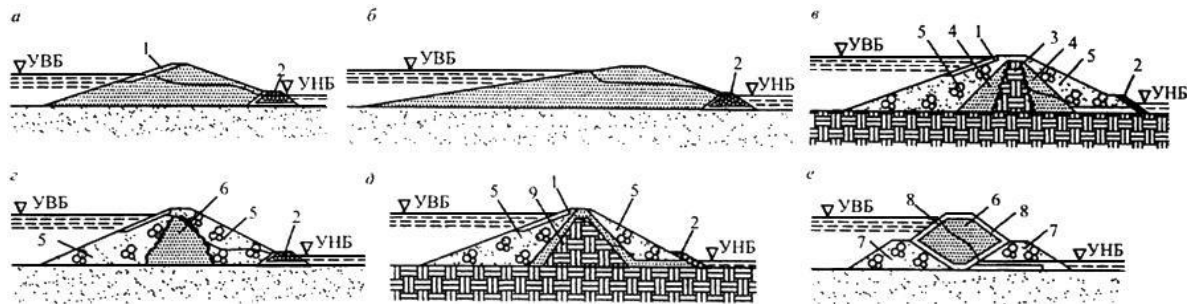
4-кесте – Топырақтық шайылған тоғандар классификациясы

Тоған түрлері	Тоған денесінің топырақтары	Тоғанды тұрғызу әдісі
Біртекті:		
әдейі қалыптастырылған тоғандар арқылы (Сурет 3, а)	кұмдар, құмайтар, саздар (сонымен қатар шөгінді)	Құламаларда бөгеттермен екі жақтан шайылуы
бос қалыптасқан тоғандарымен – жоғарыдан (Сурет 3, б) немесе екі жағынан	кұмды қиыршық тасты (ірі құм тәрізді)	Төменгі құламаларда бөгеттермен бір жақтан шайылуы (Сурет 4, б) және орталықтан бөгеттерсіз шайылуы
жіңішке көріністі (Сурет 4, в)	кұмды қиыршық тасты (ірі құм тәрізді)	Құламалар бойынша үсіліссіз еңістер орнату және құбырдың көлденең жағынан, салманың шығыңқысы арқылы пионерлі шайылуы
Өртекті:		
өзегімен (Сурет 3, в)	қиыршық тасты (ірі құм тәрізді), құрамында құмды және сазды түйіршіктері бар қиыршық құмды	Тоғанның орталық бөлігінде құламаларда және тіреуіш тоғандарда құлау бөгеттерімен екі жақтан шайылуы (Сурет 4, а)
орталық шекарасымен (Сурет 3, г)	қиыршық тасты (ірі құм тәрізді) немесе әртүрлі түйіршікті құмдар, құрамында құмды және ұсақ түйіршіктері бар қиыршық құмды	Тоғанның орталық бөлігінде құламаларда және тіреуіш тоғандарда құлау бөгеттерімен екі жақтан шайылуы (Сурет 4, а)
Аралас:		
Сазды топырақтардан жасалған үйілген өзегімен және шайылатын бүйірлік аймақтарымен (Сурет 3, д)	қиыршық тасты (ірі құм тәрізді), қиыршық құмды немесе құмды	Тоғансыз екі жағынан шайылуы
Тау кенді сілемінен жасалған үйінді банкеттері және біртекті орталық аймағымен (Сурет 3, е)	қиыршық тасты (ірі құм тәрізді), қиыршық құмды немесе құмды	Тоғансыз екі жағынан шайылуы
Топырақтық емес орталық диафрагмасымен және шайылатын бүйірлік призмаларымен	қиыршық тасты (ірі құм тәрізді), қиыршық құмды немесе құмды	Тоғансыз бір жағынан шайылуы

6.1.4 Өртекті тоғандарды біртекті тоғандардармен салыстырғанда сәйкесінше тау кен топырақтары болған жағдайда және қажет болған жағдайда сүзілулік шығынын төмендету үшін, сонымен қатар тоған денесінің көлемін азайту үшін жобалайды. Бұл жағдайларда берілген өлшемдерге және топырақтың құрамымен өзекті құру бойынша жұмыс өндірісінің технологиясының қиындатылуы және де оның ірі топырақтармен шайылуын болдырмауды ескеру қажет.

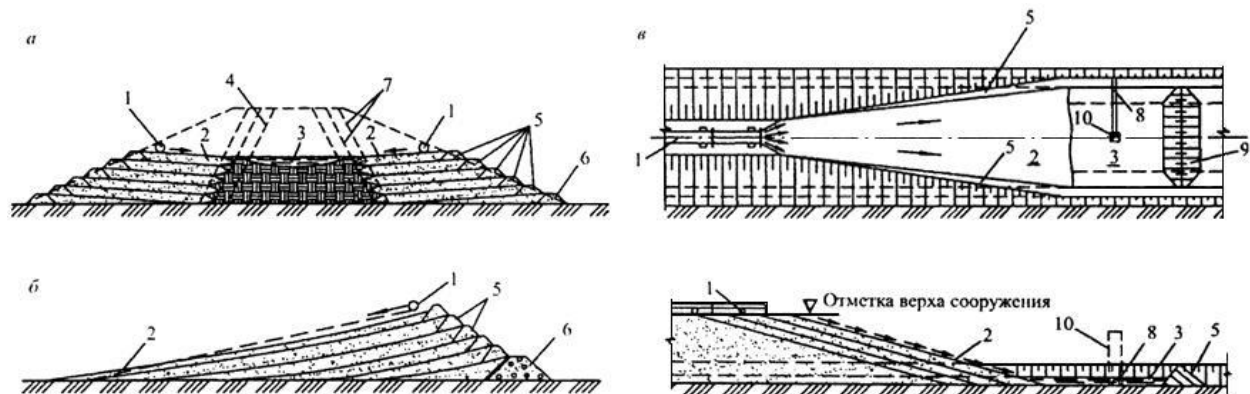
Берілген өлшемді өзектің біртекті қасиеттерін қамтамасыз ету және ірі топырақтармен шайылуын болдырмау үшін, сәйкесінше негіздеме болған жағдайларда, жобада тоғанның өзегінің бөгет аймағы шегінде топырақтарды араластыру рұқсат етіледі.

6.1.5 Бүйірлік үйінділері бар шайылатын тоғандарды немесе тасты үйінді призмаларды биік жалғастырғыштар немесе қазаншұңқырдың пайдалы қазбаларынан алынған тастарды пайдалану жағдайларында қолданады. Сейсмикалық аудандар үшін тоғандарды жобалау кезінде тасты үйінді призмаларды орнату және сейсмикаға төзімді құламаларды бекіту қарастырылады.



а–е Кесте 4 қара; 1 – жоғарғы құламаны бекіту; 2 – құрғатқыш; 3 – шайылатын өзек; 4 – шайылатын аралық шекаралар; 5 – шайылатын бүйірлік шекаралар; 6 – шайылатын орталық әлсіз сүеткізгіш шекаралар; 7 – бүйірлік үйінді призмалар (банкеттер); 8 – құламаның сейсмикаға төзімді бекітулері; 9 – үйінді сазды өзек

3-сурет – Шайылатын тоғандар түрлері



а – өзегі бар екі жақтан шайылатын әртекті тоғандар; б – жоғарғы құламасы бар бір жақтан шайылатын біртекті тоғандар, олар салымның бос ағуы кезінде қалыптасады; в – жіңішке қалыптасқан тоғанның шайылуы; 1 – таратқыш салма өткізгіш; 2 – шайылу құламасы; 3 – тіреуіш тоған; 4 – өзектің шекарасы; 5 – кездейсоқ құламалар үшін бөгет; 6 – бірінші құламаларға арналған бөгеттер; 7 – тоған шекарасы; 8 – сүеткізгіш құбыр; 9 – уақытша жалғастырғыш; 10 – су жинайтын құдық

4-сурет – Шайылатын тоғандарды тұрғызу негізгі схемалары

6.1.6 Шайылатын әдіс арқылы тоғандарды тұрғызуды үйілген әдіс арқылы біріктіріп қарастыру рұқсат етіледі, мысалы, тоғанның жоғарғы призмасын құммен шайады, ал төменгі жағын қиыршық тасты топырақпен жүзеге асырады.

6.1.7 Шайылатын тоғандар жобаларына топырақтың шайылу сапасын қамтамасыз ету бойынша шаралары және оны төсеу орнатылған тығыздығының, сонымен қатар жаңадан шайылған топырақты беру, тіреуіш тоғаннан жасалған шайылу бетінің инфильтрациясы кезінде пайда болған сүзілу ағыңын ескеру арқылы құрылыс кезеңінде

тоған құламасының төзімділігін қамтамасыз ету шаралары қарастырылады. Шайылатын тоғандар үшін шайылған топырақтың су бергіштігін қамтамасыз ету жағдайы бойынша, оларды өсірудің шекті қарқындылығы орнатылады, ал тоғандардың бөліктері үшін, су астында шайылатын– құлама еңкіштігі су астында және су бетіндегі шектерінде жүзеге асырылады.

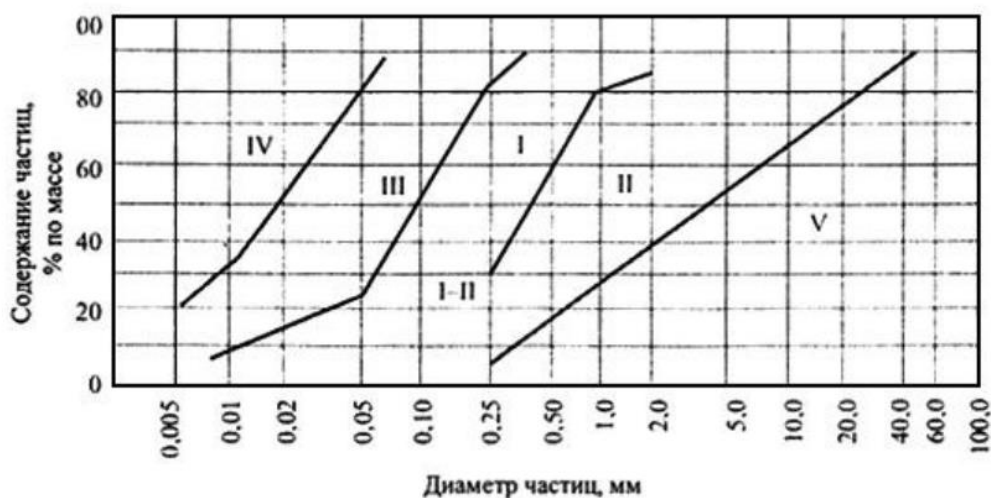
Шайылу қарқындылығын, кеуекті қысым шамасын қосымша бақылау арқылы тексеру керек.

6.2 Материалдарға қойылатын талаптар

6.2.1 Тау кен топырақтарының түйіршіктік құрамын шайылатын тоғандарды тұрғызу техникалық мүмкіндігін бағалау және тандалған құрылымның экономикалық тиімділігін анықтау үшін қолданылатын негізгі сипаттама ретінде санайды.

Тоғандарды шаюға арналған топырақтардың құрамындағы органикалық және суда еритін қоспалар саны, жұмыс өндірісінен кейін шайылған тоған денесіндегі қалдықтардың шайылу шамалары 5.2.1 тармақтарында көрсетілген шамалардан аспауы керек.

6.2.2 Тоғандарды шаю үшін тау кен топырақтарының жарамдылығын алдын ала бағалау түйіршіктік құрамына байланысты, 5 суретте келтірілген сұлба бойынша жүзеге асырады.



5-сурет – Тоғандарды шаюға қолданылатын топырақтар тобы

Біртексі тоғандарды шаюға жарамды топырақтар ретінде I топтағы құмды топырақтар; II топтағы құмды және қиыршық тасты топырақтар болып саналады, әртекті тоғандар үшін ұсақ құмды орталық шекаралы немесе сазды өзегі бар топырақтар қарастырылғаны дұрыс.

Құмайттар (III топты), саздақтар (IV топты), қиыршық тасты және қиыршық құмды топырақтар (V топты), сонымен қатар шөгінді сазды топырақтарды, сәйкес техникалық экономикалық негіздеме болған жағдайда, шаю үшін қолдануға болады. Бұл жағдайларда құмайттар мен шөгінді саздақтарды біртекті тоғандарды шаю үшін, сонымен қатар әртекті тоғандардың орталық әлсіз суөткізгіш шекарасын шаю, қиыршық тасты топырақтарды осы тоғандардың бүйірлік жақтарын шаю үшін қолданады.

Кен орындарында топырақтың қоры, ереже бойынша, тоған жобасында қабылданған топырақ көлемінен 1,5–1,8 есе көп болуы керек.

Кен орындарын тандау барысында жүргізілетін инженерлік геологиялық ізденістерді тоған төсемесі талаптарын қаңағаттандырмайтын, сонымен қатар гидромеханизация құралдарымен өндірілмейтін топырақтар қорын белгілеп, олардың жоюын жүзеге асыратындай етіп, жүргізеді.

Тоғанды шаюға қолданылатын топырақ топырақтық сораптар арқылы өтпейтін габаритті емес қосындыларға тексеріледі (қойтастар, тастар және т.с.с.).

6.2.3 Әртекті тоғандар үшін әртүрлі түйіршіктік дәрежесі жоғары топырақтарды қолдану тиімді, мысалы, шанды, сазды түйіршікті қиыршық тастар, және құмды түйіршіктік құрамы 25–30% аспайтын болғанда. Өзекте сазды түйіршіктер $d \leq 0,005 \text{ мм}$ өлшемді болып келсе, топырақтың нығая сығылу жағдайы бойынша 20% кем емес рұқсат етіледі; ал өте көп сазды түйіршіктердің болуы сәйкесінше негіздеме болған жағдайда жүзеге асырылады.

Шайылған топырақтың түйіршіктену аймағының шекарасы мен орташаланған түйіршіктік құрамы ұсынылған Е Қосымшасы ұсыныстарына сәйкес анықталынады.

6.2.4 Шаю үшін әртүрлі кен орындарынан алынған жасанды қоспалары бар топырақтарды немесе кен орындарынан сұрыпталып алынған топырақтарды қолдану мүмкіншілігі техникалық экономикалық есептеулерге сәйкес жүргізіледі.

6.2.5 Қажет болған жағдайларда қосымша жасанды нығыздалу қарастырылады (терендетілген гидровибрирленген, жарулар арқылы нығыздау, қабаттап нығыздау немесе тапталып тегістелу арқылы және т.б.). Қосымша нығыздау бойынша шаралар, ереже бойынша, далалық сынақтар жұмыстарымен негізделеді.

6.3 Тоған денесінде топырақты түйіршіктеу

6.3.1 Тоғанның бойлық көрінісінде топырақты түйіршіктеу гидравликалық таратылу нәтижесінде, шайылатын топырақтың әртүрлі түйіршіктік еселігін $K_{60,10} > 2,5$ немес $K_{90,10} > 5$ ескеру арқылы жүзеге асырылады. Топырақты тарату, оның түйіршіктік құрамына, салым шығыңына және оның консистенциясына, шайылу еніне байланысты болып келеді.

6.3.2 Шайылатын тоған топырақтарының түйіршіктік құрамын анықтау барысында топырақтың ұсақ түйіршіктерінің шайылуы мен лықсымасы ескеріледі. Құмды біртекті тоғандарды тұрғызу кезінде сазды және жартылыай шаң тозанды түйіршіктердің лықсымасы қамтамассыз етіледі, бірақ технологиялық жағынан ірі түйіршіктерден ұсақ түйіршіктерге дейін шайылып кетуі мүмкін. Тоғандардың шайылуы кезінде топырақтардың шығыңың ұсынылған Г Қосымшасына сәйкес анықтау ұсынылады.

Шайылудың мөлшерін есептеу Д Қосымшасының мәліметтері бойынша жүзеге асырылады.

Әртекті тоғандардың шайылуы кезінде сазды түйіршіктердің лықсымасы 6.2.3 тармағына сәйкес тағайындалады.

6.3.3 Біртекті тоғандарды жобалау барысында, шайылған топырақтың түйіршіктік құрамын, тоғанның көлденең қимасындағы топырақтың құрамы мен сүзілу еселігін өндеу

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

жағдайында топырақтың ұсақ түйіршіктерінің шайылуын ескеру арқылы, кен орындарындағы топырақтардың орташа өлшенген құрамы бойынша қабылдайды. Бұл жағдайда екі жақтан шайылуы кезінде тоғанның орталық бөлігінде және біржақтан шайылу кезінде тоған бөлігінің салымнан қашық орналасқан топырақтың ұсақ түйіршіктерінің құрамының көп емес жоғарлауы ескеріледі.

6.3.4 Әртекті тоғандарды жобалау барысында, топырақтың түйіршіктік құрамы, шайылу кезінде жеке бөліктері түйіршіктенуін ескеру арқылы орнату қажет.

Шайылу кезінде топырақтың түйіршіктенуін ұқсастық немесе есептеулер бойынша анықтайды.

Топырақтың орташаланған түйіршіктік құрамы тоғанның өзегі мен бүйірлік жақтары үшін жеке анықталынады, сонымен қатар аралық аймақтар үшін де ескеріледі. Тоғанның көрінісін бөліктерге бөлу қолданыстағы ұқсастықтарға сәйкес қабылданады.

I және II классты тоғандар үшін топырақтың түйіршіктенуін, осы тоғанды тұрғызу технологиялық жағдайын ескеру арқылы, сынақтық шайылуларды жүргізу арқылы нақтылайды.

6.3.5 Әртекті тоған өзегінің енін алдын ала кен орындарындағы топырақтың құрамына байланысты тағайындайды, берілген биіктікте тоған ені 10–20% шегінде, ал ұсақ құмды топырақтардан жасалған орталық аймақта 20–35% шегінде, берілген енінен көтеріп қабылдайды. Бұл өлшемдерді 7 бөлімнің талаптарына сәйкес өзгертуге болады және де шайылудың бастапқы кезеңінің нәтижелері бойынша түзетулер енгізіледі.

6.4 Тоған құламасын бекіту және оның көрінісі

6.4.1 Шайылатын тоғандардың құламасымен және олардың бекітілу түрін 5.3.1–5.4.23 тармақтарына сәйкес қабылдайды; бұл жағдайда құлама тек тоғанның биіктігі мен құрылымын, тоғанның денесі мен негізі топырақтарының сипаттамаларын ескеру арқылы ғана орнатпайды, сонымен бірге құламаның төзімділігіне тоғанды шаю кезінде пайда болатын жағымсыз сүзілу режимін ескеру арқылы, сонымен қатар құрылыс кезеңінде тұрақты құрғатқыш құрылғыларының болмауы жағдайы ескеріледі.

Шайылатын тоғандар құламалардың орташа мәнін алдын ала салынған ғимараттардың ұқсастығы бойынша Кесте 5 мәліметтеріне сәйкес тағайындауға болады.

5-кесте – Шайылатын тоғандар құламалардың орташа мәндері

Тоған түрі	Негіз топырақтары	Құлама тіктігі
Біртекті құмды	Құмды, құмайты	1:3,5 – 1:5
	Көне шөгінділер, торфтар, саздар	1:5 – 1:8
Әртекті қиыршық құмды өзегімен	Таутасты, тығыз саздар	1:3 – 1:4

6.4.2 Егер тоғанның құламасын төзімділікке есептеу нәтижесінде, тоғанды пайдалану мерзімінде құламаларды есептеу бойынша алынған құлама тегістігіне қарағанда, оның шайылу кезеңінде, жұмыстар өндірісінің технологиясын ескеру арқылы тегіс құламалар алынатын болса, онда құлама тегістігі құрылыс мерзіміне арналған есептеулер арқылы қабылданады.

Қатаң құламаларды орындау қажет болған жағдайда жұмыс технологиясын өзгертеді немесе құрылымдық шаралар қолданады, мысалы, құрылыстық құрғатқыш.

6.4.3 Қыртысты көріністі шайылатын тоғандар құламалары, солғынның бос ағуы кезінде қалыптасатын, бекітусіз немесе жеңілдетілген қиыршық тастармен, қиыршық құмдармен жобалау рұқсат етіледі немесе толқындық және желдік әсерлер жағдайларында оның сақталуы қамтамасыз етілген кезде биологиялық бекітулер рұқсат етіледі.

Қажет болған жағдайда, мұндай тоғандардың құламаларында тоғанды бойлай ағып топырақтың орын ауыстыруын болдырмайтын тік бундар қарастырылады.

6.4.5 Шайылатын тоғандардың жотасының енін 5.3.4 тармақтарына сәйкес орнатады.

Тоған көрінісінің шайылатын бөлігіндегі жотаның ең үлкен енін, құрылыс мерзімінде, гидрокөліктік құрылғының мүмкіндік жұмыс істеуін және топырақты төсеу кезінде қолданылатын механика құралдарын ескеру арқылы: орталық аймағы бар әртекті тоғандар үшін –50 м кем емес, өзегімен –70 м кем емес, біртекті тоғандар үшін –20 м кем емес, тағайындайды.

Жота бойынша ені кіші тоғанды тұрғызу қажет болған жағдайда, оның жоғарғы бөлігін топырақты құрғатып салу арқылы немесе суға салу арқылы орындайды.

6.4.6 Шайылған тоған денесінде құрғатқыш құрылғыларын жобалау барысында, 5.6.1–5.7.6 тармақтарының талаптары ескеріледі, бірақ артықшылық 2, б, д, е суретте көрсетілген құрғатқыш құрылымына беріледі. Құрғатқыш құрылғылар, галереялар, тік құрғатқыштар және басқа да құрылғылар шайылуға дейін тұрғызылады және тоған денесіндегі топырақ қабатымен берік қорғалады. Егер құрғатқыш құрылғылар шайылудан кейін тұрғызылса, онда оларды ғимаратқа арын болмаған жағдайда немесе су төмендеткіш қорғанысы арқылы орындайды.

6.4.7 Құмды және қиыршық тасты топырақтардың бос шайылуы кезінде құлама еңістерінің орташа мәндерін (көлденең және эстакадалы әдіс арқылы шайылу кезінде 10%-ті концентрациялы солғын) 6 кесте бойынша шамалап белгілеуге болады, содан шайылудың бастапқы кезендерінің мәліметтері бойынша арғы қарай түзетуге болады.

Солғынның консистенциясы кезінде, 10%-тіктен айрықшаланатын, құлама еңісін i келесі формула бойынша есептейді:

$$i = i_{10} \cdot \sqrt[3]{\frac{C}{10}}, \quad (4)$$

мұндағы C – солғын консистенциясы, % масса бойынша;

i_{10} – құлама еңісі, егер $C = 10\%$.

6-кесте

Тоырақ	Солғынның шығыны кезінде құлама еңісі, м ³ /ч		
	2000 дейін	2000-4000	4000 асатын
Құм:			
ұсақ	1/40	1/60	1/100
орташа	1/33	1/40	1/65
ірі	1/25	1/33	1/40
қиыршықты	1/20	1/25	1/30
Ірі құм	1/15	1/20	1/25

6.4.8 Судың деңгейінен төмен шайылу кезінде құлама еңісін топырақтың түйіршіктік құрамына байланысты есептеулер бойынша анықтайды. Құлама еңісі алдын ала от 1/10 ден 1/4 дейін қабылдануы мүмкін, мұнда су қоймасында су ағысының болуы кезінде еңістің кіші мәндері ұсақ құмдарға сәйкес келеді. Топырақтың ірілігі ұлғайған сайын және ағыстың жылдамдығы төмендеген сайын құлама еңісі ұлғаяды.

6.5 Тоғандарды қайта салуға қойылатын талаптар

6.5.1 Топырақтық шайылатын тоғандарды қайта салу барысында біртекті тоған жотасын жоғарылату, қолданыстағы тоған құламасының төменгі призма есебінде қамтамасыз етілуі мүмкін. Шайылуды тоғанның негізгі көрінісі шайылған топыраққа қарағанда, ірі құрамды кен орындарындағы топырақтар арқылы орындайды. Тоғанның төменгі призмасын топырақты құрғақтай салу арқылы қабаттап төсеуге рұқсат етіледі.

6.5.2 Өзегі бар шайылатын тоған жоталарын жоғарылату кезінде, төменгі призманы шаюдан басқа, сүзілуге қарсы құрылғыларды құру қарастырылады, мысалы, қолданыстағы өзекпен түйісетін қалқан түрінде, немесе топырақтық емес материалдардан жасалған сүзілуге қарсы құрылғылардан орындалған ("топырақтағы қабырға" және т.б.).

6.5.3 Төменгі призманы тұрғызу алдында қайта салу бойынша жұмыстардың орындалуы кезінде, қолданыстағы тоған төменгі құламасынан өсімдік қабаты алынып тасталады.

Тоғанның төменгі призмасын шаюды бастамас бұрын барлық қолданыстағы құрғатқыш құрылғылар жөнделеді.

7 ТАСТЫ-ТОПЫРАҚТЫ ЖӘНЕ ТАСТЫ-БӨГЕТТІ ТОҒАНДАР

7.1 Құрылымдық шешімдер

7.1.1 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандар сүзілуге қарсы құрылғылар құрылымдары бойынша және жұмыс өндірісінің әдісіне байланысты 7 кестеде және 6-8 суреттерде көрсетілген түрлерге бөлінеді.

7-кесте – Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандардың классификациясы

Тоған түрі	Сүзілуге қарсы құрылғының құрылымы
Тасты топырақты	Топырақтық қалқан (Сурет 6, а) Топырақтық өзек (тік немесе көлбеу) (Сурет 6, б) Жоғарғы топырақтық призма (Сурет 6, в) Орталық топырақтық призма (Сурет 6, г) Аралас СҚҚ
Тасты топырақты, бағытталған жару бойынша тұрғызылған	Топырақтық қалқан немесе солғын (Сурет 7, б) Инъекциялық диафрагма (Сурет 7, а)
Тасбөгетті	Топырақтық емес материалдардан жасалған қалқан (Сурет 8, а) Диафрагма (Сурет 8, б)

7.1.2 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандарды таутасты, сонымен қатар таутасты емес негіздерде де тұрғызады. Тоған түрін тандау техникалық экономикалық есептеулерге және жылдық схема бойынша жұмыс өндірісінің технологиясы талаптарына сәйкес негізделеді.

7.1.3 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандарды жобалау барысында, 4 бөлімнің талаптарынан басқа, топырақтық үйілген тоғандарды тұрғызу үшін қолданылатын материалдарға, тоғанның құламасы мен жотасын жобалау, сүзілуге қарсы құрылғылар және олардың негізбен түйісуі, жағалар және бетонды ғимараттар, сонымен қатар осындай тоғандарды қайта салу жобаларын өңдеу кезінде 5 бөлімнің де талаптарын ескеру қажет.

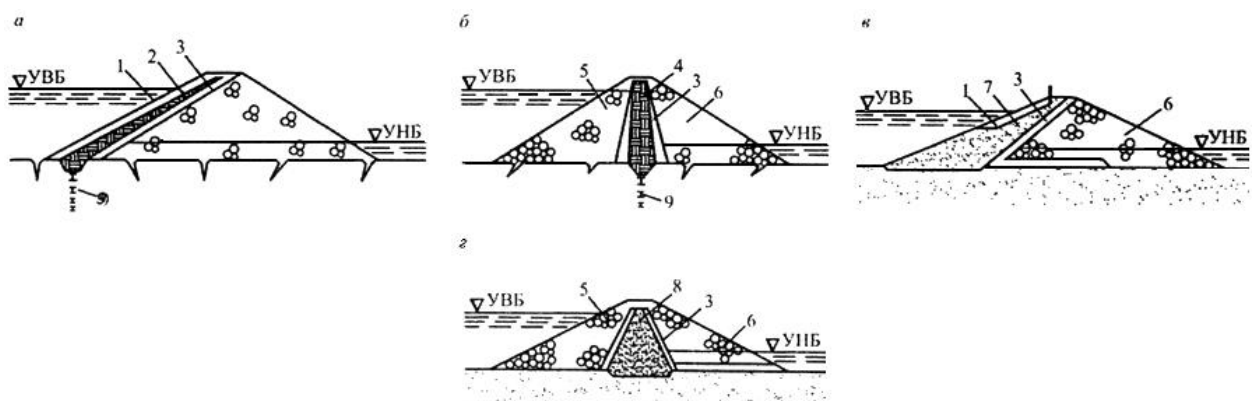
7.1.4 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандарды тұрғызу үшін тасты материалдармен үйінді жасау қарастырылады (тасты салымдар, тау кен сілемі, ірі құмды топырақтар), содан оның нығыздалуына шаралар қабылданады (қабаттасып төсеу, гидронуығыздау) немесе ярустар биіктігі 3 м және одан жоғары болып қарастырылады.

7.1.5 Жарылуға бағытталған тасты топырақты тоғандарды тұрғызу, осы әдіс үшін табиғи жағдайы жағымды мерзім рұқсат етіледі:

- жіңішке жармада – $(B/h) < 3$, мұнда B – жарма ені;
- тоғандардың тасты материалдарына қойылатын талаптарды қанағаттандыратын жағалардың тасты жыныстары кезінде.

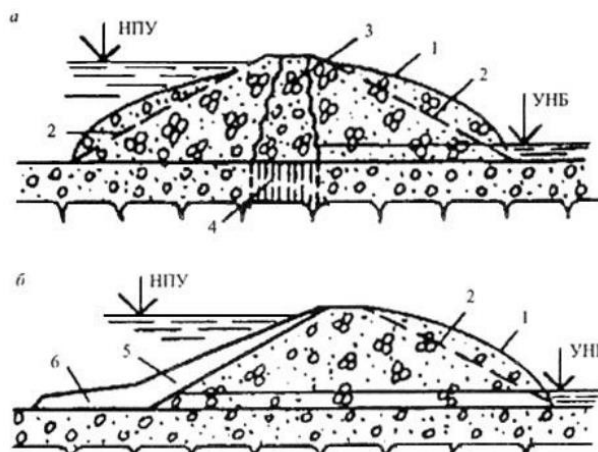
Топырақтардың орын ауыстыру жарылу әдістері технологиялық әдіс ретінде ғимараттың бөлігін немесе жеке элементтерін тұрғызу әдістерімен қатарлас қолданылады (жоғарғы немесе төмендету).

Жарылудан болған үйінділерден сүзілуге қарсы құрылғылар орталық призмаға ертінді салу жолымен, әлсіз суөткізгіш призмасы немесе қалқанының, сонымен қатар топырақтық емес материалдардан қалқандарды құру орындалады. Осы тоғандар жобаларында ғимаратты қажетті өлшемдеріне дейін жеткізу қарастырылады. Сәйкесінше негіздеме болған жағдайларда, біржақты жарылулар арқылы біртекті де тоғандарды тұрғызуға болады.



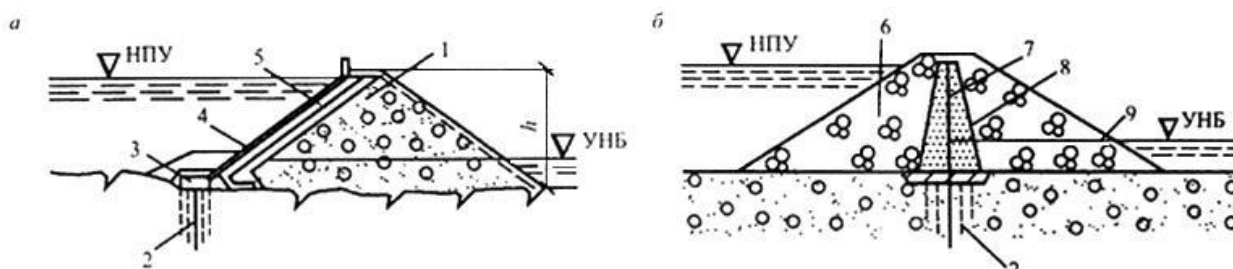
1 – жоғарғы құламаны бекіту; 2 – топырақтық қалқан; 3 – ауыспалы қабаттар (енрі сүзгіштер); 4 – топырақтық өзек; 5 – жоғарғы призма; 6 – төменгі призма; 7 – жоғарғы топырақтық сүзілуге қарсы призма; 8 – орталық топырақтық сүзілуге қарсы призма; 9 – цементация

6-сурет – Тасты, топырақты тоғандар түрлері



а, б – Кесте 7 қара; 1 – басқы көрінісі; 2 – есептік көрініс контуры; 3 – инъекциялық өзек; 4 – инъекциялық ілме; 5 – қалқан; 6 – солғын

7-сурет – Жарылатын үйіндіден тоғандар түрлері



а-б – Кесте 7 қара; 1 – тасты үйіндіден тоған денесі; 2 – цементациялық ілме; 3 – бетонды тістегіш; 4 – темірбетонды қалқан; 5 – қалқан астындағы қабат; 6 – жоғарғы призма; 7 – диафрагма; 8 – ауыспалы қабаттар; 9 – төменгі призма

8-сурет – Тасбөгетті тоғандар түрлері

7.2 Материалдарға қойылатын талаптар

7.2.1 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандарды тұрғызу үшін материалдардың жарамдылығын зертханалық және болмыстық жағдайда жүргізілетін зерттеулер мәліметтері бойынша анықтайды.

Кен орындарындағы таутасты жыныстардың жарамдылығы (беріктігі, аязға төзімділігі, химиялық қасиеттері бойынша) тоғанның биіктігіне, олардың көріністе орналасуына және өндеу, тасымалдау жағдайын ескеру арқылы аймақтың климаттық жағдайларына байланысты анықталынады.

7.2.2 Тоғанның тасты материалының түйіршіктік құрамы, келесі жағдайларды ескеру арқылы тандарады:

- төсеменің қажетті тығыздығын қамтамасыз ету;
- тоған денесінде топырақтардың орналасуын ескеру.

Сәйкес негіздеме болған жағдайда, әлсіз желдетілетін жыныстардың олардың уақыт бойынша сипаттамаларының өзгеруін ескеру арқылы қолдануға рұқсат етіледі.

Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандар материалдарының нақты құрамын қарастырылатын тоған нұсқаларын техникалық экономикалық есептеулер, салыстырулар негізінде қабылдайды.

7.2.3 Тоған денесіне үйілетін ірі кесекті топырақтың шекті ірілігі және оның түйіршіктік құрамы жобада тастың сапасы мен тоғанды тұрғызу әдісіне байланысты орнатылады. Қабатталып нығыздалып үйілетін материалдың ірілігі үйілетін қабаттан $1/2-1/3$ аспайтын болуы керек, бірақ пайдаланылатын нығыздаушы механизмдерге байланысты одан да үлкен болуы мүмкін.

7.2.4 I және II классты тоғандар үшін зертханалық жағдайда немесе ұқсастық бойынша алынған топырақтардың физикалық-механикалық сипаттамалары немесе ұсастықтар бойынша қабылданған, ереже бойынша, сынақ үйінділерінде зерттеулермен нақтыланады (тоғанның пайдалы көлеміне қосылатын мүмкіндігі бойынша), биіктігі 100 м асатын тоғандар үшін мұндай зерттеулер міндетті.

7.2.5 Үйінді үшін сұрыпталмаған тасты қолдануға болады. Тасты сұрыптау бастапқы сәйкес негіздеме болған жағдайда ғана жүзеге асырылады.

7.2.6 Тоған көрінісі бөліктері бойынша әртүрлі материалдарды төсеу, ереже бойынша, тоғанның биіктігі 50 м және одан жоғары болғанда қарастырылады, бұл жағдайда берік материалды аса кернеуленген бөліктерде, ал аязға төзімді материалдарды көріністің сыртқы бөліктерінде қолданады.

7.2.7 Төсеуге арналған материал үшін, су бетінен төмен тоған денесінде немесе оның әсеріне тартылған, магмалық және метаморфты жыныстар үшін жұмсақталу еселігінің мәні 0,9 аспауы керек, және 0,8 – шөгінді тау жыныстары үшін тағайындалады. Жұмсақталу еселігінің кіші мәндерін, сәйкесінше негіздеме болған жағдайларда қабылдауға рұқсат етіледі.

7.2.8 Сүзілуге қарсы құрылғылардағы (қалқандар, солғындар, өзектер, әлсіз өткізгіштік призмалар) топырақтарға, тасты топырақты тоғандардың ауыспалы қабаттары мен кері сүзгіштеріне топырақты үйінді тоғандар элементтеріне қойылатын талаптар сияқты талаптар қойылады.

Егер сүзілуге қарсы құрылғыларды гидромеханизация құралдары арқылы тұрғызатын болса, онда топыраққа қойылатын талаптар шайылатын тоғандар топырақтарына қойылған талаптар сияқты болуы тиіс.

7.2.9 Тасты топырақты тоғандардың ауыспалы қабаттары мен кері сүзгіштері үшін, ереже бойынша, кен орындарындағы әртүрлі түйіршікті топырақтар қолданылады.

Осы мақсатта пайдаланылатын, сұрыпталып, шайылып, әртүрлі түйіршіктерді араластырылып немесе қосылып алынған қоректі топырақтарды қолдану сәйкесінше техникалық экономикалық негіздеме болған жағдайда ғана рұқсат етіледі. Барлық жағдайларда артықшылықты бірқабатты ауыспалы қабаттар мен кері сүзгіштерге беру қажет.

7.3 Тоған құламасының көрінісі

7.3.1 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандардың бойлық көрінісінің негізгі өлшемдері 5.3.1-5.3.7 тармақтарына сәйкес белгіленеді.

7.3.2 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандар құламаларының көлбеулігі есептеулер бойынша тағайындалады (9.10-9.13).

Бағытталған жарылу арқылы тұрғызылған тоған құлама көлбеулігін белгілеу кезінде, топырақты жару нәтижесінде бос қалыптасатын құламалардың бастапқы көлбеулігі ескеріледі.

7.3.3 Тоған құламаларындағы бермалар енін құлама көлбеулігінің қажетті орташаланған мәнін қамтамасыз ету жағдайын ескеру арқылы тағайындалады, бірақ 3 м кем емес етіп.

7.4 Сүзілуге қарсы құрылғылар

7.4.1 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандардың топырақты және топырақты емес материалдардан сүзілуге қарсы құрылғыларды жобалау барысында 5.5.2-5.5.13 тармақтарының талаптары ескеріледі.

7.4.2 Тасты топырақты және тасбөгетті тоғандардың сүзілуге қарсы құрылғылары негізбен және жағалық еңістерімен қабысады және де мүмкін болатын жылжулар кезінде өзінің суға төзімділігін, беріктігін және иілгіштігін сақтайды.

7.4.3 Тасты топырақтық тоғандардың сазды топырақтардан жасалған өзектері немесе қалқандары үшін сүзілу ағынының арын градиенті сүзілу беріктігінің қағидалары бойынша қабылданады (9.6 тармағын қара).

7.4.4 Топырақтық сүзілуге қарсы құрылғымен тоған денесіндегі ірі кесекті материал арасында кері сүзгіштер мен ауыспалы қабаттар қарастыру қажет.

Ауыспалы қабаттардың қалыңдығын жұмыстар өндірісінің жағдайын, тоғанның мүмкін болатын көлденең жылжуларын ескеру арқылы тағайындайды және де 3 м кем емес етіп қабылдау керек.

Топырақтық емес сүзілуге қарсы құрылғымен тоған денесі топырағының арасында ауыспалы қабаттар қарастырылады.

7.4.5 Тоғанның ауыспалы қабаттары мен кері сүзгіштері материалдарын 5.7.1-5.7.6 тармақтарына сәйкес қабылдайды.

I және II классты тоғандардың ауыспалы қабаттарының түйіршіктік құрамын тәжірибелік түрде, олардың жұмыс жағдайын және оны қабаттап үю кезінде мүмкін болатын сегрегацияларды ескеру арқылы нақтылайды.

7.4.6 Тасты топырақты тоғандардың топырақтық сүзілуге қарсы құрылғыларының сүзілу беріктігін жоғарылату үшін, келесі жағдайлар қарастырылады:

- жағалық қабысулар мен негіздерде өзекті немесе қалқанды кеңейту;
- топырақтық сүзілуге қарсы құрылғылардың негізбен және жағалармен қабысуы шегінде кері сүзгіштің қосымша қабатын төсеу;
- әртүрлі түйіршікті сазды топырақтардан қалқан немесе өзек тұрғызу, егер жарылулар пайда болған жағдайда, олар өздерінің әртүрлігімен жарылуларды жабуға қабілетті бола алады.

7.4.7 Тасбөгетті тоғандардың сүзілуге қарсы құрылғылары, ереже бойынша темірбетоннан, асфальтобетоннан, полимерлі материалдардан орындалады. Темірді де қолдануға рұқсат етіледі.

7.4.8 Тасбөгетті тоғандардың темірбетонды қалқандарын тауасты немесе аз сығылатын негізі бар жағдайында тұрғызу ұсынылады.

7.4.9 Темірбетонды қалқандарды тіреуіш ретінде қызмет ететін контурлы тақтадан төменгі бөлігін кесіп, периметральды жапсар және бойлық тік температуралық деформациялық жапсарлар арқылы ені 12–15 м болатын бойлық жолақтарға кесіліп бірқабатты етіп орындайды. Бұл жағдайларда көлденең температуралық деформациялық жапсарлар қарастырылмайды.

Жотада темірбетонды қалқанның қалыңдығы 0,3 м тең етіп алынады, негізде келесі байланыс арқылы жоғарлайды:

$$\delta = 0,3 + (0,002 - 0,004) H, \quad (5)$$

мұндағы H – қолданыстағы арын, м.

7.4.10 Темірбетонды қалқанның негізбен түйісуін контурлы тақта көмегімен орындайды, оның ені келесі шектерде анықталынады:

- салыстырмалы сақталған және берік тауаста – $(1/16 - 1/20) H$;
- беріктігі орташа тауаста – $(1/10 - 1/15) H$;
- қатты жарылған және желдетілген негізде – $(1/6 - 1/9) H$.

Контурлы тақтаның ең кіші ені 3 м тең етіп қабылданады. Контурлы тақтаның ені жоспарда тұрақты ені бар сатылы – бөлімшелер арқылы өзгереді. Құрылыстық жапсарлар енінің өзгеру орындарында немесе кенеттен топографияның өзгеруі кезінде қарастырылады. Жапсарлар арасындағы арақашықтықты 6–8 м тең етіп қабылдайды, бұл жағдайда қалқанның құрылыстық жапсарлары мен температуралық-деформациялық жапсарларын бір бірімен сәйкес келмейтіндей етіп орнатады.

Контурлы тақтаның қалыңдығы оған қабысқан қалқанның қалыңдығына тең етіп қабылданады, бірақ 0,4–0,5 м кем емес.

7.4.11 Қалқанның контурлы тақтамен түйісуі ішкі полихлорвинил түріндегі екілік үштік сырғанау жапсары қағидасы бойынша, асфальтобитумды мастика түрінде сыртқы нығыздау мен төменгі жезді кілттек бойынша жүзеге асырылады.

Темірбетонды қалқанның деформациясын минимумға дейін төмендету үшін тоғанның көлденең көрінісін, әр аймаққа төселетін топырақтың түйіршіктік құрамы мен олардың нығыздалу дәрежесін ескеру арқылы аймақтау қарастырылады.

Тоғанның көлденең қимасында, ереже бойынша, төрт аймақ белгіленеді:

1. қалқан астындағы ауыспалы аймақ;
2. аралық ауыспалы аймақ;
3. жоғарғы тіреуіш призма;
4. ішкі (төменгі) тіреуіш призма.

Қалқан астындағы ауыспалы аймақтың ені жотаға жақын негізге көлденең кеңейту бойынша әр 100 м арынға 3–4 м тең етіп қабылданады.

Осы аймақтағы топырақтың түйіршіктік құрамы ең үлкен ірілігі 80 мм болатын құмды ірі құмды топыраққа сәйкес келеді және құрамында 15–37% ұсақ топырақтар болады (түйіршіктері 2 мм кем емес).

Қалқан астындағы ауыспалы аймақты нығыздау қалыңдығы 40–50 см көлденең қабаттар арқылы виброкатоктар көмегімен 98% тең салыстырмалы тығыздыққа дейін жүзеге асырылады. Бұдан басқа, қалқан астындағы қабатты сыртқы құлама бойынша виброкатоктармен нығыздайды.

Аралық ауыспалы аймақ қалқан астындағы аймақпен бір мезетте үйіліп, нығыздалады. Оның ені қалқан астындағы аймақ сияқты тағайындалады.

Осы аймақтың түйіршіктік құрамы кері сүзгіштерді тандау қағидасы бойынша белгіленеді.

Төменгі бьеф жағынан жоғарғы тіреуіш призма қалқанның негізге жоғарғы нүктесі арқылы өтетін және төменгі құламаға тігінен 15–30° бұрышта өтетін ішкі шекарамен шектеледі. Профильдің бұл бөлігінде әртүрлі түйіршіктік еселігі 10–15 жоғары, ең үлкен ірілігі 600–800 мм және құрамындағы 5 мм түйіршіктері 5% дан 20% ға дейін және салыстырмалы тығыздыққа дейін 90% кем емес нығыздалған ірі кесекті топырақ қолданылады (тау кен сілемі немесе қиыршық тасты топырақ). Осы аймақта тастың ірілігі (қиыршық құмның) тек өндірістік көзқарастар бойынша ғана шектеледі; нығыздалу 80–82% тең салыстырмалы тығыздыққа дейін жүргізіледі.

7.4.12 Топырақтық емес материалдардан қалқан астынааз сығылатын, әлсіз су өткізетін, суффозияға берік сүзілу еселігі $10^{-3} - 10^{-4} \text{ см / таулік}$ болатын ауыспалы аймақ төсейді.

Қалқан астындағы дайындық қалыңдығы қалқан материалына, қалқан астындағы дайындықтың материал ірілігіне, үйіндідегі материалдың ірілігіне, тоған биіктігіне және жұмыс өндірісінің жағдайына байланысты белгіленеді.

7.5 Тоған негіздеріне қойылатын талаптар. Тоғандардың негізбен және өңірлермен қабысуы

7.5.1 Негіз бен өңірлер топырақтарын бағалау кезінде 4.1.5, 4.1.6 және 5.8.1-5.8.10 тармақтарының талаптары ескерілуі тиіс.

Таутасты негіздерде және су өткізбейтін элемент қабысуларында тоғанның құрылысы барысында, жабынды топырақтар мен таутасты жыныстардың желдетілетін бөліктері алынып тасталады, себебі оларда тиімді түйістіретін цементтеу жұмыстарын жүргізу мүмкін болмайды.

7.5.2 Таутасты және ерекше таутасты емес негіздерде тоғандарды тұрғызу кезінде негіздің шөгуінің әркелкілігі бойлық бағытта болсын, көлденең бағытта да, тоғанның сүзілуге қарсы құрылғыларының жарылуларға төзімділігін тексеру арқылы есептеулермен анықталады.

7.5.3 Суға топырақты салу әдісі арқылы тұрғызылатын, топырақтық сүзілуге қарсы құрылғылары бар тасты топырақты тоғандарды жобалау барысында, осы құрылғылардағы топырақтың негіз топырағымен байланысын қамтамасыз ету бойынша шаралар қарастырылады.

7.5.4 Тоғанның топырақтық сүзілуге қарсы құрылғыларының таутасты негізбен түйісуін негізді торкреттеу, жағалық құламалар және т.б. түрінде қарастыруға рұқсат етіледі.

Топырақтық сүзілуге қарсы құрылғылардың таутасты негізбен түйісу құрылымы ұсынылған В Қосымшасына сәйкес тандалуы мүмкін.

7.5.5 Сүзілуге қарсы құрылғылардың статикалық жұмысын жақсарту, жарылуларға төзімділігін жоғарылату үшін жіңішке ойыстарда орналасқан биік тоғандарды төменгі бьеф жағына қарай шығыңқы қисық сызықты сызықпен жобалау ұсынылады.

7.5.6 Әлсіз сығылатын және әлсіз су өткізетін (соған орай ериген кезде) топырақтармен төселген таутасты негіздерде тасты топырақты тоғандардың сүзілуге қарсы құрылғыларының негізбен түйісуі, оларды жоғарғы бірнеше рет нығыздалған қабат тереңдіктегі негізге салу арқылы жүзеге асырылады. Негіздің үстінгі қабатында қуаттылығы 5 м құмды, қиыршық құмды топырақтардан жасалған аллювиальды шөгінділер қабаты орын алса, онда түйісу негіздің байырғы жыныстарына кіретін тістегіш көмегі арқылы жүзеге асырылады.

7.5.7 Негізге сүзілуге қарсы құрылғыны орнату қиынға түсетін жіңішке құламада бетонды қақпақ орнату нұсқасын қарастыру ықтимал, оның биіктігі нұсқаларды техникалық экономикалық салыстырулар арқылы анықталынады. бұл жағдайда бетонды қақпақта әртүрлі қолданыстағы трассаны белгілеу суағарлары болуы мүмкін: санитарлық ағындар, құрылыс кезеңінде тасқындарды өткізу немесе беттік суағарларды жүргізу және т.б.

8 ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

8.1 Тоғандардың құрылысы кезінде қоршаған ортаны қорғау, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану, адамның денсаулығы мен тұрғындардың амандықтарын қорғау бойынша экологиялық, экономикалық, әлеуметтік, демографиялық жақын және алыс құрылыстар салдарын ескеру бойынша талаптарды орындау қамтамассыз етіледі [1].

8.2 Жобаны техникалық экономикалық негіздеу және топырақтық тоғандарды жобалау барысында құрылыс және пайдалануы кезеңінде табиғи қоршаған ортаға түсетін рұқсат етілетін шекті жүктемелер ескеріледі, сонымен қатар қошаған ортаның кірленуін жою және алдын алу берік және тиімді шараларын, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану және өндеу, қоршаған табиғи ортаны жақсарту шаралары қарастырылады.

8.3 Гидротүйін құрамындағы топырақтық тоғандарды жобалау және тұрғызу барысында, берілген аймақтың электрэнергиясы мен сумен қамтамассыз ету шынайы қажеттіліктері, нысанды орналастыру үшін аймақ бедері, жерлер мен ормандарды, тұрғын аудандарын, табиғи ескерткіштерін, тарих пен мәдениетті мүмкіндігінше сақтау бойынша шаралар, балық қорын қорғау, қоршаған табиғи ортаның жағымсыз өзгерістерін болдырмау бойынша су қоймаларын су басқан және тазалаған кездерде пайда болатын ағаш қалдықтарын және топырақ бетіндегі өсімдік қабатын уақытында жою шаралары толығымен ескеріліп қарастырылады.

8.4 Топырақтық тоғандарды жобалау кезінде қоршаған ортаның химиялық, физикалық және биологиялық кірленуін туғызатын топырақтық және топырақтық емес материалдарды, сонымен қатар технологияларды қолдануға болмайды

8.5 Экологиялық үрдістерді басқару үшін экологиялық мониторинг кезінде табиғи техникалық жүйенің барлық қоспаларының жағдайын тұрақты бақылау жүзеге асырылуы тиіс.

Ескертпелер

1 Мониторинг экологиялық мәліметтерді жинау және өңдеу тұрақты қызметі, сонымен қатар табиғатты қолданумен байланысты өндірістік үрдістің бөлігі болып табылады, және де бақылаулар мәліметтерін жинау арқылы экологиялық тенденцияның даму бағытын уақытында анықтауға болады, ондағы өтетін үрдістерді жағымды бағытқа қарай өзгертуге, басқару көрсеткіштерін анықтауға, табиғатты қолдануға байланысты мүмкін болатын апаттық жағдайларға тез көңіл бөлуге мүмкіндік береді.

2 Басқарылатын табиғи техникалық жүйелерді құру, табиғи жиынтықтар тек тепе теңдік жағдайында ғана қолданылмай, сонымен қатар су тұтынушылар ретінде шығатын кезде, суғарадың көп мақсатта қолдану жағдайында олардың жұмыс режимі мен өлшемдерінің тиімді жағдайы кезінде гидротүйіндер құрамындағы топырақтық тоғандарды жобалауға ерекше көңіл бөлініп қарастырылады.

9 ТОҒАНДАРДЫ ЕСЕПТЕУДІҢ НЕГІЗГІ ЖАҒДАЙЛАРЫ

9.1 Топырақтық материалдардан I және II классты тоғандарды жобалау барысында келесі негізгі есептеулер орындалуы керек [1], [2]:

- сүзілушілік (9.3, 9.4) және беріктікке сүзілушілік (9.5);
- кері сүзгіштер, құрғатқыштар және ауыспалы қабаттар (9.6-9.9);
- құламалардың, қалқандардың және қорғаныс қабаттың төзімділігі (9.10-9.13);
- кернеулер мен деформациялар (9.14, 9.15);
- тоған денесі мен негізінің шөгуі (9.16, 9.17);
- көлденең жылжулар (9.19);
- толқындар, мұздар және т.б. әсерлерге құлама бекітпелерін беріктікке (9.21).

Қосымша орындалады:

- әртекті топырақтық шайылатын тоғандар үшін топырақтардың түйіршіктенуін және іргелік призма төзімділіктерін есептеу (6.13, 6.14, 6.17), нығая сығылуды және кеуекті қысымды есептеу (9.18);
- денесі, өзегі, қалқаны немесе негізі сазды топырақтармен төселген топырақты үйілген және тасты топырақты тоғандар үшін, олардың топырақтарының нығая сығылу кезінде кеуекті қысымды есептеу және жарылуға төзімділігін тексеру керек (9.18, 9.22);
- өзегі және диафрагмасы бар тасты топырақты тоғандар үшін, сонымен қатар тоғанның төменгі призмасының жылжулыққа төзімділігін тексеру қажет.

III және IV классты тоғандар үшін келесі есептеулер жүргізіледі:

- сүзілушілік және сүзілуге төзімділігі;
- кері сүзгіштер, құрғатқыштар және ауыспалы қабаттар;
- құламалардың, қалқандардың және қорғаныс қабатының төзімділігі;
- тоған денесінің және негізінің шөгуі;
- толқындар, мұздар және т.б. әсерлерге құлама бекітпелерін беріктікке.

Барлық есептеулер тоғандардың көлденең қимасы сияптамалары үшін жүргізіледі.

9.2 Барлық жағдайларда тоғандарды есептеу, тоғандар жұмыстары пайдалану және құрылыстық кезеңдерінде жүктемелердің негізгі және ерекше үйлесімі кезінде орындалады.

Топырақтық материалдардан жасалған тоғандарға түсетін жүктемелер мен әсерлер, тек осы осы ережелер жинағында келтірілген жүктемеерден басқа, ҚР ҚНЖЕ 3.04-40 сәйкес қабылдау керек.

Сейсмикалық аудандарда тұрғызылатын тоғандарды, ғимараттарды есептеу, сәйкес сейсмикалық жүктемелерді, топырақтардың қасиеттерін анықтау нәтижелері негізінде орындалады.

9.3 Тоған денесінің, негізінің және жағаларының сүзілгіштік есептеулерін, келесі жағдайлар үшін орындайды:

- тоған денесінің, оның негізі мен жағаларының сүзілулік төзімділігін анықтау;
- тоған құламасы мен жағаларының төзімділігін есептеу;
- ең тиімді және экономикалық пішіндерді, өлшемдерді және тоған құрылымының, оның сүзілуге қарсы және құрғатқыш құрылғыларды негіздеу.

Сүзілулік есептеулерді орындау кезінде су қоймасының төсемі кольмотажы ескеріледі және уақыт бойынша осы үрдістің дамуын жоғарғы құламада ескеру керек.

9.4 Сүзілулік есептеулермен (сонымен қатар зерттеулермен) сүзілу ағыңының келесі өлшемдерін анықтауға болады [1], [2]:

- тоған денесінде және жағаларда сүзілулік ағын бетінің орналасуын (депрессиялы беттің);
- тоған денесі, негізі және жағалары арқылы өтетін судың сүзілулік шығыны;
- тоған денесіндегі, негізіндегі, сонымен қатар құрғатқышқа сүзілу ағынының шығу орындарында, төменгі құлама табанындағы төменгі бьефте, әртүрлі сипаттамалары бар топырақтардың байланыс орындарында және сүзілуге қарсы құрылғылардың шекараларында сүзілу ағынының арыны (немесе арың градиенті) (Сурет 9).

Негіздің әртекті немесе анизотропты геологиялық түзілісі кезінде, осы тармақтар көрсетілген сүзілу арынының өлшемдері, осы ерекшеліктерді ескеру арқылы анықталынады.

9.5 Тоған денесінің сүзілулік төзімділігі, сонымен қатар сүзілуге қарсы құрылғылар, ғимараттың және оның негізінің кернеулік деформациялық күйін, құрылымдар ерекшеліктерін, тұрғызу әдістері мен пайдалану жағдайын ескеру арқылы, ғимараттағы әсер етуші арын градиенттері кезінде топырақтарды сәйкес есептеу мен тәжірибелік зерттеулер негізінде бағаланады.

Сүзілу беріктікті есептеу тоғанға әсер ететін ең үлкен арынды ескеру арқылы орындалады [1], [2].

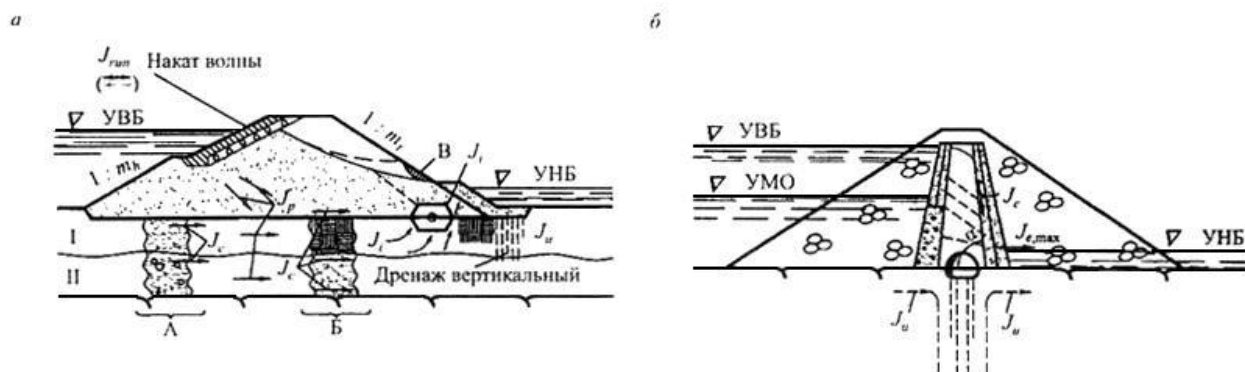
Сүзілу беріктікті бағалау барысында сүзілудің есептік аймағына әсер ететін орташа арын градиенті, ғимараттың жауапкершілігі бойынша беріктік еселігін ескеру арқылы қабылданған орташа шекті арын градиенті төмендегі мәнінен аспауы тиіс, яғни:

$$J_{est,m} \leq \frac{1}{\gamma_n} J_{cr,m}, \quad (6)$$

мұндағы $J_{est,m}$ – есептік сүзілу аймағына әсер ететін орташа арын градиенті;

$J_{cr,m}$ – орташа шекті арын градиенті, ғимараттың шынайы пайдалану жағдайларына жауап беретін, зерттелетін топырақ негізінде қабылданады. Алдын ала есептеулерде және қажетті зерттеулер болмаған жағдайда, оның мәні $J_{cr,m}$ қолданыстағы ұқсастықтарға немесе 8 Кестеге сәйкес қабылдануы мүмкін;

γ_n – ғимараттың жауапкершілігі бойынша беріктік еселігі.



а – қабаттасқан негіздегі біртекті тоған; б – тауасты негіздегі тасты топырақты тоған

А, Б – негіздегі байланысқан және байланыспаған топырақтарының түйісуі; В – құламаға ағыстың шығуы жағдайында жергілікті топырақтың шығу аймағы; $J_{e,max}$ – төменгі бьеф су деңгейінде ағыстың шығу аймағындағы есептік (ең үлкен) арын градиенті; α – төменгі құлама өзегінің көкжиекке көлбеу бұрышы; J_p , J_c , J_u , J_i , J_{run} – суффозияға, байланыстық шайылуға, шығуға, құрғатқышқа сүзілу ағыңының шығуына, толқындардың жоғарлауы және төмендеуінен кері сүзгіштегі пульсацияға сәйкес арын градиенттері

9-сурет – Топырақтық тоғандарда және олардың негіздерінде суффозияның пайда болу мүмкіндігінің мысалдары

9.6 Кері сүзгіштерді, құрғатқыштарды және ауыспалы қабаттарды жобалау барысында, келесі жағдайларды ескеру керек:

- кері сүзгіштермен қорғалатын топырақтардың есептік өлшемдерін орнату (түйіршіктік құрамы, тығыздығы, сүзілу еселігі және т.б.), олардың сүзілулік беріктігін анықтау (суффозиялығы) және сүзілу ағыңының жағдайы мен құрамына байланысты қорғалатын топырақтың бос пайда болған түйіршіктері мен кеуектер диаметрінің есептік өлшемдерін анықтау (d_a және $d_{a,max}$);

- табиғи кен орындарында алынатын немесе жасанды жолмен алынатын топырақтарды тандау (қиыршық тасты, түйіршіктелген қоқыс және т.б.), олар кері сүзгіштерді орнату үшін қолданылуы мүмкін;

- кері сүзгіштің бірінші қабатының түйіршіктік құрамын тандау және басқа да табиғи кен орындарынан немесе жасанды материалдардан жасалған қабаттар үшін (егер осыған қажеттілік туған жағдайда);

- кері сүзгішпен қорғалатын топырақтардың және кері сүзгіштердегі топырақтардың суффозиялық беріктігі мен төзімділігін тексеру;

- кері сүзгіштер қабатының қалыңдығы мен санын анықтау;

– құрғатқыштар немесе ауыспалы қабаттарда төсеу кезінде топырақтардың түйіршіктік құрамын, қабаттар қалыңдығы мен тығыздығының рұқсат етілетін шекті шамаларын анықтау.

8-кесте – Орташа арын градиенттерінің шекті мәндері $J_{cr,m}$

Топырақ	Орташа арын градиенттерінің шекті мәндері $J_{cr,m}$ для		
	солғын	қалқан және өзек	тоғанның денесі мен призмы
Саз, саздыбетон	15	12	8 - 2
Саздақ	10	8	4 - 1,5
Құмайт	3	2	2 - 1
Құм:			
орташа	—	—	1
ұсақ	—	—	0,75

Ескертпе - Топырақтық материалдардан жасалған тоған призмы немесе денесінің сүзілу беріктігін тексеруді құламалардың төзімділігін есептеуге арналған жағдайларға сәйкес көлденең пішіні үшін орындайды.

Сүзілулік беріктікті тексеру нәтижесінде тоғанның құрылымы, құрғатқыштың орналасуы нақтыланады.

Орташа шекті градиентінің мәнін топырақтардың физикалық механикалық қасиеттеріне және оларды төсеу әдісіне байланысты қабылдайды, мұнда $J_{cr,m}$ үлкен мәндерін қатты тығыздалған топырақ үшін белгілейді.

9.7 Кері сүзгіштер, құрғатқыштар және ауыспалы қабаттар үшін сүзілу материалдарының әртүрлі түйіршіктік рұқсат етелетін еселігі $K_{60,10}$ келесі жағдайларды қаңағаттандыруы тиіс:

- егер топырақ суффозиялы емес себінді болса – $K_{60,10} \leq (20 - 25)$, мұнда $K_{60,10}$ ең кіші мәнін құмды және қиыршық тасты топырақтардың домаланған түйіршіктері үшін, ал үлкен мәндерін сүзгіштегі қиыршық құмды топырақтары үшін қабылдайды;
- егер қорғалатын топырақ суффозиялы себінді болса – $K_{60,10} \leq 15$;
- егер қорғалатын топырақ сазды болса, иленгіштік саны $I_p \geq 0.07$ болғанда ($I_p \geq 0.05$ негіздеме болғанда рұқсат етіледі) – $K_{60,10} \leq 50$;
- $K_{60,10} \leq 50$ шартын құрғатқыштардың кері сүзгіштері үшін қабылдайды, осылай тоғанның ауыспалы қабаттары үшін де;
- тоғанның ауыспалы қабатының қалыңдығы 3 м болғанда, оның шамасы 50 аспайтындай етіп қабылданады (сәйкес негіздеме болған жағдайда);
- кеуекті бетоннан орнатылатын сүзгіштер үшін – $K_{60,10} \leq 12$;
- материалдарды суға үю арқылы орындалатын сүзгіштер үшін – $K_{60,10} \leq 10$.

Барлық жоғарыда келтірілген шарттар:

$$K_{60,10} = d_{60} : d_{10} \quad (7)$$

мұндағы d_{60}, d_{10} – топырақ түйіршіктерінің ірілігі, олардың қосынды салмақтық құрамы барлық ұсақ түйіршіктерді қосқанда 60% және топырақтың барлық массасы бойынша 10% құрайды.

$K_{60,10} \leq 10$ тең болатын материалдар арқылы сүзгіштерді орындау үшін, қабаттардың қалыңдығы 5.7.5 тармақтарына сәйкес орындалады, ал $K_{60,10} > 10$ тең болатын материалдар үшін орындалатын сүзгіштер, қабаттардың қалыңдығы сүзілу қабаттарын тасымалдау, үйілуі және тегістеу кезінде пайда болатын материалдарының сегрегациясын ескеру арқылы сынақтық үйінділердің нәтижелері бойынша тағайындалады.

9.8 Ірі кесекті топырақтардың үйіндісі бойынша төселген сүзілуге қарсы призмалар үшін кері сүзгіштер немесе ауыспалы қабаттар құрылғыларынан бас тартуға сәйкесінше негіздеме болған жағдайда рұқсат етіледі.

9.9 Кері топырақтық сүзгіштердің орнына, сәйкес негіздеме болған жағдайда, кеуекті бетоннан кері сүзгіштер және басқа да кеуекті, полимерлі материалдардан жасалатын сүзгіштерді қарастыруға рұқсат етіледі.

9.10 Топырақтық тоғандардың барлық класстарының төзімділігін есептеу, артық еселіктің ең кіші мәндеріне жауап беретін беттердің жылжуы үшін орындалады.

Есептеулер кезінде ғимараттың және оның негізінің кернеулік күйін ескеретін әдістер қолданылады. Тоғандардың нақты геологиялық жағдайы мен құрылымына сәйкес негіздемелер болған жағдайларда, тәжірибеде тексерілген оңайлатылған есептеу әдістері қолданылуы мүмкін.

Тоған құламалары төзімділігін есептеу кезінде ұсынылған И Қосымшасына сәйкес көлбеулік күштердің өзара әсері әдістері қолданылады.

Жіңішке ойықтарда тоғандарды есептеу кезінде, негіз топырағының төмендетілген беріктік қасиеттері анықталған аймақтарда, тоғанның кеңістік жұмысын ескеру арқылы құлама төзімділігін бағалау ұсынылады.

9.11 Тоған құламасының төзімділігі беттің жылжуы қауіпті құлау призмасы бойынша тексеріледі, олар шекті реактивті күштер кедергісінің белсенді жылжытушы күштерге қатынасы арқылы сипатталады.

Тоған құламасының төзімділігінің қағидасы болып (қауіпті құлау призмасы үшін) келесі теңсіздік табылады:

$$\gamma_{lc} F \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} R \quad (8)$$

мұндағы F – жинақталған күштер әсерінің есептік мәні, жүктеме бойынша γ_f беріктік еселігін ескеру арқылы анықталынады (құламалардың төзімділігін есептеу әдісіне байланысты F – беттің жылжуы сызығына сәйкес осы күштердің тең әсерлі күштері немесе моменттері);

R – ғимарат негіз жүйесінің жинақталған көтеру қабілетінің есептік мәні, топырақ бойынша γ_g қауіпсіздік еселігін ескеру арқылы анықталынады, яғни қарастырылатын бет бойынша жылжуға шекті кедергі күштерінің жинақталған есептік мәні;

$\gamma_c, \gamma_n, \gamma_{lc}$ – жұмыс жағдайының, ғимараттың жауапкершілігі, жүктемелердің үйлесуі еселіктері;

γ_g – топырақ бойынша қауіпсіздік еселігі;

γ_c – жұмыс жағдайының еселігі.

Жылжудың қауіпті бетін іздеу кезінде төзімділік еселігі үшін K_s келесі түрде шарт анықталынады:

$$K_s = \frac{R}{F} \geq \frac{\gamma_n \gamma_{lc}}{\gamma_c}. \quad (9)$$

Жүктемелердің сәйкесінше үйлесімі кезінде алынған төзімділік еселігінің есептік мәні $\frac{\gamma_n \gamma_{lc}}{\gamma_c}$ шамасынан асып кетпеуі керек, тек 10% ғана асуы мүмкін, егер бұл ғимараттың ерекшеліктерімен негізделмеген жағдайда.

γ_c және γ_n еселіктерінің сандық мәндері 9, 10 кестелерде келтірілген.

9-кесте – γ_n еселігінің мәндері

Ғимараттың классы	I	II	III	IV
γ_n мәні	1,25	1,20	1,15	1,10

10-кесте – γ_{lc} еселігінің мәндері

Жүктемелердің үйлесімі	Негізгі	Ерекше	Құрылыстық кезеңінде
γ_{lc} мәні	1,00	0,90	0,95

γ_c еселігінің мәні қолданылатын есептеу әдісіне байланысты қабылданады, 0,95 тең болып– есептеулердің инженерлік әдістері кезінде, 1,0 – кернеулік деформацияланған күйін ескеру арқылы.

IV классты тоғандар үшін, жүктемелердің ерекше үйлесімі кезінде $K_s \geq 1,0$ тең болғанда, γ_c шамасына тәуелсіз болады.

9.12 Тоған құлама төзімділігін есептеу кезінде, келесі жағдайлар қарастырылады.

Төменгі құлама үшін:

–бірінші есептік жағдай (негізгі): жоғарғы бьефте – қалыпты сүйемелі деңгей ҚСД, тоған денесінде – орныққан сүзілу; төменгі бьефте судың болуы кезінде оның тереңдігін ҚСД кезінде мүмкіндігінше ең үлкен етіп қабылдайды, бірақ $(0,2 - 0,3)h_i$ аспауы тиіс, мұнда h_i – құлама биіктігі;

–екінші есептік жағдай (негізгі) ашық су қоймалар кезінде (бекітпелерсіз): сүйеме деңгей мен төменгі бьефтің деңгейін ең үлкен шығың арқылы анықтайды, жүктемелер мен әсерлердің үйлесімін негізгілерге жатқызады;

–үшінші есептік жағдай (ерекше): жоғарғы бьефте – қалыптасқан судың деңгейі (ҚСД), төменгі бьефте судың тереңдігін ҚСД сәйкес ең үлкен етіп қабылдайды.

Жоғарғы құлама үшін:

–бірінші есептік жағдай (негізгі): су қоймасында ҚСД дан судың деңгейін мүмкіндігінше көп етіп төмендету немесе сүйеме деңгейден, ең үлкен шығынды өткізуге сәйкес келетін, негізгі әсерлердің үйлесіміне жатқызылатын, ең үлкен мүмкіндік жылдамдығы арқылы анықтау, бұл жағдайларда орнықпаған сүзілудің сүзілу күштері ескеріледі;

–екінші есептік жағдай (құрылыс кезеңінде): жоғарғы бьефтегі судың деңгейі толтыруға жауап беретін белгіде жатады $(0,2 - 0,3)h_i$, мұнда h_i - құлама биіктігі; тоған денесіндегі депрессия бетін қабылданған толтыру деңгейіне сәйкес тағайындайды;

–үшінші есептік жағдай (ерекше): ең үлкен жылдамдық шамасы арқылы ҚСД нен су қоймасындағы судың деңгейін мүмкіндігінше төмендету, бұл жағдайларда орнықпаған сүзілудің сүзілу күштері ескеріледі.

Ескертпелер

1 Толықандары өшетін құламалары бар топырақтық тоғандар үшін, толқындық әсерлерді ескеру арқылы төзімділікті есептеу жүргізіледі.

2 Топырақтық шайылатын тоғандардың құламалары төзімділігін есептеу кезінде, тоғанның шайылуы кезеңінде оның жобаланатын орнында бөгеттен сүзілуі және құлама топырақтарының суға қаңғыуы ескеріледі (құрылыс кезеңінің есептік жағдайы).

3 Сейсмикалық аудандарда тоғандар құламалары төзімділігін есептеу кезінде сейсмикалық әсерлерді орындалған зерттеулерге сәйкес ескереді.

4 Сейсмикалық әсерлер жағдайында тоғанның жоғарғы құламасының төзімділігі, ҚСД дан су қоймасындағы судың деңгейін өте төмен пайдалану деңгейіне дейін тез төмендету жағдайы сияқты, солай ҚСД тұру ұзақтылығы жағдайы үшін де жүргізуге болады (немесе СД, негізгі әсерлерге жатқызылатын шығынның өтуіне сәйкес келетін).

5 Егер тоғанның байланысқан топырақтарының нығая сығылуы құрылыстың аяқталуы кезеңіне дейін аяқталмаса, құламалар төзімділігін есептеу кезінде кеукті қысым құрылыс кезеңінде де, соынмен қатар пайдалану кезеңінде де ескеріледі.

6 Топырақтық қалқаны бар тоғандар үшін тоған құламасында қалқанның төзімділігі және қалқандағы бекітпе төзімділігі есептелінеді. Қалқан және тоған байланысында алаң беттерінің жылжуы үшін немесе қалқанды бекіту үшін берік топырақтың беріктік сипаттамалары қабыладанады.

7 Сазды топырақтардан жасалған, өзегі бар топырақты шайылатын тоғандардың бүйірлі призмаларының төзімділігін есептеу өзектің нығая сығылу кезеңінде кеукті қысымды ескеру арқылы орындаған жөн (құрылыстық кезеңнің есептік жағдайы).

8 Жоталар арасындағы құламалардың жергілікті төзімділігі барлық әсер етуші жүктемелерді ескеру арқылы қамтамасыз етіледі (негізгі, құрылыстық, жүктемелердің ерекше үйлесімі бойынша).

9 Темірбетонды қалқаны бар тасты үйінді тоғандар құламаларының төзімділігі тек үштік сызық сынақтары негізінде алынған, тоған денесіндегі топырақтардың беріктік және деформациялық қасиеттерін қолдану арқылы тоғанның кернеулік деформациялық күйін есептеу нәтижелері бойынша анықталынады.

10 Жоталар арасындағы алаңдарды, егер олардың төзімділігінің бұзылуы ғимараттың жалпы төзімділігінің жоғалуына әсер етпесе, онда оларды II топ шекті күй бойынша есептеуге болады.

11 Біртекті топырақтық тоғандардың бүйірлік призма төзімділігін бағалау кезінде сүзілу ағыңының депрессиялық бетінің үстіндегі қалқыма сулардың жоғарлауы ескеріледі.

9.13 Тоғандардың құламалар төзімділігін есептеу барысында, I және II классты тоған денесіндегі топырақтардың беріктік қасиеттері, жылжу беті өтетін аймақта топырақтардың кереулік және температуралық жағдайына байланысты ауыспалы етіп қабылданады, ал III және IV классты тоғандар үшін – тұрақты болып қабылданады.

9.14 Топырақтық материалдардан жасалған тоған денесінде және оның негізінде кернеулік деформациялық және температуралық жағдайлары, тоған құламасы төзімділігін, негізбен су тежегіш элементтердің байланысы, су тежегіш элементтерді жарылуларға тексеру, топырақтық емес сүзілуге қарсы құрылғылардың беріктігін, табиғи зеттерулер жүргізу кезінде тоғанның жұмысын сараптау, сонымен қатар тоған материалдарын тандау кезінде ескеріледі.

9.15 I және II классты тоғандардың кернеулік деформациялық күйін есептеуде, ереже бойынша, топырақ үлгілерін одометрлер мен стабилметрлерде сынау арқылы деформациялық өлшемдерін анықтау жағдайында, топырақтың иленгіштік деформациясын шектік күйлерде ескеретін сызықтық емес сұлбалар қолданылады. Тоғандардың кернеулік деформациялық күйін есептеу барысында, әсіресе жіңішке ойықтарда тұрғызылған тоғандар үшін, үштік есептік схемаларын қолдану тиімді. Бұл жағдайларда үлгілер өлшемдері тоған денесі мен негізіндегі түйіршіктік құрамға толығымен сәйкес келеді. Түйіршіктері ірі топырақтар үшін сұлбалық топырақты қолдануға рұқсат етіледі. Есептеулерде тоғанды тұрғызудің кезеңдерін, су қоймасының толығын жылдамдығын ескеру қажет.

III және IV классты тоғандар үшін есептеулерді сызықты деформацияланатын дененің сұлбасы бойынша жүргізуге рұқсат етіледі.

9.16 Тоғанның денесі мен негізінің шөгуін есептеу құрылымды және жұмыс өндірісінің технологиясын тандау кезінде орындалады, сонымен қатар тоғанның қажетті құрылыстық көтерілуін анықтау және тоғанды тұрғызу бойынша жұмыстар көлемін нақтылау үшін орындалады.

Шайылатын тоғандар үшін құрылыстық көтерілуі осы тармақтың және 9.17, 9.18 тармақтарының талаптарына сәйкес анықталынады.

Тоғанның шөгуін есептеу әртүрлі материалдар арқылы тоған элементтерінде өтетін (өзегі, қалқаны, призмасында және т.б.) бірнеше тігілері үшін, оның әр сипатталған көлденең қимасында жүзеге асырылады.

9.17 I және II классты тоғандар үшін шөгуді және оның уақыт бойынша өзгеруін есептеуді, тоғанның кернеулік деформациялық күйін ескеру арқылы, топырақтардың сығылғыштығын тәжірибелік зерттеулер нәтижелері негізінде жүзеге асырылады. Ылғалдылықтың жоғарлауы кезінде кеуекті қысым, топырақтың жылжымалығы, оның шөккіштігі мен ісінгіштігі пайдалану кезеңінде, олардың боуына байланысты ескеріледі.

III және IV классты тоғандар үшін шөгуді есептеу, ұқсастық бойынша деформациялық модульдер мәндерін қолдану арқылы жақындату байланыстары бойынша жүргізуге рұқсат етіледі.

9.18 Кеуекті қысым, негіз қабатында саздар немесе әлсіз суға қаныққан сазды топырақтары бар топырақтық тоғандарды тұрғызу және жобалау кезінде ескеріледі. Бұл жағдайларда құрылыс және пайдаланудың бастапқы кезеңдерінде кеуекті қысымды құламалардың төзімділігі мен тоғандардың деформациясын есептеу кезінде, сонымен

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

қатар бақылаулық өлшеуші құрылғыларын орнату кезінде ескереді (арғы қарай БӨҚ) (міндетті түрде және барлық жағдайлар үшін). Басқа топырақтық тоғандарда, егер есептеулерде кеуекті қысым еселігінің ең жоғарғы мәні $r_{u,\max}$, кеуекті қысымның u түсірілген кернеудің ең үлкен мәніне σ қатынасы кезінде анықталынып, кеуекті қысым еселігінің нормативті мәнінен асатын болғанда $r_{um} = 0,1$ жүзеге асырылады.

Кеуекті қысым еселігінің ең үлкен мәнінің шамасы, келесі формула бойынша анықталынады:

$$r_{u,\max} = r_{uc} \cdot r_{u0} \quad (10)$$

мұндағы r_{uc} – жабық жүйе схемасы бойынша анықталынатын, кеуекті қысым еселігі (топырақтан суды шығармай арқылы);

r_{u0} – ашық жүйе схемасы бойынша анықталынатын, кеуекті қысым еселігі (топырақтан суды шығару арқылы).

Тоғандардың шөгуін және құламалардың төзімділігін есептеу кезінде кеуекті қысымды ескеру қажеттілігі жағдайында А Қосымшасының ұсыныстарын ескеру қажет.

9.19 Тоғандардың көлденең жылжуларын топырақтардың ылғалдануының жоғарлауы кезінде олардың сығылғыштығының өзгеруін ескеру арқылы, кернеулік деформациялық күйін есептеу жолымен анықтайды.

II-IV классты тоғандар үшін көлденең жылжуларын, оларға ұқсастықтар табу арқылы бағалауға рұқсат етіледі (тоған жөніндегі мәліметтер, осындай жағдайда тұрғызылған және құрылымының түрі бойынша). Тоғанның жотасының көлденең жылжуларын алдын ала бағалау үшін, су қоймасы толтырылғанан кейін, жота шөгуінің шамасының мәнінің жартысына тең етіп алады.

9.20 Өзегі (диафрагмасы) немесе қалқаны бар тоғандарды жобалау барысында жағалық құламалардың деформациясы ескеріледі.

Топырақтық емес қалқандары мен диафрагмалары бар тоғандарда қалқандар мен диафрагмаларды бойлық және көлденең жылжуларға есептеулер жүргізу керек. Диафрагманың (қалқанның) кернеулік деформациялық күйі диафрагманың беті бойынша топырақтың үйкелісін, негізге құрылғының сүйену схемасын және деформациялық жапсарлар қималарының схемаларын ескеру арқылы есептелінеді.

Асфальтбетонды диафрагмалардың ерекшеліктері К Қосымшасында келтірілген.

9.21 Тоған құламаларын бекіткіш тақталарды толқындар мен мұздардың қысымы әсеріне, сонымен қатар тоған жотасына мұздардың түсуін ескеру арқылы беріктікке тексереді.

9.22 Топырақтық тоғандарының және тасты топырақты тоғандардың су тіреуіш элементтерінің жарылуларға төзімділігі, олардың кернеулік деформациялық күйін есептеу жолымен анықталынады. Бұл жағдайларда кеуекті қысым ескеріледі, ал I және II классты тоғандар үшін – тоған денесі мен негізінде орналасқан топырақтардың қасиеттеріне сәйкес сығылғыштығы мен жылжымалылығының өзгеруі ескеріледі.

10 СЕЙСМИКАЛЫҚ АУДАНДАРДА ТОПЫРАҚТЫҚ МАТЕРИАЛДАРДАН ЖАСАЛҒАН ТОҒАНДАРДЫ ЖОБАЛАУ

10.1 II, III және IV классты топырақтық тоғандарды жобалау барысында, сонымен қатар I классты тоғандар құрылысын жобалау кезінде құрылыс алаңының сейсмикалығын бағалау 11 кесте бойынша, құрылыс ауданының сейсмикалығынан және сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақтың санаттарына байланысты қабылданады.

11-кесте – Құрылыс алаңының сейсмикалығы, баллдарда

Сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақтың санаттары	Топырақтар	Құрылыс ауданының сейсмикалығы, баллдарда		
		7	8	9
I	Таустаы топырақтардың желдетілген және аз желдетілген барлық түрлері: магмалық жыныстардан ірі кесекті топырақтар тығыз, ылғалдылығы аз, 30% дейін құмды сазды толтырғыштардан тұратын: Тік толқындардың таралу жылдамдығы $V \geq 650$ м/с.	6	7	8
II	Желдетілген және қатты желдетілген таустаы топырақтар, тек I санаттағы топырақтардан басқа; ірі кесекті топырақтар, 30% астам құмды сазды толтырғыштардан тұратын сынықтары көп топырақтар; ірі кесекті топырақтар, ылғалдылығы аз және ылғалды, тығыз және орташа тығыз ірілігі орташа және ірі топырақтар; ұсақ құмдар және шан тозанды тығыз және орташа тығыз ылғалдылығы аз топырақтар; аққыштық көрсеткіші $I_L \leq 0.5$ сазды топырақтар; кеуектілік еселігі $e < 0.9$ болғандағы саз және саздақтар үшін, және $e < 0.7$ - құмайттар үшін. Тік толқындардың таралу жылдамдығы $250 \text{ м/с} < V < 650 \text{ м/с}$.	7	8	9
III	Ылғалдылығы мен ірілігіне тәуелсіз борпылдақ құмдар; ірі кесекті құмдар, ірі және ірілігі орташа тығыз суға қаныққан топырақтар; ұсақ құмдар және тығыз және тығыздығы орташа ылғалды, суға қаныққан шан тозанды топырақтар; аққыштық көрсеткіші 0,5 болатын сазды топырақтар үшін; аққыштық көрсеткіші 0,5 болса, кеуектілік еселігі 0,9 саздақтар мен саздар үшін болады, ал 0,7 – құмайттар үшін. Тік толқындардың таралу жылдамдығы $V \leq 250$ м/с.	8	9	>9

Ескертпелер

1. Құрылыс алаңы топырақтарының 11 кестеде келтірілген кеуектілік еселігінің e және аққыштық көрсеткіштерінің I_L мәндері, су қоймасын толтыру кезінде, олардың мүмкін болатын сулануын ескеру арқылы анықталынуы тиіс.

2. Сейсмикалығы 6 баллды құрайтын аудандарда, III санаттағы топырақтарда тұрғызылатын тоғандардың құрылыс алаңын 7 баллға тең етіп қабылдауға болады.

3. Сейсмикалығы 9 баллдан асатын аудандарда, топырақтық тоғандарды тұрғызу тек арнайы техникалық жағдайларға сәйкес ғана рұқсат етіледі.

10.2 1 класты тоғандарды жобалау кезінде, сейсмикалығы 6 баллды құрайтын аудандарда және сейсмикалық әсерлер сипатамасын анықтау сейсмикалық аудандыру және микроаудандыру негізінде жүзеге асырылуы тиіс. Іздестіру материалдары келесі жайттарды қамтуы тиіс:

- құрылымды-тектоникалық жағдайын және құрылыс алаңынан 50-100 км радиуста құрылыс ауданының сейсмикалық режимін сипаттау;
- негізгі сейсмогенді шекараларды және олардың сейсмологиялық сипаттамаларын анықтау (ең үлкен магнитудасы, ошақтар тереңдігі және эпицентрлік арақашықтық, жерсілкінісінің қайталануы, ауданның сейсмикалығы);
- құрылыс ауданының құрылымдық тектоникалық ерекшеліктерін және инженерлік-геологиялық жағдайын ескеру арқылы барлық белгіленген шекаралардың есептік сейсмикалық әсерлердің өлшемдері;
- қалдық деформациялардың мүмкін пайда болатын шекаралары және қатты жерсілкінісі кезіндегі шамаларды бағалау;
- тандалған аланда акселерограммалар, велосиграммалар, сейсмограммалар, сейсмикалық әсерлердің негізгі түрлерін сұлбалайтын жазбалар;
- су қоймасының толуы және пайдалануы кезіндегі сейсмикалық режимнің өзгеру шамаларын бағалау;
- су қоймаларына үлкен тау жыныстары массаларының құлауы мүмкіндігі кезіндегі және құлауы жағдайындағы таутасты жыныстардың төзімділігін бағалау.

10.3 Сейсмикалық аудандарда тұрғызылатын тоғандарды таутасты сілемдердің салыстырмалы жылжулары пайда болатын тектоникалық бұзылулардан алыс етіп орнату керек.

10.4 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың барлық класстары жер сілкінісінің жобалық әсерлерін адам өмірі мен денсаулығына қауіп төндірмей және қалыпты пайдалануды бұзбай қабылдауы тиіс.

10.5 I және II классты топырақтық материалдардан жасалған тоғандар үлкен есептік жер сілкінісіне, арындардың бұзылмауы арқылы төзуі керек. Бұл жағдайларда тоған негізінің бұзылуы, оның қалыпты пайдалану жағдайын бұзбауы керек.

10.6 III және IV классты топырақтық материалдардан жасалған тоғандар үшін, жерсілкінісінен кейін ғимаратты жөндеуден өткізу жағдайы кезінде қауіпті апаттарға әкелмейтін қалдық деформациялар мен бұзылулар рұқсат етіледі (шөгулер, жылжулар, ақаулар және т.б.). Шекті қайтымсыз деформацияларды арнайы негіздеме, құрылым ерекшеліктері мен тоғанды пайдалану жағдайы негізінде тағайындайды; тоғанның арыны жағдайын сақтау қажеттілігін ескеру арқылы (жөндеу жұмыстарысыз) қарқындылығы есептік 1 балдан төмен жер сілкінісі қайталануының әсері кезінде анықталынады.

10.7 Нысанның сейсмикалық әсерлерге төзуін қамтамассыз ету үшін жағалық құлама қауіпті аймақтарын және тоған төменгі бьефіндегі таутасты сілемдерді жекелеп төзімділікке тексеру керек.

10.8 Тоған денесінде немесе негізінде серпімді емес деформацияларды туғызуы мүмкін топырақтардың болуы кезінде, олардың сейсмикалық әсерлерді сирету мүмкіндігінің дәрежесі мен аймағын бағалау бойынша зерттеулер жүргізіледі. ғимараттың

денесінде немесе негізінде топырақтардың сиретілуі мүмкіндігі кезінде топырақтарды бекіту немесе нығыздау бойынша шаралар қарастырылады.

10.9 Топырақтық тоғандарды жобалау барысында табиғи жағдайлардың өзгеруі ескеріледі, себебі олар тоған негізінде жағымсыз физикалық геологиялық және геодинамикалық үрдістерінің дамуы мен белсенділігіне әкеледі, олардың ішіне төмендегілер кіреді:

- жақында сейсмогенерирленген опырулардың белсенділігінің жоғарылауы;
- алаңды су алу және су басу;
- жағаларды қайта өңдеу және су қоймаларының саздануы;
- карбонатты және галогенді карсты еритін жыныстардың химиялық суффозиясы;
- топырақтар негізінің шайылуы және оларға зиянды химиялық, радиоактивтік заттардың жиналуы;
- тереңде жатқан жерасты суларынан қатты минералданған, термиялық және радиоактивті суларды сығу;
- құмды топырақтардың, суффозиялық карсттың механикалық суффозиясы;
- көшкін құбылыстарының пайда болуы мен белсенденуі;
- торфтардың су бетіне шығуы және еруі, олардың су қоймасындағы судың химиялық құрамына, негіздегі жыныстар қасиеттерінің өзгеруіне, топырақ суларының гидрохимиялық режиміне әсері;
- шөгінді сары топырақтардан құралған негіздің деформациясы;
- арынды имараттар негізінде және су қоймалары түбінде жыныстардың еруі кезіндегі жылулық шөгулер.

10.10 Тоған және бөгеттер құламаларын орнату төзімділік жағдайы арқылы жүзеге асырылады [3]. Тоғандарды және олардың құламаларының төзімділігін есептеу, егер тоғандарды сейсмикалық аудандарда орналастырған жағдайда, сейсмикалық аудандарда жобалау нормалар талаптарына сәйкес орындалады.

10.11 Сейсмикалық аудандарда жобаланатын топырақтық материалдардан жасалған тоғандарды есептеу, сейсмикалық әсерлерді ескеру арқылы жүктемелердің ерекше және негізгі үйлесіміне сүйеніп орындалуы керек.

Есептеулерде ғимараттың массасынан сейсмикалық жүктемелер ескерілуі тиіс, оған судың массасы (немесе гидродинамикалық қысым), жер сілкінісі әсерінен пайда болатын су қоймасындағы толқындардың, топырақтағы динамикалық толқындар әсер етеді.

10.12 Сейсмикалық жүктемелердің есептік мәндерін спектрлік әдіс арқылы (10.15 тармағы бойынша) немесе жер сілкінісі мен акселерограммалардың синтездеуі кезіндегі негіз үдеуінің құралдық жазба жиынтықтарын қолдану арқылы анықтауға болады.

10.13 Есептік сейсмикалық жүктемелерді анықтау кезінде, ереже бойынша, динамикалық есептік схемаларды анықтауға болады, олар ғимараттың жоспары мен биіктігі бойынша жүктемелерінің, массаларының және қаттылығының таралу ерекшеліктері ескеріледі, сонымен қатар сейсмикалық әсерлер кезінде кеңістік деформациялану сипаты қарастырылады.

10.14 Топырақтық тоғандардың беріктігін бірөлшемдік (консольды) және екіөлшемді схемалары бойынша есептеулерінде көлденең сейсмикалық әсерлерді ескеру керек (ғимарат осінің көлденең және бойлық бағыттары бойынша); кеңістік схемалары

бойынша есептеулерде, сонымен қатар жоспарда сондай бағыттарға ие және көлденең жазықтықта көлбеу бұрышы 30° тең көлбеу сейсмикалық әсерлері ескеріледі.

Гидротехникалық ғимараттар төзімділігін есептеуде қауіпті көлденең немесе бойлық бағыттар ескеріледі, олар 30° бұрышта көлденең жазықтыққа бағытталған сейсмикалық әсерлер негізінен пайда болады. Бұл жағдайда негіздің сейсмикалық үдеуінің вектор модулінің мәні A тең етіп алынады.

10.15 Топырақтық тоғандарды есептеу жалпы жағдайында көлденең құраушының есептік сейсмикалық жүктемесі S_{ikj} j бағытына сейсмикалық жүктеме S_{ik} кезіндегі i -ші ауытқу пішінінде, элементке Q_k салмағымен әсер ететін k нүктесіне жататын ғимараттың сейсмикалық жүктемесі келесі формула бойынша анықталады

$$S_{ikj} = K_1 K_2 Q_k A K_\psi \beta_i \eta_{ikj}, \quad (11)$$

ал еселік η_{ikj} - келесі формула бойынша табылады

$$\eta_{ikj} = u_{ikj} \frac{\sum_k Q_k \sum_{j=1}^3 u_{ikj} \cos(u_{ikj}, \vec{u}_0)}{\sum_k Q_k \sum_{j=1}^3 u_{ikj}^2}, \quad (12)$$

мұндағы u_{ikj} – k нүктелері жылжуларының проекциясы ($j=1;2;3$) үш бағыт бойынша ортогональды бағытқа сәйкес;

$\cos(u_{ikj}, \vec{u}_0)$ – 10.14 т. бойынша анықталынатын $\vec{u}_0$ сейсмикалық әсерлер және u_{ikj} жылжулар арасындағы бұрыштар косинусы;

Q_k – k нүктесіне жатқызылатын ғимарат элементінің салмағы, бұл жағдайда 10.18 т. сәйкес қосылған су массасын ескеру керек.

$K_2 = 0,8$ тең, биіктігі 60 м тоғандар үшін, 1 – биіктігі 100 м асатын тоғандар үшін; осы мәндер арасындағы мәндер - сызықты интерполяция әдісі арқылы анықталады;

$K_1 = 0,25$ – ғимараттың құрылымдық шешімін ескеретін редукция еселігі;

$K_\psi = 0,7$ тең құрылыс алаңының сейсмикалығы 7 және 8 баллдар болғанда; 0,65 тең егер құрылыс алаңының сейсмикалығы 9 балл болғанда;

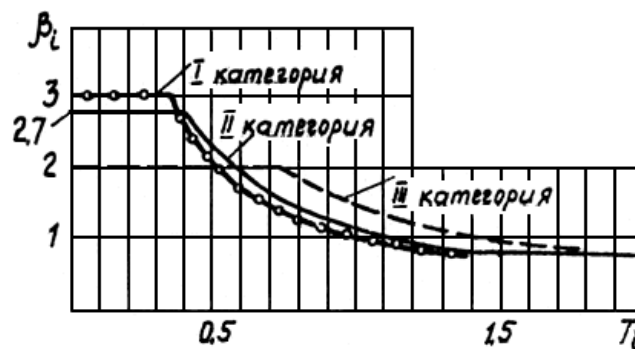
β_i – динамикалық еселік, тоғанның жеке меншік i -ші пішіні.

I классты топырақтық тоғандар үшін үдеу векторымен A сипатталатын есептік сейсмикалық әсерлерді 20% ұлғайту қажет.

10.16 β_i мәні i -ші пішін T_i бойынша тоғанның бос ауытқу (7 суретті қараңыз) кезеңіне байланысты және сейсмикалық қасиеттері бойынша топырақтардың қасиеттері (12 кестеге қараңыз). Өрнектердің барлық жағдайларында $K_\psi \beta_i$ мәнін 0,8 тең етіп қабылдау керек.

12-кесте – β_i еселігін анықтау

Кесте 11 бойынша тоған негізіндегі топырақтың санаты	Егер $T_i > 0,15$ сек	Егер $T_i \leq 0,15$ сек
I	$\beta_i = 1/T_i \leq 3,0$	$\beta_i = 1,5 + 10T_i \leq 3,0$
II	$\beta_i = 1,1/T_i \leq 2,7$	$\beta_i = 1,5 + 8T_i \leq 2,7$
III	$\beta_i = 1,5/T_i \leq 2,0$	$\beta_i = 1,5 + 25T_i \leq 2,0$

Сурет 7 – T_i ауытқу кезеңіне байланысты β_i еселігі мәнінің сұлбасы

10.17 T_i мәні (шектелмеген ұзындықта үшбұрышты клин түріндегі есептік схема үшін, жазықтық есеп) келесі формула бойынша анықталынады

$$T_i = \frac{2\pi H_{nl}}{C_2 a_i}, \quad (13)$$

мұндағы H_{nl} – тоғанның ең үлкен биіктігі, м;

C_2 – ғимарат денесіндегі тік толқындардың таралу жылдамдығы;

a_i – жиілік еселігі, 13 кесте бойынша анықталынады.

13-кесте – Жиілік еселігін a_i анықтау

$f_1 \frac{E_{nl}}{E_{осн}}$ мәні	4-к пішінді жеке меншік салмағы үшін a_i мәні			
	1	2	3	4
0,0	2,40	5,52	8,65	11,79
0,5	1,90	5,05	8,20	То же
1,0	1,45	4,70	7,85	"
1,5	1,15	4,45	7,65	"
2,0	0,90	4,35	8,50	"

Өртүрлі топырақтар үшін C_2 мәні Тапсырысшымен беріледі немесе келесі

формулалардың біреуімен есептелінеді:

$$C_2 = \sqrt{\frac{G^I \cdot g}{\rho}} = \sqrt{\frac{E^I \cdot g}{2\rho(1+\mu)}}, \quad (14)$$

мұндағы G^I , E^I – динамикалық жылжу, серпімді модулі, 0,01 МПа;

g – еркін түсу үдеуі, 9,81 м/сек²;

ρ – тоған денесіндегі топырақтың орташаланған тығыздығы, т/м³;

μ – Пуассон еселігі.

C_2 анықтауға арналған екінші формула

$$C_2 = 84,36 \cdot H_{\text{срэф}}^{0,245} \cdot E_i \cdot F_i, \text{ м/с}, \quad (15)$$

мұндағы $H_{\text{срэф}}$ – тоғанның орташа тиімді биіктігі, ол 0,343 $H_{\text{макс}}$ тең етіп қабылданады;

E_i – жыныстың генезисін ескеретін еселік, ол 1,000 тең болады, егер аллювиальды топырақ болғанда, 1,435 делювиальды топырақ жағдайында;

F_i – топырақтың түрін ескеретін еселік,

- = 1,000 саздар, саздақтар үшін,
- = 1,202 ұсақ түйіршікті топырақтар үшін,
- = 1,261 орташа түйіршікті құмдар үшін,
- = 1,412 ірі түйіршікті құмадр үшін,
- = 1,482 қиыршық тастары бар құмдар үшін,
- = 1,927 қиыршық тастар үшін,
- = 2,7 тастар үшін.

Есептеулерде топырақтың түрі ғимараттың барлық пішіні үшін орташаланып алынады.

$f_l = \frac{K_3}{2(1+\mu)}$ еселігі, мұнда K_3 Кесте 14 бойынша анықталынады, ол "а" қатынасына

байланысты алынады- арын бойлығы бағыты бойынша тоған ені, "б" – арыны бойынша тоған ұзындығы және μ – Пуассон еселігі.

Кесте 14 – K_3 еселігін анықтау

b/a	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	12,0	20,0
K_3 кезінде $\mu = 0.3$	0,39	0,82	1,41	1,78	2,16	2,38	2,68

10.18 Суға салынатын ғимарат элементінің салмағы Q_k өлшемнен судың әсерін ескермей анықталынады. Кеуектердегі және қуыстардағы судың массасы, осы элемент үшін қосымша салмақ ретінде ескеріледі. Q_k салмағына судың инерциялық әсерін ескеру кезінде қосылған судың массасын ескеру керек, ол $m_g g$ тең болады, мұнда m_g – қосылған судың массасы; g – ауырлық күшінің үдеуі.

10.19 Ғимарат ауданы бетінің бірлік салмағына келетін қосылған судың көлденең массасын келесі формула бойынша анықтайды :

$$m_g = \rho_g h \mu \psi \quad (16)$$

мұндағы ρ_g – судың тығыздығы;

h – ғимарат суының тереңдігі;

μ – тік арынды шеттегі консоль типті ғимараттың көлденең жылжулар ауытқулары кезіндегі қосылған массаның өлшемсіз еселігі, келесі формула бойынша анықталынады:

$$\mu = \frac{aR - C_2(a-1)}{a - (a-1) \frac{z^2}{h^2}} \quad (17)$$

ψ – су қоймасының шектеулілігін ескеретін еселік, ол қабылданады:

$$\frac{l}{h} \geq 3 \text{ болғанда } 1,0 \text{ тең}$$

$$\frac{l}{h} < 3 \text{ болғанда Кесте 15 бойынша;}$$

l – ғимараттар арасындағы арақашықтық және бос су бетінен $2/3h$ тереңдіктегі су қоймасының арасындағы.

Ескертпелер

1. Егер су ғимараттың екі жағында жатса, оның қосылған массасын ғимараттың әр жағы үшін анықталынатын сулар массаларының қосындысы ретінде қабылдайды.

2. R , C_2 еселіктері Кесте 16 бойынша қабылданады; z - ордината нүктесінің арынының шеті, ол үшін қосылған судың массасы анықталынады (координаталардың басы су деңгейінде қабылданады); α - жота үдеуінің қатынасы, ол AK_1 шамасына қатысты суды ескермей қабылданады.

15-кесте – ψ еселігі

$\frac{l}{h}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
ψ	0,26	0,41	0,53	0,63	0,72	0,78	0,83	0,88	0,90	0,93	0,96	1,0

16-кесте – R , C_2 еселіктері

Еселіктер	z/h қатынасы									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
R	0,23	0,36	0,47	0,55	0,61	0,66	0,70	0,72	0,74	0,74
C_2	0,04	0,09	0,13	0,18	0,23	0,28	0,34	0,38	0,42	0,43

10.20 Тоғандағы байланыспаған топырақтардың активті q_c және пассивті q_c^* қысымын келесі формулалар бойынша анықтауға болады:

$$\left. \begin{aligned} q_c &= \rho_c g H \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \varepsilon)}{\cos \theta \cos(\theta + \delta + \varepsilon) (1 + \sqrt{z})^2}; \\ q_c^* &= \rho_c g H \frac{\cos^2(\varphi + \theta - \varepsilon)}{\cos \theta \cos(\theta - \delta - \varepsilon) (1 - \sqrt{z^*})^2}, \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

мұндағы

$$z = \frac{\sin(\varphi - \alpha - \varepsilon) \sin(\varphi + \delta)}{\cos(\theta - \alpha) \cos(\theta + \delta + \varepsilon)}; z^* = \frac{\sin(\varphi + \alpha - \varepsilon) \sin(\varphi + \delta)}{\cos(\theta - \alpha) \cos(\theta - \delta - \varepsilon)} \quad (19)$$

Сейсмикалық әсердің көлденең бағыты бойынша

$$\rho_c g = \frac{\rho g}{\cos \varepsilon}. \quad (20)$$

Сейсмикалық әсердің көлбеу бағыты бойынша

$$\rho_c g = \rho g \frac{1 - 0,5AK_1}{\cos \varepsilon}; tg \varepsilon = \frac{0,87AK_1}{1 - 0,5AK_1}, \quad (21)$$

мұндағы ρ – топырақтың тығыздығы;

H – топырақ бетінен төмен қабырға шетінің қарастырылатын нүкте тереңдігі;

θ – тікк қабырға шетінің көлбеу бұрышы;

α – көлденеңге топырақ бетінің көлбеу бұрышы;

φ – топырақтың ішкі үйкеліс бұрышы;

δ – қабырға бойынша топырақтың үйкеліс бұрышы;

$\varepsilon = \arctg AK_1$ – біркелкі әсер ететін топырақ тығыздығының тікке ρ және сейсмикалық жүкке $\rho g AK_1$ ауытқу бұрышы;

g – ауырлық күшінің үдеуі.

Сүйеме қабырғалардағы суға қаңыққан топырақтардың активті q_c және пассивті q_c^* қысымын анықтау жағдайында формулаларға өлшенген топырақтың салмағын қосу керек $(\rho - \rho_s)g$, ал сейсмикалық күшті $\rho_{нас}gAK_1$ суға қаңыққан топырақтың тығыздығы бойынша анықтаған жөн; бұл жағдайда біркелкі әсер ететін бұрыш тең болады:

$$\varepsilon = \arctg \frac{\rho_{нас}g}{(\rho - \rho_s)} AK_1, \quad (22)$$

мұндағы ρ_s – судың тығыздығы.

Қабырғаға қаныққан топырақтың қысымын статикалық есеп сияқты анықтауға рұқсат етеледі.

Судың астында топырақтың орналасуы жағдайында судың сейсмикалық қысымын ескеру керек, ол қабырғадағы судың сейсмикалық қысымына тең болады. α бұрыштары 10° аспайтын кездерде оның мәндерін $(\rho - \rho_s)gH + p$ тең етіп қабылдауға болады, $(\rho - \rho_s)gH$ орны үшін, мұнда p – топырақ бетіне түсетін судың қысымы.

Ескерту – Активті қысымды анықтау кезінде $p > 0$ тең болады, ал пассивті қысымды анықтау барысында $p < 0$ тең болады.

10.21 Есептеулері бірөлшемді (консольды) схема бойынша жасалған топырақтық материалдардан жасалған тоғандар үшін меншік ауытқулардың кем дегенде үш пішіндері қарастырылуы керек, ал есептеулері екіөлшемді схема бойынша жасалса, ауытқулар мәндері 15 пішінде қарастырылуы тиіс.

10.22 Негіздеме болған жағдайларда I және II классты топырақ тоғандарының сейсмикалық жүктемелерін анықтау үшін, сонымен қатар III және IV классты ғимараттарды жобалау барысында тек қана төменгі тербеліс тонын ескерумен және де ғимараттың деформациялары осы тондарға сәйкес болуына рұқсат етіледі.

10.23 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың төзімділігін есептеуде таутасты емес жылжымалы негіз бөлігіне түсетін инерциялық жүктемелерді AK_1 тең негіз жылжуларының үдеуі кезінде анықтаған жөн.

10.24 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандар үшін дөнгелек цилиндрлі, сынық немесе басқа да сырғу беттері бойынша, осы ғимараттарды жобалау нормаларына сәйкес ығысуға құламалардың төзімділігін тексеру жүргізіледі. Екіөлшемді және үшөлшемді схемалар бойынша ғимаратқа сейсмикалық жүктемелерді есептеу кезінде, құламалардың төзімділігін тексеру кезінде есептік үдеулерді a_{pkj} қолдану рұқсат етіледі, ғимараттың k нүктесінде, ол келесі формула бойынша анықталынады

$$a_{pkj} = AK_1 K_2 \sqrt{\sum_{i=1}^n [K_{\psi} \beta_i \eta_{ikj}]^2} \quad (23)$$

10.25 Сейсмикалық әсерлерді ескеру арқылы негіздерді жобалау, жүктемелердің ерекше біріктірілу түріне сай көтеру қабілеті бойынша судың қосымша қысымын p_{oon} (ординаты давления) ескеру керек, ол келесі формула бойынша анықталынады

$$p_{oon} = 0,5 \rho_s g z AK_1 \sin \Theta, \quad (24)$$

мұндағы z – қарастырылатын кимадан су бетіне дейінгі арақашықтық;

Θ – тікке арың шетінің көлбеу бұрышы.

10.26 Гравитациялық толқын биіктігі, м, сеймитектоникалық деформациялар көрінген су қоймасында пайда болатын жарылулар жерсілкінісінің қарқындылығы

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

$J = 6 - 9$ балл болғанда, тоған жотасын қолданылуына байланысты тағайындалуын ескеретін есептік су жиегінің үстінде орналасқан биіктік, Δh келесі формула бойынша анықталынады

$$\Delta h = 0,4 + 0,76(J - 6) \quad (25)$$

10.27 Ғимараттың арың бағытына бойлай орналасқан сейсмикалық әсерді ескеру арқылы тоғандарды есептеу кезінде су ортасының әсерін ескермеу рұқсат етіледі.

10.28 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандарды таутасты сілемдерде орналастыру рұқсат етіледі, бұл жағдайда таутасы сілемінің жылуы мүмкіндігі мүмкін емес.

10.29 Тоған негізінде әлсіз топырақтардың болуы кезінде (саздар, жұмсақ иленгіш саздар және т.б.) мұндай топырақтарды алып тастау керек, не оларды нығыздау немесе бекіту бойынша арнайы шаралар қарастырылуы керек.

Мұндай топырақтарды тоған негізі ретінде қолдану мүмкіндігі жоғарыда келтірілген шараларсыз қолдану кезінде, арнайы іздестірудермен негізделуі тиіс.

Таутасты топырақтарда тоғандарды тұрғызу барысында топырақты бекіту бойынша және ғимарат пен негіздің арасындағы байланысты жақсарту бойынша шаралардың орындалуына ерекше көңіл бөлінуі керек

10.30 Тоғандардың су тежегіш элементтері ретінде жергілікті материалдардың иленгіш немесе жартылай қатты өзектерін қолдануға болады. Биіктігі 50 м болатын тоғандар үшін, ереже бойынша, асфальтбетонды қалқандар мен диафрагмалар қолдану, ал биіктігі 50м ден 100 м дейін болса, ереже бойынша, - асфальтбетонды диафрагмаларды қолдануға рұқсат етіледі.

Бұл жағдайда сүзілуге қарсы элементтердің негізбен және жағалық арықтармен түйісу беріктігінің қамтамасыз етілуіне ерекше көңіл бөлінеді.

10.31 Тоғандардың жоғарғы суға қаңыққан призмаларын ірі түйіршікті топырақтық материаладрадан жобалаған жөн (тасты салымдар, қиыршық тасты және қойтастар және т.б.), олар сейсмикалық әсер кезінде таратылмайтын қасиетке ие болып келеді. Мұндай материалдар болмаған жағдайда жоғарғы призма денесіне қатты дренирленетін материалдардан жасалған көлденең қабаттар тұрғызылады.

Ескертпе – Бұл тармақтың талаптары жоғарғы қалқандары бар гидротехникалық ғимараттар үшін таратылмайды.

10.32 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандар құламалары төзімділігін жоғарылату мақсатында сыртқы призмаларды нығыздау қарастырылады, ерекше, тоған жотасына жақын орналасқан шекараларда, сонымен бірге тасты салымдар немесе темірбетонды тақталар арқылы жасалады.

10.33 Тоған денесінде немесе негізінде серпімді емес деформацияларды туғызуы мүмкін топырақтардың болуы кезінде, олардың сейсмикалық әсерлерді сирету мүмкіндігінің дәрежесі мен аймағын бағалау бойынша зерттеулер жүргізіледі.

Ғимараттың денесінде немесе негізінде топырақтардың сиретілуі мүмкіндігі кезінде топырақтарды бекіту немесе нығыздау бойынша шаралар қарастырылады.

10.34 Сейсмикалық аудандарда орналасатын тоғандардың беріктігі мен төзімділігін есептеу, сызықты спектрлік теориясы негізінде, сейсмикалық әсерлер қарқындылығын екіге бөліп, яғни жобалық және ең үлкен есептік деп жүзеге асырылады.

10.35 Сейсмикалығы 7 баллдан жоғары аудандарда орналасқан I және II классты тоғандарды сейсмикалық әсерлерге тексеру, негіздің үдеуі мен синтезделген акселерограммаларды жазатын құралдарды қолдану арқылы, динамикалық теория әдістерімен жүргізіледі. Бұл жағдайда деформациялар, кернеулер және әсерлер сейсмикалық әсерлердің барлық уақытша аралықтарында анықталынады.

11 ТОҒАНДАР МЕН БӨГЕТТЕРДІҢ ҚҰЛАМАЛАРЫН ҚОРҒАУҒА АРНАЛҒАН ГАБИОНДЫ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ ОРНАТУ БОЙЫНША ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

11.1 Сушығарушы сүзгіш габионды ғимараттардың орналасуы мен құрылымдары гидрография ерекшеліктері мен суландыру жүйесінің қалыптасу жағдайларын ескереді, судың құрамы мен сапасын сәйкес ұйымдар мен органдар арқылы келіседі.

11.2 Қолданылатын габионды құрылымдардың, ғимараттардың және құрылыстардың түрлері бөгеттер мен тоған құламалары арқылы бір жиынтықта түйіскен жұмыс жағдайлары мен құрылымдық ерекшеліктеріне жауап береді; топырақтардың қасиеттерін және жергілікті тасты материалдарды қолдану мүмкіндігін, ауа райы климаттық және гидрологиялық факторлар ерекшеліктерін ескереді; тұрғызылатын ғимараттардың барлық жиынтық төзімділігін, жұмыстарды механикаландыру мүмкіндігі мен құрылыс пен пайдалануға шығындарды азайтуды қамтамасыз етеді.

11.3 Габионды құрылымдар мен ғимараттарды қолдану кезінде, инженерлік экономикалық қажеттіліктерді, экологиялық талаптарды, өндіріс жағдайы мен уақытын, нақты нысан үшін тұрғызылатын ғимараттың барлық жиынтығы бойынша құрылыс жұмыстарын, сонымен қатар берілген нысанның пайдалану мерзімі мен жағдайын ескеру арқылы, оларға ұқсастық дәстүрлік құрылымдардың (ғимараттардың) нұсқалары өнделеді.

11.4 Габиондарды қолдану арқылы өнделген жобалық құрылыстық шешім нұсқаларының бәсекелестік қабілеті мен тиімділігін жоғарылату үшін, ескеріледі: габионды құрылымдарға, ғимараттарға және құрылыстарға, сонымен қатар басқа да жағдайларға пайдалану үшін жарамды жергілікті және әкелінетін тасты материалдардың бар болуы, тасымалдау жағдайы, жеткізу алыстығы, құрамы мен қасиеттері. Осы құрылымдарға, ғимараттарға және құрылыстарға пайдалануға жарамды жергілікті тасты материалдарға өзендер жағалары мен сілемдердегі шөгінді қиыршық құмдар және қойтастар жатқызылуы мүмкін.

11.5 Тиімді құрылымдарды, құрылыстарды және ғимараттарды тандау және салыстыру сәйкес техникалық экономикалық негіздемемен жүзеге асырылады, оларды өндеу үшін габионды және басқа да оған ұқсас материалдар мен құрылымдарды қолдану жобалық құрылыстық шешімдерінің тиімділігі және табиғатты қаншалықты қорғау дәрежесі ескеріледі.

11.6 Габионды құрылымдарды, ғимараттарды және басқа да оған ұқсас материалдар мен құрылымдарды қолдану жобалық құрылыстық шешімдерінің тиімділігі және табиғатты қаншалықты қорғау дәрежесін бағалау кезінде экологиялық кодекс жағдайлары мен нормативтік талаптарына және «Жер бедері және жер бедерін қолдану» заңына сүйену керек.

11.7 Топырақ суларының есептік көкжиегі ретінде, олардың ең үлкен көп жылдық деңгейі алынады, ал жаңадан қоректендіріліп суланатын немесе құрғатылатын алаңдарда – су тұрмысы органдарының, басқа да аймақтық органдар мен жобалық ізденістірулер ұйымдарының жетілдіру мәліметтері бойынша жүзеге асырылады.

11.8 Габионды ғимараттар мен құрылымдарды жобалау инженерлік ізденістер материалдары мен гидравликалық гидрологиялық есептеулер нәтижелеріне негізделеді, сонымен қатар бекітуге, күшейтуге, тұрақтануға, габионды құрылымдар мен құрылғылар арқылы бірігіп түйісуі мен қорғалуына жататын жол төсемесі құрылымдық элементері, көпірлер, реттеуші, аз су өткізетін, су шығаратын және басқа да жол көпірлік ғимараттардың пайдаланылуына негізделеді. Габионды бекітулерді жобалау барысында жобалаудың барлық нысаны үшін орындалған инженерлік ізденістер нәтижелері мен материалдары қолданылады. Егер олар жеткіліксіз болса, онда қосымша ізденістер жұмыстарын жүргізу қарастырылады.

11.9 Қажетті ізденістер материалдар құрамы жекеленген және де әр нысан (ғимарат) үшін жеке анықталынады.

11.10 Тұрғызылған габионды ғимараттардың қабылданған беріктігінің ең үлкен мәні, габион денесінде топырақ түйіршіктерінің аккумуляция көлемі мен қарқындылығына, осы ғимараттардың негізіндегі топырақтардың нығая сығылуына және бекітілген құламалар бетімен түйісуі, сонымен қатар басқа да факторларға байланысты анықталынып, 1-5 жылды құрайды.

11.11 Габион қаңқаларының торлары дайындалатын сымдардың мырышты жабындысының қызмет ету мерзімі осы жабындының коррозияға қарсы төзімділігімен анықталынады.

11.12 Қорапты габиондарды шомбал ғимараттарды тұрғызу үшін қолдану мыналарға ұсынылған: сүйеме қабырғалар, бөгеттер, жағаларды бекіткіштер, суағар тоғандар және т.б.

Мұндау ғимараттардың көлденең шеті (тік немесе көлбеу) тегіс, соған орай сатылы да болуы мүмкін.

Қорапты габиондардан тұрғызылатын құрылымдардың ең үлкен биіктігі 7-8 м құрайды. Егер одан да биік ғимараттар тұрғызу қажет болған жағдайда, габионды құрылымдармен араласқан топырақты арматуралау жүйесі қолданылады.

11.13 Құлама су басатын құрылымдар, топырақтық тоғандар құламасы топырағының беткі қабаттарында, көпірасты конустарда, реттеуші ғимараттарда, кішігірім суөткізгіш ғимараттардың әртүрлі күштік және шайылу әсерлердің тасқын және саба суларының кіру және шығу жерлерінде орнатылады, мұздың сөгілуі, ағаш ағызу, карчеход, уақытша және тұрақты қалыптасқан сулы нысандардан, беттік және инфильтрациялық сулардың ағысыннан, желдік және кемелік толқындардан пайда болатын соққы жылжытушы әсерлерге қарсы тұру үшін арналған.

11.14 Су басатын құламаларды қорғау үшін қолданылатын дәстүрлі бекіткіштер түрлерінің қолдану саласы гидрометеорологиялық әсерлердің шектеулі рұқсат етілетін қағидаларының алты факторы арқылы түсіндіріледі: суланудың ұзақтылығы, толқынның биіктігі, мұздың қалыңдығы, мұз сөгілу (мұздақтардың қарқындылығы мен өлшемдері бойынша сипатталады), ағаш ағызу мен карчеход (жеке ағаштар үшін қолданылады, олардың ұзындығы мен диаметрі бойынша).

Бірақ тек осы факторлардың және олардың шектеулі рұқсат етілетін қағидалар әсерлерін ескеру және регламенттеу, суланған құламалардың төзімділігін қалыптастыруға кепілдік бермейді.

11.15 Дәстүрлі бекіткіштер түрлерінің нұсқаларын өндеу кезінде де, сонымен қатар габионды және онымен түйіскен дәстүрлі құрылымдардың қолданысы кезінде, біріншіден келесі факторлардың суланған құламаға қосымша әсерлері ескеріледі:

- бойлық құламада және көпірасты кеңістікте судың ағу жылдамдығы;
- бекітілетін ғимараттың біржақтық немесе екіжақтық сулануы;
- көпірастындағы кеңістікте алқап суларының ағу жағдайы және сызықтық эрозия пайда болу мүмкіндігі;
- құламалардың жылдық сулану ұзақтығының қосындысы мен жиілігі;
- саба суларының болуы немесе болмауы;
- бекітілетін ғимараттың жоғарғы және төменгі жақтарынан су деңгейінің жылдық ауытқу амплитудасы;
- бекітілетін ғимараттың жоғарғы және төменгі жақтары арасындағы су деңгейінің жылдық ауытқу амплитудасы;
- тасқын суланудың бір жылдық немесе көп жылдық қайталануының есептік немесе оған жақын деңгейлердің ұзақтылығы;
- тасқын және сел суларының өту жағдайының ерекшеліктері (ірікілген, қар астындағы су, техногенді, бетінде мұз жабылған және басқа да);
- тасқын сулары деңгейінің көтерілу және түсу қарқындылығы;
- желдік және кемелік толқындар әсерлерінің жылдық ұзақтылығы;
- ағыстар үйілген жерлерде, су өткізгіш құбырлары жанында, ағың жылдамдығы 2 м/сек асатын жағдайларда және басқа да жағдайларда құламадағы өзен ағыстарының динамикалық әсерлері;
- бекітілетін ғимараттан немесе басқа да жақын орналасқан нысандардан (ғимараттардан) сүйеніштік құбылыстар;
- өзендер ойыстарында, қисаю көлбеу және басқа құбылыстарда, сонымен қатар көлік жолдарының өзен аңғарлары сілемінде әртүрлі жоспарлық орналасуы жағдайында су бетінің жергілікті қисаюы;
- аралас суөткізгіш ғимаратта тасқын суларының бір аккумуляция аймағынан екінші аккумуляция аймағына ағуы;
- өзен аңғарларында топырақтардың жүйелік және реттелмей жиналуынан аңғарлар мен жағалар түбі эрозиясының төмендеуі;
- көпірасты аңғарлар мен арна сілемдерін сыйыстыру және табиғи аңғарлық үрдістердің әсерінен шайылулар.

11.16 Қауіпті факторлардың әсерлері және гидрометеорологиялық үрдістердің дамуы және табиғи техногендік сипаттағы құбылыстар жергілікті бұзылуларды, сонымен

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

қатар суланған ғимараттар мен құламалар жалпы төзімділігін бұзуға қабілетті болып келеді.

Сондықтанда суланған құламалардың бекіткіш түрлерін тандау, қорғалатын ғимараттардың топырақтық тоғанның әртүрлі бекітілген аймағында деформациялар туғызуға қабілетті әсерлер жиынтығы факторларына қарсы жергілікті және жалпы төзімділігін қамтамасыз ету бойынша құрылымның түрін инженерлік бағалау мүмкіндігі қажеттілігімен негізделеді.

11.17 Дәстүрлі бекіткіштер түрлері нұсқаларын, соған орай габионды құрылымдарды және олармен үйлесімді дәстүрлі бекіткіштерді өңдеу кезінде негізгі талаптарға мыналар жатады:

нақты гидрологиялық қалыптасу жағдайларының және бекітілетін ғимараттардың (нысандардың) жауапкершілік дәрежесінің сәйкестігі;

қауіпті табиғи техногенді үрдістер мен құбылыстардың дамуы мен пайда болуына қарсы әсерлердің қабілеттілігі және бекітілетін ғимараттардың жергілікті және жалпы төзімділігінің сақталуы.

А қосымшасы*(ақпараттық)***Кеуекті қысымды ескеру қажеттілігінің жағдайы**

А.1 Негіз қабатында батпақ немесе суға қаңыққан сазды топырақтары бар топырақтың тоғандарды салу және жобалау кезінде, кеуекті қысымды ескеру қажет. Бұл жағдайларда кеуекті қысым пайдаланудың бастапқы кезеңі мен құрылыс кезеңінде тоғандардың деформациясы мен құламаларының төзімділігін есептеу кезінде, сонымен бірге БӨҚ (барлық жағдайларда және міндетті түрде) орнатқанда ескеріледі. Қалған топырақтық тоғандарда, топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың денесі мен негізінің деформациясын есептеу кезінде, сонымен қатар тоғанның төзімділігін анықтау кезінде, егер тоғанды тұрғызудың аяғында, тоған денесінің және оның негізінің қандай бір бөлігінің $r_{u,max}$ кеуекті қысым еселігі r_{un} шамасынан асып кеткен жағдайда ғана ескеріледі.

Көрсетілген жағдайлар келесі қағида бойынша анықталынады:

$$r_{u,max} = r_{uc} \cdot r_{u0} \quad (A.1)$$

А.2 r_{uc} шамасын А.1 суретте көрсетілген график бойынша, көлденең алаңдағы топырақтан жоғарғы жатқан қысымға тең σ кернеуіне және Π шамасына байланысты анықтайды.

Π шамасын А.2 суретте көрсетілген график бойынша, топырақтың ылғалдылық дәрежесінің бастапқы мәні үшін $S_{r,in}$ және қатынасы a_{max}/e_{in} арқылы анықталынады, мұнда e_{in} – кеуектілік еселігінің бастапқы мәні; a_{max} – компрессиялық байланыс арқылы анықталынған, нығыздалу еселігінің ең үлкен мәні.

А.3 r_u шамасын А.3 суретте көрсетілген график бойынша, нығая сығылу дәрежесі еселігіне C_v^0 байланысты анықталынады, ал ол келесіге тең болады:

$$C_v^0 = \frac{C_{v,min}^t}{t^2}, \quad (A.2)$$

мұндағы $C_{v,min}$ – нығая сығылу еселігінің ең кіші мәні;

t – жүктеменің өсу уақыты σ ең үлкен белгіге дейін σ_{max} (А.4, а, б сурет);

$d = h$ (А.4, а сурет); $d = h/2$ (А.4, б сурет);

t – тоғанды тұрғызу уақыты (А.4, в, г сурет);

$d = hm_1$ (А.4, в сурет);

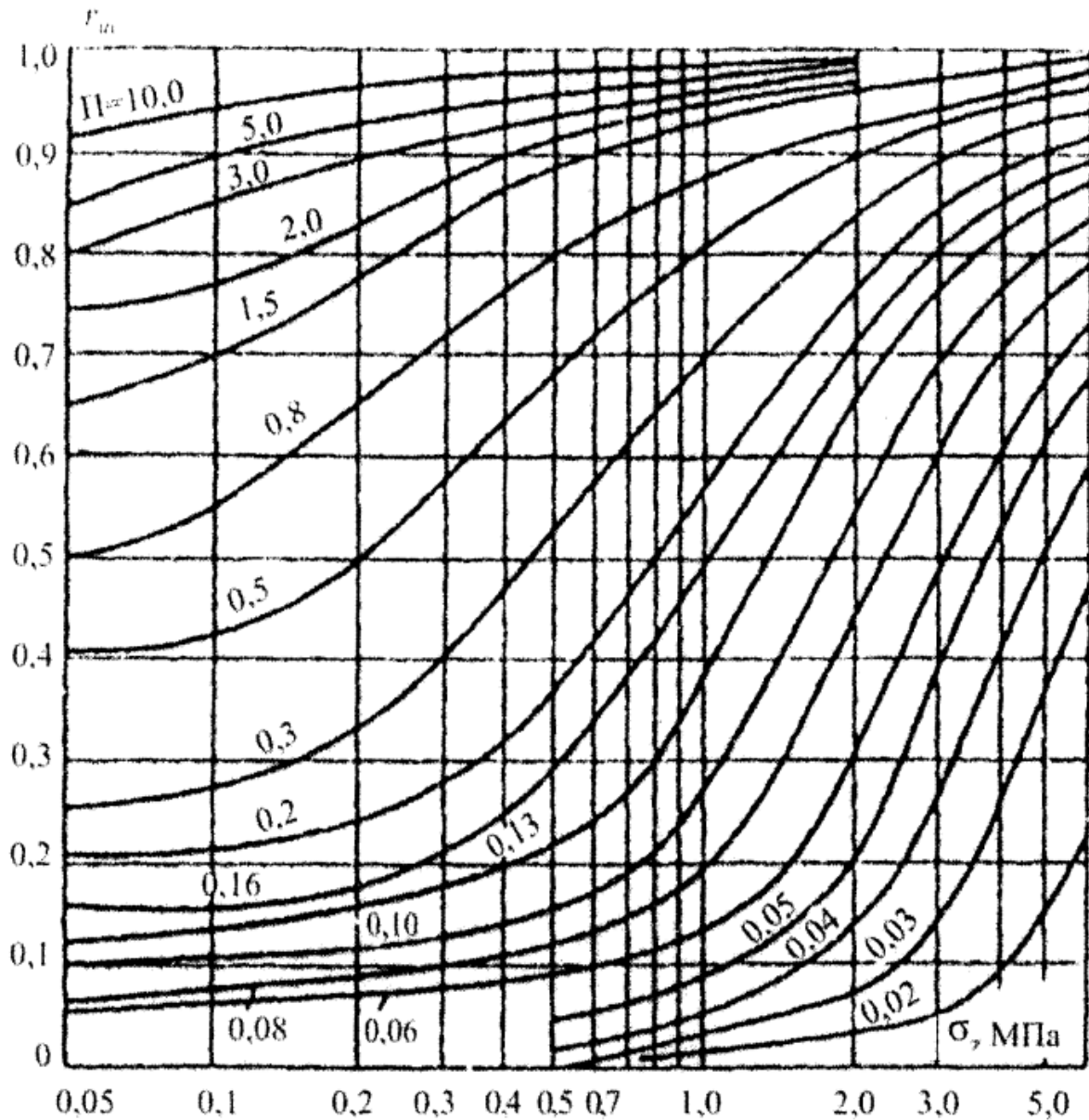
$d = b_{um}/2$ (А.4, г сурет).

А.4 $r_{u,max}$ шамасын бағалау кезінде, басында r_{uc} шамасын анықтау ұсынылады. Егер $r_{uc} \leq r_{un}$ болса, онда кеуекті қысымды ескермеуге болады.

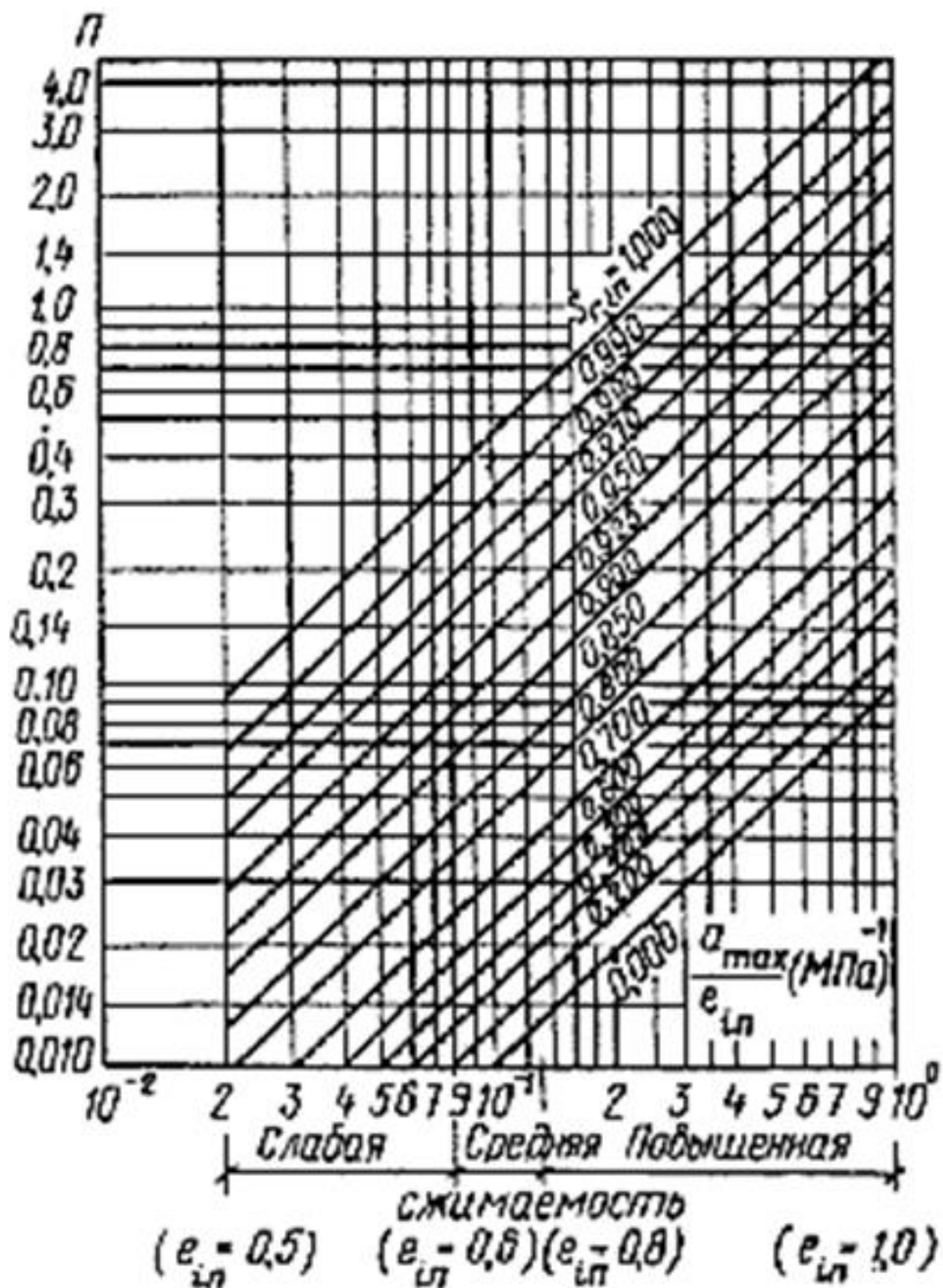
Кей жағдайларда, егер $r_{uc} > r_{un}$ болғанда, r_{u0} шамасын анықтау қажет, ал содан кейін $r_{u,max} = r_{uc} r_{u0}$ шамасын.

$C_{v,min}$ шамасын тәжірибелік тұрғыда, анықтауға рұқсат етіледі.

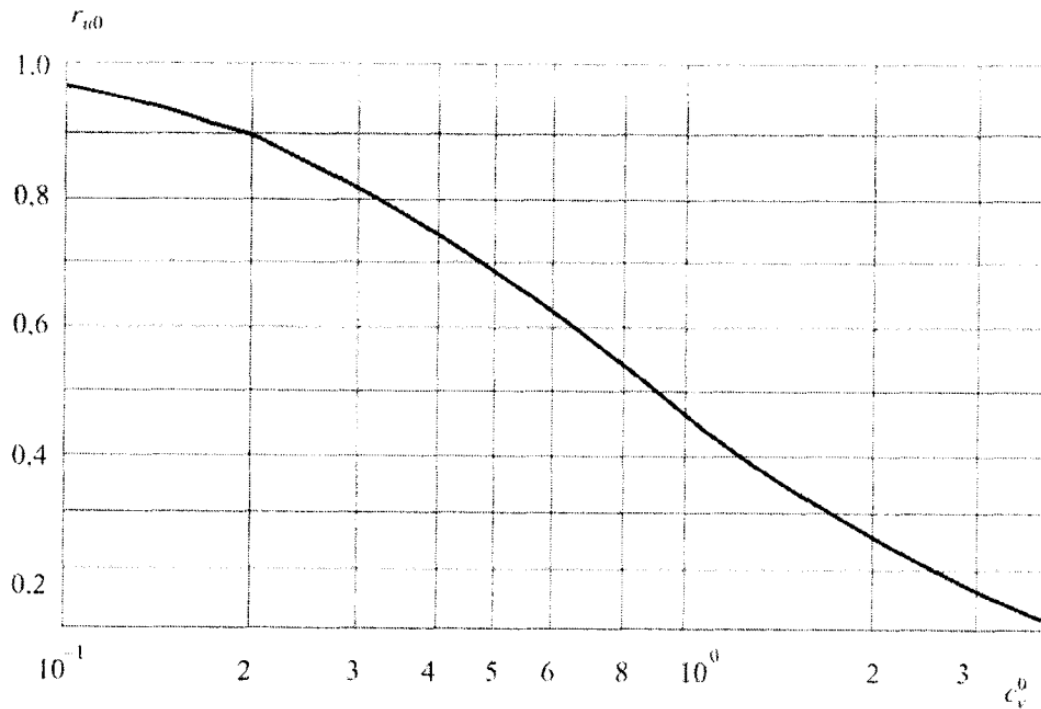
Әртекті топырақтар жағдайында, топырақтың сипаттамаларын есептеу үшін $S_{r,in}$ және a шамаларының ең үлкен мәндері алынады.



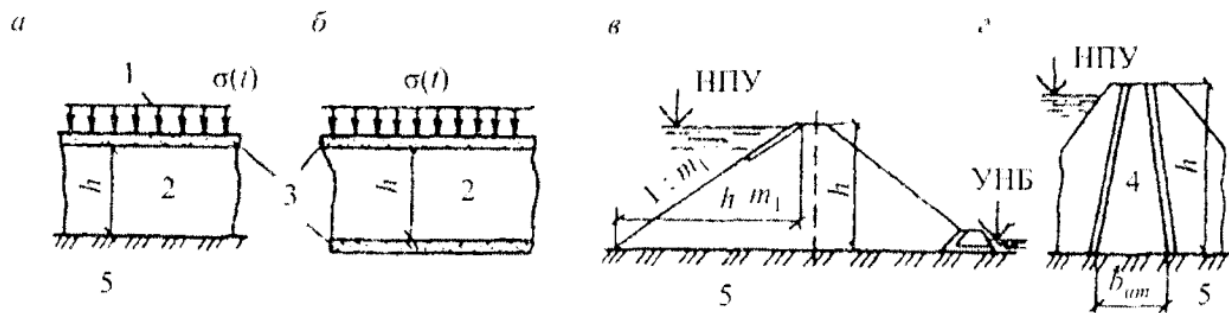
А.1 сурет – Кеукті қысым еселігін r_{uc} анықтауға арналған номограмма



А.2 сурет – II шамасын анықтауға арналған номограмма



А.3 сурет – Кеукті қысым еселігінің r_{uo} шама c_v^0 байланыс графигі



а – су тіреуіштегі қабат; б – құрғатқыштағы қабат; в – біртекті тоған; г – тасты топырақты тоған өзегі

А.4 сурет – Кеукті қысым еселігін r_{uo} анықтаудың әртүрлі жағдайлары

Б қосымшасы*(ақпараттық)***Ғимараттар мен негіздердің жағдайын құрылысы мен пайдалануы кезінде бақылау**

Б.1 Бақылаулық табиғи тексерулерді тоған мен негіздің жұмысының негізгі көрсеткіштерін оқу, олардың техникалық жағдайын жиынды сараптау және пайдалану беріктігін бағалау мақсатында жүргізеді. Бақылаулық тексерулердің құрамы мен көлемін тоғанның классына, оның құрылымдық ерекшеліктеріне, климаттық, инженерлік геологиялық, сонымен қатар геокриологиялық, гидрогеологиялық, сейсмикалық жағдайларына байланысты, соған орай тұрғызу жағдайларына, пайдалану және экологиялық қауіпсіздік талаптарына сәйкес анықтайды.

Бақылаулар кезінде, ереже бойынша төмендегілерді анықтайды:

- жоғарғы және төменгі бьефтегі су деңгейінің белгісі;
- тоған денесіндегі және жағалардағы депрессиялық беттің орналасуы;
- құрғатқыш және сүзілуге қарсы құрылғылар жұмысының тиімділігі;
- тоған және оның негізі арқылы сүзілетін судың шығыны, сонымен қатар жағаларда және тоғанның бетонды ғимараттарға қабысу орындарында судың шығыны;
- лайлану, температураны, ал қажет болған жағдайда – сүзілген және тоғанға жақын орналасқан су қоймасындағы судың химиялық құрамы;
- тоған денесі мен негізі сазды элементтеріндегі кеуекті қысым;
- тоған денесінің, негізінің және жағалық қабысулары;
- жотаның, төменгі бермалардың және сүзілуге қарсы құрылғылардың көлденең жылжулары;
- тоған денесінде, сүзілуге қарсы құрылғыларда, сонымен қатар негіздегі кернеулер мен деформациялар;
- сейсмикалық ауытқулар;
- мұздық әсерлер.

Бақылаулық тексерулер құрамына тоғанның жотасы мен құламалардың, су қоймалары кюветтердің жергілікті деформациялары мен бекіткіштерінің жағдайын, сүзілген судің шығысының пайда болуын, құламалар мен жағалардың шайылуын, мұздақтардың пайда болуын, құрғатқыш құрылымдарының саздануы мен өсімдік қабатымен жабылуын табиғи визуалды жүйелік бақылауларынан тұрады.

Б.2 IV классты тоғандар және олардың негіздері үшін визуалды жиынтық бақылаулар қарастырылады. Құралдармен бақылауды, ереже бойынша, жылжуларды, шөгуді, депрессиялық бетпен сүзілу шығындарының орналасуын бақылаумен шектейді. Сәйкес негіздеме болған жағдайда, құралдармен бақылауды жүргізбеуге рұқсат етіледі.

Б.3 Арнайы болмыстық бақылауларды (зерттеулер) әдістерді нақтылау және есептеу нәтижелері мен сұлбалық зерттеулер үшін мәліметтерді алу, құрылымдық шешімдер мен жөндеу шараларын негіздеу, жұмыс өндірісінің әдістерін және тоғандарды пайдалану жағдайларын жақсарту мақсатында жүргізеді.

Б.4 Болмыстық бақылаулар жобасы құрамына мыналар кіреді:

- бақыланатын жүктемелер мен әсерлердің тізімі;

- тоғанның және оның негізінің бақыланатын, қаралатын көрсеткіштерінің жағдайларының тізімі, қауіпсіздік қағидаларын қоса;
- мерзімін көрсету арқылы мақсаттары, қызметтері, құрамы, көлемі, әдістемелері көрсетілген бақылаулар бағдарламасын, және бақылаулар ұзақтылығы, БӨҚ номенклатурасы мен техникалық сипаттамалары;
- тоғанда, негізде, жағалық қабысуларда және жеке элементтерде БӨҚ тұрғызу және орналастыру, кабель жүйелерін коммуникациялау және өткізу, өлшеуіш пульттерін орнату жұмыс сызбалары мен жалпы схемалары;
- БӨҚ орнату үшін тұрғызу құрылғылары мен салмалы бөлшектерінің жұмыс сызбалары;
- Орнатылатын БӨҚ, қосалық құралдардың, көмекші жабдықтардың, кабельдердің спецификациялары;
- БӨҚ орнату, кабель жүйелерін өткізу және пульттерді жабдықтау бойынша нұсқаулар;
- құралдарға, көмекші жабдықтарға, кабель өнімдеріне смета құру, бақылаулар жүргізу, нәтижелерді өңдеу және сұрыптау.

Тоған денесінде, негізінде, жағалық қабысуларда және ғимараттың жеке элементтерінде құралдар саны мен олардың орналасуын, номенклатурасын бақылаулар мен зерттеулердің қызметтеріне, құрамы мен көлеміне сәйкес тағайындайды. Бұл жағдайда барлық бақылаулардың автоматтандырылуына ұмтылу керек.

Б.5 Жобаға ғимараттың және оның негізінің жұмысы мен жағдайын болмыстық бақылауларын өңдеу және жүйелеу, жүргізу ұзақтылығы бойынша талаптар, құрылыс кезеңінде де, пайдалану кезеңінде де қосылады.

Б.6 Тоғандардың барлық класстарын есептеу кезінде, болмыстық бақылаулармен тексерілетін тоғандар және олардың негіздерінің жағдайы қағидалық көрсеткіштерінің мәндері орнатылады. Техникалық жағдайдың қағидалық көрсеткіштерінің мәндерін жобаға қосады.

Б.7 Тоған жағдайының қағидалық көрсеткіштерінің мәндері, негізгі және ерекше жүктемелердің үйлесімі үшін есептік мәндерге тең етіп қабылданады және құрылыс пен пайдалану үрдісінде нақтылануы мүмкін.

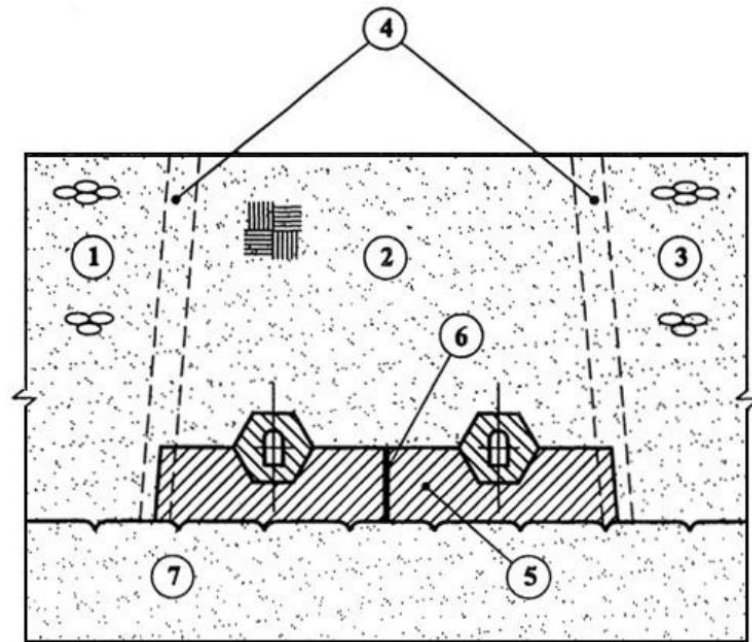
Б.8 Құрылыс кезеңінде алынған мәліметтер, жобаға енгізілетін сәйкес өзгерістердің негізі ретінде қызмет ете алуы мүмкін.

В қосымшасы

(ақпараттық)

Топырақты сүзілуге қарсы құрылғылардың таутасты негізбен қабысу құрылымы

Топырақтық тоғандар өзегінің таутасты негізбен түйісуін (В.1 сурет), осы құрылымдардың кернеулік жағдайы мен беріктігін есептік зерттеу негізінде, галереялары бар бетонды қақпақ құру арқылы жүзеге асыру ұсынылады. Галереялар саны жобада анықталынады.



1 – тоғанның жоғарғы призмасы; 2 – тоған өзегі; 3 – тоғанның төменгі призмасы; 4 – ауыспалы қабаттар; 5 – галереялары бар бетонды қақпақ; 6 – температуралық-деформациялық жапсарлар; 7 – таутасты негіз

В.1 сурет – Топырақтық тоған өзегі негізіндегі галереялары бар бетон қақпағының көлденең қимасы

Тік жүктемелер мен арың жағдайында жұмыс істейтін, құрылымдардың барлық элементтерінің өзара әсерлесуін ескеріп, есептеулерді жүргізу үшін серпімділік теориясы есептерінің шешімдерін қолдану ұсынылады.

Беріктік қағидасы ретінде бетонның кернеулік күйін ескеру арқылы (көлемдік немесе жазықтық), бетонның сығылуға шекті рұқсат етілетін есептік кедергілері қабылданады, олар қолданыстағы нормативтік құжаттарға сәйкес анықталынады.

Есептеулер екі кезеңде орындалады (есептеуді екі кезеңде орындау, қарастырылатын ғимараттың және оның элементтерінің өлшемдері ірі габаритті болып келуі) нақты нысанға қолданылатын ғимаратты пайдалану үшін.

Бірінші кезеңде негізгі есептік статикалық схема бойынша бетонды қақпақ пен галерея орамы құрылымдарының кернеулік деформациялық күйі анықталынады, онда галереялары бар бетонды қақпақ және оған түйісетін топырақтық тоғандар мен таутасты негіздің шектелген аймақтары толығымен өңделеді. Есептік аймақтың өлшемдері Сен-Венан қағидасын сақтау жағдайынан тағайындалады.

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

Есептеудің екінші кезеңінде галерея орамы құрылымдарының және оған түйісетін бетонды қақпақ аймақтарының кернеулік жағдайы нақтыланады. Есептік статикалық схемалар бір галереядан тұратын негізгі есептік схемалар фрагменттерінен пайда болады. Ғимараттың осы фрагменттері бүйірлік шеттеріне, есептеулердің бірінші кезеңінде алынған $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ кернеулер мәндеріне сәйкес келетін, таралған жүктеме төселеді.

Қақпақ құрылымдары мен галерея орамдары нұсқаларының беріктігі мен кернеулік деформацияланған күйін анықтауға жүргізілген есептік зерттеулер негізінде бетонның сығылу аймақатыр, бетонның шекті рұқсат етілетін есептік кедергісінен сәйкесінше асатын, оның классының түзетілуін ескеретін кернеулер деңгейі анықталынады. Бұл аймақтар дәстүрлі есептеу арқылы армирленуіне, не жанама дисперстенуіне жатады.

Қарастырылған құрылымдар нұсқаларын есептеу нәтижелерін сараптау, нақты нысан үшін және оны пайдалану жағдайлары бойынша ыңғайлы галереялары бар қақпақ құрылымдарын негіздеуге және анықтауға мүмкіндік береді.

Г қосымшасы*(ақпараттық)***Топырақты тоғандар шайылуы кезінде топырақтың жоғалуы**

Топырақтық тоғандар шайылу кезінде топырақтың жалпы жойылуы (кен орындарында және тоғанның жобалық көлемінде өнделген топырақтардың көлемдік айырмасы) жобалық мәліметтер бойынша орнатылады және келесі жойылулар негізінде қалыптасады:

кен орындарында топырақты қазуда (ұсақ түйіршіктерді сумен бірге төгу кезінде);

судың ағысы және толқынында топырақтың шайылуы;

желмен топырақтың ұшуы;

пульпаларды тасымалдау кезіндегі жоғалулар;

ғимараттан тыс топырақтарды тасуда немесе сүзілген сумен штабельдерде;

нормалармен рұқсат етілген шайылулар.

Бұл жойылулардың өлшемдері тоғанның жобалық көлемінен пайызда еселіктерді қосу арқылы анықталынады:

$$K = \sum_{i=1}^8 K_i, \quad (\text{Г.1})$$

мұндағы K_1 – топырақты нығыздауда кеткен жоғалулар (ғимараттың денесіндегі нығая сығылулар):

байланысқан топырақтар үшін $K_1 = 1,5\%$;

құмды және қиыршық құмды топырақтар үшін $K_1 = 0,75\%$;

K_2 – желмен топырақтың ұшуы кезіндегі жоғалулар:

$K_2 = 1,25\%$;

K_3 – жобалық профильден тыс сүзілген судан топырақтың шығу кезіндегі жоғалулар:

ірі және ірілігі орташа құмдар үшін $K_3 = 0,50\%$;

ұсақ және шанды құмдар үшін $K_3 = 1,0\%$;

K_4 – жобалық көлем топырағынан асып кету, суасты кен орындарынан өзендік флот құралдары арқылы жеткізіледі:

$K_4 = 12\%$;

K_5 – пульпаны гравликалық тасымалдау кезіндегі топырақтың жоғалулары:

$K_5 = 0,25\%$;

K_6 – шайылу үрдісінде су қоймалары ғимараттары арқылы сумен бірге ағылған топырақтардың жоғалуы; $K_6 \approx 3\%$;

K_7 – тоғанның суасты бөлігінің шайылуы кезінде ағыс арқылы топырақтың жоғалуы:

$K_7 = 1-2\%$;

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

K_8 – су астындағы кен орындармен салыстыру бойынша ғимараттың қайта нығыздалу еселігі:

$$K_8 = (\rho_{dcoop} / \rho_{dnk}) \cdot 100\%.$$

Келтірілген еселіктерді, өндірістік жағдайларда сынақтық шайылулар кезінде нақтылайды.

Кен орындарында өнделетін қажетті топырақтардың саны келесіге тең болады:

$$V_{кар} = K V_{np}, \quad (Г.2)$$

мұндағы $V_{кар}$ – кен орындарындағы топырақтың көлемі;

V_{np} – ғимараттағы топырақтың көлемі (жобалық мәні).

Д қосымшасы
(ақпараттық)

Шайылған топырақты тоғандарды тұрғызу кезінде топырақтың шайылу нормасын есептеу

Шайылу нормасын (ШН), топырақтық ғимараттың қабылданған шайылу технологиясын ескеру арқылы, кен орындарындағы топырақтар (үйінді топырақтары) құрамының сипаттамалары бойынша анықтайды.

Қиыршық құмды және құмды кен орындарының топырақтары, түйіршіктік құрамы мен шайылу технологиясына байланысты бес топқа бөлініп қарастырылады (Д.1 кесте).

Д.1-кестесі

Топырақ тобының нөмірі	Топырақ	Шайылу технологиясының түрі	Топырақ құрамындағы түйіршіктер саны, %		Топырақ түйіршіктерінің пайыздық құрамының қосынды қатынасы d , мм $\frac{\sum d > 0,25}{\sum d < 0,10}$	Өртүрлі түйіршіктік еселігі $k_{60,10}$	Топырақ түйіршіктерінің өлшемі d_{90}^* , мм
			Топырақ түйіршігінің өлшемі d , мм				
			$d = 0,10 - 0,25$	$d > 2,0$			
1	Қиыршық тасты әртүрлі түйіршікті құмдар	Екі жақтық технологиялық тоғанымен	<50	>5	>1	2,5–300	>2
2	Орташа түйіршікті құмдар	То же	<0	<5	>1	<5	<2
3	Ұсақ түйіршікті құмдар	»	>50	–	–	<5	–
4	Ұсақ түйіршікті және шанды құмдар	»	<50 көп жағдайларда	–	<1	>5 көп жағдайларда	–
5	Қиыршық тасты әртүрлі түйіршікті құмдар, орташа түйіршікті және ұсақ түйіршікті құмдар	Біржақты бос құламасымен	–	–	–	–	–

* d_{90} – топырақ түйіршігінің өлшемі, олардың массасы, ұсақ түйіршіктер массасымен бірге, топырақтың барлық массасының 90% құрайды.

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

Топырақтардың әр тобы және қабылданған ғимараттың шайылу технологиясы үшін шайылу нормасын (ШН) шайылатын ғимараттың көлеміне пайызда, келесі формулалар бойынша анықтайды.

1-ші топ:

$$\begin{aligned} ШН = & 0,1(d = 0,10 - 0,25\text{мм})\% + 0,35(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + \\ & + 0,9(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 0,9(d = 0,005 - 0,01\text{мм})\% + 1,0(d < 0,005\text{мм})\%; \end{aligned}$$

2- ші топ:

$$\begin{aligned} ШН = & 0,025(d = 0,10 - 0,25\text{мм})\% + 0,35(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + \\ & + 0,8(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 0,9(d = 0,005 - 0,01\text{мм})\%; \end{aligned}$$

3- ші топ:

$$\begin{aligned} ШН = & 0,05(d = 0,10 - 0,25\text{мм})\% + 0,3(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + \\ & + 0,9(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 1,0(d < 0,005\text{мм})\%; \end{aligned}$$

4- ші топ:

$$\begin{aligned} ШН = & 0,11(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + 0,5(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + \\ & + 0,9(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 0,9(d < 0,005\text{мм})\%; \end{aligned}$$

5- ші топ:

$$\begin{aligned} ШН = & 0,15(d = 0,10 - 0,25\text{мм})\% + 0,5(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + \\ & + 0,9(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 1,0(d < 0,005\text{мм})\%; \end{aligned}$$

Ескертпелер

1 Жіңішке түйіршікті және шан тозанды топырақтардың біржақтық шаю, сонымен қатар құламаларды орнатпау арқылы топырақтарды суға салу кезінде топырақты шаю, ұқсастықтарды немесе сынақтық шайылу нәтижелерін қолдану арқылы ғимараттарды шаю технологиялық схемаларын жобалау барысында жүзеге асырылады.

2 Жобада ғимараттарды шаю үшін кен орындарындағы топырақтарды немесе пайдалы қазбалар топырақтарын, шығыңқы қабаттарын алдын ала жоюсыз, қолдану тиімді болып анықталған жағдайларда, шайылу нормасы анықталынатын орташа өлшенген түйіршіктік құрамы кен орындарының (қазбалардың) барлық қабаты бойынша анықталынады – забойдың бетінен табанына дейін.

Е қосымшасы*(ақпараттық)***Тоғанның көлденең қимасында түйіршіктену аймағының шекарасын және шайылған топырақтың орташаланған түйіршіктік құрамын есептеу**

Е.1 Шайылған топырақтың түйіршіктену аймағы шекарасын және орташа түйіршіктік құрамын есептеу көлденең қимада әртекті тоғандар үшін орындайды.

Топырақтың түйіршіктенуі – шайылатын тоғандар құрылымы негізіне енетін және таратушы пульпа өткізгіштен тұратын пульпадан шығару жағдайларына байланысты шайылған топырақтың төселген орташа ірілігінің төмендеуі арқылы шайылу құламасының ұзындығы, ірілігі топырақ түйіршіктерінің орналасуында көрінетін үрдіс.

Е.2 Қиыршық құмды топырақтардан шайылған, құрамында құмды және сазды түйіршіктері, өзегі бар әртекті тоғандар үшін түйіршіктену аймағы шекарасын есептеу, келесі формулалар арқылы жүзеге асырылады:

тоған құламасынан ішкі бүйірлік аймақ шекарасына дейінгі арақашықтық X_1

$$X_1 = \left(0,01 \sum_{d=2,mm}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right) L, \quad (E.1)$$

тоған құламасынан өзек шекарасына дейінгі арақашықтық X_2

$$X_2 = \left(0,01 \sum_{d=0,1,mm}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right) L, \quad (E.2)$$

Е.3 Қиыршық құмды топырақтармен шайылатын орталық аймағы бар әртекті тоғандар үшін тоған құламасынан орталық аймақ шекарасына дейінгі арақашықтық X_3 келесі формула бойынша анықталынады:

$$X_3 = \left(0,01 \sum_{d=0,25,mm}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right) L, \quad (E.3)$$

(E.1) – (E.3) формулаларында $\left(0,01 \sum_{d=2,mm}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right), \left(0,01 \sum_{d=0,1,mm}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right), \left(0,01 \sum_{d=0,25,mm}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right)$ – барлық түйіршіктердің құрамы, сәйкесінше ≥ 2 мм, $\geq 0,1$ мм, $\geq 0,25$ мм кен орындарындағы топырақтардың құрамында, %; L – құламадан тоған сызығына дейінгі арақашықтық.

Ескертпе - (E.1) – (E.3) формулалар бойынша есептеулерде кен орындарындағы топырақтардың орташаланған құрамы көрсетіледі.

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

Е.4 Белгіленген түйіршіктену аймағы шегінде шайылған топырақтың орташаланған түйіршіктік құрамын, әртүрлі тоғандарды шаю арқылы геотехникалық бақылаулар мәліметтерін өңдеу нәтижелері негізінде алынған сұлбалар көмегімен $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_0}\right)$ (Е.1 –

Е.5 суреттер) анықтайды.

Сұлбалар мәліметтерінде:

α – құраушы түйіршіктердің пайыздық құрамы;

d_i – шайылған топырақ құраушы түйіршіктерінің ірілігі;

d_0 – кен орындарындағы топырақтың орташа өлшенген ірілігі:

$$d_0 = \frac{\sum_{p=5}^{p=95} d_{oi} p_i}{90}, \quad (\text{Е.4})$$

мұндағы d_{oi} – кен орындарындағы топырақ құрамындағы i -ші стандартты түйіршік ірілігінің орташа арифметикалық мәні;

p_i – i -ші стандартты түйіршіктің пайыздық құрамы;

90 – кен орындарындағы топырақ құрамындағы ескерілетін түйіршіктердің қосынды құрамы, %.

d_0 анықтау барысында d_5 ұсақ және d_{95} ірі барлық түйіршіктер алынып тасталады, мұнда d_5 және d_{95} – кен орындарындағы топырақ құрамындағы 5 және 95% массасы қамтылуына сәйкес келетін түйіршіктер ірілігі.

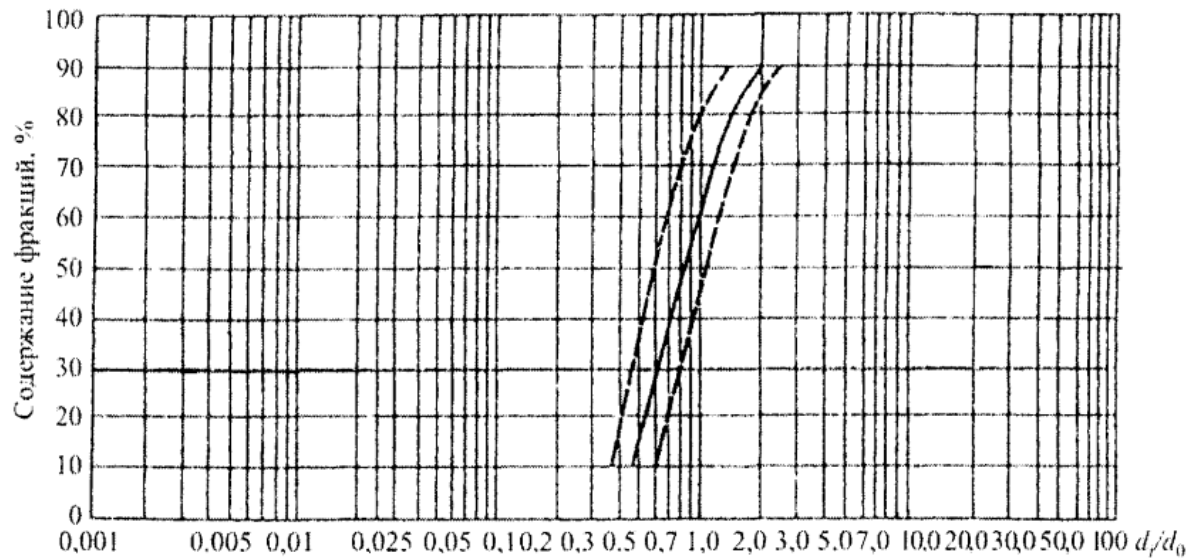
$\left[\frac{d_i}{d_0}\right]$ – қатынасын әртүрлі қамтылулар (10 %, 20 %,...) үшін қисық сұлбалардан

орташаланған мәндерін алып тастайды.

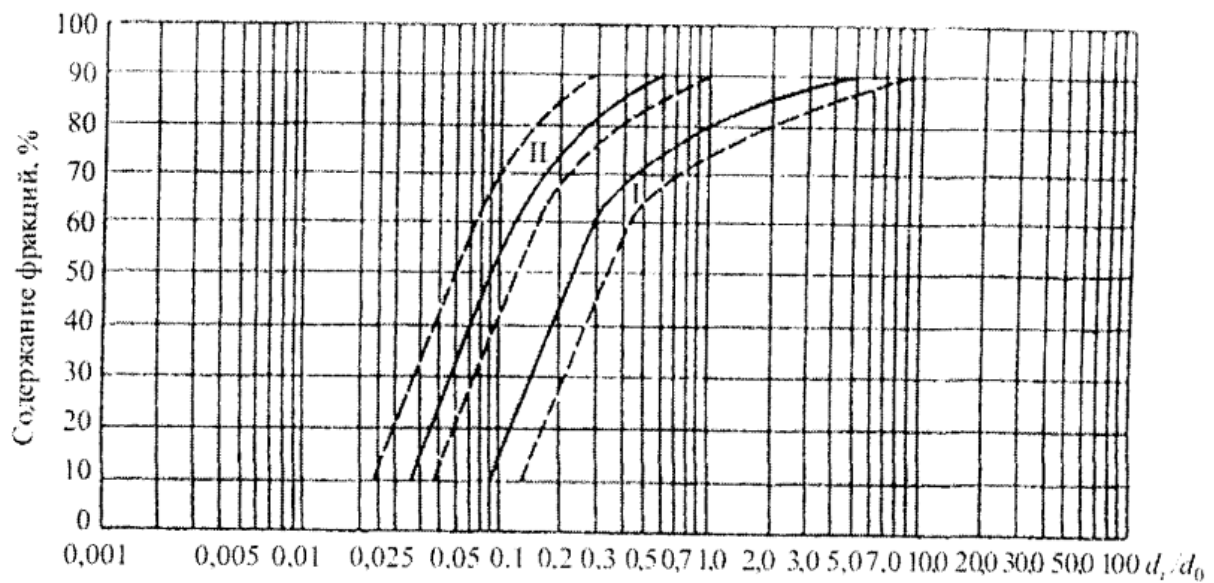
d_i (d_{10} , d_{20} ,...) шамасын, келесі формула бойынша анықтайды:

$$d_i = \left[\frac{d_i}{d_0}\right] d_0 \quad (\text{Е.5})$$

Алынған d_i мәндері көмегімен әр аймақ үшін шайылатын топырақтың түйіршіктік құрамының қисығы сызылады.

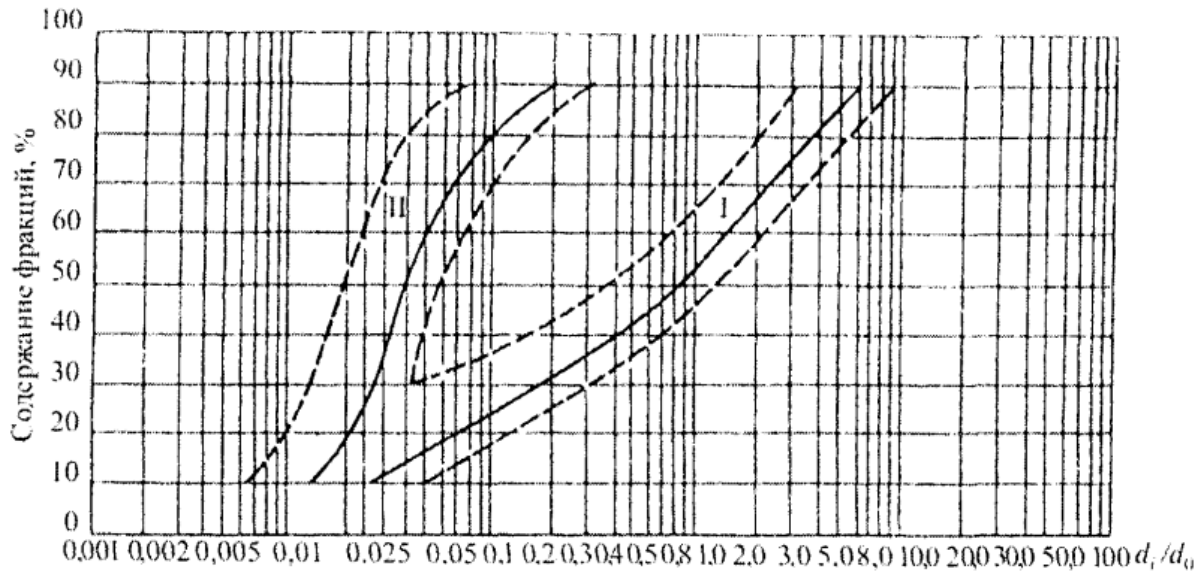


Е.1 суреті – Біртекті құмды тоғандар үшін $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ байланысының сұлбасы



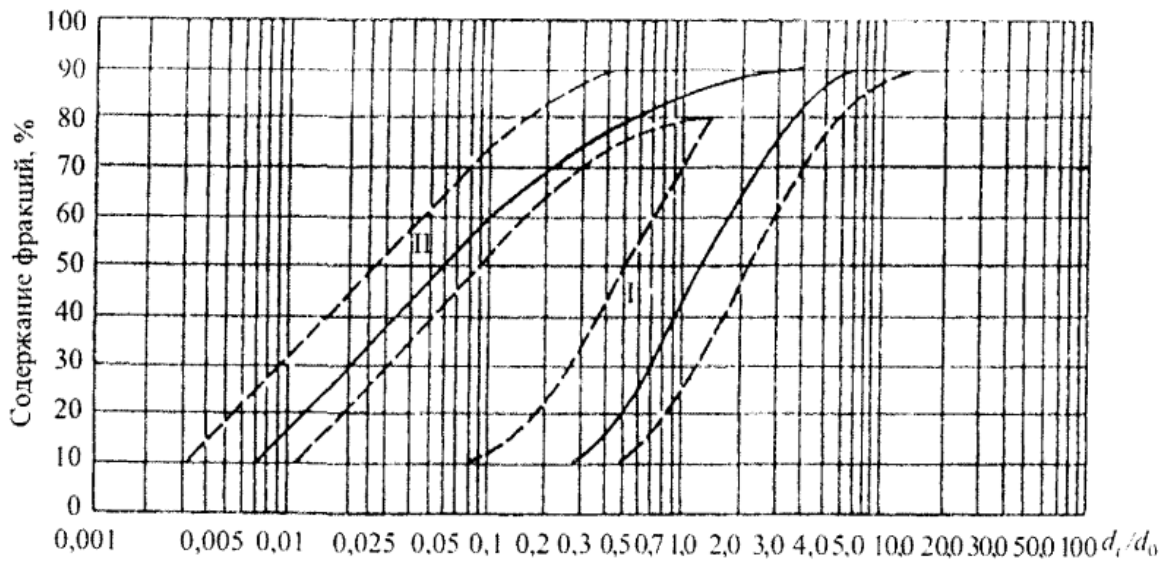
I – бүйірлік аймақ; II – орталық аймақ

Е.2 суреті – Орталық құмды аймағы бар ұсақ қиыршық құмды топырақтардан тұратын әртекті тоғандар үшін $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ байланыс сұлбасы



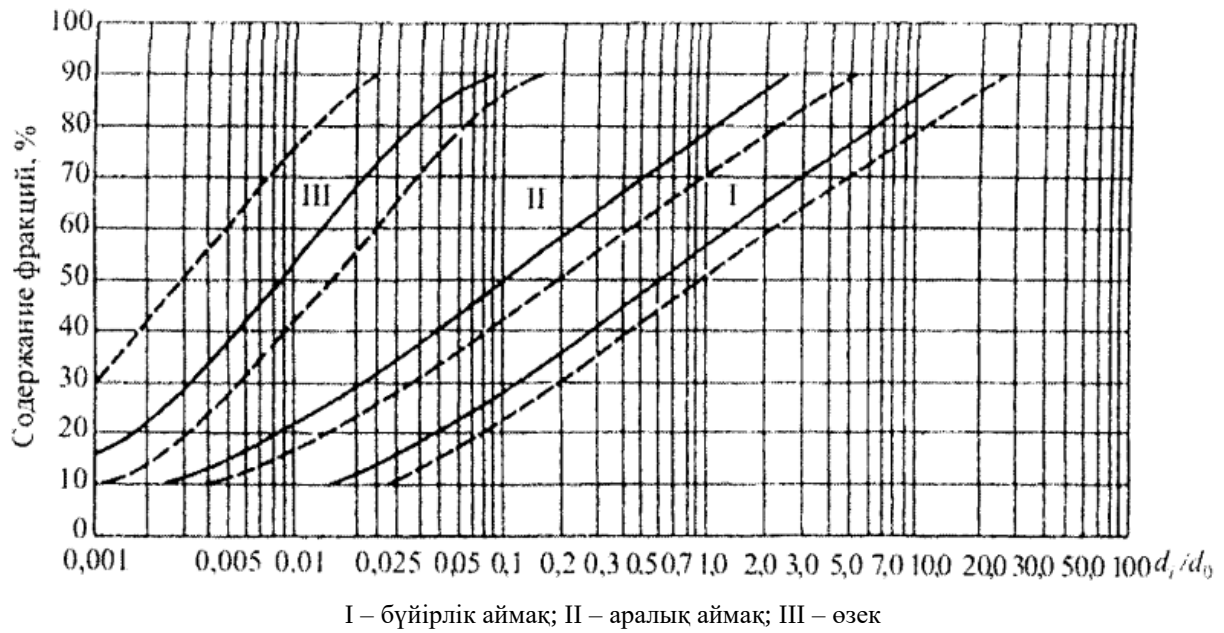
I – бүйірлік аймақ; II – орталық аймақ

Е. 3 суреті – Орталық құмды аймағы бар ірі қиыршық құмды топырақтардан тұратын әртекті тоғандар үшін $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ байланыс сұлбасы



I – бүйірлік аймақ; II – орталық аймақ

Е.4 суреті – Биіктігі 30 м кем емес өзегі бар қиыршық құмды топырақтардан тұратын тоғандар үшін $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ байланыс сұлбасы



Е.5 суреті – Биіктігі 30 м кем емес өзегі бар қиыршық тасты топырақтардан тұратын

тоғандар үшін $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ байланыс сұлбасы

Ж қосымшасы
(ақпараттық)

Болат диафрагмалармен тоғандарды жобалау

Ж.1 Болат диафрагмалармен топырақтық тоғандар ұсынылуы мүмкін: өзек, қалқан немесе кері сүзгіштерді орнатуға жарамды топырақтардың құрылысқа жағын болмауы кезінде;

өте ылғалды климаттық аудандар үшін;

барлық басқа жағдайларда – сәйкес техникалық экономикалық негіздеме кезінде және олардың басқа тоғандарға қарағандағы артықшылығы.

Ж.2 Болат диафрагмалары бар тоғандар тасты, тау кен сілемдерінен, құмды, киыршық тасты, киыршық құмды және қойтасты үйінділерден тұрғызылуы мүмкін.

Ж.3 Болат диафрагмаларды тоғандардың барлық класстары үшін қолдануға рұқсат етіледі.

Ж.4 Болат диафрагмаларды жота сызығы немесе жоғарғы құлама жағасы бойынша өтетін, тоған денесінде жазықтықта тік етіп орналастыру ұсынылады.

Ж.5 Болат диафрагмасының тоған негізімен және жағалық құламалармен түйісуі көлденең жүктемелердің әсері кезінде жазықтық тірегі бойынша диафрагма тіреуіштерінің жылжуын қамтамасыз ететін, не басқа да әдістер арқылы тіреуіш элементтер диафрагмасының астында битумды немесе басқа да гидроокшаулағыш материалдарын орнату арқылы бетонды тістегіш, тақталар немесе цементациялық құрылғылар арқылы жүзеге асырылады. Тоғанға орналастырылған бетонды ғимараттармен бірге (суағарлар, су жинағыштар және т.б.) болат диафрагманы бетон тіреуіштеріне түйістіру ұсынылады, бірақ оған көлденең жүктемелердің әсерінен диафрагманың жылжуын қамтамасыз ететін деформациялық жапсар компенсаторын орнату (тартымсыз) арқылы жүзеге асырылады.

Ж.6 Легирленбеген көміртекті болаттардан орындалған болат диафрагмаларды беріктік шегі 300–400 МПа және салыстырмалы ұзындығы 20–30 % болатын кезде орындайды. Диафрагмаға сыртқы ауаның төменгі температуралары ұзақ әсер ету жағдайында (минус 40 °С және одан төмен) жұмыс өндірісінің жағдайлары бойынша жайлы еру болат түрін ВСт3Гпс2 немесе ВСт3Гпс3 қолдануға рұқсат етіледі.

Ж.7 Болат диафрагмада тік және көлденең деформациялық жапсарлар қарастырылады, олардың орналасуы сәйкес есептеулер арқылы анықталынады.

Ж.8 Диафрагмаларда тік деформациялық жапсарлардың саны мен орналасуын тоған денесінің, тіреу бедерінің, негіздің геологиялық түзілісінің жергілікті мүмкін болатын деформацияларын ескеру арқылы гидростатикалық қысым әсерінен көлденең ығысу эпюраларына сәйкес тағайындалады. Диафрагмада негіз бетінің тез бұзылу орындарына (ойыстарда, ойықтарда, шұңқырларда және т.б.), тік жапсарларды орнату міндетті болып саналады, сонымен қатар деформациялық қасиеттері бойынша айрықшаланатын топырақтармен құралған негіз аймақтары шекараларында бетонды ғимараттардың тіреуіштерінде диафрагмаларды бітеу жерлерінде тік жапсарлардың орындалуын қарастыру керек.

Ж.9 Болат диафрагмада көлденең деформациялық жапсарлардың саны мен орналасуы диафрагманың меншік салмағы әсерінен және олардың шөгуі кезінде тоған призмасы топырағы бетінің үйкілісі кезінде пайда болатын, диафрагманың сығылуға

беріктігін қамтамасыз ету жағдайынан есептеу арқылы тағайындайды. Диафрагмадағы σ кернеуін келесі формула бойынша анықтайды:

$$\sigma = \frac{Q + N}{A_n} \leq \frac{1}{\gamma_n} R_y, \quad (\text{Ж.1})$$

мұндағы Q – диафрагма салмағы;

N – топырақтың үйкелісі әсерінен диафрагмаға түсетін жүктеме;

R_y – аққыштық шегі бойынша болаттың сығылуға есептік кедергісі;

γ_n – ғимараттың жауапкершілігі бойынша беріктік еселігі;

A_n – диафрагманың көлденең қимасының ауданы (тоғанның бірлік ұзындығына есептеулерді жүргізу кезінде).

x тереңдігінде тоған денесі үйкелісінде пайда болатын, диафрагмаға түсетін жүктемені болат бойынша топырақ үйкелісі еселігінің бүйірлік қысым өрнегі арқылы анықтайды:

$$N_1(x) = \frac{x^2}{2} (\rho_1 \lambda_1 + \rho_2 \lambda_2 + \rho_3) f, \quad (\text{Ж.2})$$

мұндағы $\rho_1; \rho_2; \rho_3$ – тоған және судың жоғарғы және төменгі призмасы топырағының сәйкес тығыздығы;

λ_1 және λ_2 – диафрагмаға түсетін тоған призма топырағының бүйірлік қысым еселіктері;

f – болат диафрагманың беті бойынша тоған денесі топырағының үйкеліс еселігі;

x – тоған жотасынан есептік қиманың орналасу тереңдігі.

Тоған жотасынан бірінші көлденең деформациялық жапсарға дейінгі арақашықтықты x_1 тандаулар бойынша анықтайды. Алдын ала диафрагманың қалыңдығы мен ординатсын x_1 беру арқылы, $Q(x_1)$ және $N(x_1)$ мәндерін анықтайды, сонымен қатар беріктік жағдайын тексереді.

Екінші, үшінші және қалған барлық жапсарлардың орналасуын екі көршілес жапсарлардың ординатсы мен бірге x_n және x_{n+1} аралығында орналасқан диафрагма фрагменттерінің кернеулік жағдайын тізбектеп есептеу арқылы анықтайды. Бұл жағдайларда $N(x)$ жүктемесін, келесі айырым арқылы табады:

$$N(x) = N(x_{n+1}) - N(x_n), \quad (\text{Ж.3})$$

Тіреуіш диафрагма фрагментінде оның иілу аймағы шегінде, $\frac{3}{\sqrt[4]{\frac{k}{4EI}}}$ қатынасына

тең, (Ж.1) формуласында тіреуіш моменті мен негіз бойынша тіреуіш үйкеліс күшінің әсерін ескереді (k – төсем еселігі, EI – диафрагма қаттылығы).

Көлденең деформациялық жапсарлары қималарының схемаларын алдан ала жобалау үшін Ж.1 суретте келтірілген сұлбаларды қолдану ұсынылады.

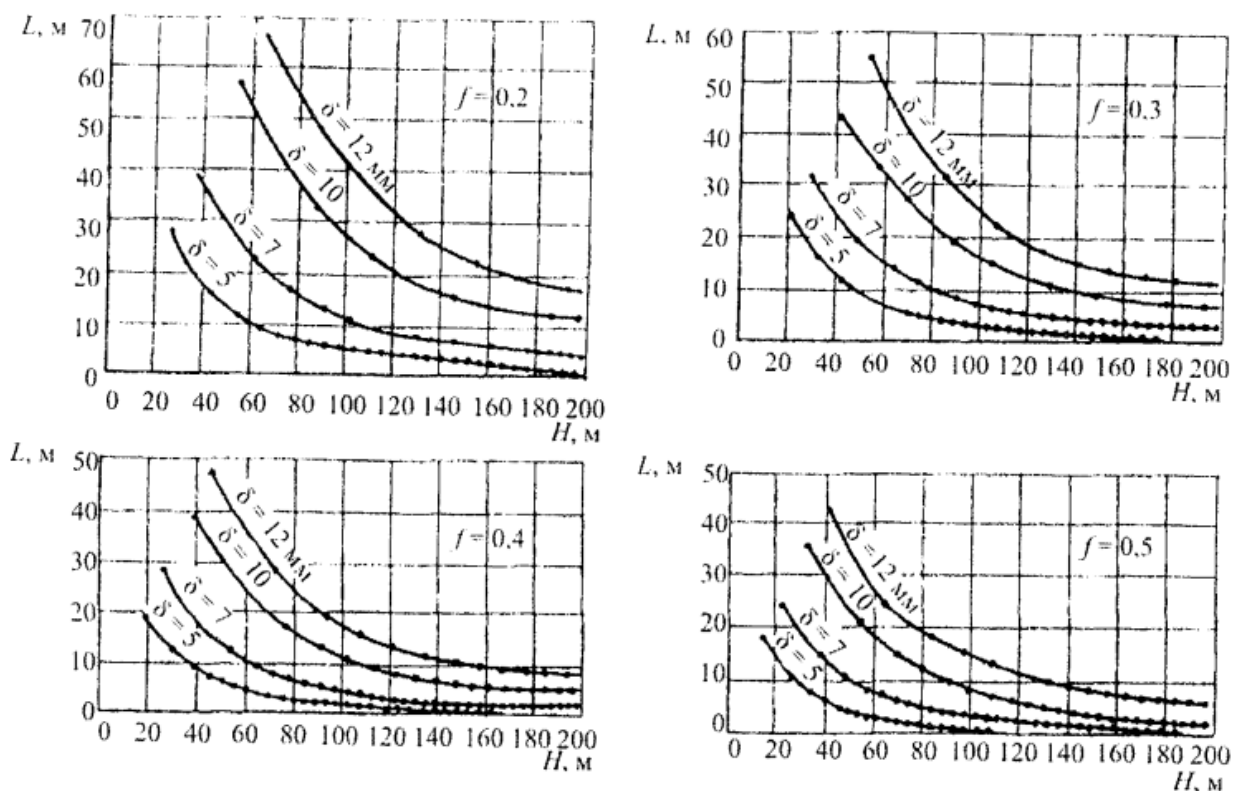
Ж.10 Диафрагмада тік жапсарлар орналасқан орындарда, сонымен қатар Ж.2 суретте келтірілген түрлер бойынша оның тіреуіш элементтеріне көлденең (герметикалық) деформациялық жапсарлар орнатылады.

Ж.11 Тоған денесіндегі құмды болат диафрагма бойынша қиыршық тасты және қиыршық құмды топырақтарының үйкеліс еселіктерінің мәндерін немесе ауыспалы қабаттарды Ж.3 суретте келтірілген сұлбалар бойынша тағайындау ұсынылады, осыдан кейін оларды нақты жағдайлар үшін арнайы сынақтармен нақтылайды.

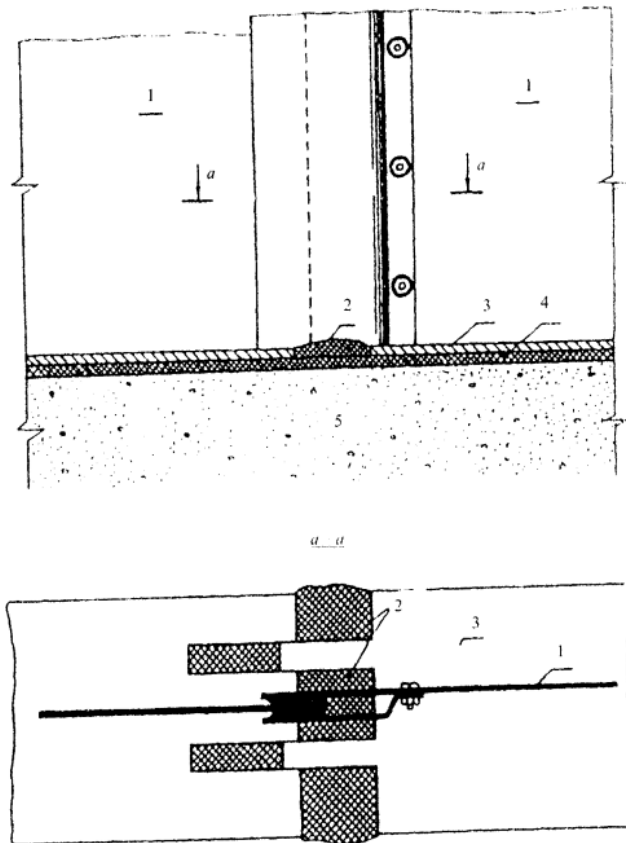
Ж.12 Тоған көрінісінің құрылымдық элементтерінің, оның жерасты контурының, диафрагма қалыңдығының, деформациялық жапсарлар қадамдарының нақтыланған өлшемдерін тоғанды есептеудің статикалық, динамикалық және сүзілулік мәліметтері бойынша нақтылайды.

Ж.13 Диафрагманың көлденең ығысулары мен иілулерін анықтау үшін серпімді иілгіш негізде соңғы қаттылық арқалық схемасы бойынша есептеу әдістемесін қолдану арқылы ұсынылады, ол арқалық ретінде тоғанның тоғанның төменгі призмасы қарастырылады. Төменгі призманың иілгіштігі төсем еселігімен негізделеді k , бұл еселік ұзындық бойынша өзгереді

Диафрагма тірегінің ығысуы есептік схемада, реактивті үйкеліс күші T_0 мен моменттің M_0 тіреуіш қимасын енгізу арқылы көрсетіледі (Ж.4 сурет).

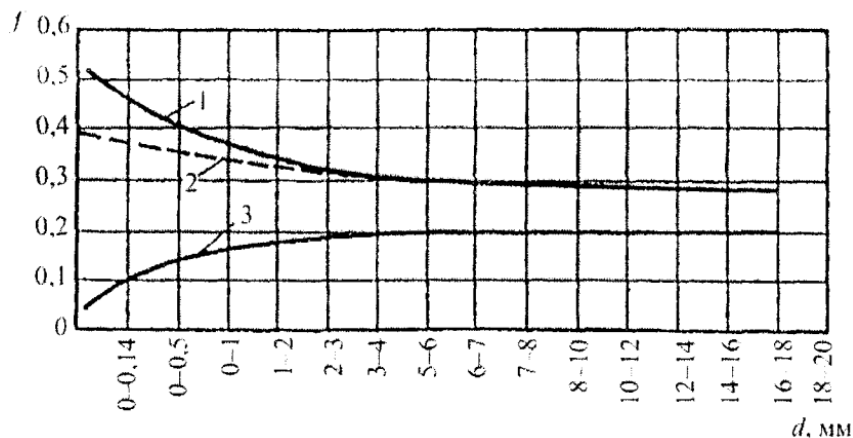


Ж.1 сурет – Биіктік L бойынша көлденең деформациялық жапсарлар арасындағы арақашықтықтың диафрагма қалыңдығына δ , диафрагма бойынша топырақтың үйкеліс еселігінің шамасына f және диафрагма биіктігіне H байланысы



1 – бетонды тістегішпен байланысқан диафрагма; 2 – тіреуіш элементінің деформациялық жапсарының нығыздалуы; 3 – диафрагманың тіреуіш элементі; 4 – битумды жабынды; 5 – бетонды тістегіш

Ж.2 сурет– Диафрагманың тіреуіш элементінде деформациялық жапсарларды орнату



1 – ылғалдылығы 2–7 % топырақ; 2 – ылғалдылығы 100 % топырақ; 3 – диафрагманы битуммен жабу кезіндегі топырақ

Ж.3 сурет – Болат диафрагма бойынша, олардың ылғалдылығы мен ірілігіне байланысты топырақтардың үйкеліс еселіктері

Ж.14 Болат диафрагмасы бар тоғанның кернеулік деформациялық күйін серпімді немесе серпімді иілгіш есептерін құру арқылы, су қоймасын толтыру және тоғанды кезеңдеп тұрғызылуын ескеріп, сандық әдістермен есептеу ұсынылады. Жылжымалы тіреуіш диафрагмасы бар тоғандарды есептеу кезінде, есептік схемаға сырғу тіректерін

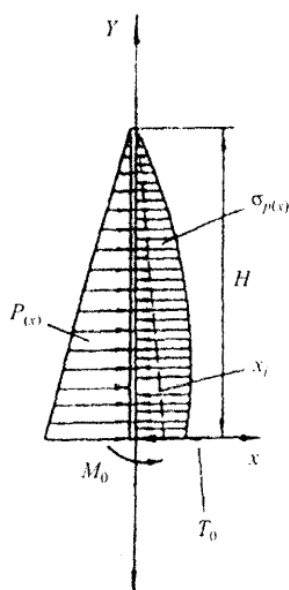
ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

енгізу арқылы диафрагмаға жақын негіз бойынша тоғанның бүйірлік призмасының сырғуын ескеру ұсынылады.

Есептеулерде диафрагма және оның тіреуіш қималары бойынша өлшенген судың әсерін, гидростатикалық қысымды, бүйірлік призма үйкеліс күштерін ескеру арқылы меншікті салмақты ескеру қажет.

Ж.15 Жіңішке болат диафрагма төменгі призмаға белсенді көледенең салмақты толығымен береді, төменгі призманың жалпы статикалық төзімділігін негіздің беті бойынша жазық ығысуға тексеру ұсынылады.

Ж.16 Болат диафрагманың қалыңдығын, сәйкес негіздеме болған жағдайда, құрылымдағы болат жұмысын оның аққыштық шегінде белгілеу ұсынылады. Бұл жағдайда диафрагма қалыңдығы тоттануға беріктік талаптарына толығымен сәйкес келеді.



$P_{(x)}$ – диафрагмаға түсетін есептік жүктеме; $\sigma_{p(x)}$ – төменгі призма топырағындағы реактивті кернеу; M_0 , T_0 – диафрагма тірегінде әсер ететін реактивті сәт және үйкеліс күші; x_i – диафрагманың ығысуы; H – диафрагма биіктігі

Ж.4 сурет – Серпімді негіздегі арқалық ретінде диафрагманы есептеу схемасы

Ж.17 Жаралық коррозия дамуы жағдайында диафрагманы электрохимиялық (катодты) қорғаныс жүйесімен жабдықтау ұсынылады.

II қосымшасы

(ақпараттық)

Көлбеу күштерінің әсерлесуі әдісі арқылы құламалар төзімділігін есептеу

Топырақтық тоғандар төзімділігін есептеу ұсынылатын әдістердің қатарына құлама призмасы тік элементтеріне бөліну арқылы алға шыққан және шекті жағдайларда тепе теңдік күйлерін қанағаттандыратын ерікті немесе шеңбер цилиндрлі жылжу бетінің әдістері аталады.

Мұндай әдістердің қатарына құлау призма элементтері арасындағы өзара әсер ететін, көлбеу күштерінің қағидасына негізделген әдістер қолданылуы мүмкін.

Өзара әсер ететін күштер көкжиегіне көлбеу бұрышы шектік күйінде құлау призмасының тепе теңдік жағдайынан анықталынуы мүмкін, олар есептік мәндерден $tg\varphi, c$ шектік мәндерге дейін $tg\varphi_k, c_k$ топырақтардың беріктік сипаттамаларының пропорционалды өзгерістерімен жетеді.

Құлау призмасы төзімділігін бағалау үшін жылжудың ерікті беті кезінде тең әсер ететін белсенді күштер F_E және кедергі күштер R_E проекциясын өзара әсер ететін күштер бағытымен салыстырылады. Жылжудың шеңбер цилиндрлі беті кезінде, осы тең әсер ететін күштердің F_0, R_0 сәттері ретінде жылжу бетін, сонымен қатар олардың проекциясын салыстыру мүмкін болады.

Құлау призмасы төзімділігінің өлшемін, келесі қатынас арқылы табамыз:

$$\gamma_{fc} F \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} R, \quad (\text{II.1})$$

мұндағы $\gamma_{fc}, \gamma_c, \gamma_n$ – жүктемелердің үйлесімдік еселіктері, жұмыс жағдайының, ғимараттың жауапкершілігі бойынша беріктігі.

Құлам төзімді болып саналады, егер жылжудың ең қауіпті бетінде құлау призмасының төзімділігі қамтамасыз етілген жағдайда.

Тең әсер ететін проекцияларды құлау призмасы элементтерінің тепе теңдік жағдайынан келесі формулалар бойынша анықтайды (II.1 сурет):

$$\left. \begin{aligned} F_E &= \sum Q \sin(\beta + \delta) \\ R_E &= \sum Q \cos(\beta + \delta) \operatorname{tg}(\varphi + \beta - \alpha) + \sum \frac{C \cos \varphi}{\cos(\varphi + \beta - \alpha)} \end{aligned} \right\}, \quad (\text{II.2})$$

мұндағы $Q = qdx$ – құлау призма элементіне әсер ететін тең әсер етуші белсенді күштері;

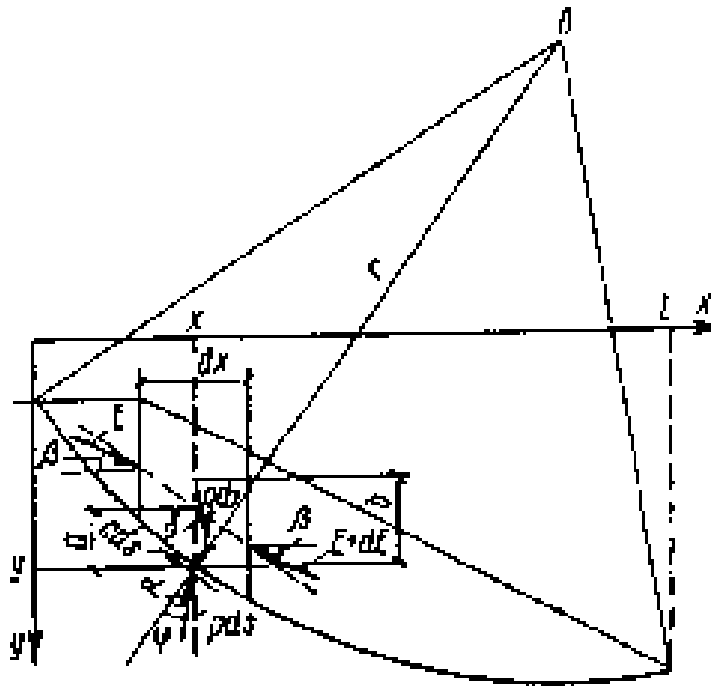
β – құлау призмасы элементтерінің арасындағы x сызығына көлбеу бұрышы және өзара әсер етуші күштер E ;

dx – призма ені;

δ – тігінен күштің ауытқу бұрышы Q ;

α – жылжу беті элементінің көкжиекке көлбеу бұрышы;

$C = cds$ – жылжу беті элементіне әсер ететін ілінісу күші, оның доғасының ұзындығы ds .



И.1 сурет – Құлау призма элементтеріне әсер ететін күштер схемасы

Тең әсер етуші моменттерді, келесі формулалар арқылы анықтайды:

$$\left. \begin{aligned} F_0 &= r \sum Q \left[\sin(\alpha + \delta) - \frac{b}{r} \sin \delta \right] \\ R_0 &= r \left[\sum \frac{Q \cos(\beta + \delta) \sin \varphi}{\cos(\varphi + \beta - \alpha)} + \sum \frac{C \cos(\beta - \alpha) \cos \varphi}{\cos(\varphi + \beta - \alpha)} \right] \end{aligned} \right\}, \quad (\text{И.3})$$

мұндағы r – жылжу бетінің радиусы;

b – жылжу бетінің үстінен Q күшін түсіру нүктесі.

Екі жағдайда да β бұрышын жақындату байланысы бойынша анықтауға рұқсат етіледі:

$$\beta = \frac{\sum (\alpha + \delta) dx}{\sum dx} \quad (\text{И.4})$$

Жылжудың болжаулық шеңбер цилиндрлі бетіндегі құлама төзімділігін (И.2) және (И.3) формулалары бойынша тексеруге болады. $\frac{R_0}{F_0}$ және $\frac{R_E}{F_E}$ қатынасы– әртүрлі механикалық түсініктер, сондықтанда олардың төзімділігін бағалау әртүрлі болып

шығады. Бірақ бұл бағалаулар $-\frac{R}{F}=1$ болғанда сәйкес келеді және өте жақын болады егер $-\frac{R}{F}<1,3$ болғанда.

Егер төзімділікті әмбебаптыбағалау ретінде $\frac{tg\varphi}{tg\varphi_k} = \frac{c}{c_k}$ қатынасын қабылдасақ, яғни, беріктік сипаттамаларының мәнін $R_0 = F_0$ және $R_E = F_E$ етіп тандап алсақ, есептеулер нәтижелері екі әдісте де тепе тең болады.

Мұндай есептеу β бұрышын анықтауда дұрыстығын бақылаушы болып саналады, яғни табылған ең қауіпті жылжу беті үшін шекті күйінде құлау призмасының тепе теңдік жағдайы сақталады.

Құламаны қаңқтыратын судың әсерін, екі әдіс арқылы ескеруге рұқсат етіледі:

- әр элемент шегінде топырақ салмағын, оның қалқымалығының көтерілуін ескеру арқылы анықтайды, ал элементтің контуры бойынша (құламаның беті, жылжудың беті және элементтер арасындағы жазықтықтар) сүзілулік есептеу арқылы судың қысымын анықтайды;
- элементтің топырақ салмағын, оны сумен өлшеу арқылы анықтайды; топырақ беті деңгейінде қалқымалық күштер түсіреді, және сумен ісінген элемент топырақтың көлеміне есептеулер арқылы анықталынған сүзілушілік күштер түсіреді.

Екі әдіс те тепе теңдік нәтижелер береді және орнықтаған сүзілуге таралады, соған орай аяқталмаған топырақтың нығая сығылуына да байланысты болады. Белсенді күшті F_E және белсенді моментті F_0 анықтауда, жазықтықтар бойынша судың қысымы ескерілмеуі мүмкін, себебі олар қосындысында нөлге тең. F_0 анықтауда, жылжудың шеңбер цилиндрлі беті бойынша судың қысымын да ескермеуге болады, оның моменті нөлге тең.

Құламаға сейсмикалық әсерлердің әсерін, әр элементтің суға қаңғыуын және элемент шегінде құлама бетіндегі судың қысымы өзгеруін ескеру арқылы, топырақ көлеміне әсер ететін сейсмикалық күштердің көлемдік пішіндері арқылы анықтайды.

Сейсмикалық әсерлерді ескеру арқылы құламаларды есептеуде топырақтардың беріктігінің динамикалық сипаттамалары енгізіледі, егер олар статикалық сипаттамалардан өзгешеленген жағдайда. Сәйкес жағдайларда артық кеуекті қысымның пайда болуын, сейсмикалық сокқылардың әсері ретінде ескереді.

Сейсмикалық әсерлер ерекше жүктемелерге жатады, оларды ескеру барысында, басқа ерекше жүктемелерді ескеру қажет етілмейді.

К қосымшасы

(ақпараттық)

Асфальтбетонды диафрагмаларын есептеу ерекшеліктері және олардың тоғандар жұмысына әсері

К.1 Асфальтобетонды диафрагмалардың тоғандар жұмысына әсерін есептеу кезінде, диафрагмадағы асфальтбетон ауыр сұйықтық ретінде қарастырылады, бүйірлік қысым еселігі n , оның жылжымалық ($n < 1$) көрсеткішіне тең болады. Асфальтбетон құрамы мен битумның тұтқырлығына (құрылымдағы асфальтбетон температурасынан) байланысты жылжымалық көрсеткіштің мәні К.1 кестесінде келтірілген.

К.1-кестесі – Асфальтбетон материалдары жылжымалық көрсеткіштерінің (n) битум құрамындағы құрылымдық тұтқырлығына ($\eta_{\delta,40}$) және көлемдік концентрациясы мен минералдық түйіршіктер құрамына (C_v) байланысы

C_v	Асфальтбетон құрамындағы битумның тұтқырлығы, қырық минутты кедергі кезіндегі $\eta_{\delta,40}$ пуаз						
	$\cdot 10^6$	$\cdot 10^7$	$\cdot 10^8$	$\cdot 10^9$	$\cdot 10^{10}$	$\cdot 10^{11}$	$\cdot 10^{12}$
0,5	0,69	0,66	0,62	0,58	0,51	0,41	0,27
0,6	0,58	0,57	0,55	0,53	0,48	0,37	0,25
0,7	0,46	0,47	0,47	0,45	0,40	0,32	0,21
0,8	0,30	0,32	0,34	0,34	0,32	0,25	0,16
0,9	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,13	0,08

К.2 Диафрагманың кернеулік деформациялық күйі келесі қатынас арқылы анықталынады:

$$\varepsilon = \frac{\sigma t^n}{A}, \quad (\text{К.1})$$

мұндағы ε – диафрагмадағы асфальтобетонның салыстырмалы деформациясы;

t – σ кернеу кезіндегі, диафрагмадағы асфальтобетонның жұмыс уақыты;

A – асфальтбетонның қаттылық модулі (деформация модулі, 1 с жүктелу уақытына келтірілген).

К.3 Асфальтобетонды диафрагмалардың беріктігі мен тұтастығының сақталуын анықтау есептеу кезінде, тоған денесінде болмыстық бақылаулар негізінде орнатылған, келесі жағдайларға бағдарлай білу керек:

диафрагмадағы асфальтбетон ешқандай жағдайларда бұзылмайды, егер оған әсер етуші кернеулер оның ұзақтық беріктік шегінен $\sigma_{\text{дл.пр.}}$ асып кетпесе (оның аққыштық шегіне тең);

кернеулер диафрагмасы әсер еткенде, асфальтбетон аққыштық шегінен асатын жағдайда диафрагма бұзылмайды, егер әсер етуші кернеулер шамалары қарастырылатын уақыт мезетінде есептік кернеулер шамасы рұқсат етілетін кернеулер шамасынан асып кетпеген жағдайда.

Асфальтбетон диафрагмаларына әсер ететін кернеулер, t уақыт мезетінде, келесі формула арқылы анықталынуы мүмкін:

$$\sigma = (\sigma_{нач} - \sigma_{кон}) e^{-(1-n) \ln t}, \quad (K.2)$$

немесе

$$\sigma = \frac{\sigma_{нач}}{t^m} \quad (K.3)$$

Олардың рұқсат етілетін мәндері, келесі қатынаспен:

$$|\sigma| = \frac{R_0}{t^m} \quad (K.4)$$

(K.1 – K.4) формулаларында:

$\sigma_{нач}$ – асфальтбетон құрылымындағы бастапқы (мәлімет ретінде алынған) кернеу;

t – бақылау уақыты (есептік уақыт), с;

m – асфальтбетон құрылымының ұзақтық беріктік көрсеткіші; оның мысалдық мәндері, асфальтбетонның құрамы мен битумның тұтқырлығына байланысты, есептік температура кезінде мәндері K.2 кестесінде келтірілген;

R_0 – қарастырылатын жағдайларды және жүктеу схемасында, бір секундты кедергіде келтіріген асфальтбетон диафрагмасының беріктік шегі.

Құрылымдарда кернеулердің жоғарлау қарқындылығы олардың релаксация қарқындылығынан асатын жағдайда, диафрагманы есептеу асфальтбетон диафрагмасының салыстырмалы деформациялар рұқсат етілетін жылдамдықтары бойынша жүргізіледі (кейбір жағдайларда – асфальтбетон диафрагмасы үшін оларды рұқсат етілетін шекті мәндері бойынша).

Асфальтбетон диафрагмасындағы кездейсоқ жарылулар (жапсарлар) уақыт өте құйылып жабылады, бірақ жарылуларда сығу кернеулері пайда болғаннан кейін. Егер сығушы кернеулер мәні асфальтбетонның аққыштық шегінен аспаған жағдайда (ұзақ беріктік шегі) жарылулар жабылады, тек сығу кернеулер мәні $\sigma_{обж.}$ асфальтбетонның аққыштық шегінен асқан жағдайда, ондағы жарылулар тұтаса бастайды. Жарылулардың тұтасу уақыты келесі қатынас арқылы анықталынады:

$$t \geq 113,26 - 3,46 \frac{\sigma_{обж.}}{\sigma_{дл.сж.}}, ч \quad (K.5)$$

Ескертпе - Қатынас $\sigma_{обж.} \geq \sigma_{дл.сж.}$ жағдайында ғана жарамды.

К.2-кестесі – Асфальтобетон материалдары ұзақ беріктік көрсеткіштерінің (n) битум құрамындағы құрылымдық тұтқырлығына ($\eta_{\delta,40}$) және көлемдік концентрациясы мен минералдық түйіршіктер құрамына (C_v) байланысы

C_v	Асфальтобетон құрамындағы битумның тұтқырлығы, қырық минутты кедергі кезіндегі $\eta_{\delta,40}$						
	пуаз						
	$\cdot 10^6$	$\cdot 10^7$	$\cdot 10^8$	$\cdot 10^9$	$\cdot 10^{10}$	$\cdot 10^{11}$	$\cdot 10^{12}$
0,5	0,24	0,29	0,36	0,43	0,34	0,18	0,08
0,6	0,24	0,28	0,32	0,38	0,31	0,17	0,09
0,7	0,24	0,27	0,32	0,32	0,26	0,16	0,10
0,8	0,22	0,26	0,30	0,25	0,21	0,16	0,11
0,9	0,22	0,25	0,23	0,19	0,14	0,12	0,12

Л қосымшасы*(ақпараттық)***Тоғандарды жөндеу және қайта жөндеу жағдайларын бағалау, негізгі бұзылулар түрлері**

Л.1 Пайдалану кезеңінде топырақтық ғимараттар жағдайы бақылаушы көрсеткіштермен бағаланады:

- бақылаушы көрсеткіштер – жобада белгіленген жағдайлардың көрсеткіштері (өлшенетін және есептелінетін), кжұмыс істейтін ғимараттар үшін анықталынып, шекті рұқсат етілетін және олардың шекті мәндерімен салыстырылады (жобадағы мәліметтермен және пайдалану кезеңінде нақтыланады);
- шекті рұқсат етілетін мәндер (ШРМ) – нормативтік құжаттар талаптары орындалатын ғимарат жағдайының көрсеткіштері, яғни ғимараттың нормативтік беріктігі қамтамасыз етілетін көрсеткіштер;
- шекті мәндер (ШМ) – ғимараттың нормативтік беріктігі қамтамасыз етілетін, ғимарат жағдайының көрсеткіштері.

Л.2 Келесі жағдайлар орындалған кезде, тоған жұмысқа қабілетті және жөнделген болып саналады:

- жұмысқа қабілетті жөнделген ғимарат жағдайы үшін орнатылған жағдайдың бақылаушы көрсеткіштері мәндерінің шекті рұқсат етілетін мәндерге сәйкес келуі;
- көзбен шолу бақылауларда қауіпті бұзылулар мен жағымсыз үрдістердің табылмауы.

Тоғанның жөнделген жұмысқа қабілеті жағдайында бақылаулық тексерулер және ағымдық жөндеулер жүргізіледі.

Л.3 Тоған жұмысқа қабілетті, бірақ жөнделмеген болып, келесі жағдайларда саналады:

- көзбен шолу кезінде бұзылулардың анықталынуы;
- жағдайдың сандық көрсеткіші (көрсеткіштері) жұмысқа қабілетті жөнделген жағдай үшін орнатылған шекті рұқсат етілетін мәндерге сәйкес келмеуі.

Жұмысқа қабілетті жөнделмеген жағдайы кезінде ғимарат берілген қызметтерді атқаруды жалғастыра береді. Жөнделмеу себептері мен оларды жою бойынша әдістерді анықтау мақсатында қосымша зерттеулер жүргізіледі. Бұзылуларды жою ғимараттың қалыпты пайдалануы кезінде орындалуы мүмкін.

Л.4 Ғимараттың жағдайы жұмысқа қабілетсіз болып, келесі жағдайларда саналады:

- көзбен шолу кезінде бұзылулардың анықталынуы;
- бір (немесе бірнеше) өлшенген бақыланатын көрсеткіштер шекті рұқсат етілетін мәні мен жөнделмеген жағдайдың шекті мәнінің арасындағы диапазонында жатқан жағдайда.

Жұмысқа қабілетсіз жағдайында жатқан тоғанға жүктемелер азаяды, бақылаулар арнайы өңделген бағдарламалар бойынша жүргізіледі, ғимараттың жағдайын болжау және

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

жөндеу немесе күшейту жұмыстары сұрақтарын шешу мақсатында зерттеулер орындалады.

Л.5 Тоғанның жағдайы, келесі жағдайларда апаттық (шектік) болып саналады:

- көзбен шолу тексерулерде бұзылулар немесе тоғанның бұзылуына (яғни апатына) әкеліп соғатын үрдістердің табылуы;
- ғимарат жағдайының бір немесе бірнеше көрсеткіштері шектік мәндерге жетуі кезінде.

Тоғанның апаттық (шектік) жағдайы пайдалануға беруші қызметкерлерді апатқа қарсы шаралар жоспарына сәйкес жұмыстарды дереу орындауға міндетті және тоғанның қауіпсіздігін, оның пайдалану режимін шектеу арқылы қамтамасыз етулері керек. Апаттық қауіпті жойғаннан кейін, апатқа әкелген себептерді анықтау бойынша зерттеулер жүргізіледі, тоғанның пайдалану қызметтерін жаңа немесе бұрынғы жағдайға келтіру бойынша шаралар жиынтығы өңделеді. Жөндеулік шараларды орындау кезеңінде ғимарат жағдайының қосымша ШРМ көрсеткіштері анықталынуы мүмкін. Жеке жағдайларда ғимаратты консервациялау жағдайы қарастырылады.

Топырақтық материалдардан жасалған тоғандар бұзылуларының негізгі түрлері Л.1 кестесінде келтірілген.

Л.1-кестесі – Топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың бұзылуларының негізгі түрлері және оларды жөндеу әдістері

Бұзылу (бас тарту)	Анықтау әдістері	Бұзылу себептері	Бұзылуларды жою бойынша зерттеулер	Жөндеу әдістері
1 Жотадағы тік беттік көлденең жарылулар Вертикальные	Көзбен шолу бақылаулар	Тоғанның әртүрлі аймақтарында шөгудің әртүрлілігі	Шөгуді тексеру есептеулері. Инженерлік геологиялық ізденістер	Жарылуларды құммен бітеу, егер олар терең болмаған (СҚЖ жоғары). Терең жарылулар бірнеше әдістер арқылы СД төмендеуі кезінде жабылады: Орды өткізу, кейін оны сазды топырақпен бітеу арқылы; "топырақтағы қабырға" құру; Тоғанның жоғарғы бөлігін инъекциялау.

Л.1-кестесі – Топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың бұзылуларының негізгі түрлері және оларды жөндеу әдістері (жалғасы)

Бұзылу (бас тарту)	Анықтау әдістері	Бұзылу себептері	Бұзылуларды жою бойынша зерттеулер	Жөндеу әдістері
2 Өзек жотасында тік бойлық сыртқы жарылулар ауысу аймақтарымен байланысы бойынша	Көзбен шолу бақылаулар, төменгі (шөгу аз) және жоғарғы бьеф жағынан өзектің шөгуін есептеу	Бірінші су қоймасын толтыру немесе жер сілкіңісі кезінде уақыт бойынша жоғарғы призманың ауқымды шөгуі	Инженерлік-геологиялық ізденістер. Шөгудерді тексеру есептеулері	Терең емес жарылуларды құммен жабу, Орды өткізу, кейін оны сазды топырақпен бітеу арқылы (бьефтегі судің деңгейін төмендету)
3 Құламаның бойлық жарылулары ауқымды көлденең жылжулары және құламаның төменгі бөлігіндегі деформациялар, аз уақыт ішінде жарылулардың дамуы	Көзбен шолу бақылаулар; Пьезометрлер көрсеткіштері	Жотада жүктемені ұлғайту; Депрессия бетінің көтерілуі; Сейсмикалық әсерлер; Температуралық әсерлер (тондану-еру); Тоған денесі мен негізінде топырақтардың беріктік қасиеттерінің төмендеуі	Сүзілулік зерттеулер; Инженерлік-геологиялық ізденістер; температуралық есептеулер; төзімділікті есептеу	Тоғанның төменгі жағын жөндеу (жүктеу, құрғатқыш құру, құламаны орнату)
4 Өзегі бар топырақтық тоғандар жоталарының шөгуі мен сүзілуі, сүзілу шығыңның ұлғаюы	Көзбен шолу бақылаулар	Құламының ішкі көлденең жарылулары	Қосымша ұңғымаларды бұрғылау арқылы құлама орындарын табу мақсатында, инженерлік геологиялық ізденістер жүргізу	Су қоймасында су деңгейін төмендету; цементация-инъекция; "топырақтағы қабырға" құру
5 Негізде қатты сығылатын топырақтар болғанда, сыртқы бойлық көлденең жарылулар	Көзбен шолу және құралдық бақылаулар, бірінші толтыруларда сүзілу шығыңын ұлғайтады	Өртектегі негізде қатты сығылатын қабаттарымен шөгу шамасының айырымы	Ізденістер мәліметтерін сараптау. Қосымша инженерлік геологиялық ізденістер	Су қоймасының толық жұмыс істеуі; неіздің инъекциялау
6 Тоғанның беттік аймағындағы ішкі бойлық көлденең жарылулар	Көзбен шолу бақылаулар қалыпты сүзілу кезінде	Аяқталмаған шөгулер кезіндегі топырақ қабаты бетінің тондануы	Деформация орның нақтылау. Қосымша ұңғымаларды бұрғылау, геофизикалық әдістерді қолдану және т.б. арқылы инженерлік-геологиялық ізденістер.	Су қоймасының жұмыс істеуі; Орды өткізу, кейін оны сазды топырақпен бітеу арқылы; инъекция

Л.1-кестесі – Топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың бұзылуларының негізгі түрлері және оларды жөндеу әдістері (соңы)

Бұзылу (бас тарту)	Анықтау әдістері	Бұзылу себептері	Бұзылуларды жою бойынша зерттеулер	Жөндеу әдістері
7 Төменгі құламаға сүзілген сулардың шығуы	Көзбен шолу бақылаулар, пьезометрлер көрсеткіштері	Тоған денесінде әлсіз сүзілетін қабаттардың пайда болуы	Сүзілушілік зерттеулер, төзімділікті есептеу	Сүйену құрғатқышын орнату; Құламаны бекіту
8 Құрғатқыштардың кері сүзгіштерінің саздануы	Құрғатқыш алдындағы пьезометрлер көрсеткіштері (құрғатқыштағы су деңгейінің азаюы және жақын пьезометрде)	Кері сүзгіштерінің саздануы	Сүзілушілік зерттеулер	Құрғатқышты жөндеу немесе ауыстыру
9 Жоғарғы құлама бетонды бекіткішінің бұзылуы, тақталар арасындағы жапсарлардың бұзылуы	Көзбен шолу бақылаулар тақталардың деформациясы, олардың бұзылуы, тақталар астынан материалдардың шығуы	Су қоймасын өндеу кезіндегі температуралық және гидродинамикалық әсерлер, толқындық әсерлер	Бекіту жеке бөліктерінің жағдайын жөндеу немесе ауыстыру сұрағын шешу бойынша бағалау	Су қоймасының жұмыс істеуі; Бекіткіш бұзылған бөліктерді алу; Бекіткіштерді ауыстыру немесе жөндеу, сақталған бөліктермен түйістіру

Л.6 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандар үшін жөндеулердің келесі түрлері қарастырылады:

- ағымдағы;
- күрделі;
- апаттарды алдын алатын;
- апаттан кейін;
- ғимаратты қайта салудан кейінгі жөндеулер.

Л.7 Ағымды жөндеулерге, келесі жөндеу жұмыстарының орындалуы жатады:

- тоғанның жотасы мен құламасындағы деформация беттері мен ойыстарды бітеу;
- ауқымды емес бұзылулар кезіндегі жоғарғы және төменгі құламалардың бекітілуін жөндеу;
- су қоймасындағы бьефті төмендету қажет етпеу кезіндегі, тоғанның жотасы мен құламасындағы жарылуларды бітеу;
- ығысу құламасын қайта құру (егер оның ығысуы тоғанның бұзылуын болдырмайды);
- құрғатқыш арындарын тазалау;
- шөгулер және т.б. кезінде жобалық белгілерге дейін тоған жотасын жеткізу.

Мұндай жөндеу жұмыстары түрінің қажеттіліктері техникалық құралдарды пайдалану арнайы негіздемелерін қажет етпейтін көзбен шолу және құралдармен бақылаулар арқылы орнатылады.

Л.8 Күрделі жөндеулерге келесі жұмыстардың түрлері енеді:

- жоғарғы бьефтегі судың деңгейінің төмендеуі кезінде жоғарғы құлама бетонды бекіткішін ауыстыру;
- жоғарғы бьеф су деңгейінің төмендеуі кезінде орларды қазып, оларды топырақтармен нығыздау арқылы тоған жотасындағы терең ақауларды бітеу;
- жоғарғы бьеф деңгейі төмендеуі кезінде сазданған құрғатқышты ауыстыру және т.б.

Мұндай жөндеулерге қажеттілік сәйкес есептеулер арқылы орындалатын қосымша зерттеулер арқылы (геофизикалық, және басқа да әдістер), көзбен шолу, БӨҚ көрсеткіштері нәтижелерін сұрыптау негізінде анықталады.

Бұл жұмыстар арнайы техникалық құралдарды пайдалануды қажет етеді.

Л.9 Апаттарды алдын алатын жөндеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігі, егер көзбен шолу бақылаулары мен БӨҚ көрсеткіштері арқылы, топырақтық материалдардан жасалған тоғандардың жұмысын бұзатын, келесі бұзылулар көрінген жағдайда туады:

- құламада депрессия бетінің көрінуі;
- қалыпты сүзілу ағыңның шығуы, грифондар;
- топырақ түйіршіктерінің шығуы;
- депрессия бетінің жоғарлауы (жоғарыда қабылданған шекті мәндер);
- сүзілу шығыңның ұлғаюы (жоғарыда қабылданған шекті мәндер);
- сүзілген судың бұлдырлығы;
- тоған жотасындағы бойлық және көлденең ақаулар, олардың тез ашылуы және ұлғаюы (ашылған жарылулар);
- тоғанды бұзуға соқтыратын құламаның ығысуы (жоғарғы немес төменгі);
- жота шөгуі (шектегі мәндерден жоғары);
- тоған немесе жотадағы сүзгіштер және т.б.

Келтірілген бұзылулар айқындалған жағдайларда, ғимаратқа бақылауды күшейту арқылы, бұзылулардың себептерін, бірінші кезекті шаралар жоспарын анықтау керек. Бірінші кезектердің шараларының бірі ғимаратқа түсетін ағынды төмендету болып табылады.

Бұзылулардың себептеріне байланысты, тек ғылыми зерттеулік жұмыстар орындау нәтижесінде анықталынатын, ал кейбір жағдайларда инженерлік геологиялық жұмыстар жүргізу жағдайларында жөндеу жұмыстарының жоспары орындалады.

Жөндеу жұмыстары екі түрде орындалуы мүмкін – бірінші кезекті және негізгі.

Бірінші кезекті жұмыстарды тоғандардағы бұзылу үрдістері бәсеңдетеді немесе тоқтатады.

Негізгі жұмыстар бұзылулардың себептері нақты анықталғанан кейін, сәйкес есептеулер, негіздемелер, жөндеу жобалары жүргізілгеннен кейін орындалады. Мұндай жұмыстар арнайы техникалық құралдар мен жоспарланбаған материалдық шығындарды тарту арқылы орындалады.

Л.10 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандардағы апаттар ағыңның бұзылуына, келесі факторлар нәтижесінде әкеледі: жота арқылы ағыс, денедегі, негіздегі сүзілу беріктігінің бұзылуы, бетонды ғимараттар мен жағалардың түйісуінде, құламалардың бұзылуы және т.б.

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

Қайта құру жұмыстары келесі негіздемелер арқасында орындалады:

- ғимараттың пайдалану жағдайын сараптау;
- апаттардың себептерін анықтау;
- апаттық орындарда атқарушы түсірістер жүргізу;
- инженерлік-геологиялық және ғылыми зерттеулік жұмыстар;
- қайта құру бойынша жобалық жұмыстар;
- қайта құру жұмыстарының немесе ғимаратты қайта салу жұмыстарын жүргізуді бағалау.

Кесте Л.1 топырақтық тоғандардың бұзылуларының (жұмыс істемеуі) негізгі түрлері, оларды анықтау әдістері, мүмкіндік себептері мен жөндеу әдістері көрсетілген.

Л.11 Топырақтық материалдардан жасалған тоғандарды қайта салу кезінде, ереже бойынша, олардың биіктігі және ғимаратқа түсетін арың ұлғайтылады. Тоған құрылымын толығымен өзгерту кезінде, оның кейбір элементтерін жөндеу арқылы сақтауға болады. Осындай элементтерге, егер оларда бұзылулар айқындалмаған жағдайда құрғатқыштар, құламаларды бекіту, топырақтық емес СҚҚ жатады. Тоғанның көрсетілген элементтерін жөндеу, оларды тұрғызылатын тоған бөлігімен берік түйістіру арқылы және барлық қайта салынатын ғимараттың жұмыс жағдайын ескеру арқылы жүзеге асырылады.

Тоған биіктігін ұлғайту кезінде гидротүйін мен су қоймасының негізгі өлшемдері қарастырылады.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] ЕЖ 39.13330.2012. Топырақ материалдарынан жасалатын бөгеттер.
- [2] ТКП 45-3.04-150-2009. Топырақ материалдарынан жасалатын бөгеттер.
- [3] П-783-88*. Топырақ материалдарынан жасалатын бөгеттерді жобалау бойынша ұсынымдар.

ӘОЖ 627.824

МСЖ 93.020

Түйін сөздер: тоған, бьеф, берма, тоған табаны, тоған тістегіші, потерна, кері сүзгіш, топырақтың тығыздығы, топырақтың ылғалдылығы, топырақтық үйілген тоғандар, топырақтық шайылған тоғандар, тоған құламасының көрінісі

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	V
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	1
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	2
4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
4.1 Общие положения по выбору типа грунтовой плотины и ее створа	4
4.2 Физико-механические, фильтрационные и теплофизические характеристики грунтов, используемых для возведения плотин	6
5 ЗЕМЛЯНЫЕ НАСЫПНЫЕ ПЛОТИНЫ.....	8
5.1 Конструктивные решения	8
5.2 Требования к материалам.....	10
5.3 Очертания откосов и гребня плотины.....	11
5.4 Крепление откосов	13
5.5 Противофильтрационные устройства	16
5.6 Дренажные устройства	19
5.7 Обратные фильтры.....	22
5.8 Сопряжение тела плотины с основанием, берегами и бетонными сооружениями ..	23
5.9 Основные положения по реконструкции плотин.....	27
6 ЗЕМЛЯНЫЕ НАМЫВНЫЕ ПЛОТИНЫ	28
6.1 Конструктивные решения	28
6.2 Требования к материалам.....	30
6.3 Фракционирование грунта в теле плотины	32
6.4 Очертание и крепление откосов плотины	32
6.5 Требования к реконструкции плотин	34
7 КАМЕННО-ЗЕМЛЯНЫЕ И КАМЕННО-НАБРОСНЫЕ ПЛОТИНЫ.....	35
7.1 Конструктивные решения	35
7.2 Требования к материалам.....	37
7.3 Очертание откосов плотины	38
7.4 Противофильтрационные устройства	38
7.5 Требования к основаниям плотин. Сопряжение плотин с основанием и бортами..	40
8 ТРЕБОВАНИЯ К ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	41
9 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ПЛОТИН	42
10 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ	51
11 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ГАБИОННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТКОСОВ ДАМБ И ПЛОТИН.....	61
Приложение А (информационное) Условия необходимости учета порового давления.....	65
Приложение Б (обязательное) Контроль состояния сооружений и оснований в период ...	69
строительства и эксплуатации	69
Приложение В (информационное) Конструкция сопряжения грунтовых противофильтрационных устройств со скальным основанием	71
Приложение Г (информационное) Потери грунта при намыве земляных плотин	73

СП РК 3.04-105-2014

Приложение Д (информационное) Расчет нормы отмыва грунта при возведении земляных намывных плотин.....	75
Приложение Е (информационное) Расчеты границ зон фракционирования и осредненного зернового состава намытого грунта в поперечном сечении плотины	77
Приложение Ж (информационное) Проектирование плотин со стальными диафрагмами.	82
Приложение И (информационное) Расчет устойчивости откосов по способу наклонных сил взаимодействия	87
Приложение К (информационное) Особенности расчета асфальтобетонных диафрагм и их влияние на работу плотины	90
Приложение Л (информационное) Оценка состояния, основные виды нарушений, ремонт и реконструкция плотин	93
Библиография	99

ВВЕДЕНИЕ

При разработке настоящего свода правил учтены основные положения и требования действующих строительных норм и правил, государственных и межгосударственных стандартов, ведомственных нормативных требований и опыт работы научно-исследовательских и проектных институтов в области проектирования, строительства и эксплуатации плотин из грунтовых материалов.

Настоящий свод правил предназначен для работников предприятий, контролирующих и надзорных органов, экспертов, проектных и внедренческих организаций.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПЛОТИНЫ ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
DAMS FROM SOIL MATERIALS

Дата введения - 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил содержит основные положения и приемлемые технические решения для проектирования новых и реконструкцию существующих плотин (или напорных дамб) из грунтовых материалов (земляных насыпных и намывных, каменно-земляных и каменно-набросных), входящих в состав систем различных видов строительства (гидроэнергетического и водотранспортного, мелиоративных систем, систем водоснабжения, рыборазведения, защиты территорий от затопления).

1.2 При проектировании плотин из грунтовых материалов, предназначенных для строительства на просадочных и набухающих грунтах, а также на площадках, подверженных оползням, селям и карсту, надлежит учитывать дополнительные требования, предъявляемые к строительству сооружений в указанных условиях.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего свода правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СН РК 1.02-18-2007 Инженерно геологические изыскания для строительства.

СНиП РК 3.04-04-2006 Основания гидротехнических сооружений.

СНиП РК 3.04-40-2006 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).

РДС РК 5.01-02-2013 Оперативный контроль плотности грунтов в условиях строительной площадки при их уплотнении.

СП РК 1.02-103-2013 Изыскания грунтовых строительных материалов. Общие правила выполнения работ.

СП РК 3.04-101-2013 Гидротехнические сооружения.

СП РК 3.04-109-2012 Гидротехнические сооружения речные.

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

Примечание - При пользовании настоящим государственным нормативом целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным «Перечню нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Указателю нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан и

«Указателю межгосударственных нормативных документов», составляемых ежегодно по состоянию на текущий год. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом 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 своде правил применяются следующие термины и соответствующие определения:

3.1 Берма: Горизонтальная площадка на откосе плотины.

3.2 Бьеф: Часть водотока, примыкающая к водоподпорному сооружению.

3.3 Верхний бьеф: Бьеф с верховой стороны водоподпорного сооружения.

3.4 Верховой откос: Поверхность плотины со стороны верхнего бьефа.

3.5 Гребень: Верх тела плотины.

3.6 Диафрагма плотины: Противофильтрационное устройство, расположенное внутри тела плотины, устраиваемое из негрунтовых (бетон, асфальтобетон, металл и др.) материалов.

3.7 Дренажное устройство: Элемент плотины из грунтовых и каменных материалов, предназначенный для организованного сбора и отвода в нижний бьеф фильтрационного потока, предотвращения выхода фильтрационного потока на незащищенный низовой откос плотины и в зону, подверженную промерзанию, экономически обоснованного снижения депрессионной поверхности для повышения устойчивости низового откоса плотины, а также ускорения процесса консолидации глинистых грунтов тела плотины и основания и уменьшения порового давления.

3.8 Земляная намывная плотина: Плотина, тело которой более чем на 50 % (по объему) возводится из глинистых, песчаных или песчано-гравелистых грунтов методом гидромеханизации.

3.9 Земляная насыпная плотина: Плотина, тело которой более чем на 50 % (по объему) возводится из глинистых или песчано-гравелистых грунтов методом послойной отсыпки насухо с механическим уплотнением грунта.

3.10 Зуб плотины: Частичное заглубление подошвы в основании в целях повышения устойчивости плотины при скальном основании или увеличения пути фильтрации при мягких основаниях.

3.11 Каменно-земляная плотина: Плотина, тело которой более чем на 50 % (по объему) возводится из гравийно-галечниковых грунтов или горной массы скального или полускального грунта.

3.12 Коэффициент порового давления: Отношение максимального порового давления к полному давлению на грунт.

3.13 Напорная дамба: Гидротехническое сооружение в виде качественной насыпи, аналогичное по конструкции земляной плотине, предназначенное для защиты территории от затопления.

3.14 Нижний бьеф: Бьеф с низовой стороны водоподпорного сооружения.

3.15 Низовой откос: Поверхность плотины со стороны нижнего бьефа.

3.16 Обратный фильтр: Элемент дренажного устройства, устраиваемый из одного

или нескольких слоев несвязных грунтов, уложенных в порядке возрастания крупности частиц по направлению движения фильтрационного потока, и предназначенный для предотвращения фильтрационных деформаций (суффозия, контактный выпор и др.) грунта тела плотины и основания.

3.17 Откос плотины: Боковая поверхность плотины, наклонная к горизонту.

3.18 Переходные слои: Элемент каменно-земляных плотин, устраиваемый на контакте грунтовых противофильтрационных устройств и крупнообломочного материала тела плотины и предназначенный для предотвращения фильтрационных деформаций грунта противофильтрационных устройств.

3.19 Плотина: Водоподпорное сооружение, перегораживающее водоток и его долину для подъема уровня воды, создания сосредоточенного напора и водохранилища.

3.20 Подошва плотины: Поверхность примыкания плотины к основанию.

3.21 Подпорный уровень: Уровень воды, образующийся в водотоке или водохранилище в результате подпора.

3.22 Понур плотины: Горизонтальное противофильтрационное устройство, примыкающее к экрану или ядру плотины, устраиваемое из маловодопроницаемых грунтов и предназначенное для удлинения пути фильтрационного потока под плотиной в грунте основания.

3.23 Поровое давление: Избыточное (сверх атмосферного) давление воды в порах грунта в процессе его консолидации под нагрузкой.

3.24 Потерна: Галерея внутри плотины.

3.25 Противофильтрационное устройство: Элемент плотины из грунтовых и негрунтовых материалов, предназначенный для уменьшения фильтрации воды через тело плотины, предотвращения опасных фильтрационных деформаций грунта тела плотины и повышения устойчивости низового откоса плотины.

3.26 Пульпа: Смесь грунта с водой, образующаяся при разработке карьеров гидромониторами или земснарядами, используемая для возведения земляных намывных плотин.

3.27 Экран плотины: Противофильтрационное устройство, расположенное со стороны верхового откоса плотины, устраиваемое из маловодопроницаемых (глинистых) грунтов или негрунтовых (бетон, асфальтобетон, полимерные пленки и др.) материалов.

3.28 Ядро плотины: Противофильтрационное устройство, расположенное внутри тела плотины, устраиваемое из маловодопроницаемых (глинистых) грунтов.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 При проектировании и строительстве плотин из грунтовых материалов учитываются положения нормативно-технических документов, представленных в Разделе 2.

4.1 Общие положения по выбору типа грунтовой плотины и ее створа

4.1.1 Инженерные изыскания, в том числе инженерно-геодезические, инженерно-геологические, гидрометеорологические, необходимые для проектирования и строительства плотин из грунтовых материалов, проводят с учетом следующих нормативно-технических документов: РДС РК 5.01-02, СП РК 1.02-103, СН РК 1.02-18, СП РК 3.04-101 и СП РК 5.01-101, а также специфики гидротехнического строительства и дополнительными исходными данными, содержащимися в задании на проектирование и учитывающими конкретные условия проектируемого объекта.

Объем и методика инженерно-геологических изысканий, площадь и глубина изучения инженерно-геологического разреза должны соответствовать стадии проектирования, сложности природной обстановки, типу и параметрам плотины.

4.1.2 Основание плотин из грунтовых материалов должно удовлетворять требованиям, изложенным в СНиП РК 3.04-04.

4.1.3 Плотины из грунтовых материалов в зависимости от материала их тел и противофильтрационных устройств, а также способов возведения, подразделяют на типы, основные из которых указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация и признаки плотин из грунтовых материалов

Тип плотины	Отличительные признаки
Земляная насыпная	Грунты от глинистых до гравийно-галечниковых; отсыпают насухо с уплотнением или в воду
Земляная намывная	Грунты от глинистых до песчано-гравийных и гравийно-галечниковых; намывают средствами гидромеханизации
Каменно-земляная	Грунты тела – крупнообломочные; противофильтрационных устройств - от глинистых до мелкопесчаных
Каменно-набросная	Грунты тела – крупнообломочные; противофильтрационные устройства из негрунтовых материалов или комбинированные: грунт + инъекция, и т.п.

4.1.4 Тип плотины (таблица 1) выбирают в зависимости от топографических и инженерно-геологических условий основания и берегов, гидрологических и климатических условий района строительства, величины напора воды, наличия грунтовых строительных материалов, сейсмичности района, общей схемы организации строительства и производства работ, особенностей пропуска воды для нужд строительства, сроков ввода в эксплуатацию и условий эксплуатации плотины.

Тип и конструкцию плотины выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов, учитывающих технологию строительных работ, а также общую компоновку гидроузла. Сравняемые варианты имеют одинаковую степень проработанности и надежности. Для возведения плотины из грунтовых материалов надлежит предусматривать использование грунта и камня, полученных из полезных выемок или карьеров.

4.1.5 Возведение плотин из грунтовых материалов возможно, как на скальных, так и на нескальных грунтах основания.

Возведение плотин I и II классов на нескальных грунтах основания, содержащих водорастворимые включения, допускается только после проведения исследований скорости рассоления и выщелачивания и учета этих процессов при оценке фильтрационного расхода, устойчивости и деформируемости сооружения. Для предотвращения выщелачивания грунтов основания могут предусматриваться различные конструктивные меры (например, устройство понуров, зубьев, завес, подача насыщенных растворов в основание плотины и др.).

При строительстве плотин из грунтовых материалов на торфяном и заторфованном основании выполняется прогноз разложения торфа во времени и учету этого процесса при обосновании устойчивости сооружения.

Плотины на илистых грунтах допускается возводить только при надлежащем обосновании.

4.1.6 При оценке качества грунтов нескального основания надлежит обращать особое внимание на наличие в нем:

- суффозионных и просадочных грунтов;
- грунтов, в которых при возведении плотины может развиваться поровое давление в связи с их консолидацией (приложение А).

4.1.7 При оценке качества скального основания обращают особое внимание на наличие в нем:

- покровных отложений;
- неустойчивых массивов, обрушение которых может существенно повлиять на строительство и эксплуатацию плотины;
- зон разломов и трещин разгрузки, ориентированных вдоль долины;
- трещин, заполненных малопрочными или легковымываемыми грунтами;
- тектонических нарушений;
- ослабленных зон, которые могут под влиянием фильтрации и насыщения их водой оказаться неустойчивыми и разрушаться;
- участков карста.

4.1.8 При проектировании плотин из грунтовых материалов учитывают способ производства работ по их возведению, а также общие положения СП РК 3.04-101, СП РК 3.04-109. Для каждого элемента плотин разрабатываются технические условия на его возведение с учетом материала, способа производства работ, климатических, инженерно-геологических и других местных условий, предусматривается также контроль качества работ, обеспечивающий надежную работу плотины. Технические условия могут изменяться и уточняться в процессе строительства.

4.1.9 При проектировании плотин надлежит учитывать изменение физико-механических свойств грунтов при замерзании и оттаивании, температурно-влажностные изменения в теле плотин при расчетах напряженно-деформированного состояния и устойчивости откосов.

4.1.10 В проектах плотин предусматривается специальный проект применения контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) для проведения натурных наблюдений за

СП РК 3.04-105-2014

работой сооружения как в процессе строительства, так и в период его эксплуатации. Контроль состояния плотин в период строительства и эксплуатации производится в соответствии с рекомендациями приложения Б.

4.1.11 Реконструкция плотин из грунтовых материалов осуществляется при необходимости:

- повышения требований к надежности сооружения и условиям его эксплуатации;
- повышения экономичности сооружения за счет затрат на его эксплуатацию;
- увеличения призмы регулирования водохранилища;
- выполнения дополнительных требований по охране природной среды.

4.1.12 Проектами реконструкции плотин из грунтовых материалов учитываются результаты обследований эксплуатируемого сооружения и необходимость реконструкции сопрягающихся с ним сооружений (водосливных плотин, водосливов, зданий ГЭС, шлюзов, рыбопропускных сооружений и др.).

4.2 Физико-механические, фильтрационные и теплофизические характеристики грунтов, используемых для возведения плотин

4.2.1 Для проектирования плотин и дамб из грунтовых материалов определяется содержание в грунтах водорастворимых солей, а также органических примесей и степень их разложения. Для камня и крупнообломочных пород определяется водопоглощение.

Характеристики грунтов (прочностные, деформационные, фильтрационные) определяют с учетом состояния плотности, влажности и температуры, в котором грунты будут находиться в плотине в процессе ее строительства и эксплуатации; для плотин I класса – с учетом последовательности возведения и вида напряженно-деформированного и температурно-влажностного состояния согласно РДС РК 5.01-02, СП РК 1.02-103, СН РК 1.02-18.

4.2.2 Для проектирования плотин I и II классов определяют:

- сопротивление сжатию и коэффициент размягчаемости исходной горной породы - для камня и крупнообломочных грунтов;
- фильтрационные и прочностные характеристики намытых и уложенных отсыпкой в воду грунтов с учетом анизотропии;
- прочность на одноосное растяжение σ_t (в случаях необходимости проверки трещиностойкости глинистых противофильтрационных устройств плотин и дамб);
- угол внутреннего трения и удельное сцепление для каменной наброски при различной степени заполнения ее пустот льдом (в случае льдообразования в низовой призме).

4.2.3 Характеристики грунтов, предназначенных для укладки в тело плотин и дамб, а также грунтов их оснований устанавливают по материалам инженерно-геологических и геомеханических исследований.

При проектировании грунтовых сооружений I и II классов характеристики используемых смесей определяют путем специальных исследований.

Характеристики грунтов намывных плотин устанавливают с учетом данных о плотинах–аналогах, возведенных из карьерных грунтов, близких по зерновому составу и форме частиц к грунтам проектируемого сооружения или результатам проведения опытного намыва.

При назначении характеристик грунтов намывных плотин надлежит учитывать фильтрационные и прочностные характеристики с учетом анизотропии.

Для неоднородных земляных намывных плотин (см. п.6.2.3) физико-механические характеристики намывного грунта определяют отдельно для каждой зоны.

4.2.4 Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов (плотность, прочностные, деформационные и фильтрационные показатели и т.д.) устанавливают путем статистической обработки результатов полевых и лабораторных определений.

Расчетные значения характеристик намываемого грунта (песчаного, гравийного, галечникового) выше уровня воды в прудке могут приниматься по таблице 2 с корректировкой по результатам опытного намыва.

Таблица 2 – Расчетные значения характеристик намываемого грунта выше уровня воды

Грунт	Плотность сухого грунта ρ_d , т/м ³	Угол внутреннего трения водонасыщенного грунта φ , град	Коэффициент фильтрации k , м/сут
Песок:			
пылеватый	1,35–1,50	22–24	0,5–5
мелкий и средний	1,45–1,60	24–30	2–25
крупный	1,55–1,65	30–32	5–35
гравелистый	1,60–1,75	32–34	10–50
Гравийный с содержанием песка менее 50 %	1,70–1,90	34–36	Св. 30
Примечания 1 Данные приведены для грунтов с плотностью частиц $\rho_s = 2,65 - 2,70 \text{ т/м}^3$ 2 Большие значения плотности ρ_d и коэффициента фильтрации k относятся к грунту с зернами окатанной формы, меньшие – к грунту с неокатанными зернами. 3 Большее значение угла внутреннего трения относится к грунту с неокатанными зернами, меньшее – к грунту с зернами окатанной формы. 4 При учете анизотропии характеристик намывных песчаных грунтов рекомендуется в расчетах фильтрации и устойчивости откосов намывных плотин корректировать приведенные в таблице 2 значения коэффициента фильтрации и угла внутреннего трения согласно опытным данным.			

Плотность сухого грунта для частей намывных плотин, намывных под воду, принимают как среднее арифметическое плотности сухого грунта ρ_d и плотности $\rho_{d,\min}$ намываемого грунта в максимально рыхлом состоянии.

Прочностные характеристики крупнообломочных грунтов допускается определять по аналогам и на основе моделирования их составов и проведения испытаний на модельных смесях.

4.2.5 Показатели физико-механических характеристик грунта для сооружения в целом или отдельных его частей устанавливают при расчетной плотности, определяемой с доверительной вероятностью $\alpha = 0,95$.

4.2.6 Плотность сложения грунта может назначаться переменной по высоте земляных насыпных, каменно-набросных плотин с учетом:

- изменчивости состава и свойств грунтового материала в карьере и расположения грунта в теле плотины (как по высоте, так и по элементам профиля);
- нагрузок от вышележащих слоев грунта;
- напряженно-деформированного состояния;
- способа отсыпки и уплотнения грунтового материала и интенсивности возведения.

Для плотин, отсыпаемых из карьеров, в случае неоднородности их состава и свойств по его площади и (или) по глубине плотность укладки грунта назначают в соответствии с п.4.2.4, исходя из конкретных грунтовых условий разрабатываемого участка месторождения.

Для плотин, возводимых в сейсмических районах, плотность сложения грунта в верхней части их профиля назначается в соответствии с требованиями проекта. Размеры этой части определяют расчетом в зависимости от конструкции плотины.

Окончательно плотность сложения грунта принимается по результатам сравнения технико-экономических показателей разрабатываемых вариантов.

4.2.7 В проектах нужно предусматривать геотехнический контроль состояния тела и основания плотины в процессе ее возведения.

4.2.8 Для плотин I и II классов из грунтовых материалов предусматривают опытную отсыпку и укатку или намыв грунтов на участках, предпочтительно располагаемых в пределах профильных объемов проектируемого сооружения, для отработки технологии строительных работ, уточнения расчетных характеристик, а для намывных плотин и плотин, возводимых отсыпкой грунта в воду также для определения фракционирования грунта по длине откоса намыва.

Плотность крупнообломочных грунтов каменно-земляных и каменно-набросных плотин III и IV классов допускается назначать по аналогам с учетом зернового состава грунта, прочности камня на сжатие, толщины отсыпаемого слоя, а также методов его уплотнения.

Для плотин с негрунтовыми противофильтрационными элементами (диафрагма, экран) плотность сложения грунта назначается с учетом требований ограничения деформаций этих элементов для исключения расстройств деформационных швов.

5 ЗЕМЛЯНЫЕ НАСЫПНЫЕ ПЛОТИНЫ

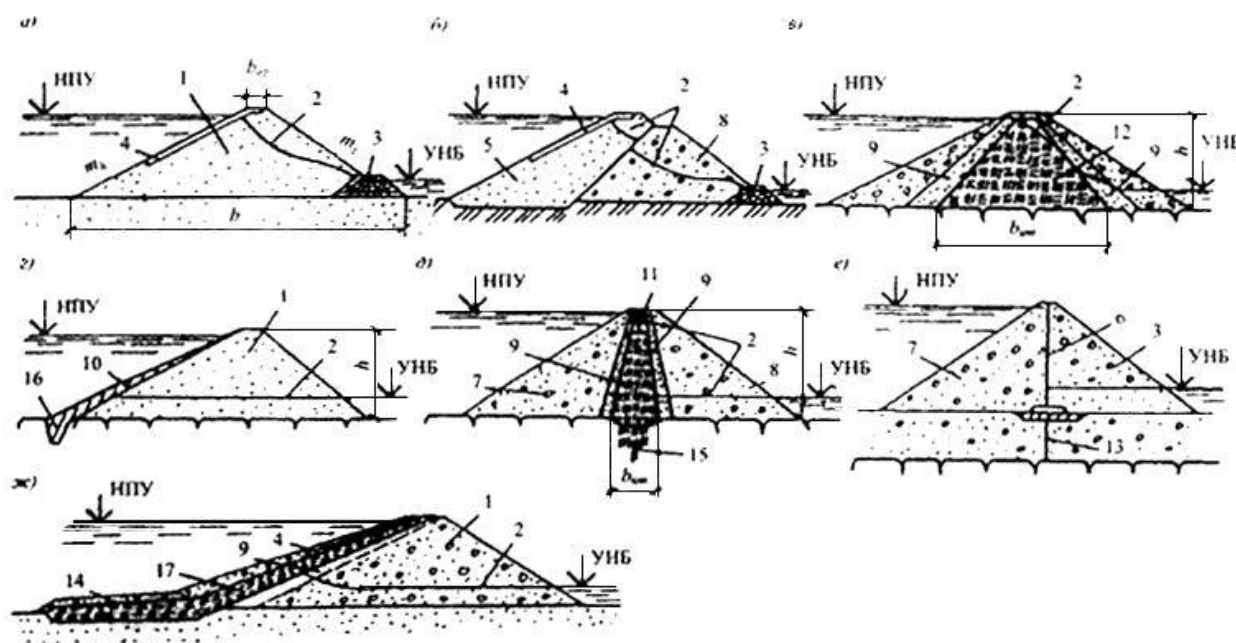
5.1 Конструктивные решения

5.1.1 Земляные насыпные плотины по конструкции тела и противофильтрационных устройств в теле и основании подразделяются на виды, основные из которых указаны в таблице 3 и на рисунке 1.

5.1.2 При проектировании земляных насыпных плотин на нескальном основании отдают предпочтение однородным плотинам, а также плотинам с грунтовым противофильтрационным устройством (призмой, ядром, экраном).

Таблица 3 – Классификация земляных насыпных плотин

Элементы плотины	Вид плотины
Тело плотины	Однородная (рисунок 1, а) Неоднородная (рисунок 1, б, в) С экраном из негрунтовых материалов (рисунок 1, г) С грунтовым ядром (вертикальным или наклонным), рисунок 1, д С негрунтовой диафрагмой (рисунок 1, е) С грунтовым экраном (рисунок 1, ж)
Противофильтрационное устройство в основании плотины	С зубом (рисунок 1, г) С инъекционной (цементационной и др.) завесой (рисунок 1, д) Со стенкой, шпунтом (рисунок 1, е) С понуром (рисунок 1, ж)



а–ж – см. таблицу 3; 1 – тело плотины; 2 – поверхность депрессии; 3 – дренаж; 4 – крепление откоса; 5 – верховая противофильтрационная призма; 6 – диафрагма; 7 – верховая призма; 8 – низовая призма; 9 – переходные слои; 10 – экран из негрунтовых материалов; 11 – грунтовое ядро; 12 – центральная грунтовая противофильтрационная призма; 13 – шпунт или стенка; 14 – понур; 15 – инъекционная (цементационная) завеса (висячая); 16 – зуб; 17 – подэкранный слой; h – высота плотины; b – ширина плотины по низу; b_{um} – ширина противофильтрационного устройства по низу; $b_{гр}$ – ширина плотины по гребню; m_n – коэффициент верхового откоса; m_t – коэффициент низового откоса

Рисунок 1 - Виды земляных насыпных плотин

5.1.3 При возведении плотин в две или несколько очередей, как правило, проектируют их однородными или неоднородными – с противофильтрационной верховой призмой или экраном.

Примечание - Каждая очередь плотины возводится и проектируется с требуемой фильтрационной прочностью и устойчивостью.

5.1.4 Земляные плотины, дамбы, противофильтрационные устройства (ПФУ) напорных сооружений в виде грунтовых экранов, ядер, понуров, можно возводить отсыпкой грунтов в воду. Эта технология может быть также применена при строительстве плотин с негрунтовыми ПФУ.

Грунт отсыпают в воду, как в искусственные прудки, так и в естественные водоемы (без постройки перемычек и организации водоотлива) с учетом глубин и скоростей течения.

5.2 Требования к материалам

5.2.1 Земляные насыпные плотины можно возводить из всех видов грунтов, за исключением:

- а). содержащих водорастворимые включения хлоридных солей более 5 % по массе, сульфатных или сульфатно-хлоридных более 10 % по массе;
- б). содержащих не полностью разложившиеся органические вещества (например, остатки растений) более 5 % по массе или полностью разложившиеся органические вещества, находящиеся в аморфном состоянии, более 8 % по массе;
- в). сильнольдистых и льдистых грунтов.

Указанные в перечислениях а) и б) грунты, допускается применять для создания тела плотины при наличии соответствующего обоснования и при условии проведения необходимых защитных инженерных мероприятий, а также соблюдения правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

5.2.2 Для создания грунтовых противофильтрационных устройств в теле и основании плотины (экранов, ядер, понуров, зубьев) применяют слабоводопроницаемые грунты.

При выборе этих грунтов надлежит учитывать следующее:

- наиболее пригодными грунтами для образования противофильтрационных устройств являются глинистые с коэффициентом фильтрации $k < 0,1$ м/сут и при числе пластичности $I_p \geq 0,05$ (при соответствующем обосновании – $I_p \geq 0,03$);
- допускается применять искусственную грунтовую смесь, содержащую глинистые, песчаные, дресвяные и крупнообломочные грунты. Состав грунтовой смеси определяют по результатам исследований и проверки его в производственных условиях на опытных отсыпках и выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов;

- для экранов и понуров плотин III и IV классов допускается применять торф (с учетом п.4.1.4), причем нужно предусматривать защитное покрытие из минеральных грунтов.

Состав грунтовой смеси определяют по результатам исследований и проверки его в производственных условиях на опытных отсыпках и выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов.

5.2.3 Песчаные грунты (мелкозернистые, средней крупности и крупные) применяют для однородных плотин и плотин с центральной или верховой противофильтрационной призмой, если обеспечивается фильтрационная прочность грунтов плотины, а величина фильтрационного расхода воды через ее тело допустима по результатам водохозяйственных и энергоэкономических расчетов.

5.2.4 Песчаные и крупнообломочные грунты при необходимой прочности, морозостойкости и водостойкости и при обеспечении сопряжения с противофильтрационным устройством и основанием допускается применять без ограничений для призм земляных насыпных плотин. Возможность укладки этих грунтов в тело плотины определяется фильтрационным, термовлажностным и напряженным состоянием плотины.

5.3 Очертания откосов и гребня плотины

5.3.1 Заложение откосов плотины выбирают исходя из условия их устойчивости, с учетом:

- физико-механических характеристик грунтов откосов и основания;
- действующих на откосы сил: собственного веса, влияния воды (взвешивания, фильтрационных сил, капиллярного давления), сейсмических, динамических, внешних нагрузок на гребне и откосах и др.;
- высоты плотины;
- производства работ по возведению плотины и условий ее эксплуатации.

5.3.2 При предварительном определении заложения откосов допускается пользоваться аналогичными данными построенных сооружений с последующей проверкой расчетом устойчивости откосов.

При наличии на верховом откосе плотины экрана, образованного материалом, имеющим более низкие значения φ и c по сравнению с соответствующими характеристиками грунтов тела плотины, заложение верхового откоса выбирают с учетом не только возможности обрушения откоса в целом, но и сдвига экрана по контакту с телом плотины, а также сдвига защитного слоя по поверхности экрана.

5.3.3 На откосах плотин, как правило, предусматривается устройство берм, определяя их число в зависимости от высоты плотины, условий производства работ, типов крепления откоса и его общей устойчивости.

Бермы предусматривают на верховом откосе у нижней границы его крепления для создания необходимого упора, на низовом откосе – для служебных проездов, сбора и отвода атмосферных вод, размещения контрольно-измерительной аппаратуры.

Устройство берм не ведется к уположению откоса, определенного расчетом.

5.3.4 Ширину гребня плотины устанавливают в зависимости от условий производства работ и эксплуатации (использования гребня для проезда, прохода и других целей), но не менее 4,5 м.

Ширина гребня плотины в местах сопряжения с другими сооружениями или с берегами, устанавливается в соответствии с конструкцией сопряжения и необходимостью создания площадок.

Минимальную ширину гребня дамб IV класса принимают равной 3 м.

5.3.5 Отметка гребня плотины назначается на основе расчета возвышения его над расчетным уровнем воды.

Возвышение гребня плотины надлежит определять для двух случаев стояния уровня воды в верхнем бьефе:

- при нормальном подпорном уровне (НПУ) или при более высоком уровне, соответствующем пропуску максимального паводка, входящего в основное сочетание нагрузок и воздействий;
- при форсированном подпорном уровне (ФПУ), при пропуске максимального паводка, относимого к особым сочетаниям нагрузок и воздействий.

Возвышение гребня плотины h_s , в обоих случаях определяется по формуле:

$$h_s = \Delta h_{set} + h_{run-1\%} + a, \quad (1)$$

где Δh_{set} – ветровой нагон воды в верхнем бьефе;

$h_{run-1\%}$ – высота наката ветровых волн обеспеченностью 1 % – высота наката ветровых волн обеспеченностью 1 %;

a – запас возвышения гребня плотины.

При определении первых двух слагаемых формулы (1) обеспеченности скорости ветра для расчета элементов волн, наката и нагона при основном сочетании нагрузок и воздействий (при НПУ) принимают:

2 %	–	для сооружений	I – II классов;
4 %	–	то же	III-IV классов.

При особом сочетании нагрузок и воздействий (при ФПУ) эти обеспеченности принимают:

20 %	–	для сооружений	I – II классов;
30 %	–	то же	III класса
50 %	–	“”	IV класса

Запас a для всех классов плотин принимают не менее 0,5 м.

Из двух полученных результатов расчета выбирают более высокую отметку гребня.

При возведении плотины в сейсмических районах отметку гребня назначают с учетом высоты гравитационной волны, возникающей в водохранилище в случае образования в нем сейсмоструктурных деформаций при землетрясении, определяемой соответствующими расчетами.

Отметку гребня плотины проектируют с учетом строительного подъема, назначаемого сверх определенного возвышения h_s . Величину строительного подъема определяют по прогнозируемой осадке гребня согласно п.п. 9.16 и 9.17.

5.3.6 При наличии на гребне плотины сплошного парапета, рассчитанного на воздействие волн, возвышение его верха над уровнем верхнего бьефа надлежит принимать не ниже значений, полученных, по формуле (1). Возвышение гребня плотины в этом случае назначают на 0,3 м над НПУ или на отметке ФПУ, причем принимают высшую из них.

5.3.7 В случае, если гребень плотины или ее надводные откосы сложены из глинистых грунтов, предусматривается их защита от сезонного промерзания слоем песчаного, гравийного или щебенистого грунта. Толщину защитного слоя назначают в соответствии с теплотехническими расчетами. При соответствующем обосновании допускается не предусматривать устройство защитного слоя.

5.4 Крепление откосов

5.4.1 Откосы земляных насыпных плотин защищают специальными креплениями, рассчитанными на воздействие волн, льда, течений воды, изменения уровня воды, атмосферных осадков, ветра и прочих климатических и других разрушающих откос факторов (проникновения землеройных животных, пучения глинистого грунта в зимний период и др.).

5.4.2 Для защиты верхового откоса, как правило, применяют следующие виды креплений:

- а). каменные (насыпные);
- б). бетонные монолитные, железобетонные сборные и монолитные с обычной и предварительно напряженной арматурой;
- в). габионовыми конструкциями;
- г). грунтоцементные, из камня залитого литым асфальтом и др.;
- д). асфальтобетонные;
- е). биологические.

При наличии данных, обоснованных исследованиями или опытом строительства и эксплуатации плотин, допускается применять и другие виды креплений верховых откосов, например, гравийно-галечниковые, грунтоцементные и др.

5.4.3 Вид крепления устанавливают исходя из технико-экономической оценки вариантов с учетом максимального использования средств механизации и местных материалов, характера грунта тела плотины и основания, агрессивности воды, долговечности крепления в условиях эксплуатации, архитектурных требований.

5.4.4 Крепление верхового откоса плотины делится на основное, расположенное в зоне максимальных волновых и ледовых воздействий, возникающих в эксплуатационный период, и облегченное – ниже основного крепления.

Верхней границей основного крепления считают отметку гребня плотины.

В случае значительного возвышения гребня над расчетным уровнем воды основное крепление заканчивают ниже гребня на отметке высоты наката h_{run} ; далее до гребня доводят облегченное крепление.

5.4.5 Нижнюю границу основного крепления назначают, считая от минимального уровня сработки водохранилища на глубине $h = 2h_{1\%}$, где $h_{1\%}$ – высота волн 1 % обеспеченности.

При этом нижняя граница основного крепления находится ниже минимального уровня сработки водохранилища не менее чем на $1,5t$, где t – расчетная толщина ледяного покрова.

Примечание - Облегченное крепление защищает откос от повреждений при воздействии льда, волн и течений не только в процессе нормальной эксплуатации сооружений, но и в периоды наполнения и опорожнения водохранилища. Облегченное крепление сопрягают с основанием плотины или с бермой, например, устройством упора из камня или бетона. В случае устройства крепления дна перед сооружением крепление откоса плотины сопрягается с ним.

5.4.6 При сопряжении основного и облегченного креплений предусматриваются конструктивные меры, например, устройство в виде упора из камня или бетона. Размеры упора назначаются в зависимости от крутизны откоса, а также коэффициента трения крепления и упора по грунту откоса.

5.4.7 Для крепления откосов каменной наброской применяют, как правило, несортированный камень (горную массу).

5.4.8 Необходимые массу и размеры отдельных камней в наброске крепления откосов, число камней размером менее расчетного, а также толщину наброски определяют расчетом.

5.4.9 Толщину каменной наброски принимают с учетом возможности частичного выноса мелких частиц из наброски при волновом воздействии, подвижки крупных камней, уплотнения материала крепления, а также опыта эксплуатации аналогичных креплений, но не менее $3d_{s,85}$, где $d_{s,85}$ – диаметр камня, масса которого вместе с массой более мелких фракций составляет 85 % массы всей каменной наброски крепления.

5.4.10 Каменные материалы для крепления откосов применяют из изверженных, осадочных и метаморфических пород, обладающих необходимой прочностью, морозостойкостью и водостойкостью.

5.4.11 Монолитные железобетонные крепления откосов проектируют, как правило, в виде секций размером не более 45×45 м каждая, разделенных между собой температурными поперечными и осадочными продольными швами. Секции крепления проектируют состоящими из отдельных плит.

Плиты, как правило, принимают прямоугольной формы с соотношением сторон $1 \leq \frac{l_{sl}}{b_{sl}} \leq 2$, где b_{sl} – меньшая сторона, располагаемая перпендикулярно урезу воды; размер b_{sl} назначается, равным $0,4\lambda$, где λ – расчетная длина волны, но не более 20 м. Увеличение длины секций допускается при надлежащем обосновании. В пределах каждой секции армирование непрерывное.

5.4.12 Гибкие бесшовные крепления откосов на основе асфальтовых материалов (асфальтобетонные, из камня залитого литым асфальтом и т.п.) рассчитываются и проектируются из условий:

- обеспечения их устойчивости на откосе;
- прочности при волновых и ледовых, в том числе и повторяющихся воздействиях;
- сохранения сплошности (трещиностойкости) в зимнее время при отрицательных температурах воздуха;
- исключения разжижения под ними грунта при ударных (динамических) воздействиях.

5.4.13 Крепление откосов из сборных железобетонных плит проектируются с омоноличиванием их в секции. При соответствующем обосновании допускается крепление из неомоноличенных плит с открытыми швами.

Максимальный размер плит устанавливается исходя из условий транспортирования и удобства укладки их на откос.

5.4.14 Толщину монолитных и сборных железобетонных креплений определяется расчетом, а также при соответствующем обосновании – по имеющимся аналогам.

5.4.15 При пологих откосах плотин (1:7 – 1:12) и высоте волны не более 1 м может быть применено облегченное крепление в виде слоя крупнообломочного грунта, крупность частиц и толщина которого определяется расчетом или исследованиями.

5.4.16 Крепление низового откоса выбирают в зависимости от материала, из которого возведена низовая призма плотины, с целью защиты его от атмосферных воздействий и разрушения землеройными животными. Для крепления низового откоса из песчаных или глинистых грунтов, как правило, применяют посев трав по растительному слою толщиной 0,2–0,3 м, отсыпку щебня или гравия слоем толщиной 0,2 м и другие виды облегченных покрытий.

Для сбора и отвода ливневых и паводковых (от снеготаяния) вод на низовом откосе и бэрмах земляных плотин предусматривается система продольных и поперечных водосборных лотков.

5.4.17 Если низовой откос подвержен воздействию льда и волн со стороны нижнего бьефа, его крепление рассчитывается так же, как и для верхового откоса.

5.4.18 Обратные фильтры под креплением откосов, выполненным в виде каменной наброски, плит с открытыми швами или со сквозными отверстиями и т.п., могут состоять из одного слоя разнотернистого материала или двух слоев материалов с различными по крупности частицами, а также из искусственных водопроницаемых материалов (стекловолокна, геотекстиль и т.п.).

5.4.19 Материал для обратного фильтра, число слоев и их толщину выбирают в зависимости от вида грунта откоса, наличия и состава местного материала и результатов технико-экономического сравнения вариантов.

5.4.20 Под обратными фильтрами на откосах из глинистых, мелкозернистых песчаных или разжижающихся при динамических нагрузках грунтов укладывают песчаную пригрузку, зерновой состав и толщину которой устанавливают на основании данных исследований и расчетов.

5.4.21 Под креплениями из монолитных или сборных железобетонных плит (с уплотненными швами или замоноличенных в секции) на откосах из песчаных или глинистых грунтов, как правило, укладывают однослойный обратный фильтр.

5.4.22 Допускается применение монолитных железобетонных бесфильтровых креплений при соблюдении условий, обеспечивающих надежную работу конструкции.

5.4.23 Крутизну неукрепленного волноустойчивого грунтового откоса принимают в соответствии с расчетным волновым воздействием. При этом очертание откосов принимается с учетом «профиля динамического равновесия». Применение неукрепленных откосов обосновывается исследованиями и технико-экономическим сопоставлением с вариантами укрепленных откосов.

5.5 Противофильтрационные устройства

5.5.1 Противофильтрационные устройства выполняют из слабоводопроницаемых грунтов (глинистых и мелкозернистых песчаных, глинобетона, а также торфа) или негрунтовых материалов (бетона, железобетона, полимерных, битумных материалов и др.) в виде верховой или центральной противофильтрационной призмы, экрана, диафрагмы, ядра, понура, шпунта, стенки, в том числе и создаваемой методом «стена в грунте», цементационной и других завес, а при соответствующем обосновании – в виде комбинированной конструкции из грунтовых и негрунтовых материалов, что позволяет возводить сооружения без создания перемычек.

Комбинированные противофильтрационные устройства, как правило, состоят из следующих фрагментов:

- грунтовое ядро и инъекционная диафрагма;
- пленочная и инъекционная диафрагма;
- асфальтобетонная диафрагма и инъекционная завеса;
- грунтовое ядро и «стена в грунте» – инъекционная диафрагма.

Сопрягающий элемент может предусматриваться на уровне коренных пород, в том числе с устройством подземных галерей.

5.5.2 Противофильтрационные устройства выбирают в зависимости от вида земляной плотины, характеристик грунтов ее тела и основания, наличия необходимых грунтовых или негрунтовых материалов для противофильтрационных устройств, высоты плотины, положения водопора основания и условий производства работ, от результатов технико-экономического сопоставления вариантов.

5.5.3 Толщину грунтового экрана или ядра плотины увеличивают сверху вниз.

Минимальную толщину экрана или ядра поверху назначают из условий производства работ, но не менее 0,8 м, а понизу – такую, чтобы градиенты напора фильтрационного потока, принимаемые для глинобетона, глины и суглинка, удовлетворяли критерию фильтрационной прочности (п. 9.5).

Участки ядра или экрана, а также понура, на которых возможны их промерзание и размыв вследствие значительных скоростей течения воды (например, при подходе к донному водоспуску), покрывают защитным слоем.

5.5.4 Гребень грунтового экрана (после окончательной осадки плотины)

форсированного уровня воды в верхнем бьефе с учетом высоты волны и нагона уровня воды (п. 5.3.5).

Гребень ядра находится выше форсированного подпорного уровня воды с учетом нагона, но без учета наката волны (п. 5.3.5).

5.5.5 При глубоком залегании водоупора при экране (ядре) предусматривают устройство понура или завесы. Понур, как правило, выполняется из того же материала, что и экран (ядро).

Длину понура назначается в зависимости от допустимых фильтрационных расходов, а также по условию недопущения опасных фильтрационных деформаций грунта основания плотины.

Толщину понура принимают исходя из условий обеспечения его фильтрационной прочности (п. 9.5). Наименьшую конструктивную толщину грунтового понура принимают не менее 0,5 м.

В случае, если под экраном расположен крупнозернистый грунт тела плотины, между экраном и этим грунтом укладывают обратный фильтр (то же при проектировании понура на крупнозернистом грунте основания).

5.5.6 При отсутствии на месте строительства плотины грунтов, пригодных для противofiltrационного устройства, или при неблагоприятных климатических условиях предусматривают негрунтовые противofiltrационные устройства из асфальтобетона, железобетона, полимерных материалов или инъекционную диафрагму.

Примечание - Проектирование плотин со стальными диафрагмами рекомендуется проводить в соответствии с приложением Ж.

5.5.7 Асфальтобетонные экраны выполняют из гидротехнического асфальтобетона или полимерасфальтобетона с заданными по условиям строительства и работы конструкции показателями его физико-механических свойств. Свойства асфальтобетона для строительства экранов назначают из условия устойчивости его на откосе, трещиностойкости при отрицательных температурах воздуха, усталостной прочности и жесткости при волновых нагрузках. За расчетный коэффициент фильтрации асфальтобетонного экрана и понура можно принимать коэффициент фильтрации равный $1 \cdot 10^{-9} \text{ см/с}$.

Применение асфальтобетонных экранов при температурных воздействиях ниже минус 50 °С не допускается.

Толщину асфальтобетонного экрана и его конструкцию устанавливают из условия сохранения его сплошности и прочности при волновых, ледовых и температурных воздействиях. Подготовку под экран выполняют по принципу переходного слоя. Его конструкция полностью исключает появление противодавления под экраном.

5.5.8 Асфальтобетонные диафрагмы выполняют из литого, пластичного и уплотняемого горячего асфальтобетона. Тип и состав асфальтобетона для строительства диафрагмы выбирают исходя из прочностных свойств материала, технологических и экономических расчетов.

Применение асфальтобетонных диафрагм при температурных воздействиях ниже минус 50 °С не допускается.

Основным требованием к конструкции диафрагмы является обеспечение ее работы в сжатом состоянии совместно с грунтом тела плотины. При этом напряжения и деформации в диафрагме не могут превышать расчетных значений выбранного для данной диафрагмы состава асфальтобетона.

Состав грунта переходных слоев проектируется из условия недопустимости проникания в его поры асфальтобетона диафрагмы и его непросыпаемости в поры грунта тела плотины.

Конструкция примыканий асфальтобетонной диафрагмы к основанию и к бетонным сооружениям обеспечивает возможность скольжения диафрагмы по поверхности примыканий. Асфальтовый материал в зоне примыкания при этом работает на сжатие.

5.5.9 Толщина асфальтобетонной диафрагмы назначается по расчету из условия сохранения ее сплошности и несущей способности в строительный и эксплуатационный периоды. Предварительно ее толщина задается по формуле:

$$t = a + 0,008H \quad (2)$$

где H – напор в рассматриваемом сечении диафрагмы;
 $a = 0,4 - 0,5$ м – толщина диафрагмы на гребне плотины.

Асфальтобетонные диафрагмы, как правило, применяют при больших деформациях тела плотины.

5.5.10 Железобетонные экраны в земляных насыпных плотинах применяют при соответствующем технико-экономическом обосновании.

5.5.11 Бетонные и железобетонные (сборные и монолитные) диафрагмы проектируются в соответствии с требованиями проектирования бетонных и железобетонных конструкций для гидротехнических сооружений. Диафрагмы разрезаются вертикальными и горизонтальными швами с соответствующими уплотнениями, допускающими температурно-осадочные деформации.

5.5.12 При использовании полимерных материалов (например, полиэтиленовой, поливинилхлоридной, бутылкаучуковой пленок и др.) для создания противофильтрационных устройств, конструкция этих устройств и технология строительства обеспечивает защиту их от солнечной радиации и механических повреждений.

В зависимости от величины допускаемых фильтрационных потерь и материала, соединение полимерных элементов между собой может быть сварным, клеевым или механическим в виде нахлеста.

Толщину противофильтрационного устройства из полимерного материала назначается расчетом исходя из следующих условий:

- величина максимальных растягивающих напряжений в материале не превышает величины допускаемого растягивающего напряжения, определяемого требуемой долговечностью;
- зерновой состав контактирующего грунта обеспечивает неповреждаемость полимерного материала. В виде исключения, при соответствующем обосновании, допускается снижение требования к неповреждаемости, что

обосновывается экспериментальными исследованиями общей и местной фильтрационной надежности сооружения.

Противофильтрационные конструкции из полимерных материалов допускается применять для плотин III и IV классов, а также при надлежащем обосновании, для плотин I и II классов высотой до 60 м.

5.5.13 Инъекционная диафрагма в плотине создается путем нагнетания в поры грунта тела плотины специального уплотняющего раствора различного состава и консистенции.

Состав и технологию нагнетания инъекционных растворов обосновывают соответствующими исследованиями, а при необходимости – опытными работами.

Толщину инъекционной диафрагмы в основании принимается не менее $1/10$ напора на плотину.

Для обеспечения долговечности плотины, инъекционную диафрагму подбирают с заданной фильтрационной прочностью.

5.6 Дренажные устройства

5.6.1 Устройство дренажа тела земляной плотины проектируется с целью:

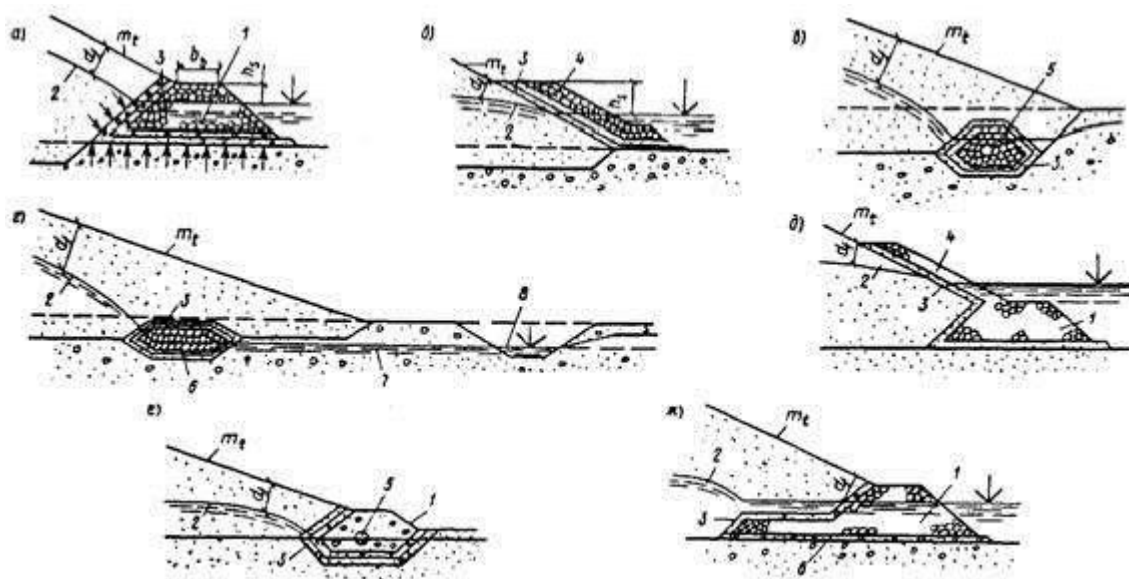
- а). организованного отвода воды, фильтрующейся через тело и основание плотины в нижний бьеф;
- б). предотвращения выхода фильтрационного потока на низовой откос и в зону, подверженную промерзанию;
- в). экономически обоснованного снижения депрессионной поверхности для повышения устойчивости низового откоса (внутренний дренаж),
- г). повышения устойчивости верхового откоса при быстрой сработке водохранилища, а также для снятия порового давления, возникающего при сейсмических воздействиях;
- д). отвода воды, профильтровавшейся через экран, ядро. В случае слабоводопроницаемого материала низовой призмы плотины и наличия низовой переходной зоны отвод воды осуществляется специальным дренажным слоем на поверхности основания, соединенным с дренажем низовой призмы плотины.

В высоких плотинах, выполняемых из суглинистого или супесчаного грунта, для ускорения консолидации и устранения влияния порового давления может быть предусмотрено устройство горизонтальных или вертикальных дренажей в толще низовой и центральной частей тела плотины.

5.6.2 При проектировании дренажных устройств учитываются физические характеристики грунтов тела и основания плотины, их суффозионность и условия фильтрации в области дренажа.

Размеры дренажных устройств определяются для каждого конкретного случая исходя из фильтрационных условий, исключающих кольматацию грунта в области дренажа.

Конструкции дренажных устройств низовой части плотины представлены на рисунке 2.



В русле: а – дренажный банкет; б – наклонный дренаж. На берегу: в – трубчатый дренаж; г – горизонтальный дренаж; д–ж – комбинированные дренажи; 1 – дренажный банкет; 2 – поверхность депрессии; 3 – обратный фильтр; 4 – наклонный дренаж; 5 – труба; 6 – дренажная лента; 7 – отводящая труба; 8 – отводящая канава; d_f – максимальная глубина промерзания; m_t – коэффициент низового откоса; b_b – ширина банкета поверху

Рисунок 2 – Схемы основных видов дренажа

5.6.3 Для устройства обратных фильтров применяются естественные несвязные или получаемые дроблением грунты из твердых морозостойких каменных пород, не содержащие водорастворимых солей, и гранулированные шлаки (предварительно исследованные в лаборатории), а также искусственные пористые материалы — пористый бетон и др.

Дренажный коллектор проектируется из камня, бетонных, железобетонных, полимерных, гончарных труб и др., с учетом агрессивности воды.

5.6.4 Дренажный банкет (рисунок 2, а) выполняют, как правило, на русловых участках плотины при ее возведении без перемычек и при перекрытии реки отсыпкой камня в воду.

Превышение гребня дренажного банкета h_s (при отсутствии наклонного дренажа) над максимальным уровнем нижнего бьефа (рисунок 2, а, б) определяют с запасом на волнение, величину которого устанавливают в соответствии с п. 5.3.5, но не менее 0,5 м. Ширину банкета поверху назначают из условий производства работ, но не менее 1 м.

При сопряжении тела плотины с дренажным банкетом обеспечение фильтрационной прочности сопряжения происходит за счет устройства обратного фильтра по внутреннему откосу банкета. При наличии в основании мелкозернистого грунта и больших выходных градиентов напора под дренажным банкетом надлежит предусматривать горизонтальный обратный фильтр. Гребень дренажного банкета защищают от засорения поверхностными стоками.

5.6.5 Наслонный дренаж (рисунок 2, б) выполняется на участках плотины, перекрывающих затопляемую пойму, а также при отсутствии на месте строительства достаточного количества камня.

Толщину наслонного дренажа с обратным фильтром назначают из условий производства работ, но не менее величины:

$$t = 5d_{s,85} + tf, \quad (3)$$

где $d_{s,85}$ – диаметр частиц, масса которых вместе с массой более мелких фракций составляет 85 % массы грунта всего дренажного слоя;

tf – толщина обратного фильтра.

Материал наслонного дренажа сопрягается с материалом обратного фильтра и защищает низовой откос от волнового воздействия в нижнем бьефе, а в некоторых случаях – и от промерзания.

Превышение гребня наслонного дренажа h_s над максимальным уровнем нижнего бьефа принимают, как и для дренажного банкета (п.5.6.4), с учетом высоты выклинивания фильтрационного потока на низовой откос плотины и глубины промерзания.

5.6.6 Трубчатый дренаж (рисунок 2, в) применяют, как правило, на тех участках плотины, где в период ее эксплуатации вода в нижнем бьефе отсутствует или присутствует кратковременно.

Трубчатый дренаж предусматривают из бетонных или асбестоцементных труб (перфорированных) с заделанными или незаделанными стыками, с обсыпкой обратным фильтром.

Сечение дренажных труб определяют гидравлическими расчетами. Диаметр дренажной трубы принимают не менее 200 мм.

По длине трубчатого дренажа предусматриваются смотровые колодцы, располагаемые с учетом рельефа местности и требуемых уклонов.

5.6.7 Горизонтальный дренаж (рисунок 2, г) проектируется в виде сплошного дренажного слоя или отдельных горизонтальных поперечных или продольных дренажных лент, выполняемых из крупнозернистого материала и защищаемых обратным фильтром.

5.6.8 Комбинированный дренаж (рисунок 2, д – ж) представляет собой одну из возможных комбинаций дренажей, указанных в п.п. 5.6.4–5.6.7. Отметку гребня банкета комбинированного дренажа (см. рисунок 2, д) назначают с учетом условий перекрытия русла реки.

5.6.9 Размеры дренажных устройств в виде плоских дренажей или дренажных лент определяют гидравлическими и фильтрационными расчетами с учетом условий выполнения дренажа.

5.6.10 Вид дренажных устройств может меняться на различных участках плотины, и их конструкцию выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов в зависимости от:

- а). вида плотин, инженерно-геологических и гидрогеологических условий основания и берегов;
- б). физико-механических характеристик грунтов для дренажей;

- в). условий производства работ;
- г). климатических условий района строительства;
- д). условий эксплуатации и температурного режима сооружения;
- е). степени агрессивности воды.

5.6.11 Дренажи тела плотины, как правило, не устраивают в следующих случаях:

- а). при возведении плотин на водопроницаемом основании, в которых депрессионная поверхность без устройства дренажа оказывается достаточно удаленной от поверхности низового откоса и не попадает в зону промерзания;
- б). в низовой части плотин с экранами, ядрами и диафрагмами при условии обеспечения отвода профильтровавшейся воды;
- в). в плотинах, низовая часть которых выполнена из каменной наброски или из другого крупнообломочного материала (гравийного, галечникового и т.п.).

5.6.12 В случае, если земляная плотина сопрягается с бетонной, дренажи плотин увязываются между собой.

5.6.13 В местах примыкания плотины к береговым участкам, расположенным выше уровня нижнего бьефа в межень, предусматривается организованный отвод воды, профильтровавшейся через плотину (например, горизонтальный дренаж).

5.6.14 При строительстве земляных насыпных плотин на водонасыщенных грунтах, в которых под нагрузкой возникает поровое давление, которое нарушает прочность основания и не может быть уменьшено за счет снижения интенсивности возведения плотины, поверхность основания в пределах низкой части плотины покрывают горизонтальным дренажем, а для отвода воды, отжимаемой из грунта основания, рекомендуется дополнительно устраивать вертикальные дрены. Необходимость и размеры такого дренажа, и расстояние между вертикальными дренажами обосновываются расчетом консолидации основания с учетом интенсивности возведения плотины.

5.6.15 Устойчивость верхнего слоя грунта основания в нижнем бьефе оценивается расчетом на выпор от действия восходящего фильтрационного потока, если этот слой имеет водопроницаемость меньшую, чем нижележащий грунт.

При недостаточной устойчивости слоя грунта подошвы низового откоса плотины, надлежит устраивать вертикальный дренаж, прорезающий этот слой и снижающий противодавление.

Вместо вертикального дренажа, при соответствующем обосновании, можно предусмотреть пригрузку основания за низовым откосом плотины с устройством при необходимости обратного фильтра.

5.7 Обратные фильтры

5.7.1 Обратные фильтры надлежит предусматривать на контакте дренажа (или пригрузки) и дренируемого тела плотины, ядра, экрана или основания плотины.

Материалы обратного фильтра подбирают из условия обеспечения фильтрационной прочности сопрягающихся грунтов в месте контакта в процессе возведения и в период эксплуатации плотин.

Обратные фильтры допускается не устраивать при специальном обосновании; в частности, устройство такого фильтра по контакту с дренажем необязательно, если дренируемое тело сложено гравелистыми песками, гравийными грунтами и т.п.

5.7.2 Зерновой состав материала обратного фильтра подбирается с учетом физических характеристик дренируемого грунта и имеющихся местных фильтровых материалов. Состав фильтра исключает:

- а). отслаивание глинистого грунта на контакте с материалом фильтра – для плотин из глинистого грунта или плотин на глинистом основании;
- б). проникание (просывание) частиц защищаемого грунта в поры фильтра на участках нисходящего фильтрационного потока – для плотин из песчаного грунта;
- в). выпор и вдавливание частиц грунта в поры фильтра – для песчаного основания на участках восходящего потока;
- г). размыв защищаемого грунта на границе с фильтром – в случае фильтрационного потока, направленного вдоль контакта (контактный размыв);
- д). кольматаж фильтра мелкими частицами, выносимыми фильтрационным потоком из защищаемого грунта, вынос которых допускается в проекте;
- е). опасную для прочности фильтра суффозию в самом слое фильтра.

Состав фильтра обеспечивает "самозалечивание" трещин в ядре в случае их образования.

Для плотин III и IV классов и временных сооружений допускается отслаивание связанного грунта в порах фильтра на глубину, не влияющую на его прочность (на $0.5 \cdot d_{0, \max}$, где $d_{0, \max}$ – максимальный диаметр пор фильтра).

5.7.3 Число слоев обратного фильтра и их состав определяется на основании технико-экономического сравнения вариантов, при этом нужно стремиться к назначению возможно меньшего числа слоев фильтра.

5.7.4 Материал обратного фильтра дренажей для плотин I и II классов проверяют экспериментальным путем на грунтах и в условиях работы, в которых он будет находиться в сооружении, а для плотин III и IV классов – согласно соответствующим расчетам.

5.7.5 Толщина каждого слоя обратного фильтра по фильтрационным условиям составляет не менее $5 \cdot d_{s, 85}$, но не менее 0,2 м.

Толщина слоев обратных фильтров назначается с учетом производства работ и технико-экономических расчетов.

5.7.6 Для устройства обратных фильтров применяются естественные несвязные или получаемые дроблением грунты из твердых морозостойких каменных пород, не содержащие водорастворимых солей, и гранулированные шлаки (предварительно исследованные в лаборатории).

5.8 Сопряжение тела плотины с основанием, берегами и бетонными сооружениями

5.8.1 Для предотвращения опасной фильтрации по контакту земляной плотины с ее основанием предусматривают меры, зависящие от характера и состояния грунтов

основания и обеспечивающие плотное примыкание грунта тела плотины к грунту основания.

В проектах плотин, возводимых на скальном основании, предусматривают мероприятия по подготовке основания, в том числе по вырубке леса и кустарника, выкорчевыванию пней, удалению растительного слоя и слоя, пронизанного корневищами деревьев и кустов или ходами землеройных животных, а также по удалению грунта, содержащего значительное количество органических включений или солей, легко растворимых в воде (п.п. 4.1.4 и 5.2.1), удалению сильнольдистых грунтов по всей площади основания талой плотины или только под верховым клином мерзлой плотины, и в случае необходимости – мероприятия по созданию противофильтрационного устройства в основании плотин (зуба, стенки, шпунта, мерзлотной завесы и т.п.). При проектировании мерзлых плотин допускается не предусматривать удаление растительного слоя в пределах низовой упорной призмы плотины.

При проектировании плотин распластанного профиля частичный или полный отказ от мероприятий по подготовке основания допускается при соответствующем обосновании согласно требованиям п. 6.1.3.

При проектировании земляных плотин, возводимых на скальном основании, предусматривают удаление разрушенной скалы (в том числе удаляют отдельные крупные камни и скопления камней) на площади сопряжения противофильтрационных устройств плотины с основанием, заделывают разведочно-геологические и строительные выработки.

На участках сопряжения с основанием частей профиля плотины, выполняемых из более водопроницаемых материалов, чем противофильтрационные устройства, удаление разрушенной скалы необязательно.

При наличии в основании поверхностного слоя грунта, имеющего более низкие прочностные характеристики, чем грунт плотины, нужно определять экономическую целесообразность удаления этого слоя (или его верхней части), учитывая, что при этом откосы плотины могут быть более крутыми.

При строительстве плотин в сейсмических районах на основаниях, сложенных из песчаных, пылеватых, водонасыщенных грунтов, учитывается возможность их разжижения при динамических воздействиях.

При обнаружении на стадии изысканий в основании проектируемой плотины грунтовых вод, содержащих в растворенном виде окислы марганца или железа, предусматривают мероприятия по предотвращению разгрузки этих вод в дренажные устройства плотины, чтобы избежать хемогенного их коагулирования (заиления).

К таким мероприятиям относится закрытое (без контакта с атмосферой) дренирование этого водоносного горизонта.

Также в аналогичных случаях проводится проверка на устойчивость к химической суффозии цементированных гипсом грунтов в основании плотины или в береговых массивах, к которым она примыкает.

5.8.2 Наклонные поверхности берегов в пределах профиля примыкания плотины соответствующим образом планируются, при этом не допускаются нависающие участки в пределах примыкания плотины и уступообразные участки в пределах примыкания противофильтрационного устройства плотины.

При наличии в основании плотин быстровыветривающихся пород в проектах плотин из грунтовых материалов нужно учитывать изменения свойств этих пород или предусматривать соответствующие конструктивно-технологические мероприятия.

При наличии в скальном основании местных сквозных тектонических нарушений в виде трещин надлежит принимать меры к их расчистке и заделке, а также меры, обеспечивающие фильтрационную прочность материала, заполняющего эти трещины.

В случае возможного трещинообразования в самом теле плотины или водоупорном ее элементе вследствие промораживания или гравитационного уплотнения грунтового материала, предусматривается прогивосуффозионное обустройство примыканий плотины к береговым склонам или к бетонным сооружениям в виде песчаных манжетов со стороны водохранилища, при наличии которых обеспечивается кольматирование возникающих в этом месте трещин.

В этих местах также предусматривают тщательную укладку и уплотнение грунтового материала, для чего в контактный его слой (толщиной около двух метров) укладывается более увлажненный и пластичный материал. Для обеспечения надежного примыкания тела плотины к бетонному сооружению, как правило, предусматривают уклон сопрягающих граней сооружения в сторону земляной плотины не более чем 10:1.

5.8.3 Для земляных плотин с противофильтрационными устройствами и однородных земляных плотин, выполняемых из глинистых грунтов на сильнофильтрующих (в том числе после оттаивания) аллювиальных отложениях, прикрывающих скальные породы основания, при небольшой (до 5 м) мощности слоя аллювия, как правило, доводятся противофильтрационные устройства до скалы врезкой зуба.

При мощности аллювиального слоя более 5 м сравниваются варианты плотин с ядром и противофильтрационной преградой (цементационной завесой, бетонной стенкой и др.) с плотинами с экраном и понуром.

Проектом нужно предусматривать сопряжение противофильтрационных устройств плотины с основанием в месте примыкания зуба к скале (например, путем инъекции раствора в месте примыкания, а в случае необходимости – устройства противофильтрационной завесы).

Глубина висячей противофильтрационной преграды и длина понура устанавливается на основании фильтрационных расчетов Раздел 9.

Примечания -

1 Фильтрационный расчет оснований грунтовых плотин (земляных и каменно-земляных) при устройстве противофильтрационной завесы заключается в определении фильтрационной прочности грунтов основания, при которой обеспечивается надежность подземного контура в период эксплуатации и экономичность его строительства.

2 Фильтрационный расчет при определении параметров противофильтрационной завесы (глубина завесы, толщина и шаг скважин) в основании фунтовых плотин выполняется при условии действия максимального напора на элементы конструкций подземного контура с учетом свойств грунтов основания (скальные, нескальные, суффозионно-устойчивые и др.), заглубления поверхности водоупора и др. Фильтрационный расчет при определении параметров противофильтрационной завесы (глубина завесы, толщина и шаг скважин) в основании фунтовых плотин выполняется при условии действия максимального напора на элементы конструкций подземного контура с учетом свойств грунтов основания (скальные, нескальные, суффозионно-устойчивые и др.), заглубления поверхности водоупора и др.

5.8.4 При сопряжении противофильтрационных устройств плотины с наклонными неровными поверхностями скальных берегов предусматривается подготовка поверхности скалы от гребня плотины (ядра, экрана) к основанию с постеленным уположением, без резких переломов, с наименьшим технически и экономически обоснованным наклоном береговых контактов, срезка выступающих участков поверхности скалы и выравнивание бетоном местных понижений.

Угол между смежными участками поверхности скалы в сопряжении с противофильтрационными устройствами не должен превышать 20° .

Очертание продольного профиля плотины по основанию назначают из условия недопущения образования трещин на основе результатов расчета его напряженно-деформированного состояния.

5.8.5 В земляных плотинах на сильнотрещиноватых скальных основаниях, по которым (в том числе и после оттаивания) может происходить опасная для тела плотины фильтрация, предусматривается устройство зуба и противофильтрационной завесы под ним, а также поверхностную инъекцию раствора (цементационного, глинистого или мелкопесчаного) в пределах подошвы противофильтрационного устройства плотины. Проектирование однородных плотин без противофильтрационных устройств в таких случаях обосновывается расчетом.

5.8.6 При проектировании земляных плотин на слабоводонепроницаемом (в том числе после оттаивания) и слаботрещиноватом скальном, полускальном и глинистом основаниях допускается предусматривать укладку грунта тела плотины непосредственно на основание без противофильтрационных устройств.

При проектировании грунтовых плотин высотой более 50 м в узком каньоне корытообразного профиля на скальных и полускальных основаниях можно предусматривать примыкание ядра плотины к основанию через массивную бетонную пробку с расположенными на ней (при необходимости) железобетонными дренажно-смотровыми (цементационными) галереями. Пробка разрезается продольными температурно-деформационными швами. При сильнотрещиноватом основании пробка используется для осуществления площадной уплотнительной цементации.

5.8.7 В местах сопряжения тела или противофильтрационного устройства плотины с основанием, берегами и бетонными сооружениями предусматривают тщательную укладку и уплотнение грунта вблизи поверхности сопряжения, для чего контактный слой (толщиной 2–3 м) отсыпают из грунта более пластичного, менее водопроницаемого и более влажного (не более чем на 1–3 %), чем грунт остального тела плотины или противофильтрационного устройства.

5.8.8 При проектировании в основании плотины противофильтрационных устройств (шпунтового ряда, стенки из бетона, глинистого грунта или возводимой методом "стена в грунте" инъекционной завесы, мерзлотной завесы и др.) предусматривается сопряжение их непосредственно с противофильтрационными устройствами тела плотины (ядром, экраном или диафрагмой).

5.8.9 Сопрягающие устройства земляных плотин с бетонными и железобетонными сооружениями обеспечивают:

- а). защиту земляной плотины от размыва водой, пропускаемой через водосбросные сооружения;

- б). плавный подход воды к водоприемным и водосбросным сооружениям со стороны верхнего бьефа и плавное растекание потока в нижнем бьефе, предотвращающее подмыв тела и основания плотины;
- в). предотвращение опасной фильтрации в зоне примыкания.

Проекты сопрягающих устройств плотин I и II классов обосновываются данными гидравлических и фильтрационных исследований.

5.8.10 Для обеспечения надежного примыкания тела земляной плотины к бетонному сооружению, как правило, предусматривают уклон сопрягающих граней бетонной конструкции в сторону земляной насыпи не более чем 10:1.

Сопряжение земляной плотины с бетонными сооружениями, прорезающими ее тело, осуществляется для плотин, имеющих противофильтрационные устройства, в зоне этих устройств, а для однородных плотин – в пределах верхового клина и центральной части плотины.

Сопряжение тела земляной плотины с бетонным сооружением надлежит предусматривать в виде заделанных в него диафрагм, врезающихся в земляную плотину (шпунтового ряда, бетонной стенки и др.). Длина диафрагм сопряжения устанавливается на основании фильтрационных расчетов.

Противофильтрационные устройства в основании земляных плотин и бетонных сооружений взаимосвязываются.

5.8.11 При сопряжении участков земляной плотины, выполняемых насыпным и намывным способами, предусматриваются мероприятия, не допускающие сосредоточенную фильтрацию в месте сопряжения и неравномерную осадку тела плотины и основания.

5.9 Основные положения по реконструкции плотин

5.9.1 Нарращивание однородной грунтовой плотины на слабоводопроницаемом основании при реконструкции сооружения осуществляется как с верховой, так и с низовой сторон плотины.

Увеличение высоты плотины с диафрагмой (ядром) и завесой в основании возможно, как с низовой ее стороны – путем наращивания диафрагмы экраном, так и с обеих сторон – с сохранением вертикальной диафрагмы, при этом обосновывается усиление противофильтрационной завесы в основании.

Увеличение высоты плотины с экраном и противофильтрационным устройством в основании возможно только с низовой ее стороны с проверкой фильтрационной прочности экрана (из грунтовых или негрунтовых материалов) и при необходимости с усилением противофильтрационного устройства в основании.

5.9.2 При реконструкции плотин из грунтовых материалов предусматриваются соответствующие мероприятия по обеспечению нормальной работы дренажа.

5.9.3 Для надежного сопряжения наращиваемой призмы с низовым откосом плотины растительный слой убирается.

6 ЗЕМЛЯНЫЕ НАМЫВНЫЕ ПЛОТИНЫ

6.1 Конструктивные решения

6.1. Конструкции плотин, возводимые методом отсыпки грунтов в воду, рекомендуется назначать в соответствии с таблицей 4, тисунками 3, 4 и п.4.1.3, а также рекомендациями приложения Б.

6.1.2 При выборе конструкции плотины стремятся к максимальному использованию естественных грунтов, не требующих сортировки при разработке карьера или выемки.

6.1.3 При наличии соответствующих карьерных грунтов предпочтение отдают однородным песчаным плотинам, характеризующимся высокой технологичностью производства работ.

Однородные песчаные плотины распластанного профиля со свободно формируемыми откосами применяют при технико-экономическом обосновании в случае залегания слабых грунтов в основании, необходимости уменьшения объема крепления откосов, а также при намыве под воду.

При проектировании плотин на слабых и заторфованных грунтах основания, обводненных и заболоченных территориях, допускается не предусматривать полностью или частично работы по удалению поверхностного слоя грунта основания и растительности при условии, что это не приведет к нарушению устойчивости и фильтрационной прочности сооружения.

При возведении однородных плотин на слабых грунтах основания, как правило, намывают уширенную нижнюю часть ("подушку"), а верхнюю часть возводят после стабилизации осадок "подушки".

Таблица 4 – Классификация земляных намывных плотин

Вид плотины	Грунты тела плотины	Способ возведения плотины
Однородная:		
с принудительно формируемыми откосами (рисунок 3, а)	Пески, супеси, суглинки (в том числе лёссовидные)	Двусторонний намыв с дамбами обвалования на откосах
со свободно формируемыми откосами – верховым (рисунок 3, б) или обоими	Пески, гравийные (дресвяные)	Односторонний намыв с дамбами обвалования на низовом откосе (рисунок 4, б) и центральный намыв без дамб обвалования
узкопрофильная (рисунок 4, в)	Пески, гравийные (дресвяные)	Пионерный намыв с выпуском пульпы из торца трубы и непрерывным устройством обвалования по откосам
Неоднородная:		
с ядром (рисунок 3, в)	Гравийные (дресвяные), галечниковые (щебенистые) с содержанием песчаных и глинистых фракций	Двусторонний намыв с дамбами обвалования на откосах и отстойным прудом в центральной части плотины (рисунок 4, а)
с центральной зоной (рисунок 3, г)	Гравийные (дресвяные), галечниковые (щебенистые) или песчаные разнородные, содержащие мелкозернистые фракции	Двусторонний намыв с дамбами обвалования на откосах и отстойным прудом в центральной части плотины (рисунок 4, а)

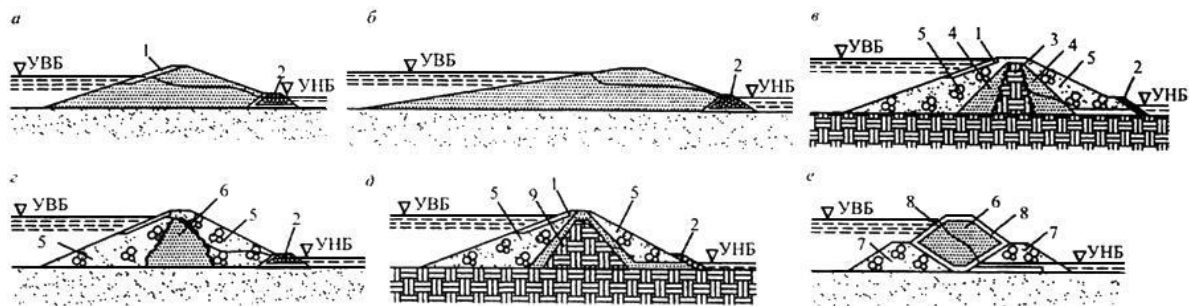
Продолжение таблицы 4

Вид плотины	Грунты тела плотины	Способ возведения плотины
Комбинированная:		
с насыпным ядром из глинистого грунта и намывными боковыми зонами (рисунок 3, д)	Гравийные (дресвяные), галечниковые (щебенистые) или песчаные	Двусторонний намыв без пруда
с насыпными банкетам из горной массы и намывной однородной центральной зоной (рисунок 3, е)	Гравийные (дресвяные), галечниковые (щебенистые) или песчаные	Двусторонний намыв без пруда
с центральной негрунтовой диафрагмой и намывными боковыми призмами	Гравийные (дресвяные), галечниковые (щебенистые) или песчаные	Односторонний намыв

6.1.4 Неоднородные плотины проектируют при наличии соответствующих карьерных грунтов и необходимости снижения фильтрационного расхода по сравнению с однородными плотинами, а также для уменьшения объема тела плотины. При этом учитывают усложнение технологии производства работ по созданию ядра с заданным размером и составом грунта и недопущению его перемыва крупным грунтом.

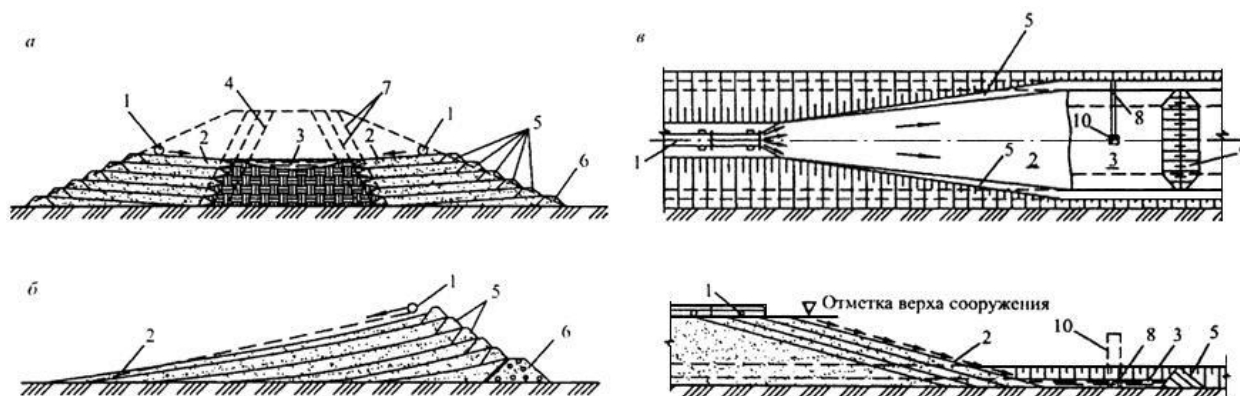
Для обеспечения однородных свойств ядра заданного размера и исключения перемыва крупным грунтом допускается включать в проекты при соответствующем обосновании, принудительное перемешивание грунта в пределах прудковой зоны ядра плотины.

6.1.5 Намывные плотины с боковыми насыпными или каменно-набросными призмами применяют при условии использования высоких перемычек или камня из полезных выемок котлована. При проектировании плотин для сейсмических районов предусматривают устройство каменно-набросных призм и сейсмостойкого крепления откосов.



а–е см. таблицу 4; 1 – крепление верхового откоса; 2 – дренаж; 3 – намывное ядро; 4 – намывные промежуточные зоны; 5 – намывные боковые зоны; 6 – намывная центральная слабоводопроницаемая зона; 7 – боковые насыпные призмы (банкеты); 8 – сейсмостойкое крепление откоса; 9 – насыпное глинистое ядро

Рисунок 3 – Виды намывных плотин



а – двусторонний намыв неоднородной плотины с ядром; б – односторонний намыв однородной плотины с верховым откосом, формируемым при свободном растекании пульпы; в – намыв узкопрофильной плотины; 1 – распределительный пульпопровод; 2 – откос намыва; 3 – отстойный пруд; 4 – граница ядра; 5 – дамба попутного обвалования; 6 – дамба первичного обвалования; 7 – граница прудка; 8 – водоотводящая труба; 9 – временная перемычка; 10 – водосбросный колодец

Рисунок 4 – Основные схемы возведения намывных плотин

6.1.6 Намывной способ возведения плотины допускается совмещать с насыпным, когда, например, верховую призму плотины намывают из песка, а низовую из гравийно-галечникового грунта.

6.1.7 В проекты намывных плотин включаются мероприятия по обеспечению качества намыва грунта и установленной плотности его укладки, а также устойчивости откосов плотины в строительный период, в частности, с учетом фильтрационного потока, образующегося за счет водоотдачи свеженамытого грунта, инфильтрации с поверхности намыва и из отстойного пруда. Для намывных плотин устанавливается предельная интенсивность их наращивания по условию обеспечения водоотдачи намытого грунта, а для частей плотин, намываемых под воду – пределы подводной и надводной крутизны откоса.

Интенсивность намыва нужно контролировать, дополнительно наблюдая за величиной порового давления.

6.2 Требования к материалам

6.2.1 Зерновой состав карьерных грунтов считают основной характеристикой для оценки технической возможности возведения намывных плотин и экономической целесообразности выбранной конструкции.

Содержание органических и водорастворимых примесей в грунтах для намыва плотины допускают в количествах, при которых их остаток в теле намывной плотины после производства работ по ее намыву будет не выше величин, указанных в п.5.2.1.

6.2.2 Предварительную оценку пригодности карьерного грунта для намыва плотин в зависимости от зернового состава производят по графику, приведенному на рисунке 5.

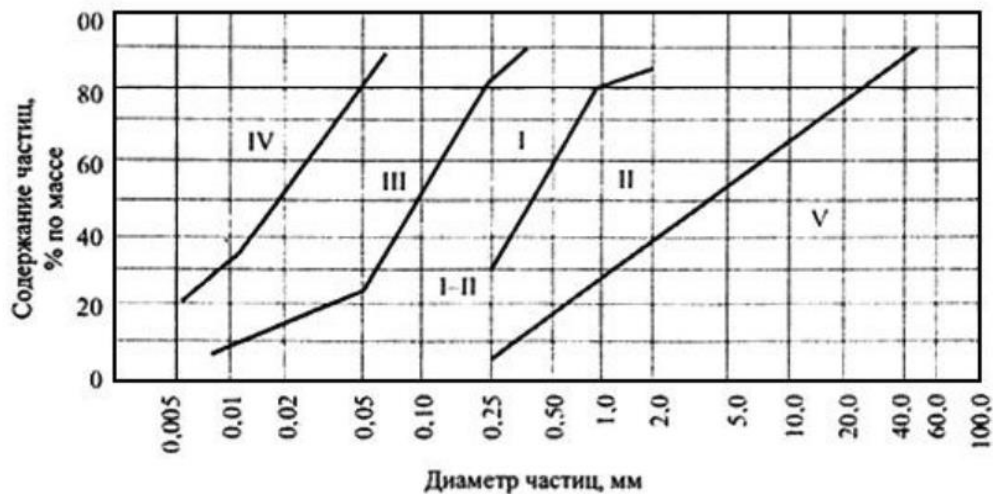


Рисунок 5 – Группы грунтов, используемых для намыва плотин

Предпочтительными для намыва однородных плотин являются песчаные грунты I группы; песчаные и гравийные грунты II группы целесообразно предусматривать для неоднородных плотин с мелкопесчаной центральной зоной или глинистым ядром.

Супеси (III группа), суглинки (IV группа), гравийные и галечниковые грунты (V группа), а также лессовидные грунты можно использовать для намыва при соответствующем технико-экономическом обосновании. При этом супеси и лессовидные суглинки используют для намыва однородных плотин, а также для намыва центральной слабоводопроницаемой зоны неоднородных плотин, гравийно-галечниковые грунты – для намыва боковых зон этих плотин.

Запас грунта в карьере, как правило, в 1,5–1,8 раза больше объема грунта, принятого в проекте плотины.

При выборе карьеров инженерно-геологические изыскания проводят с детальностью, позволяющей выделить и исключить из запасов участки грунта, не отвечающего требованиям укладки в плотину, а также не поддающегося разработке средствами гидромеханизации.

Грунт для намыва плотин проверяется на содержание негабаритных включений (валунов, камней и т.п.), не проходящих через грунтовые насосы.

6.2.3 Для неоднородных плотин предпочтительны грунты с высокой степенью разнотерности, например, гравийные с пылеватыми, глинистыми фракциями и при содержании песчаных частиц не менее 25–30 %. Содержание в ядре глинистых частиц размером $d \leq 0,005 \text{ мм}$ допускается не более 20 % по условиям консолидации грунта; более высокое содержание глинистых частиц допускается при специальном обосновании.

Границы зон фракционирования и осредненного зернового состава намываемого грунта определяются в соответствии с рекомендациями приложения Е.

6.2.4 Возможность применения для намыва искусственных смесей грунтов из разных карьеров или сортированных карьерных грунтов обосновывается технико-экономическим расчетом.

6.2.5 При необходимости предусматривается дополнительное искусственное уплотнение (глубинное гидровибрирование, уплотнение взрывами, послойное уплотнение

или укатку и др.). Мероприятия по дополнительному уплотнению обосновываются, как правило, полевыми опытными работами.

6.3 Фракционирование грунта в теле плотины

6.3.1 Фракционирование грунта в поперечном профиле плотины в результате гидравлической раскладки учитывают при коэффициенте разнородности намываемого грунта $K_{60,10} > 2,5$ или $K_{90,10} > 5$. Раскладка грунта зависит от его зернового состава, расхода пульпы и ее консистенции, ширины пляжа намыва.

6.3.2 При определении зернового состава грунта намывных плотин учитывается отмыв и сброс мелких частиц грунта. При возведении песчаных однородных плотин обеспечивается сброс глинистых и частично пылеватых частиц, однако технологически неизбежен отмыв и более крупных частиц вплоть до мелких песчаных. Потери грунта при намыве плотин рекомендуется определять в соответствии с рекомендациями приложения Г.

Расчет нормы отмыва осуществляется по данным приложения Д.

При намыве неоднородных плотин сброс глинистых частиц назначают с учетом п.6.2.3.

6.3.3 При проектировании однородных плотин зерновой состав намываемого грунта принимают по средневзвешенному составу карьерного грунта с учетом отмыва мелких частиц грунта при условии незначительной вариации в поперечном сечении плотины состава грунта и коэффициента фильтрации. При этом учитывают небольшое увеличение содержания мелких частиц грунта в центральной части плотины при ее двустороннем намыве и в наиболее удаленной от выпуска пульпы части плотины при одностороннем намыве.

6.3.4 При проектировании неоднородных плотин зерновой состав грунта в отдельных их частях необходимо устанавливать с учетом фракционирования при намыве.

Фракционирование грунта при намыве определяют по аналогам или расчетом.

Осредненный зерновой состав грунта определяется отдельно для ядра и боковых зон плотины, а также для промежуточных зон. Разбивка профиля плотины на части принимается в соответствии с имеющимися аналогами.

Для плотин I и II классов фракционирование грунта уточняют при проведении опытного намыва, соблюдая условия технологии возведения данной плотины.

6.3.5 Ширину ядра неоднородной плотины предварительно назначают в зависимости от состава карьерного грунта в пределах 10–20 % ширины плотины на данной высоте, а центральной зоны из мелкопесчаного грунта – в пределах 20–35 % указанной ширины. Эти размеры надлежит корректировать в соответствии с требованиями раздела 7 или по результатам начального этапа намыва.

6.4 Очертание и крепление откосов плотины

6.4.1 Крутизну откосов намывных плотин и вид их крепления назначают в соответствии с п.п. 5.3.1–5.4.23; при этом крутизну откосов устанавливают не только с

учетом конструкции и высоты плотины, характеристик грунтов ее тела и основания, но и с учетом неблагоприятного для устойчивости откосов фильтрационного режима, возникающего в процессе намыва плотины, а также отсутствия в период строительства постоянных дренажных устройств.

Предварительно средние значения крутизны откосов намывных плотин можно назначать по аналогии с построенными сооружениями в соответствии с данными таблицы 5.

Таблица 5 – Средние значения крутизны откосов намывных плотин

Вид плотины	Грунты основания	Крутизна откоса
Однородная песчаная	Песчаные, супесчаные	1:3,5 – 1:5
	Старичные отложения, торф, ил	1:5 – 1:8
Неоднородная гравийно-песчаная с ядром	Скальные, плотные глины	1:3 – 1:4

6.4.2 Если в результате расчета устойчивости откосов плотины в стадии ее намыва с учетом технологии производства работ получаются более пологие откосы, чем по расчетам откосов в период эксплуатации плотины, крутизна принимается по расчетам для строительного периода.

При необходимости выполнения более крутых откосов изменяют технологию или применяют конструктивные мероприятия, например, строительный дренаж.

6.4.3 Откосы намывных плотин распластанного профиля, формирующиеся при свободном растекании пульпы, допускается проектировать без крепления или с облегченным гравийным, галечниковым или биологическим креплением при обеспечении его сохранности в условиях волнового и ветрового воздействий.

На откосах таких плотин при необходимости предусматривают поперечные буны для предотвращения перемещения грунта течениями вдоль плотины.

6.4.5 Ширина гребня намывных плотин устанавливается в соответствии с п.5.3.4.

Минимальную ширину гребня намывной части профиля плотины строительного периода, назначают с учетом возможности работы гидротранспортной установки и используемых при укладке грунта средств механизации: для неоднородных плотин с центральной зоной – не менее 50 м, с ядром – не менее 70 м, для однородных плотин – не менее 20 м.

При необходимости возведения плотины с меньшей шириной по гребню верхнюю ее часть выполняют отсыпкой грунта насухо или отсыпкой в воду (прудки).

6.4.6 При проектировании дренажных устройств в теле намывной плотины учитывают п.п. 5.6.1–5.7.6, отдавая предпочтение конструкциям дренажа, представленным на рисунке 2, б, д, е. Дренажные устройства, галереи, вертикальные дрены и другие возводятся до намыва и надежно защищаются слоем грунта тела плотины. Если дренажные устройства возводятся после намыва, то выполняют их при отсутствии напора на сооружение или под защитой водопонижения.

6.4.7 Средние значения уклонов откосов при свободном намыве песчаных и гравийных грунтов (при торцевом и эстакадном способе намыва с 10 %-ной

СП РК 3.04-105-2014

концентрацией пульпы) можно ориентировочно назначать по таблице 6 с последующей корректировкой по данным начального этапа намыва.

При консистенции пульпы, отличающейся от 10 %-ной, уклон откоса i рассчитывают по формуле:

$$i = i_{10} \cdot \sqrt[3]{\frac{C}{10}}, \quad (4)$$

где C – консистенция пульпы, % по массе;

i_{10} – уклон откоса при $C = 10\%$.

Таблица 6

Грунт	Уклон откоса при расходе пульпы, м ³ /ч		
	до 2000	2000-4000	св. 4000
Песок:			
мелкий	1/40	1/60	1/100
средний	1/33	1/40	1/65
крупный	1/25	1/33	1/40
гравелистый	1/20	1/25	1/30
Гравий	1/15	1/20	1/25

6.4.8 Уклон откоса при намыве ниже уровня воды определяют по расчету в зависимости от зернового состава грунта. Предварительно уклон откоса может быть принят от 1/10 до 1/4, причем меньшие значения уклона соответствуют мелким пескам при наличии течения воды в водоеме. С увеличением крупности грунта и снижением скорости течения уклон откоса увеличивается.

6.5 Требования к реконструкции плотин

6.5.1 При реконструкции земляных намывных плотин повышение гребня однородной плотины может быть обеспечено за счет примыва низовой призмы к существующему откосу плотины. Примыв выполняют из карьерного грунта более крупного состава, чем грунт, из которого намыт основной профиль плотины. Допускается выполнять низовую призму плотины отсыпкой грунта насухо с послойной укаткой.

6.5.2 При повышении гребня намывной плотины с ядром, кроме примыва низовой призмы, предусматривается создание противофильтрационного устройства, выполненного, например, в виде экрана, сопряженного с существующим ядром, или противофильтрационного устройства из негрунтовых материалов ("стена в грунте" и др.).

6.5.3 При выполнении работ по реконструкции перед возведением низовой призмы снимается растительный слой на существующем низовом откосе плотины.

До начала промыва низовой призмы плотины реконструируются все действующие дренажные устройства.

7 КАМЕННО-ЗЕМЛЯНЫЕ И КАМЕННО-НАБРОСНЫЕ ПЛОТИНЫ

7.1 Конструктивные решения

7.1.1 Каменно-земляные и каменно-набросные плотины по конструкции противофильтрационных устройств и способу производства работ подразделяют на приведенные в таблице 7 и рисунках 6 - 8 виды.

Таблица 7 – Классификация каменно-земляных и каменно-набросных плотин

Тип плотины	Конструкция противофильтрационного устройства
Каменно-земляная	Грунтовый экран (рисунок 6, а) Грунтовое ядро (вертикальное или наклонное) (рисунок 6, б) Верховая грунтовая призма (рисунок 6, в) Центральная грунтовая призма (рисунок 6, г) Комбинированное ПФУ
Каменно-земляная, возводимая направленным взрывом	Грунтовый экран и понур (рисунок 7, б) Инъекционная диафрагма (рисунок 7, а)
Каменно-набросная	Экран из негрунтовых материалов (рисунок 8, а) Диафрагма (рисунок 8, б)

7.1.2 Каменно-земляные и каменно-набросные плотины возводят как на скальных, так и на нескальных основаниях. Выбор типа плотины обосновывается технико-экономическими расчетами и требованиями технологии производства работ по круглогодичной схеме.

7.1.3 При проектировании каменно-земляных и каменно-набросных плотин, наряду с требованиями раздела 4, необходимо также учитывать требования раздела 5 в части, относящейся к материалам для возведения земляных насыпных плотин, проектирования откосов и гребня плотин, противофильтрационных устройств и их сопряжений с основанием, берегами и бетонными сооружениями, а также при разработке проектов реконструкции таких плотин.

7.1.4 Возведение каменно-земляных и каменно-набросных плотин предусматривается отсыпкой каменного материала (каменной наброски, горной массы, галечникового грунта) слоями, принимая меры к его уплотнению (последовательная укатка, гидроуплотнение) или ярусами высотой 3 м и более.

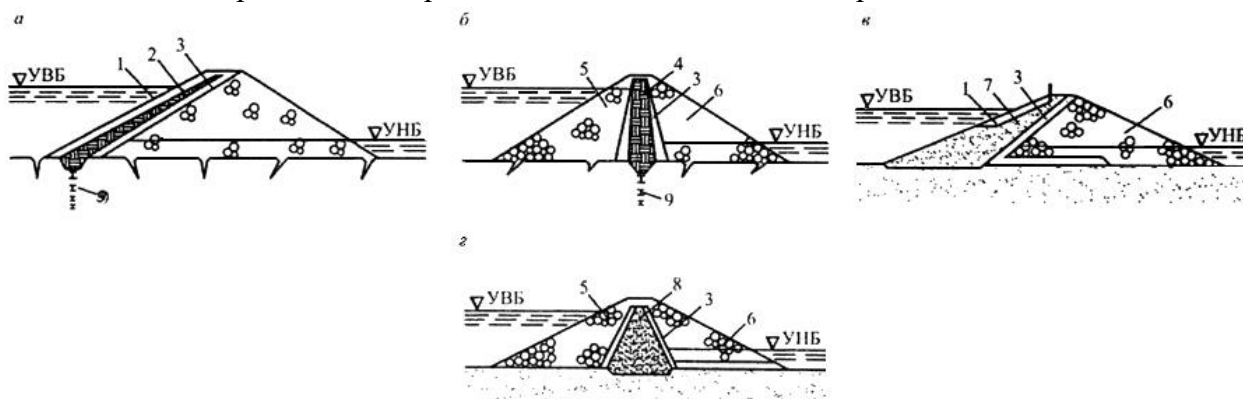
7.1.5 Возведение каменно-земляных плотин направленным взрывом допускается в благоприятных для этого метода природных условиях:

- в узком створе – $(B/h) < 3$, где B – ширина створа;
- при скальных породах берегов, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к каменным материалам плотин.

Взрывной способ перемещения грунтов как технологический прием используется в сочетании с другими способами возведения части сооружения или отдельного элемента (верховой или низовой) перемычки.

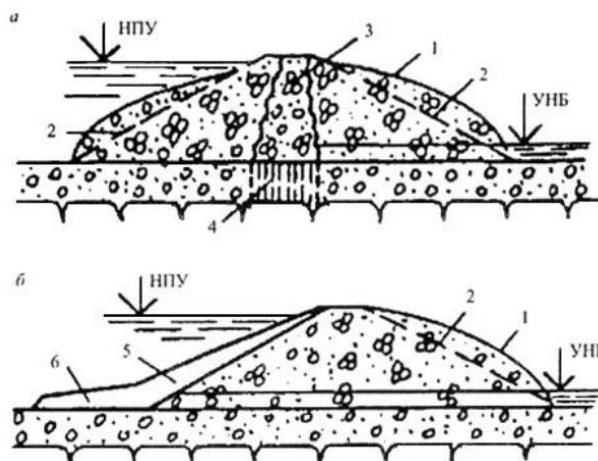
Противофильтрационные устройства взрывонабросных плотин выполняются путем инъекции раствора в центральную призму, отсыпкой верховой слабопроницаемой призмы или экрана, а также созданием экрана из негрунтовых материалов. В проектах этих плотин

предусматривается доводка сооружения до необходимых размеров. При надлежащем обосновании направленным взрывом можно возводить и однородные плотины



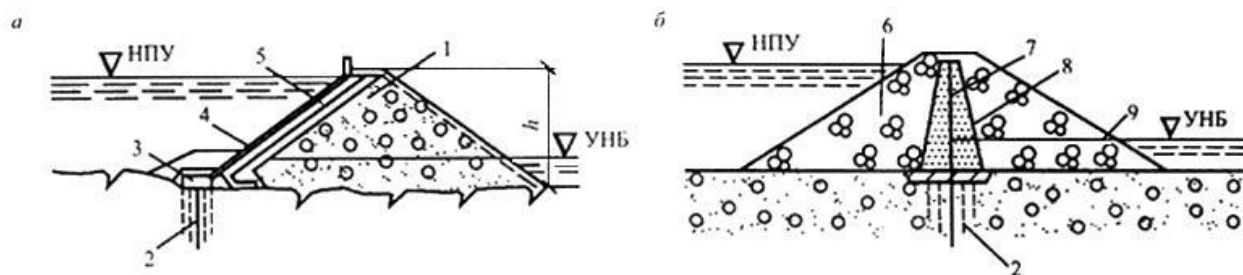
1 – крепление верхнего откоса; 2 – грунтовый экран; 3 – переходные слои (обратные фильтры); 4 – грунтовое ядро; 5 – верховая призма; 6 – низовая призма; 7 – верховая грунтовая противофильтрационная призма; 8 – центральная грунтовая противофильтрационная призма; 9 – цементация

Рисунок 6 – Виды каменно-земляных плотин



а, б – см. таблицу 7; 1 – контур навала; 2 – контур расчетного профиля; 3 – инъекционное ядро; 4 – инъекционная завеса; 5 – экран; 6 – понур

Рисунок 7 – Виды взрывонабросных плотин



а-б – см. таблицу 7; 1 – тело плотины из каменной наброски; 2 – цементационная завеса; 3 – бетонный зуб; 4 – железобетонный экран; 5 – подэкранный слой; 6 – верховая призма; 7 – диафрагма; 8 – переходные слои; 9 – низовая призма

Рисунок 8 – Виды каменно-набросных плотин

7.2 Требования к материалам

7.2.1 Пригодность материала для возведения каменно-земляных и каменно-набросных плотин обосновывается данными исследований в лабораторных и натурных условиях.

Пригодность скальных пород карьера (по прочности, морозостойкости, химическим свойствам) устанавливается в зависимости от высоты плотины, местоположения их в профиле плотины и от климатических условий района строительства, учитывая условия разработки и транспортирования.

7.2.2 Зерновой состав каменного материала плотин подбирается, исходя из:

- обеспечения требуемой плотности укладки;
- учета местоположения грунтов в теле плотины.

При соответствующем обосновании допускается применение слабых выветрелых пород с учетом изменения их характеристик во времени.

Окончательный состав материала каменно-земляных и каменно-набросных плотин необходимо принимать на основе технико-экономических расчетов рассматриваемых вариантов плотин.

7.2.3 Предельная крупность крупнообломочного грунта, отсыпаемого в тело плотины, и его зерновой состав устанавливается в проекте в зависимости от качества камня и метода возведения плотины. Крупность материала, отсыпаемого послойно с уплотнением, не более $1/2$ – $1/3$ толщины отсыпаемого слоя, но может быть и больше в зависимости от используемых уплотняющих механизмов.

7.2.4 Для плотин I и II классов физико-механические характеристики грунтов, полученные в лабораторных условиях или принятые по аналогам, как правило, уточняют исследованиями на опытных насыпях (по возможности включаемых в полезный объем плотины), для плотин высотой более 100 м такие исследования обязательны.

7.2.5 Для наброски используют камень без сортировки. Сортировка камня производится только при наличии соответствующего обоснования.

7.2.6 Укладку различного материала по частям профиля плотины, как правило, предусматривают при высоте плотины 50 м и более, при этом прочный материал используется в более напряженных частях, а материал более морозостойких пород - во внешних частях профиля.

7.2.7 Для материала, предназначенного к укладке в тело плотины ниже поверхности воды или подверженного ее воздействию, значение коэффициента размягчаемости не ниже 0,9 для изверженных и метаморфических пород и 0,8 – для осадочных. Меньшие значения коэффициента размягчаемости допускается принимать при соответствующем обосновании.

7.2.8 К грунтам противофильтрационных устройств (экранов, понуров, ядер, слабопроницаемых призм), переходных слоев и обратных фильтров каменно-земляных плотин предъявляют те же требования, что и к соответствующим элементам земляных насыпных плотин.

Если противофильтрационное устройство возводят средствами гидромеханизации необходимо, чтобы грунт удовлетворял требованиям, предъявляемым к грунтам намывных плотин.

7.2.9 Для переходных слоев и обратных фильтров каменно-земляных плотин используются, как правило, карьерные разнотерные грунты.

Применение для этих целей обогащенных грунтов, полученных сортировкой, промывкой, добавлением или смешиванием различных фракций, допускается только при соответствующем технико-экономическом обосновании. Во всех случаях надлежит отдавать предпочтение однослойным переходным слоям и обратным фильтрам.

7.3 Очертание откосов плотины

7.3.1 Основные размеры поперечного профиля каменно-земляных и каменно-набросных плотин назначаются в соответствии с п.п. 5.3.1-5.3.7.

7.3.2 Крутизна откосов каменно-земляных и каменно-набросных плотин назначается по расчету (п.п.9.10-9.13).

При назначении крутизны откосов плотин, возводимых направленным взрывом, учитывается начальная крутизна откосов, свободно формирующихся в результате сброса грунта взрывом.

7.3.3 Ширина берм на откосах плотин принимается из условия обеспечения требуемого осредненного значения крутизны откосов, но не менее 3 м.

7.4 Противофильтрационные устройства

7.4.1 При проектировании противофильтрационных устройств из грунтовых и негрунтовых материалов каменно-земляных и каменно-набросных плотин учитываются п.п. 5.5.2-5.5.13.

7.4.2 Противофильтрационные устройства каменно-земляных и каменно-набросных плотин сопрягаются с основанием и береговыми склонами и сохраняют водоупорность, прочность и гибкость при возможных смещениях.

7.4.3 Градиент напора фильтрационного потока для ядра или экрана из глинистого грунта каменно-земляных плотин принимается по критерию фильтрационной прочности (см. 9.6).

7.4.4 Между грунтовым противофильтрационным устройством и крупнообломочным материалом тела плотины надлежит предусматривать обратные фильтры и переходные слои.

Толщину переходных слоев назначают исходя из условия производства работ, с учетом возможных горизонтальных смещений плотины и принимать не менее 3 м.

Между негрунтовым противофильтрационным устройством и грунтом тела плотины предусматриваются переходные слои.

7.4.5 Материалы переходных слоев и обратных фильтров плотин принимают в соответствии с п.п. 5.7.1-5.7.6.

Зерновой состав переходных слоев плотин I и II классов надлежит уточнять экспериментально с учетом условий их работы и возможности сегрегации при послойной его отсыпке.

7.4.6 Для повышения фильтрационной прочности грунтовых противофильтрационных устройств каменно-земляных плотин предусматривают:

- уширение ядра или экрана на береговых примыканиях и в основании;
- укладку дополнительного слоя обратного фильтра в пределах сопряжения грунтового противофильтрационного устройства с основанием и берегами;
- возведение экрана или ядра из разнозернистых глинистых грунтов, способных в случае образования трещин их закольматировать.

7.4.7 Противофильтрационные устройства каменно-набросных плотин выполняются, как правило, из железобетона, асфальтобетона, полимерных материалов. Допускается применение металла.

7.4.8 Железобетонные экраны каменно-набросных плотин рекомендуется возводить только при наличии скального или малосжимаемого основания.

7.4.9 Железобетонные экраны выполняются однослойными, отрезанными в нижней части от контурной плиты, служащей упором, периметральным швом и разрезанными продольными вертикальными температурно-деформационными швами на продольные полосы шириной 12–15 м. При этом горизонтальные температурно-деформационные швы не предусматриваются.

Толщина железобетонного экрана назначается у гребня равной 0,3 м с увеличением к основанию по зависимости:

$$\delta = 0,3 + (0,002 - 0,004) H, \quad (5)$$

где H – действующий напор, м.

7.4.10 Сопряжение железобетонного экрана с основанием выполняют с помощью контурной плиты, ширина которой назначается в пределах:

- на относительно сохранной и прочной скале – $(1/16 - 1/20) H$;
- на скале средней прочности – $(1/10 - 1/15) H$;
- на сильнотрещиноватой и выветрелой – $(1/6 - 1/9) H$.

Минимальная ширина контурной плиты принимается равной 3 м. Ширина контурной плиты в плане изменяется ступенчато – участками с постоянной шириной. Строительные швы предусматриваются в местах изменения ширины или резкого изменения топографии. Расстояние между швами принимается 6–8 м, при этом строительные швы и температурно-деформационные швы экрана устраивают, таким образом, чтобы они не совпадали.

Толщина контурной плиты принимается равной толщине примыкающего к ней экрана, но не менее 0,4–0,5 м.

7.4.11 Сопряжение экрана с контурной плитой осуществляется по принципу скользящего шва с двойным - тройным уплотнением в виде внутренней полихлорвиниловой, нижней латунной шпонок и наружного уплотнения в виде асфальтобитумной мастики.

Для снижения до минимума деформаций железобетонного экрана предусматривается зонирование поперечного профиля плотины по гранулометрическому составу укладываемого в каждую из зон грунта и степени их уплотнения.

В поперечном разрезе плотины выделяются, как правило, четыре зоны:

1. подэкрановая переходная зона;
2. промежуточная переходная зона;
3. верховая упорная призма;
4. внешняя (низовая) упорная призма.

Ширина подэкрановой переходной зоны вблизи гребня принимается равной 3–4 м по горизонтали с уширением к основанию на 3–4 м на каждые 100 м напора.

Зерновой состав грунта в этой зоне соответствует песчано-гравийному грунту с максимальной крупностью 80 мм и содержанием мелкозема (частиц менее 2 мм) 15–37 %.

Уплотнение подэкрановой переходной зоны осуществляется горизонтальными слоями толщиной 40–50 см виброкатками, до относительной плотности, равной 98 %. Кроме того, подэкранный слой также уплотняется виброкатками по внешнему откосу.

Промежуточная переходная зона отсыпается и уплотняется одновременно с подэкрановой зоной. Ширина ее назначается такой же, как и для подэкрановой зоны.

Зерновой состав этой зоны назначается по принципу подбора обратных фильтров.

Верховая упорная призма со стороны нижнего бьефа ограничивается внутренней границей, проходящей от верхней точки экрана к основанию и к низовому откосу под углом 15–30° к вертикали. В этой части профиля используется крупнообломочный грунт (горная масса или гравийно-галечниковый грунт) с коэффициентом разнотерности свыше 10–15, максимальной крупностью 600–800 мм и содержанием частиц менее 5 мм от 5 до 20 % и уплотненный до относительной плотности не менее 90 %. Крупность камня (галечника) в этой зоне ограничивается только по производственным соображениям; уплотнение производится до относительной плотности равной 80–82 %.

7.4.12 Под экраном из негрунтовых материалов укладывают малосжимаемую, слабопроницаемую, суффозионно-стойкую переходную зону с коэффициентом фильтрации $10^{-3} - 10^{-4} \text{ см/сут}$.

Толщина подэкрановой подготовки назначается в зависимости от материала экрана, крупности материала подэкрановой подготовки, крупности материала в наброске, высоты плотины и условий производства работ.

7.5 Требования к основаниям плотин. Сопряжение плотин с основанием и бортами.

7.5.1 При оценке грунтов основания и бортов учитываются требования п.п. 4.1.5, 4.1.6 и п.п.5.8.1-5.8.10.

При строительстве плотин на скальном основании в основании и примыканиях водонепроницаемого элемента удаляются покровные грунты и выветрелая часть скальных пород, в которых невозможно выполнить эффективную сопрягающую цементацию.

7.5.2 При строительстве плотин на скальном и особенно на нескальном основании неравномерность осадок основания как в продольном, так и в поперечном направлении для проверки трещиностойкости противотепляционных устройств плотин определяется расчетом.

7.5.3 При проектировании каменно-земляных плотин с грунтовыми противотепляционными устройствами, возводимыми методом отсыпки грунтов в воду,

предусматриваются мероприятия по обеспечению контакта грунтов этих устройств с грунтом основания.

7.5.4 Сопряжение грунтовых противофильтрационных устройств плотины со скальным основанием допускается предусматривать в виде торкретирования основания, береговых склонов, врезки и др.

Конструкция сопряжения грунтовых противофильтрационных устройств со скальным основанием может выбираться в соответствии с рекомендациями приложения В.

7.5.5 Для улучшения статической работы, повышения трещиностойкости противофильтрационных устройств высокие плотины, расположенные в узких ущельях, рекомендуется проектировать с криволинейной осью, выпуклой в сторону верхнего бьефа.

7.5.6 На нескальных основаниях, сложенных слабосжимаемыми и слабопроницаемыми (в том числе и при оттаивании) грунтами, сопряжение противофильтрационных устройств каменно-земляных плотин с основанием производится врезкой их в основание на глубину верхнего разуплотненного слоя. При наличии в основании верхнего слоя аллювиальных отложений из песчано-гравийно-галечниковых грунтов мощностью до 5 м сопряжение осуществляется с помощью зуба, входящего в коренные породы основания.

7.5.7 В узком створе, где затруднено возведение противофильтрационного устройства в основании, целесообразно рассматривать вариант устройства бетонной "пробки", высота которой определяется технико-экономическим сравнением вариантов. При этом в бетонной "пробке" могут трассироваться водоводы разного назначения: санитарных потоков, пропуска паводка либо поверхностного водослива в строительный период и др.

8 ТРЕБОВАНИЯ К ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

8.1 При строительстве плотин обеспечивается выполнение требований по охране окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов, учету ближайших и отдаленных экологических, экономических, социальных, демографических последствий строительства при приоритете охраны здоровья человека и благополучия населения [1].

8.2 При технико-экономическом обосновании проекта и проектировании грунтовой плотины учитывают предельно допустимые нагрузки на окружающую природную среду как в строительный, так и в эксплуатационный периоды и предусматривают надежные и эффективные меры предупреждения и устранения загрязнения окружающей природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, оздоровление окружающей природной среды.

8.3 При проектировании и строительстве грунтовых плотин в составе гидроузла полностью учитываются реальные потребности в электроэнергии и водоснабжении данного региона, рельеф местности для размещения объекта, меры по максимальному сохранению земель и лесов, населенных пунктов, памятников природы, истории и культуры, охране рыбных запасов, своевременной утилизации древесины и плодородного

слоя почв при расчистке и затоплении ложа водохранилища, по недопущению отрицательных изменений в окружающей природной среде.

8.4 При проектировании грунтовых плотин не применяют грунтовые и негрунтовые материалы, а также технологии, способствующие химическому, физическому и биологическому загрязнению окружающей среды.

8.5 Для управления экологическими процессами осуществляется постоянный контроль состояния всех компонентов природно-технической системы в рамках экологического мониторинга.

Примечания -

1 Мониторинг является постоянной службой сбора и обработки экологических данных и частью производственного процесса, связанного с природопользованием, и по мере накопления данных наблюдений, позволяет своевременно определять направления развития тенденций экологических систем, изменять протекающие в них процессы в желательном направлении, выявлять управляющие параметры, оперативно реагировать на возможные аварийные ситуации, связанные с природопользованием.

2 Создание управляемых природно-технических систем предусматривают особого подхода к проектированию грунтовых плотин в составе гидроузлов при условиях оптимизации параметров и режимов их работы в условиях многоцелевого использования водотока, когда природные комплексы выступают не только в качестве равноправных, но в некоторых случаях, и наиболее приоритетных водопользователей.

9 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ПЛОТИН

9.1 При проектировании плотин I и II классов из грунтовых материалов выполняют следующие основные расчеты [1], [2]:

- фильтрационные (п.п.9.3, 9.4);
- фильтрационной прочности (9.5);
- обратных фильтров, дренажей и переходных слоев (п.п.9.6-9.9);
- устойчивости откосов, экрана и защитного слоя (п.п.9.10-9.13);
- напряжений и деформаций (п.п.9.14, 9.15);
- осадок тела плотины и основания (п.п.9.16, 9.17);
- горизонтальных смещений (п.9.19);
- креплений откосов на прочность от действия волн, льда и др. (п.9.21).

Дополнительно выполняются:

- для неоднородных земляных намывных плотин расчеты фракционирования грунта и устойчивости боковых призм (п.п.6.3.1, 6.3.2, 6.3.4, 9.12), расчеты консолидации и порового давления (п.9.18);
- для земляных насыпных и каменно-земляных плотин, у которых тело, ядро, экран или основание сложены из глинистых грунтов - расчеты порового давления при их консолидации и проверку трещиностойкости п.п.(9.18, 9.22);
- для каменно-земляных плотин с ядром и диафрагмой, кроме того - проверку устойчивости на сдвиг низовой призмы плотины.

Для плотин III и IV классов выполняются следующие расчеты:

- фильтрационные и фильтрационной устойчивости;
- обратных фильтров, дренажей и переходных слоев;
- устойчивости откосов, экрана и защитного слоя;

- осадок тела плотины и основания;
- креплений откосов на прочность от действия волн, льда и др.

Все расчеты производятся для характерных поперечных сечений плотин.

9.2 Расчеты плотин во всех случаях выполняются для основных и особых сочетаний нагрузок в эксплуатационный и строительный периоды работы плотин.

Нагрузки и воздействия на плотины из грунтовых материалов, кроме тех, которые приводятся в настоящем своде правил, принимать согласно СНиП РК 3.04-40.

Расчеты плотин, возводимых в сейсмических районах, выполняют на основе результатов определения сейсмичности района сооружения, соответствующих сейсмических нагрузок, свойств грунтов.

9.3 Фильтрационные расчеты тела плотины, основания и берегов выполняют для:

- определения фильтрационной устойчивости тела плотины, ее основания и берегов;
- расчета устойчивости откосов плотины и берегов;
- обоснования наиболее рациональных и экономичных форм, размеров и конструкций плотины, ее противофильтрационных и дренажных устройств.

При выполнении фильтрационных расчетов учитывают кольматаж ложа водохранилища и верхового откоса с учетом развития этого процесса во времени.

9.4 Фильтрационными расчетами (а также исследованиями) надлежит определять следующие параметры фильтрационного потока [1], [2]:

- положение поверхности фильтрационного потока (депресссионной поверхности) в теле плотины и берегах;
- фильтрационный расход воды через тело плотины, основание и берега;
- напоры (или градиенты напора) фильтрационного потока в теле плотины, основании, а также в местах выхода фильтрационного потока в дренаж, в нижний бьеф за подошвой низового откоса, в местах контакта грунтов с различными характеристиками и на границах противофильтрационных устройств (рисунок 9).

При неоднородном или анизотропном геологическом строении основания, указанные в настоящем пункте параметры фильтрационного потока определяются с учетом этих особенностей.

9.5 Фильтрационную устойчивость тела плотины, а также противофильтрационных устройств оценивают на основе соответствующих расчетов и экспериментальных исследований грунтов при действующих в сооружении градиентах напора с учетом напряженно-деформированного состояния сооружения и его основания, особенностей конструкции, методов возведения и условий эксплуатации.

Расчеты фильтрационной прочности выполняют исходя из наибольшего напора, действующего на плотину [1], [2].

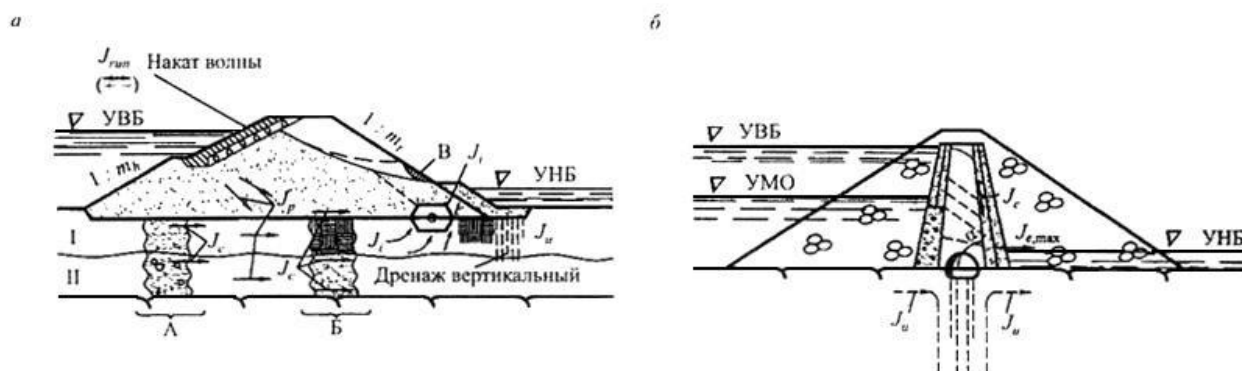
При оценке фильтрационной прочности действующий средний градиент напора в расчетной области фильтрации не должен превышать критический средний градиент напора, принятый с учетом коэффициента надежности по ответственности сооружения:

$$J_{est,m} \leq \frac{1}{\gamma_n} J_{cr,m}, \quad (6)$$

где $J_{est,m}$ – действующий средний градиент напора в расчетной области фильтрации;

$J_{cr,m}$ – критический средний градиент напора, принимаемый на основании исследований грунтов в условиях, отвечающих реальным условиям эксплуатации сооружения. В предварительных расчетах и при отсутствии необходимых исследований значения $J_{cr,m}$ могут быть приняты в соответствии с имеющимися аналогами или по таблице 8;

γ_n – коэффициент надежности по ответственности сооружений.



а – однородная плотина на слоистом основании; б – каменноземляная плотина на скальном основании

А, Б – сопряжение несвязного и связного грунтов оснований; В – область местного выпора грунта в случае выхода потока на откос; $J_{e,max}$ – расчетный (максимальный) градиент напора в зоне высачивания потока на уровне воды нижнего бьефа; α – угол наклона низового откоса ядра к горизонту; J_p , J_c , J_u , J_i , J_{run} – градиенты напора соответственно суффозии, контактного размыва, выпора, входа фильтрационного потока в дренаж, пульсаций в обратном фильтре от наката и спада волн

Рисунок 9 – Примеры возможных проявлений суффозии в земляных плотинах и их основаниях

9.6 При проектировании обратных фильтров, дренажей и переходных слоев надлежит:

- устанавливать расчетные параметры (зерновой состав, плотность, коэффициент фильтрации и пр.) грунтов, защищаемых обратными фильтрами, оценивать их суффозионную прочность (суффозионность) и определять расчетные размеры сводообразующих частиц и диаметр пор (d_a и $d_{a,max}$) защищаемого грунта в зависимости от его состава и условий фильтрационного потока;
- выбирать естественные карьерные грунты или искусственно получаемые (щебеночные, гранулированный шлак и др.), которые могут быть использованы для устройства обратных фильтров;
- подбирать зерновой состав первого слоя обратного фильтра и последующих слоев (если в этом есть необходимость) из выбранных естественных карьерных или искусственных материалов;

- проверять суффозионную прочность и устойчивость грунтов, защищаемых обратным фильтром, и грунтов обратных фильтров;
- устанавливать толщину и число слоев обратных фильтров;
- устанавливать допустимые пределы отступлений в зерновом составе, толщине слоев и плотности грунтов фильтра при укладке в дренажи или переходные слои.

Таблица 8 – Значения критических средних градиентов напора $J_{cr,m}$

Грунт	Значения критических средних градиентов напора $J_{cr,m}$ для		
	понура	экрана и ядра	тела и призмы плотины
Глина, глинобетон	15	12	8 - 2
Суглинок	10	8	4 - 1,5
Супесь	3	2	2 - 1
Песок:			
средний	–	–	1
мелкий	–	–	0,75

Примечание - Проверку фильтрационной прочности тела или призмы плотины из грунтовых материалов выполняют для поперечного профиля, назначенного исходя из расчетов устойчивости откосов.

В результате проверки фильтрационной прочности уточняют конструкцию плотины, в частности местоположение дренажа.

Значения критического среднего градиента принимают в зависимости от физико-механических свойств грунта и способа его укладки, причем большие значения $J_{cr,m}$ назначают для более плотного грунта.

9.7 Для обратных фильтров, дренажей и переходных слоев допускаемый коэффициент разнотерности фильтровых материалов $K_{60,10}$ удовлетворяет условиям:

- если защищаемый грунт несудфозионный сыпучий – $K_{60,10} \leq (20 - 25)$, где меньшее значение $K_{60,10}$ принимают для окатанных частиц песчаных и гравийных грунтов, а большее для щебенистых грунтов фильтра;
- если защищаемый грунт судфозионный сыпучий – $K_{60,10} \leq 15$;
- если защищаемый грунт глинистый, с числом пластичности $I_p \geq 0.07$ (допускается при обосновании $I_p \geq 0.05$) – $K_{60,10} \leq 50$;
- условие $K_{60,10} \leq 50$ принимают как для обратных фильтров дренажей, так и для переходных слоев плотин;
- при толщине переходного слоя плотин более 3 м величина может быть принята более 50 (при соответствующем обосновании);
- для фильтров, устраиваемых из пористого бетона – $K_{60,10} \leq 12$;
- для фильтров, выполняемых отсыпкой материалов в воду – $K_{60,10} \leq 10$.

Во всех вышеуказанных выражениях

$$K_{60,10} = d_{60} : d_{10} \quad (7)$$

где d_{60}, d_{10} – крупность частиц грунта, суммарное весовое содержание которых, вместе с более мелкими фракциями, составляет соответственно 60 и 10 % массы всего грунта.

Для фильтров, выполняемых из материала с $K_{60,10} \leq 10$, толщина слоев назначается согласно указаниям п.5.7.5, а для фильтров, выполняемых из материалов $K_{60,10} > 10$, толщина слоев назначается по результатам опытных отсыпок с учетом сегрегации фильтровых материалов, возникающей при транспортировании, отсыпке и разравнивании слоев фильтра.

9.8 Отказ от устройства обратных фильтров или переходных слоев для противофильтрационных призм, укладываемых по насыпи крупнообломочных грунтов, допускается при наличии соответствующего обоснования.

9.9 Вместо грунтовых обратных фильтров допускается предусматривать, при соответствующем обосновании, обратные фильтры из пористого бетона и других пористых и полимерных материалов.

9.10 Расчеты устойчивости грунтовых плотин всех классов выполняются для поверхностей сдвига, отвечающих минимальным значениям коэффициента запаса.

При расчетах используются методы, учитывающие напряженное состояние сооружения и его основания. Применительно к конкретным геологическим условиям и конструкциям плотины могут быть использованы при соответствующем обосновании проверенные практикой упрощенные методы расчета.

При расчете устойчивости откосов плотин используется способ наклонных сил взаимодействия в соответствии с рекомендациями приложения И.

При расчетах плотин в узких каньонах, на участках с более низкими прочностными характеристиками грунтов основания, рекомендуется оценивать устойчивость откосов с учетом пространственной работы плотины.

9.11 Устойчивость откоса плотины проверяется по возможным поверхностям сдвига с нахождением наиболее опасной призмы обрушения, характеризуемой минимальным отношением обобщенных предельных реактивных сил сопротивления к активным сдвигающим силам.

Критерием устойчивости откосов плотины является соблюдение (для наиболее опасной призмы обрушения) неравенства:

$$\gamma_{fc} \cdot F(\gamma_f) \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} R \cdot \left(\frac{1}{\gamma_g} \right) \quad (8)$$

где F – расчетное значение обобщенного силового воздействия, определяемое с учетом коэффициента надежности по нагрузке γ_f (в зависимости от метода расчета устойчивости откосов F – равнодействующая активных сил или моментов этих сил относительно оси поверхности сдвига);

R – расчетное значение обобщенной несущей способности системы сооружение-основание, определяемое с учетом коэффициента безопасности по грунту γ_g , т.е. обобщенное расчетное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности;

$\gamma_f, \gamma_n, \gamma_{fc}$ – коэффициенты надежности по нагрузке, ответственности сооружения, сочетания нагрузок;

γ_g – коэффициент надежности по грунту;

γ_c – коэффициент условий работы.

При поиске опасной поверхности сдвига используется зависимость для коэффициента устойчивости K_s следующего вида:

$$K_s = \frac{R}{F} \geq \frac{\gamma_n \gamma_{fc}}{\gamma_c}. \quad (9)$$

Полученные расчетом значения коэффициента устойчивости при соответствующем сочетании нагрузок не могут превышать величины $\frac{\gamma_n \gamma_{fc}}{\gamma_c}$ более чем на 10 %, если это не обусловлено особенностями сооружения.

Числовые значения коэффициентов γ_c и γ_n приведены в таблицах 9, 10.

Таблица 9 – Значения коэффициента γ_n

Класс сооружения	I	II	III	IV
Значение γ_n	1,25	1,20	1,15	1,10

Таблица 10 – Значения коэффициента γ_{fc}

Сочетание нагрузок	Основное	Особое	Строительного периода
Значение γ_{fc}	1,00	0,90	0,95

Величина коэффициента γ_c принимается в зависимости от используемого способа расчета, равной 0,95 – инженерные (упрощенные) методы расчета, 1,0 – удовлетворяющие условиям равновесия с учетом напряженно-деформированного состояния.

Для плотин IV класса при особом сочетании нагрузок $K_s \geq 1,0$ независимо от величины γ_c .

9.12 При расчетах устойчивости откосов плотин рассматриваются следующие случаи.

Для низового откоса:

- первый расчетный случай (основной): в верхнем бьефе - нормальный подпорный уровень НПУ, в теле плотины - установившаяся фильтрация; при

наличии воды в нижнем бьефе глубину ее принимают максимально возможной при НПУ, но не более $(0,2 - 0,3)h_i$, где h_i – высота откоса;

- второй расчетный случай (основной) при открытых водосбросах (без затворов): подпорный уровень и уровень нижнего бьефа определяют максимальным расходом, относимым к основным сочетаниям нагрузок и воздействий;
- третий расчетный случай (особый): в верхнем бьефе - форсированный подпорный уровень воды (ФПУ), в нижнем бьефе глубину воды принимают максимальной, соответствующей ФПУ.

Для верхового откоса:

- первый расчетный случай (основной): максимальное возможное снижение уровня воды в водохранилище от НПУ или от подпорного уровня, соответствующего пропуску максимального расхода, относимого к основным сочетаниям воздействий, с наибольшей возможной скоростью, при этом учитывают фильтрационные силы неустановившейся фильтрации;
- второй расчетный случай (строительного периода): уровень воды в верхнем бьефе находится на отметке, отвечающей заполнению $(0,2 - 0,3)h_i$, где h_i – высота откоса; поверхность депрессии в теле плотины принимают соответствующей принятому уровню заполнения;
- третий расчетный случай (особый): максимально возможное снижение уровня воды в водохранилище от ФПУ с наибольшей возможной скоростью, при этом учитывают фильтрационные силы неустановившейся фильтрации.

Примечания

1 Для земляных плотин с волногасящими откосами производится расчет устойчивости с учетом волнового воздействия.

2 При расчете устойчивости откосов земляных намывных плотин учитывается фильтрация из прудка при проектируемом его положении в период намыва плотины и насыщение водой грунтов откосов (расчетный случай строительного периода).

3 При расчете устойчивости откосов плотин в сейсмических районах сейсмические воздействия учитывают согласно выполненным исследованиям.

4 Устойчивость верхового откоса плотины в условиях сейсмического воздействия проверяется как для случая быстрого снижения уровня воды в водохранилище от НПУ до наиболее низкого эксплуатационного уровня, так и для случая продолжительного стояния НПУ (или ПУ, соответствующего пропуску расхода, относимого к основным воздействиям).

5 Если консолидация связных грунтов плотины и ее основания не завершается к моменту окончания строительства, в расчетах устойчивости откосов учитывается поровое давление как для строительного, так и для эксплуатационного периодов.

6 Для плотин с грунтовым экраном рассчитывается устойчивость экрана на откосе плотины и устойчивость крепления на экране. Для участков поверхности сдвига на контакте экрана и плотины или крепления и экрана прочностные характеристики принимают для менее прочного грунта.

7 Расчет устойчивости боковых призм земляных намывных плотин с ядром из глинистого грунта надлежит выполнять с учетом порового давления в период консолидации ядра (расчетный случай строительного периода).

8 Местная устойчивость откосов между бермами обеспечивается с учетом всех действующих нагрузок (по основному, строительному, особому сочетанию нагрузок).

9 Устойчивость откосов каменно-насыпных плотин с железобетонным экраном определяется только по результатам расчетов напряженно-деформированного состояния плотины с использованием прочностных и деформационных характеристик грунтов в теле плотины, полученных на основании трехосных испытаний.

10 Участки плотины между бермами в тех случаях, когда нарушение их устойчивости не приводит к потере общей устойчивости сооружения, допускается рассчитывать по II группе предельных состояний.

11 При оценке устойчивости боковых призм однородных земляных плотин учитывается капиллярное поднятие воды над депрессионной поверхностью фильтрационного потока.

9.13 При расчете устойчивости откосов плотин прочностные характеристики грунтов тела плотин I и II классов принимаются переменными в зависимости от напряженного и температурного состояния грунта в зоне прохождения поверхности сдвига, а для плотин III и IV классов - постоянными.

9.14 Напряженно-деформированное и температурное состояние тела плотины из грунтовых материалов и ее основания учитывается в расчетах устойчивости откосов плотины, фильтрационной прочности на контакте водоупорных элементов с основанием, проверки трещиностойкости водоупорных элементов, прочности негрунтовых противофильтрационных устройств, анализа поведения плотины при проведении натурных исследований, а также для подбора материалов плотины.

9.15 В расчетах напряженно-деформированного состояния плотин I и II классов, как правило, применяются нелинейные модели, учитывающие пластические деформации грунта в предельном состоянии, при условии определения параметров деформирования испытанием образцов грунта в одометрах и стабилometрах. При расчетах напряженно-деформированного состояния плотин, особенно для плотин, возводимых в узких створах, целесообразно использовать трехмерные расчетные схемы. При этом размеры образцов полностью соответствуют зерновому составу грунта тела плотины и основания. Для крупнозернистого грунта допускается использовать модельный грунт. В расчетах необходимо учитывать поэтапность возведения плотины, скорость заполнения водохранилища.

Для плотин III и IV классов допускается производить расчеты по модели линейно-деформированного тела.

9.16 Расчет осадок тела и основания плотины выполняется при выборе конструкции и технологии производства работ, а также для определения требуемого строительного подъема плотины и уточнения объема работ по сооружению плотины.

Для намывных плотин строительный подъем определяют согласно требованиям настоящего пункта и п.9.17, 9.18.

Расчет осадок плотины производится в каждом характерном ее поперечном сечении по нескольким вертикалям, проходящим в элементах плотины из различных материалов (ядре, экране, призме и т.д.).

9.17 Для плотин I и II классов расчет осадок и их изменения во времени производится на основании результатов экспериментальных исследований сжимаемости грунтов с учетом напряженно-деформированного состояния плотин. Пороговое давление, ползучесть грунта, его просадочность и набухание при повышении влажности в период эксплуатации учитываются в зависимости от их наличия.

Для плотин III и IV классов допускается производить расчет осадок по приближенным зависимостям с использованием значений модулей деформаций по аналогам.

9.18 Поровое давление учитывается при проектировании и строительстве грунтовых плотин, имеющих в основании толщу илов или слабого водонасыщенного глинистого грунта. В этих случаях поровое давление учитывается при расчетах устойчивости откосов и деформации плотин в строительный и начальный периоды эксплуатации, а также при размещении контрольно-измерительной аппаратуры (далее КИА) (в обязательном порядке и во всех случаях). В остальных грунтовых плотинах в расчетах для случаев, когда максимальное значение коэффициента порового давления $r_{u,max}$, определяемое отношением порового давления u к максимальному значению приложенного напряжения σ , превышает нормативное значение коэффициента порового давления $r_{un} = 0,1$.

Величина максимального значения коэффициента порового давления определяется по формуле:

$$r_{u,max} = r_{uc} \cdot r_{u0} \quad (10)$$

где r_{uc} – коэффициент порового давления, определяемый по схеме закрытой системы (без оттока воды из грунта);

r_{u0} – коэффициент порового давления, определяемый по схеме открытой системы (с оттоком воды из грунта).

Условия необходимости учета порового давления в расчетах осадок плотин и устойчивости откосов учитывают, исходя из положений приложения А.

9.19 Горизонтальные смещения плотин определяют путем расчета напряженно-деформированного состояния с учетом изменения сжимаемости грунтов при повышении их влажности.

Для плотин II - IV классов допускается оценивать горизонтальные смещения с использованием аналогов (данных о плотинах, построенных в подобных условиях и имеющих тот же тип конструкции). Для предварительных оценок горизонтальных смещений гребня плотины принимают их равными половине осадки гребня после наполнения водохранилища.

9.20 При проектировании плотин с экраном или ядром (диафрагмой) учитываются деформации береговых склонов.

В плотинах с негрунтовыми экранами и диафрагмами надлежит рассчитывать продольные и поперечные смещения экранов и диафрагм. Напряженно-деформированное состояние диафрагмы (экрана) рассчитывается с учетом трения грунта по поверхности диафрагмы (экрана), схем опирания устройства на основание и схем разрезки деформационными швами.

Особенности расчета асфальтобетонных диафрагм приводятся в приложении К.

9.21 Плиты крепления откосов плотин проверяют на прочность от воздействия давления волн и льда, в том числе с учетом возможного навала льда на гребень плотины.

9.22 Трещиностойкость земляных плотин и водопорных элементов каменно-земляных плотин определяется путем расчета их напряженно-деформированного состояния. При этом учитывается поровое давление, а для плотин I и II классов - изменение сжимаемости и ползучести в соответствии со свойствами грунтов, слагающих тело плотины и основания.

10 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛОТИН ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

10.1 При проектировании грунтовых плотин II, III и IV класса, а также при обосновании строительства плотин I класса оценка сейсмичности площадки строительства допускается определять по таблице 11, исходя из сейсмичности района строительства и категории грунта по сейсмическим свойствам.

Таблица 11 – Сейсмичность площадки строительства, в баллах

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Грунты	Сейсмичность площадки строительства, баллы		
		7	8	9
I	Скальные грунты всех видов неветрелые и слабоветрелые: крупнообломочные грунты плотные маловлажные из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого заполнителя: Скорость распространения поперечных волн $V \geq 650$ м/с.	6	7	8
II	Скальные грунты ветрелые и сильноветрелые, кроме отнесенных к категории I; крупнообломочные грунты, содержащие более 30 % песчано-глинистого заполнителя с преобладанием контактов между обломками; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; глинистые грунты с показателями консистенции $I_L \leq 0.5$; при коэффициенте пористости $e < 0.9$ для глин и суглинков и $e < 0.7$ - для супесей. Скорость распространения поперечных волн $250 \text{ м/с} < V < 650 \text{ м/с}$.	7	8	9
III	Пески рыхлые независимо от влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности водонасыщенные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; глинистые грунты с показателем консистенции 0,5; глинистые грунты с показателем консистенции 0,5 при коэффициенте пористости 0,9 для глин и суглинков и 0,7 - для супесей/ Скорость распространения поперечных волн $V \leq 250$ м/с.	8	9	>9

Примечания -

1. Приведенные в таблице 11 значения коэффициента пористости e и показателя текучести I_L грунтов площадки строительства должны определяться с учетом возможного их обводнения при заполнении водохранилища.

2. В районах сейсмичностью 6 баллов сейсмичность площадки строительства плотин, возводимых на грунтах III категории, следует принимать равной 7 баллам.

3. На площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов, возводить грунтовые плотины допускается в исключительных случаях, только по специальным техническим условиям.

10.2 При разработке проектов плотин 1 класса в районах сейсмичностью 6 баллов и более определение характеристик сейсмического воздействия должно производиться на основе детального сейсмического районирования и сейсмического микрорайонирования. Материалы изысканий должны включать:

- характеристику структурно-тектонической обстановки и сейсмического режима района строительства в радиусе 50 - 100 км от площадки строительства;
- границы основных сейсмогенных зон и описание их сейсмологических характеристик (максимальные магнитуды, глубины очагов и эпицентральные расстояния, повторяемость землетрясений, сейсмичность площадки);
- параметры расчетных сейсмических воздействий из всех выделенных зон с учетом структурно-тектонических особенностей района и инженерно-геологических условий площадки;
- границы возможных зон возникновения остаточных деформаций в основании плотины и оценка их величины при сильнейших землетрясениях;
- заборы синтетических записей акселерограмм, велосиграмм, сейсмограмм, моделирующих основные типы сейсмических воздействий на выбранной площадке;
- оценку изменения параметров сейсмического режима под влиянием водохранилища в процессе его заполнения и эксплуатации;
- оценку возможности обрушения в водохранилище больших масс горных пород и падения на плотину неустойчивых скальных массивов при землетрясениях.

10.3 Плотины, возводимые в сейсмических районах, следует располагать на участках, удаленных от тектонических разломов, по которым могут возникнуть относительные подвижки скальных массивов, образующих основание сооружения.

10.4 Плотины из грунтовых материалов всех классов должны воспринимать воздействие землетрясения без риска для жизни и здоровья людей и нарушений нормальной эксплуатации.

10.5 Плотины из грунтовых материалов I и II класса должны выдерживать расчетное сейсмическое воздействие без прорыва напорного фронта. При этом не допускаются повреждения основания плотины, нарушающие нормальную ее эксплуатацию.

10.6 Для плотин из грунтовых материалов III и IV класса допускаются остаточные деформации и повреждения (осадки, смещения, трещины и др.), не приводящие к опасным последствиям, при условии ремонта сооружения после землетрясения. Предельные необратимые деформации назначают на основе специального обоснования с учетом природных условий площадки строительства, особенностей конструкций и условий эксплуатации плотины; следует учитывать необходимость сохранения (без ремонта)

плотины напорного фронта при повторном воздействии землетрясений интенсивностью, меньше расчетной на 1 балл.

10.7 Для обеспечения сейсмостойкости объекта проводится проверка на устойчивость потенциально опасных участков береговых склонов и отдельных скальных массивов в створе и нижнем бьефе плотины.

10.8 При наличии в основании или теле плотины грунтов, с возможностью развития неупругих деформаций, проводятся исследования по оценке области и степени возможного их разжижения сейсмическим воздействием. При возможности разжижения грунтов в теле сооружения или в основании предусматриваются мероприятия по уплотнению или укреплению грунтов.

10.9 При проектировании грунтовых плотин учитываются изменения природных условий, которые могут привести к развитию и активизации негативных физико-геологических и геодинамических процессов в их основаниях, среди которых:

- повышение активности ближайших сейсмогенерирующих разломов;
- подтопление и затопление территорий;
- переработка берегов и заиление водохранилищ;
- химическая суффозия растворимых пород карбонатного и галогенного карста;
- вымыв из грунтов основания и накопление в них потенциально вредных химических и радиоактивных веществ;
- отжатие из глубинных подземных вод сильноминерализованных, термических и радиоактивных вод;
- механическая суффозия песчаных грунтов, суффозионного карста;
- возникновение и активизация оползневых явлений;
- всплытие и растворение торфов, их влияние на химический состав воды в водохранилище, на изменение свойств пород оснований, на гидрохимический режим грунтовых вод;
- деформации оснований, сложенных лессовыми грунтами;
- тепловые осадки при оттаивании пород в основаниях сооружений напорного фронта и ложа водохранилища.

10.10 Заложение откосов плотин и дамб назначается, исходя из условия их устойчивости [3]. Расчеты плотин и устойчивость их откосов, в случае возведения плотин в сейсмических районах, выполняются согласно требованиям норм проектирования в сейсмических районах.

10.11 Расчет плотин из грунтовых материалов, проектируемых в сейсмических районах, должен выполняться на основные и особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий.

В расчетах должны учитываться сейсмические нагрузки от массы сооружения, присоединенной массы воды (или гидродинамического давления), от волн в водохранилище, вызванных землетрясением, и от динамического давления грунта.

10.12 Расчетные значения сейсмических нагрузок следует определять по спектральному методу (п. 10.15) или с применением набора инструментальных записей ускорений основания при землетрясении и синтезированных акселерограмм.

10.13 При определении расчетных сейсмических нагрузок, как правило, следует применять динамические расчетные схемы, учитывающие особенности распределения

нагрузок, масс и жесткостей сооружения в плане и по высоте, а также пространственный характер деформирования при сейсмических воздействиях.

10.14 В расчетах прочности грунтовых плотин по одномерной (консольной) и двухмерной схемам следует учитывать горизонтальные сейсмические воздействия (по направлениям вдоль и поперек оси сооружения); в расчетах по пространственной схеме целесообразно учитывать также наклонные сейсмические воздействия, имеющие те же направления в плане и угол наклона к горизонтальной плоскости 30° .

В расчетах устойчивости гидротехнических сооружений следует учитывать наиболее опасное горизонтальное или наклонное, направленное под углом 30° к горизонтальной плоскости, сейсмическое воздействие. При этом значение модуля вектора сейсмического ускорения основания принимается равным A .

10.15 В общем случае расчета грунтовых плотин горизонтальную составляющую расчетной сейсмической нагрузки S_{ikj} на направление j сейсмической нагрузки S_{ik} при i -й форме колебаний, действующей на элемент весом Q_k , отнесенный к точке k сооружения, определяют по формуле:

$$S_{ikj} = K_1 K_2 Q_k A K_\psi \beta_i \eta_{ikj}, \quad (11)$$

а коэффициент η_{ikj} - по формуле:

$$\eta_{ikj} = u_{ikj} \frac{\sum_k Q_k \sum_{j=1}^3 u_{ikj} \cos(u_{ikj}, \vec{u}_0)}{\sum_k Q_k \sum_{j=1}^3 u_{ikj}^2}, \quad (12)$$

где u_{ikj} – проекции перемещений точек k по трем ($j=1;2;3$) взаимно ортогональным направлениям;

$\cos(u_{ikj}, \vec{u}_0)$ – косинусы углов между направлениями вектора $\vec{u}_0$ сейсмического воздействия, определяемые по п. 10.14, и перемещений u_{ikj} ;

Q_k – вес элемента сооружения, отнесенный к точке k , при этом необходимо учитывать присоединенную массу воды в соответствии с п. 10.18.

K_2 – 0,8 для плотин высотой до 60 м, 1 – плотин высотой свыше 100 м; в интервале между этими значениями высот – линейной интерполяцией;

K_1 = 0,25 – коэффициент редукции, учитывающий конструктивные решения здания;

K_ψ – 0,7 при сейсмичности площадки строительства 7 и 8 баллов; 0,65 при сейсмичности площадки строительства 9 баллов;

β_i – коэффициент динамичности, соответствующий i -ой форме собственных колебаний плотины.

Для грунтовых плотин I класса расчетное сейсмическое воздействие, характеризуемое вектором ускорения A необходимо увеличивать на 20 %.

10.16 Значение β_i зависит от периода свободных колебаний плотины по i -ой форме T_i (см. рисунок 7) и категории грунтов по сейсмическим свойствам (см. таблицу 12). Во всех случаях произведения $K_{\psi}\beta_i$ следует принимать не менее 0,8.

Таблица 12 – Определение коэффициента β_i

Категория грунта в основании плотины по Таблице 11	При $T_i > 0,15$ сек	При $T_i \leq 0,15$ сек
I	$\beta_i = 1/T_i \leq 3,0$	$\beta_i = 1,5 + 10T_i \leq 3,0$
II	$\beta_i = 1,1/T_i \leq 2,7$	$\beta_i = 1,5 + 8T_i \leq 2,7$
III	$\beta_i = 1,5/T_i \leq 2,0$	$\beta_i = 1,5 + 25T_i \leq 2,0$

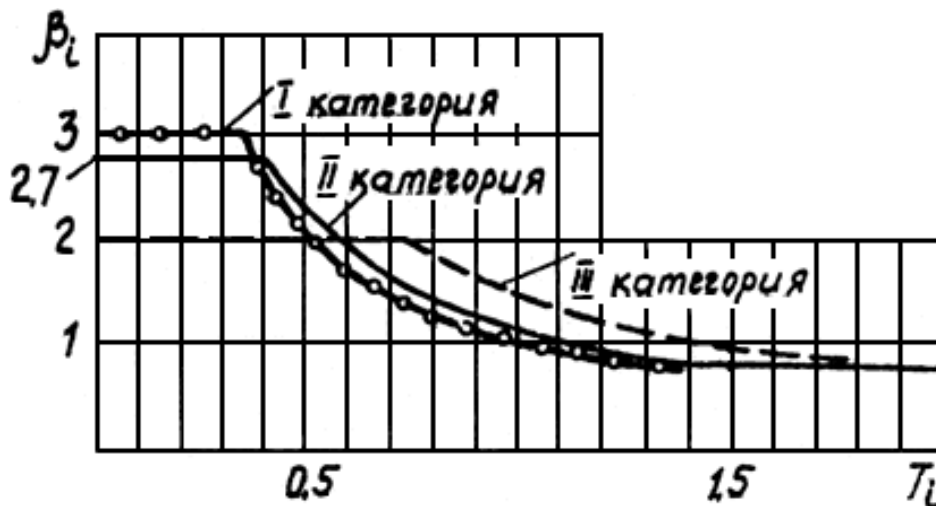


Рисунок 7 – График значений коэффициента β_i в зависимости от периода колебаний T_i и категории грунта

10.17 Значение T_i (для расчетной схемы в виде треугольного клина неограниченной длины, плоская задача) определяется по формуле:

$$T_i = \frac{2\pi H_{nl}}{C_2 a_i}, \quad (13)$$

где H_{nl} – максимальная высота плотины, м;

C_2 – скорость распространения поперечных волн в теле сооружения;

a_i – частотный коэффициент, определяемый по таблице 13.

Таблица 13 – Определение частотного коэффициента a_i

Значение $f_I \frac{E_{пл}}{E_{осн}}$	Значение a_i для 4-х форм собственных колебаний			
	1	2	3	4
0,0	2,40	5,52	8,65	11,79
0,5	1,90	5,05	8,20	То же
1,0	1,45	4,70	7,85	"
1,5	1,15	4,45	7,65	"
2,0	0,90	4,35	8,50	"

Значение C_2 для различных грунтов задается Заказчиком или рассчитывается по одной из следующих формул:

$$C_2 = \sqrt{\frac{G^I \cdot g}{\rho}} = \sqrt{\frac{E^I \cdot g}{2\rho(1+\mu)}}, \quad (14)$$

где G^I , E^I – динамический модуль сдвига, упругости, 0,01 МПа;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/сек²;

ρ – плотность, осредненная, грунта тела плотины, т/м³;

μ – коэффициент Пуассона.

Вторая формула для определения C_2

$$C_2 = 84,36 \cdot H_{срэф}^{0,245} \cdot E_i \cdot F_i, \text{ м/с}, \quad (15)$$

где $H_{срэф}$ – среднеэффективная высота плотины, принимаемая равной 0,343 $H_{макс}$;

E_i – коэффициент, учитывающий генезис породы, он равен 1,000 в случае аллювиального грунта, 1,435 в случае делювиального грунта;

F_i – коэффициент, учитывающий вид грунта, принимается равным:

1,000 - для глины, суглинка,

1,202 - для мелкозернистого песка,

1,261 - для среднезернистого песка,

1,412 - для крупнозернистого песка,

1,482 - для песка с гравием,

1,927 - для гравия,

2,7 - для каменной наброски.

В расчетах вид грунта принимается осредненным для всего профиля сооружения.

Коэффициент $f_I = \frac{K_3}{2(1+\mu)}$, где K_3 определяется по таблице 14 в зависимости от

соотношения " a " - ширины плотины по основанию в направлении вдоль потока, " b " - длины плотины по гребню и μ – коэффициента Пуассона.

Таблица 14 – Определение коэффициента K_3

b/a	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	12,0	20,0
K_3 при $\mu = 0.3$	0,39	0,82	1,41	1,78	2,16	2,38	2,68

10.18 Вес погруженного в воду элемента Q_k сооружения следует определять без учета взвешивающего действия воды. Массу воды в порах и полостях этого элемента следует учитывать как дополнительный вес. При учете инерционного влияния воды к величине Q_k следует прибавлять вес присоединенной массы воды, равный $m_g g$, где m_g – присоединенная масса воды; g – ускорение силы тяжести.

10.19 Горизонтальную присоединенную массу воды, приходящуюся на единицу площади поверхности сооружения, следует определять по формуле:

$$m_g = \rho_w h \mu \psi \quad (16)$$

где ρ_w – плотность воды;

h – глубина воды сооружения;

μ – безразмерный коэффициент присоединенной массы, при горизонтальных сдвиговых колебаниях сооружения консольного типа с вертикальной напорной гранью, определяется по формуле:

$$\mu = \frac{\alpha R - C_2 (\alpha - 1)}{\alpha - (\alpha - 1) \frac{z^2}{h^2}} \quad (17)$$

ψ – коэффициент, учитывающий ограниченность длины водоема и принимаемый для

$$\frac{l}{h} \geq 3 \text{ равным } 1,0$$

$$\frac{l}{h} < 3 \text{ по таблице 15;}$$

l – расстояние между сооружением и противоположным ему берегом водоема на глубине $2/3h$ от свободной поверхности воды.

Примечания -

1. Если вода находится с двух сторон сооружения, ее присоединенную массу следует принимать равной сумме присоединенных масс воды, определяемых для каждой из сторон сооружения.

2. Коэффициенты R , C_2 , принимаются по таблице 16; z - ордината точки напорной грани, для которой вычисляется значение присоединенной массы воды (начало координат принимается на уровне водной поверхности); α - отношение ускорения гребня, определяемого из расчета плотины без учета влияния водной среды, к величине AK_1 .

Таблица 15 – Коэффициент ψ

$\frac{l}{h}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
ψ	0,26	0,41	0,53	0,63	0,72	0,78	0,83	0,88	0,90	0,93	0,96	1,0

Таблица 16 – Коэффициенты R, C_2

Коэффициенты	Отношение z/h									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
R	0,23	0,36	0,47	0,55	0,61	0,66	0,70	0,72	0,74	0,74
C_2	0,04	0,09	0,13	0,18	0,23	0,28	0,34	0,38	0,42	0,43

10.20 Активное q_c и пассивное q_c^* давление несвязного грунта на плотину с учетом сейсмического воздействия следует определять по формулам:

$$\left. \begin{aligned} q_c &= \rho_c g H \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \varepsilon)}{\cos \theta \cos(\theta + \delta + \varepsilon) (1 + \sqrt{z})^2}; \\ q_c^* &= \rho_c g H \frac{\cos^2(\varphi + \theta - \varepsilon)}{\cos \theta \cos(\theta - \delta - \varepsilon) (1 - \sqrt{z^*})^2}, \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

где

$$z = \frac{\sin(\varphi - \alpha - \varepsilon) \sin(\varphi + \delta)}{\cos(\theta - \alpha) \cos(\theta + \delta + \varepsilon)}; z^* = \frac{\sin(\varphi + \alpha - \varepsilon) \sin(\varphi + \delta)}{\cos(\theta - \alpha) \cos(\theta - \delta - \varepsilon)} \quad (19)$$

При горизонтальном направлении сейсмического воздействия

$$\rho_c g = \frac{\rho g}{\cos \varepsilon}. \quad (20)$$

При наклонном направлении сейсмического воздействия:

$$\rho_c g = \rho g \frac{1 - 0,5AK_1}{\cos \varepsilon}; tg \varepsilon = \frac{0,87AK_1}{1 - 0,5AK_1}, \quad (21)$$

где ρ – плотность грунта;

H – глубина рассматриваемой точки грани стены ниже поверхности грунта;

θ – угол наклона грани стены к вертикали;

α – угол наклона поверхности грунта к горизонту;

φ – угол внутреннего трения грунта;

δ – гол трения грунта по стене;

$\varepsilon = \arctg AK_1$ – угол отклонения от вертикали равнодействующей плотности грунта ρ и сейсмической силы $\rho g AK_1$;

g – ускорение силы тяжести.

В случае определения активного q_c и пассивного q_c^* давления водонасыщенного грунта на подпорные стены в формулы следует вводить вес взвешенного грунта $(\rho - \rho_s)g$, а сейсмическую силу $\rho_{нас} g AK_1$ следует определять по плотности насыщенного грунта; при этом угол отклонения равнодействующей равен:

$$\varepsilon = \arctg \frac{\rho_{нас} g}{(\rho - \rho_s)} AK_1, \quad (22)$$

где ρ_s – плотность воды.

Давление насыщающей грунт воды на стену следует определять так же, как и в статическом расчете.

В случае расположения грунта под водой следует учитывать сейсмическое давление воды на его поверхность, равное сейсмическому давлению воды на стену на той же глубине. При углах α менее 10° допускается приближенно принимать $(\rho - \rho_s)gH + p$ вместо $(\rho - \rho_s)gH$, где p – давление воды на поверхность грунта.

Примечание - При определении активного давления $p > 0$, а при определении пассивного давления $p < 0$.

10.21 Для плотин из грунтовых материалов, расчет которых выполняется по одномерной (консольной) схеме, следует учитывать не менее трех форм собственных колебаний, а для плотин, расчет которых выполняется по двухмерной схеме, следует учитывать не менее не менее 15 форм.

10.22 Для определения сейсмических нагрузок при обосновании строительства грунтовых плотин классов I и II и при проектировании сооружений классов III и IV допускается учет только низшего тона колебаний и приближенной формы деформации сооружений, соответствующей этому тону.

10.23 В расчетах устойчивости плотин из грунтовых материалов инерционные нагрузки на сдвигаемую часть нескального основания следует определять при ускорениях перемещения основания, равных AK_1 .

10.24 Для плотин из грунтовых материалов должна проводиться проверка устойчивости откосов на сдвиг по круглоцилиндрическим, ломаным или другим поверхностям скольжения согласно нормам проектирования этих сооружений. При расчетах сейсмических нагрузок на сооружения по двухмерным и трехмерным схемам для

проверки устойчивости откосов допускается использовать расчетные ускорения a_{pkj} в точках k сооружения, определяемых по формуле:

$$a_{pkj} = AK_1 K_2 \sqrt{\sum_{i=1}^n [K_{\psi} \beta_i \eta_{ikj}]^2} \quad (23)$$

10.25 При расчете гидротехнических сооружений на вертикальную составляющую сейсмического воздействия следует учитывать дополнительное сейсмическое давление воды $p_{дон}$ (ординаты давления) на наклонные грани сооружений, определяемое по формуле:

$$p_{дон} = 0,5 \rho_e g z A K_1 \sin \Theta, \quad (24)$$

где z – расстояние от рассматриваемого сечения до водной поверхности;

Θ – угол наклона напорной грани к вертикали.

10.26 Высоту гравитационной волны, м, возникающей в водохранилище в случае образования в нем сейсмотектонических деформаций при землетрясениях интенсивностью $J = 6-9$ баллов, учитываемую при назначении превышения гребня плотины над расчетным горизонтом воды, Δh следует определять по формуле:

$$\Delta h = 0,4 + 0,76(J - 6) \quad (25)$$

10.27 При расчете плотин с учетом сейсмического воздействия, направленного вдоль напорного фронта сооружения, влияние водной среды допускается не учитывать.

10.28 Плотины из грунтовых материалов следует размещать на скальном массиве, в пределах которого возможность возникновения относительных подвижек скального массива, образующих основание сооружения исключена.

10.29 При наличии в основании плотины слоя слабых грунтов (иллов, мягкопластичных глин и др.) следует удалять эти грунты либо предусматривать специальные меры к их уплотнению или закреплению.

Возможность использования таких грунтов в качестве основания плотины без указанных выше мероприятий должна обосновываться специальными исследованиями.

При строительстве плотин на скальных грунтах следует обращать особое внимание на тщательность выполнения мероприятий по укреплению грунта и улучшению контакта сооружения с основанием.

10.30 В качестве водоупорных элементов плотин из местных материалов следует применять пластичные или полужесткие ядра. Для плотин высотой до 50 м следует, как правило, применять асфальтобетонные экраны и диафрагмы, а высотой от 50 до 100 м, как правило, - асфальтобетонные диафрагмы.

При этом особое внимание следует уделять обеспечению надежности сопряжения противифльтрационных элементов с основанием и береговыми склонами.

10.31 Верховые водонасыщенные призмы плотин следует проектировать из крупнозернистых грунтовых материалов (каменная наброска, гравелистые и галечниковые грунты и др.), не способных к разжижению при сейсмических воздействиях. При отсутствии таких материалов в тело верховой призмы целесообразно введение горизонтальных слоев из крупнообломочных сильнодренирующих материалов.

Примечание - Требования этого пункта не распространяются на гидротехнические сооружения с верховыми экранами.

10.32 С целью повышения устойчивости откосов в плотинах из грунтовых материалов при сейсмических воздействиях следует предусматривать максимальное уплотнение наружных призм, особенно в зоне, расположенной близко к гребню плотины, а также крепление откосов каменной наброской или железобетонными плитами.

10.33 Грунтовые плотины независимо от класса и материала изготовления должны подвергаться обследованию после каждого сейсмического воздействия интенсивностью 5 баллов и выше. На основании установленных фактов проводится экспертная и расчетная оценка прочности, устойчивости и эксплуатационных качеств сооружения.

10.34 Расчеты на прочность и устойчивость плотин, располагаемых в сейсмических районах, производятся в рамках линейно-спектральной теории на расчетные сейсмические воздействия.

10.35 Проверка сейсмостойкости плотин I и II классов, расположенных в районах сейсмичностью свыше 7 баллов, производится методами динамической теории с использованием инструментальных записей ускорений основания и синтезированных акселерограмм. При этом деформации, напряжения и усилия определяются на всем временном интервале сейсмического воздействия.

11 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ГАБИОННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТКОСОВ ДАМБ И ПЛОТИН

11.1 Расположение и конструкции водоотводящих фильтрующих габрионных сооружений учитывают особенности гидрографии и условия функционирования оросительной системы, состав и качество воды и согласовывают с соответствующими органами и организациями.

11.2 Типы применяемых габрионных конструкций, сооружений и устройств отвечают конструктивным особенностям и условиям работы сопряженных в едином комплексе с откосами дамб и плотин; учитывают свойства грунтов и возможности использования местных каменных материалов, особенности погодно-климатических и гидрологических факторов; обеспечивают устойчивость всего комплекса возводимых сооружений, возможность механизации работ и минимум затрат на строительство и эксплуатацию.

11.3 При применении габрионных конструкций и сооружений разрабатываются альтернативные им варианты традиционных конструкций (сооружений) с учетом инженерно-экономической необходимости, экологических требований, условий и времени производства, строительных работ по всему комплексу возводимых сооружений на конкретном объекте, а также условий и срока эксплуатации данного объекта.

11.4 Для повышения эффективности и конкурентной способности вариантов проектно-строительных решений, разрабатываемых с применением габионов, учитывают: изучение наличия, условий поставки, дальности возки, состава и свойств местных и привозных каменных материалов, пригодных для использования в габионных конструкциях, сооружениях и устройствах в тех или иных условиях их применения. К местным каменным материалам, пригодным к использованию в этих конструкциях, сооружениях и устройствах, могут быть отнесены валунные и гравийно-галечные отложения в руслах рек и на пойменных массивах.

11.5 Сопоставление и выбор оптимальных конструкций, устройств и сооружений сопровождается соответствующими технико-экономическими обоснованиями, при разработке которых учитывается степень природоохранной целесообразности и эффективности проектно-строительных решений применения габионов и других альтернативных материалов и конструкций.

11.6 При оценке природоохранной целесообразности и эффективности применения габионных конструкций, устройств и сооружений, а также альтернативных им вариантов, руководствуются нормативными требованиями и положениями экологического кодекса и закона «О недрах и недропользовании»

11.7 В качестве расчетного горизонта грунтовых вод принимается их наивысший многолетний уровень, а на вновь осваиваемых орошаемых или осушаемых территориях - по перспективным данным органов водного хозяйства, данным других территориальных органов или проектно-изыскательских организаций.

11.8 Проектирование габионных конструкций и сооружений основывается на материалах инженерных изысканий и результатах гидравлико-гидрологических расчетов, а также на использовании проектных материалов и решений по тем конструктивным элементам дорожного полотна, мостов, регуляционных, малых водопропускных, водоотводных и других дорожно-мостовых сооружений, которые подлежат укреплению, усилению, стабилизации, защите и совместному сопряжению с габионными конструкциями и устройствами. Для проектирования габионных укреплений используются материалы и результаты инженерных изысканий, выполненные для всего объекта проектирования. Если они недостаточны, то предусматривается проведение дополнительных изыскательских работ.

11.9 Состав необходимых изыскательских материалов индивидуален и определяется по каждому объекту (сооружению) отдельно.

11.10 Период приобретения наибольшей прочности построенных габионных сооружений составляет 1 - 5 лет в зависимости от интенсивности и объема аккумуляции частиц грунта в тело габионов, консолидации грунта в основании этих сооружений и бортах их соприкосновения с укрепляемой поверхностью откосов (берегов) и других факторов.

11.11 Срок службы цинкового покрытия проволоки, из которой изготавливаются сетки каркасов габионов, определяется антикоррозионной устойчивостью этого покрытия.

11.12 Коробчатые габионы принято использовать для возведения массивных сооружений: подпорных стен, дамб, берегоукреплений, водосливных плотин и т.д.

Лицевая грань таких сооружений (вертикальная или наклонная) может быть, как гладкой, так и ступенчатой.

Максимальная высота конструкций, сооружаемых из коробчатых габионов, 7 - 8 м. В случае, если необходимо построить более высокие сооружения, используют системы армирования грунта, комбинированные с габионными конструкциями.

11.13 Откосные подтопляемые конструкции предназначены для противодействия ударно-сдвигающим усилиям, возникающим в поверхностных слоях грунта откосов земляного полотна, подмостовых конусов, регуляционных сооружений, на входе и выходе из малых водопропускных сооружений от различных видов силовых и размывающих воздействий паводковых и меженных вод, ледохода, лесосплава, карчехода, водных объектов временного и постоянного функционирования, стекания поверхностных и инфильтрационных вод, ветровых и судовых волн.

11.14 Область применения традиционных типов укреплений, используемых для защиты подтопляемых откосов, обусловлена предельно допустимыми критериями шести факторов гидрометеорологических воздействий: длительностью подтопления, высотой волны, толщиной льда, ледоходом (его характеристикой по интенсивности и размерами льдин), лесосплавом и карчеходом (применительно к отдельным деревьям, их длине и диаметру).

Однако учет и регламентация только этих факторов и их предельно допустимых критериев воздействий не гарантирует устойчивое функционирование подтопляемых откосов.

11.15 Дополнительному учету как при разработке вариантов традиционных типов укреплений, так и при назначении габионных и сопряженных с ними традиционных конструкций подлежат прежде всего следующие факторы воздействий на подтопляемые откосы:

- скорости течения воды вдоль откосов и в подмостовом пространстве;
- одностороннее или двустороннее подтопление укрепляемого сооружения;
- условия слива пойменных вод в подмостовое пространство и обусловленная этим возможность образования линейной эрозии;
- частота и суммарная длительность внутригодового подтопления откосов;
- наличие или отсутствие меженных вод;
- амплитуда внутригодовых колебаний уровней воды с верховой и низовой сторон укрепляемого сооружения;
- амплитуда внутригодовых колебаний уровней воды между верховой и низовой сторонами укрепляемого сооружения;
- периодичность внутригодового и многолетнего повторения расчетных или близких к ним уровней паводочного подтопления;
- особенности условий прохождения паводков и половодий (заторные, зажорные, техногенные, по поверхности ледяного покрова и другие);
- интенсивность подъема и спада паводочных уровней воды;
- длительность внутригодового воздействия ветровых и судовых волн;
- динамическое воздействие речного потока на откосы при скоростях течения более 2 м/сек в местах пересыпки проток, у водопропускных труб и в других случаях;
- подпорные явления от укрепляемого сооружения или от других близкорасположенных объектов (сооружений);

СП РК 3.04-105-2014

- местные искривления водной поверхности на излучинах рек, при сгонно-нагонных и других явлениях, а также при различном плановом положении автомобильных дорог на пойменно-руслowych массивах речных долин;

- слив паводочных вод из одной зоны их аккумуляции в зону аккумуляции смежного водопропускного сооружения;

- эрозионное понижение дна русла и берегов из-за систематических и нерегулируемых заборов грунта в руслах рек;

- размывы подмостовых русел и пойменных массивов от их стеснения и развития природных русловых процессов.

11.16 Воздействие факторов опасного проявления и развития гидрометеорологических процессов и явлений природно-техногенного происхождения способно вызвать нарушение как местной, так и общей устойчивости подтопляемых откосов и сооружений.

Поэтому выбор типа укреплений подтопляемых откосов обуславливается необходимостью инженерной оценки возможностей того или иного типа конструкций по обеспечению им местной и общей устойчивости этих откосов и защищаемых сооружений против воздействий комплекса факторов, способных проявиться и вызвать деформации в различных зонах укрепляемого земляного полотна.

11.17 Основными требованиями как при разработке вариантов традиционных типов укреплений, так и габионных конструкций и сопряженных с ними традиционных укреплений являются:

- соответствие конкретным гидрологическим условиям функционирования и степени ответственности укрепляемых сооружений (объектов);

- способность противодействия проявлению и развитию опасных природно-техногенных процессов и явлений и сохранения местной и общей устойчивости укрепляемых сооружений.

Приложение А
(информационное)

Условия необходимости учета порового давления

А.1 Поровое давление необходимо учитывать при проектировании и строительстве грунтовых плотин, имеющих в основании толщу илов или слабого водонасыщенного глинистого грунта. В этих случаях поровое давление учитывается при расчетах устойчивости откосов и деформации плотин в строительный период и начальный период эксплуатации, а также при размещении КИА (в обязательном порядке и во всех случаях). В остальных грунтовых плотинах при расчетах деформаций основания и тела плотины из грунтовых материалов, а также при определении устойчивости плотины, если коэффициент порового давления $r_{u,\max}$ к концу ее возведения превышает величину r_{um} в какой-либо части тела плотины и ее основания.

Указанные условия определяются критерием:

$$r_{u,\max} = r_{uc} \cdot r_{u0} \quad (\text{A.1})$$

А.2 Величину r_{uc} определяют по графику на рисунке А.1 в зависимости от напряжения σ , равного давлению вышележащего грунта на горизонтальную площадку, и параметра Π .

Параметр Π определяют по графику на рисунке А.2 для начального значения степени влажности грунта $S_{r,in}$ и отношения $a_{\max}/e_{in}$, где e_{in} – начальное значение коэффициента пористости; $a_{\max}$ – максимальное значение коэффициента уплотнения, найденного по компрессионной зависимости.

А.3 Величину r_u определяют по графику на рисунке А.3 в зависимости от коэффициента степени консолидации C_v^0 , равного:

$$C_v^0 = \frac{C_{v,\min t}}{t^2}, \quad (\text{A.2})$$

где $C_{v,\min}$ – наименьшее значение коэффициента консолидации;

t – время роста нагрузки σ до наибольшего значения $\sigma_{\max}$ (рисунок А.4, а, б);

$d = h$ (рисунок А.4, а); $d = h/2$ (рисунок А.4, б);

t – время возведения плотины (рисунок А.4, в, г);

$d = hm_1$ (рисунок А.4, в);

$d = b_{um}/2$ (рисунок А.4, г).

А.4 При оценке величины $r_{u,\max}$ рекомендуется вначале определить r_{uc} . Если $r_{uc} \leq r_{um}$, то поровое давление можно не учитывать.

В тех случаях, когда $r_{uc} > r_{un}$, необходимо определить величину r_{u0} , а затем $r_{u,max} = r_{uc} r_{u0}$.

Величину $C_{v,min}$ рекомендуется определять экспериментально.

В случае неоднородного грунта принимаются для расчета характеристики грунта с наибольшими величинами $S_{r,in}$ и a .

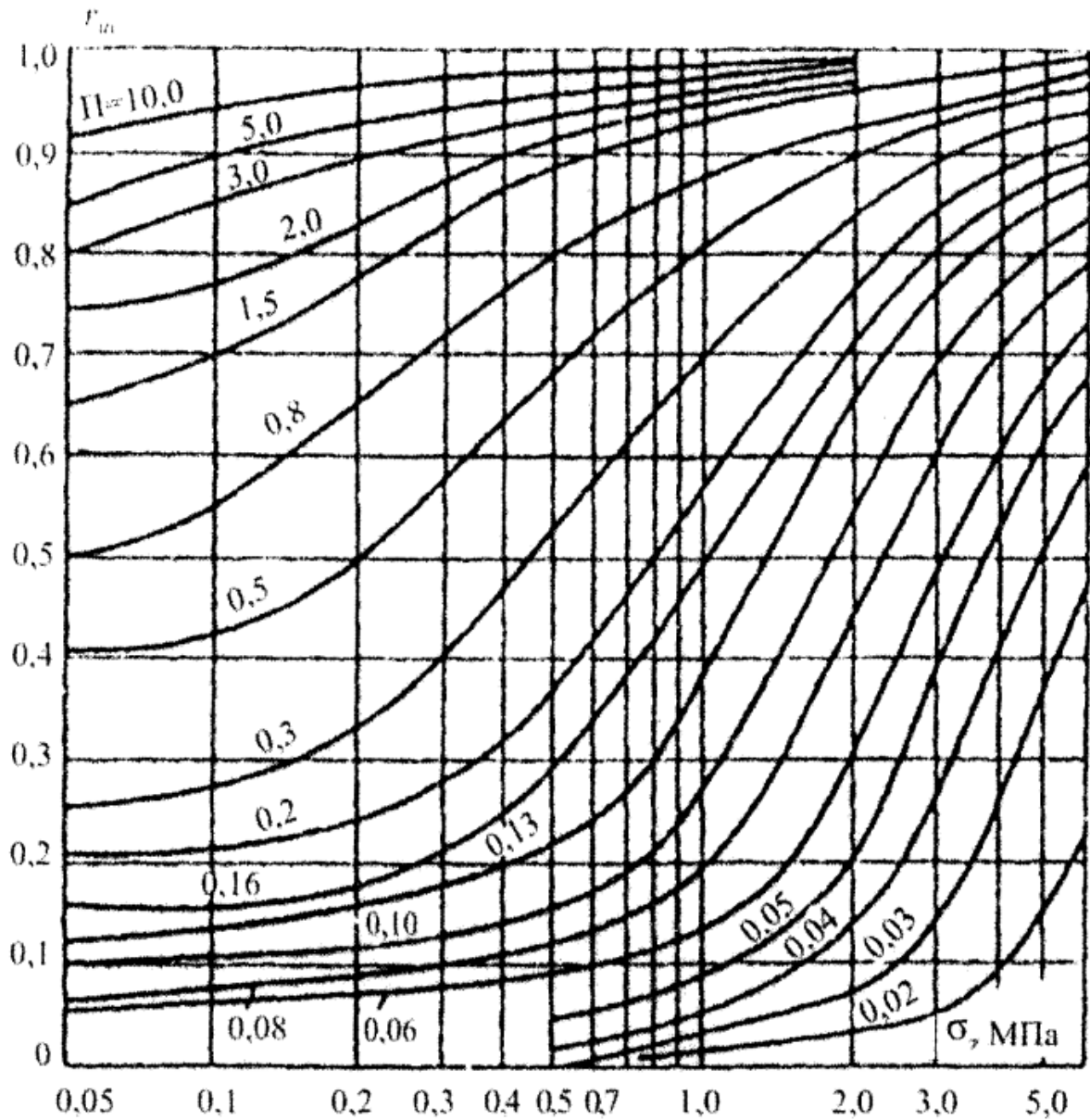
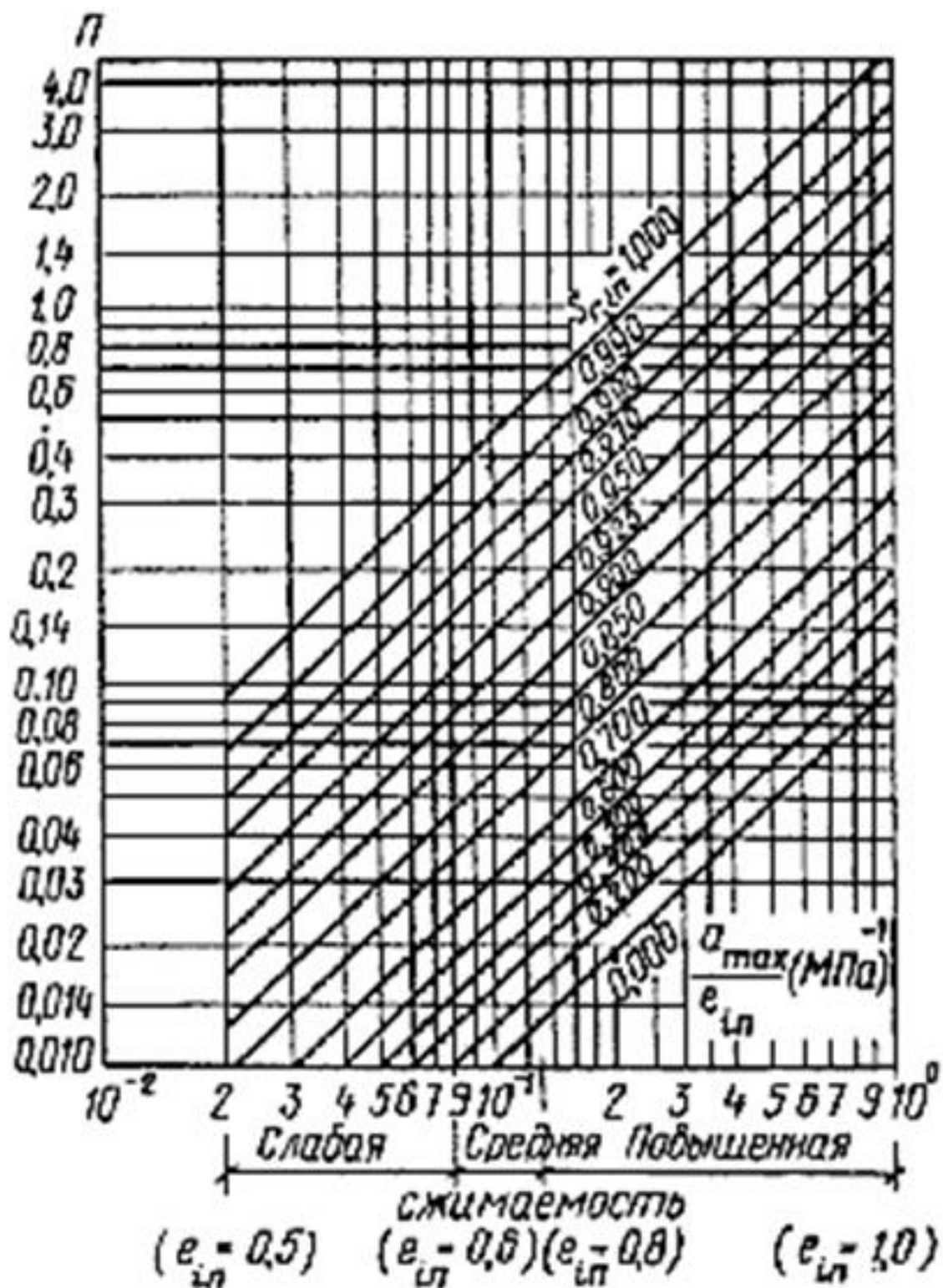


Рисунок А.1 – Номограмма для определения коэффициента парового давления r_{uc}

Рисунок А.2 – Номограмма для определения параметра Π

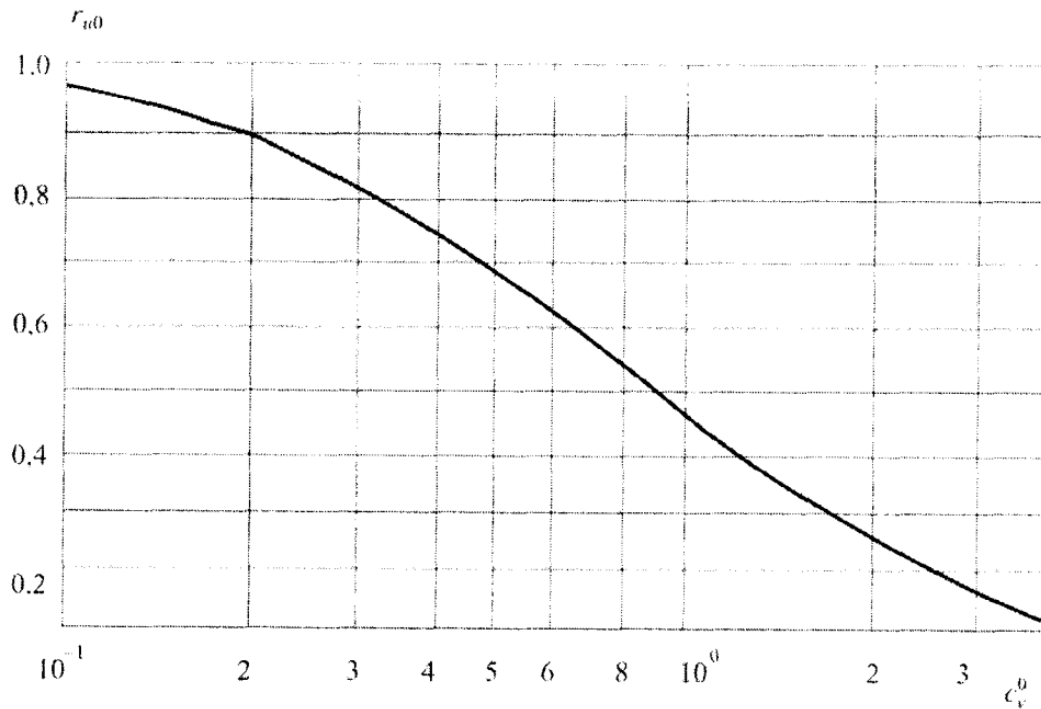
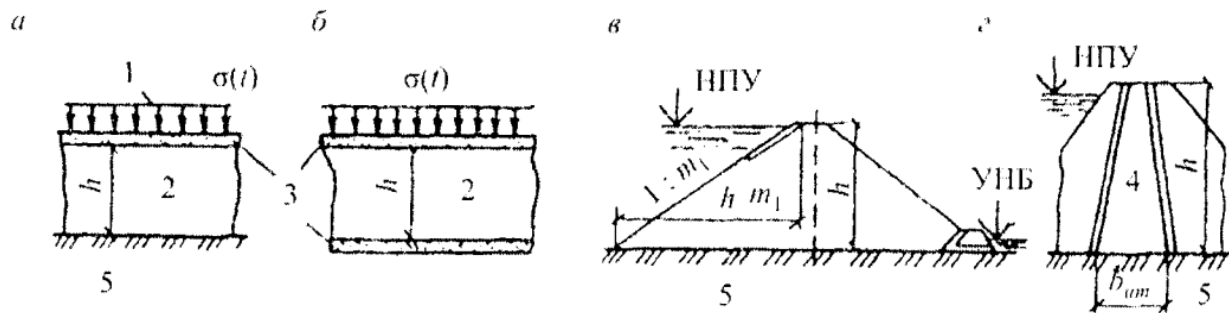


Рисунок А.3 – График зависимости коэффициента порового давления r_{uo} от c_v^0



а – слой на водоупоре; б – слой на дренаже; в – однородная плотина; з – ядро каменно-земляной плотины

Рисунок А.4 – Различные случаи определения коэффициента порового давления r_{uo}

Приложение Б
(обязательное)

**Контроль состояния сооружений и оснований в период
строительства и эксплуатации**

Б.1 Контрольные натурные наблюдения проводят в целях изучения основных показателей работы плотины и основания, комплексного анализа их технического состояния и оценки эксплуатационной надежности. Состав и объем контрольных наблюдений назначают в зависимости от класса плотины, ее конструктивных особенностей, климатических, инженерно-геологических, в том числе геокриологических, гидрогеологических, сейсмических условий, а также условий возведения, требований эксплуатации и экологической безопасности.

При наблюдениях, как правило, определяют:

- отметки уровней воды верхнего и нижнего бьефов;
- положение депрессионной поверхности в теле плотины и берегах;
- эффективность работы дренажа и противофильтрационных устройств;
- расходы воды, фильтрующейся через плотину и ее основание, а также в берегах и местах примыкания плотины к бетонным сооружениям;
- мутность, температуру, а при необходимости - и химический состав профильтровавшейся воды и воды в водохранилище вблизи плотины по всей его глубине;
- поровое давление в глинистых элементах тела плотины и основания;
- осадку тела плотины, основания и береговых примыканий;
- горизонтальные смещения гребня, низовых берм и противофильтрационных устройств;
- напряжения и деформации в теле плотины, противофильтрационных устройствах, а также в основании;
- сейсмические колебания;
- ледовые воздействия.

В состав контрольных наблюдений включают систематические визуальные натурные наблюдения за состоянием креплений и местными деформациями откосов и гребня плотины, водосбросных кюветов, появлением выходов профильтровавшейся воды, размывами откосов и берегов, появлением наледей, заилением и зарастанием дренажных устройств.

Б.2 Для плотины IV класса и их оснований предусматривают комплексные визуальные наблюдения. Инструментальные наблюдения, как правило, ограничивают наблюдениями за смещениями, осадкой, положением депрессионной поверхности и фильтрационными расходами. При соответствующем обосновании допускается не проводить инструментальных наблюдений.

Б.3 Специальные натурные наблюдения (исследования) проводят в целях получения данных для уточнения методов и результатов расчета и модельных исследований, обоснования конструктивных решений и ремонтных мероприятий, методов производства

работ и улучшения условий эксплуатации плотин.

Б.4 Проект натурных наблюдений включает:

- перечень контролируемых нагрузок и воздействий;
- перечень контролируемых и диагностических показателей состояния плотины и ее основания, включая критерии безопасности;
- программу наблюдений с изложением цели, задач, состава, объема, методики с указанием сроков, и периодичности наблюдений, номенклатуры и технических характеристик КИА;
- общие схемы и рабочие чертежи размещения и монтажа КИА в плотине, основании, береговых примыканиях и отдельных элементах, прокладки и коммуникации кабельных линий и устройства измерительных пультов;
- рабочие чертежи закладных деталей и монтажных приспособлений для установки КИА;
- спецификации устанавливаемой КИА, вторичных приборов, вспомогательного оборудования, кабелей;
- инструкцию по установке КИА, прокладке кабельных линий и оборудованию пультов;
- смету на приборы, вспомогательное оборудование, кабельную продукцию, проведение наблюдений, обработку и анализ результатов.

Номенклатуру, число приборов и их местоположение в теле плотины, основании, береговых примыканиях и отдельных элементах сооружения назначают исходя из задач, состава и объема наблюдений и исследований. При этом нужно стремиться к автоматизации всех наблюдений.

Б.5 В проект включаются требования по периодичности проведения, обработке и систематизации натурных наблюдений за работой и состоянием сооружения и его основания, как в период строительства, так и в период эксплуатации.

Б.6 При расчетах плотин всех классов устанавливаются критериальные значения показателей состояния плотин и их оснований, контролируемые натурными наблюдениями. Значения критериальных показателей технического состояния включают в проект.

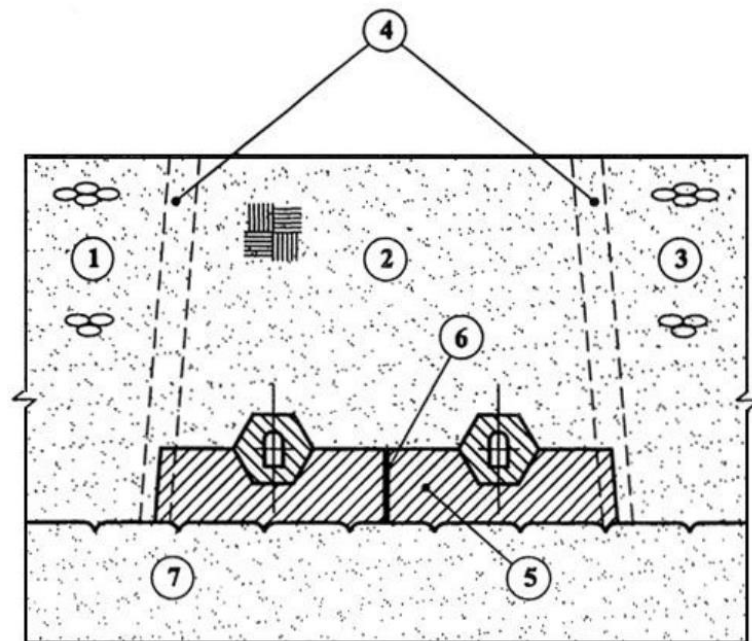
Б.7 Критериальные значения параметров состояния плотины принимаются равными расчетным значениям для основного и особого сочетания нагрузок и могут уточняться в процессе строительства и эксплуатации.

Б.8 Данные, полученные в период строительства, могут служить основанием для внесения соответствующих изменений в проект.

Приложение В
(информационное)

Конструкция сопряжения грунтовых противофильтрационных устройств со скальным основанием

Сопряжение ядра грунтовых плотин со скальным основанием (рисунок В.1) рекомендуется осуществлять созданием бетонной пробки с галереями на основе расчетного исследования напряженного состояния и прочности этой конструкции. Число галерей определяется проектом.



1 – верховая призма плотины; 2 – ядро плотины; 3 – низовая призма плотины; 4 – переходные слои; 5 – бетонная пробка с галереями; 6 – температурно-деформационные швы; 7 – скальное основание

Рисунок В.1 – Поперечное сечение бетонной пробки с галереями в основании ядра грунтовой плотины

Для выполнения расчетов с учетом взаимодействия всех элементов конструкции, работающей в условиях вертикальных нагрузок и напоров, рекомендуется использовать решения задач теории упругости.

За критерии прочности принимают предельно допустимые расчетные сопротивления бетона сжатию с учетом его напряженного состояния (объемного или плоского), которые определяются согласно действующих нормативных документов.

Расчеты выполняются в два этапа (двухэтапное выполнение расчета вызвано крупногабаритными размерами рассматриваемых сооружений и их элементов) для случая эксплуатации сооружения применительно к конкретному объекту.

На первом этапе определяется напряженно-деформированное состояние конструкций бетонной пробки и обделки галерей по основной расчетной статической

СП РК 3.04-105-2014

схеме, в которой воспроизводится полностью бетонная пробка с галереями и примыкающие к ним ограниченные зоны грунтовой плотины и скального основания. Размеры расчетной области назначаются исходя из условия соблюдения принципа Сен-Венана.

На втором этапе расчета уточняется напряженное состояние конструкции обделки галерей и примыкающих к ним зон бетонной пробки. Расчетные статические схемы образуются на базе выделенных из основной расчетной схемы фрагментов, включающих по одной галерее. К боковым граням этих фрагментов сооружения прикладывается распределенная нагрузка, соответствующая значениям напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$, полученным на первом этапе расчета.

На основании проведенных расчетных исследований напряженно-деформированного состояния и прочности вариантов конструкций пробки и обделки галерей, в них выявляются зоны сжатого бетона, уровень напряжений в которых превышает соответствующее предельно допустимое расчетное сопротивление бетона с учетом корректировки его класса. Эти зоны бетона подлежат традиционному расчетному армированию либо косвенному дисперсному.

Анализ результатов расчета рассмотренных вариантов конструкций позволяет выявить и обосновать оптимальную конструкцию пробки с галереями применительно к конкретному объекту и условиям его эксплуатации.

Приложение Г
(информационное)

Потери грунта при намыве земляных плотин

Общие потери грунта при намыве земляных плотин (разность объема грунта, разработанного в карьере и проектного объема плотины) устанавливаются по проектным данным и могут складываться из следующих потерь:

- на обогащение грунта карьера (при сбросе мелких частиц вместе с водой);
- на унос грунта течением и волнением воды;
- на унос грунта ветром;
- потери при транспортировании пульпы;
- на вынос грунта за пределы ирофильного сооружения или штабеля фильтрационной водой;
- перемывы, допускаемые нормами.

Размеры этих потерь определяются в процентах от проектного объема плотины суммированием коэффициентов:

$$K = \sum_{i=1}^8 K_i, \quad (\text{Г.1})$$

где K_1 – потери на уплотнение грунта (консолидацию в теле сооружения):

для связных грунтов $K_1 = 1,5\%$;

для песков и песчано-гравийных грунтов $K_1 = 0,75\%$;

K_2 – потери на унос грунта ветром:

$K_2 = 1,25\%$;

K_3 – потери на вынос грунта фильтрационной водой за пределы проектного профиля:

для крупного и средней крупности песка $K_3 = 0,50\%$;

для мелкого и пылеватого песка $K_3 = 1,0\%$;

K_4 – превышение над проектным объемом грунта, доставляемого средствами речного флота из подводного карьера:

$K_4 = 12\%$;

K_5 – потери грунта при гидравлическом транспортировании пульпы:

$K_5 = 0,25\%$;

K_6 – потери грунта при сбросе вместе с водой через водосбросные сооружения в процессе намыва; $K_6 \approx 3\%$;

K_7 – потери на унос грунта течением и волнением воды при намыве подводной части плотины:

СП РК 3.04-105-2014

$$K_7 = 1 - 2\%;$$

K_8 – коэффициент разуплотнения (переуплотнения) сооружения по сравнению с подводным карьером:

$$K_8 = (\rho_{dcoop} / \rho_{dnk}) \cdot 100\%.$$

Приведенные коэффициенты уточняют при опытном намыве в производственных условиях.

Необходимое количество грунта, которое разрабатывают в карьере, равно:

$$V_{кар} = KV_{пр}, \quad (Г.2)$$

где $V_{кар}$ – объем грунта в карьере;

$V_{пр}$ – объем грунта в сооружении (проектное значение).

Приложение Д
(информационное)

Расчет нормы отмыва грунта при возведении земляных намывных плотин

Норму отмыва (НО) устанавливают по характеристике состава карьерного грунта (грунта выемки) с учетом принятой технологии намыва земляного сооружения.

Грунты песчано-гравийных и песчаных карьеров в зависимости от показателей их гранулометрического состава и технологии намыва делятся на пять групп (таблица Д.1).

Таблица Д.1

Номер группы грунта	Грунт	Вид технологии намыва	Содержание фракций в составе грунта, %		Отношение сумм процентного содержания фракций грунта d , мм $\frac{\sum d > 0,25}{\sum d < 0,10}$	Коэффициент разнотерности $k_{60,10}$	Размеры фракций грунта d_{90}^* , мм
			Размер фракций грунта d , мм				
			$d = 0,10-0,25$	$d > 2,0$			
1	Разно-зернистые пески с гравием	Двусторонний с технологическим прудком	<50	>5	>1	2,5–300	>2
2	Средне-зернистые пески	То же	<0	<5	>1	<5	<2
3	Мелко-зернистые пески	»	>50	–	–	<5	–
4	Мелко-зернистые и пылеватые пески	»	<50 в большинстве случаев	–	<1	>5 в большинстве случаев	–
5	Разнозер-нистые пески с гравием, среднестер-нистые и мелкозер-нистые пески	Односторонний со свободным откосом	–	–	–	–	–

* d_{90} – размеры фракций грунта, масса которых вместе с массой более мелких фракций составляет 90 % массы всего грунта.

СП РК 3.04-105-2014

Для каждой группы грунтов и принятой технологии намыва сооружения норму отмыва (НО) определяют по следующим формулам в процентах к объему намываемого сооружения.

1-я группа:

$$НО = 0,1(d = 0,10 - 0,25\text{мм})\% + 0,35(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + \\ + 0,9(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 0,9(d = 0,005 - 0,01\text{мм})\% + 1,0(d < 0,005\text{мм})\%;$$

2-я группа:

$$НО = 0,025(d = 0,10 - 0,25\text{мм})\% + 0,35(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + \\ + 0,8(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 0,9(d = 0,005 - 0,01\text{мм})\%;$$

3-я группа:

$$НО = 0,05(d = 0,10 - 0,25\text{мм})\% + 0,3(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + \\ + 0,9(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 1,0(d < 0,005\text{мм})\%;$$

4-я группа:

$$НО = 0,11(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + 0,5(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + \\ + 0,9(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 0,9(d < 0,005\text{мм})\%;$$

5-я группа:

$$НО = 0,15(d = 0,10 - 0,25\text{мм})\% + 0,5(d = 0,05 - 0,10\text{мм})\% + \\ + 0,9(d = 0,01 - 0,05\text{мм})\% + 1,0(d < 0,005\text{мм})\%;$$

Примечания -

1 Отмыв грунта при одностороннем намыве тонкозернистых и пылеватых грунтов, а также при намыве грунтов в воду без устройства обвалования устанавливают при проектировании технологических схем намыва сооружений с использованием аналогов или результатов опытного намыва.

2 В случаях, когда проектом установлена целесообразность использования для намыва сооружений карьерных грунтов или грунтов полезных выемок без предварительного удаления вскрышного слоя, средневзвешенный гранулометрический состав, по которому определяют норму отмыва, устанавливают по всей толще карьера (выемки) – от поверхности до подошвы забоя.

Приложение Е
(информационное)

Расчеты границ зон фракционирования и осредненного зернового состава намывного грунта в поперечном сечении плотины

Е.1 Расчет границ зон фракционирования и осредненного зернового состава намывного грунта в поперечном сечении выполняют для неоднородных плотин.

Фракционирование грунта – процесс, положенный в основу конструкции намывных плотин и проявляющийся в раскладке зерен грунта по крупности по длине откоса намыва с постеленным уменьшением средней крупности намывного грунта по мере удаления от выпуска пульпы из распределительного пульпопровода.

Е.2 Для неоднородных плотин с ядром, намываемых из песчано-гравийного грунта, содержащего пылеватые и глинистые фракции, расчет границ зон фракционирования выполняют по формулам:

расстояние от откоса плотины до внутренней границы боковой зоны X_1

$$X_1 = \left(0,01 \sum_{d=2,мм}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right) L, \quad (E.1)$$

расстояние от откоса плотины до границы ядра X_2

$$X_2 = \left(0,01 \sum_{d=0,1,мм}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right) L, \quad (E.2)$$

Е.3 Для неоднородных плотин с центральной зоной, намываемых из песчано-гравийных грунтов расстояния от откоса плотины до границы центральной зоны X_3 выполняют по формуле:

$$X_3 = \left(0,01 \sum_{d=0,25,мм}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right) L, \quad (E.3)$$

$$\text{В формулах (E.1) – (E.3)} \left(0,01 \sum_{d=2,мм}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right), \left(0,01 \sum_{d=0,1,мм}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right), \left(0,01 \sum_{d=0,25,мм}^{d_{max}} \Phi_{oi} \right) -$$

содержание всех фракций соответственно $\geq 2 \text{ мм}$, $\geq 0,1 \text{ мм}$, $\geq 0,25 \text{ мм}$ в составе карьерного грунта, %; L – расстояние от откоса до оси плотины.

Примечание - В расчетах по формулам (E.1) – (E.3) вводят осредненный состав карьерного грунта.

Е.4 Осредненный зерновой состав намытого грунта в пределах выделенных зон фракционирования определяют с помощью графиков $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_0}\right)$ (рисунки Е.1 – Е.5), построенных в результате обработки данных геотехнического контроля намыва различных плотин.

На данных графиках:

α – процентное содержание составляющих частиц;

d_i – крупность составляющих частиц намытого грунта;

d_0 – средневзвешенная крупность карьерного грунта:

$$d_0 = \frac{\sum_{p=5}^{p=95} d_{oi} p_i}{90}, \quad (\text{Е.4})$$

где d_{oi} – среднеарифметическое значение крупности i -й стандартной фракции в составе карьерного грунта;

p_i – процентное содержание i -й стандартной фракции;

90 – суммарное содержание учитываемых фракций в составе карьерного грунта, %.

При вычислении d_0 отбрасываются все фракции мельче d_5 , и крупнее d_{95} , где d_5 и d_{95} – крупность частиц, соответствующая обеспеченности 5 и 95 % массы в составе карьерного грунта.

Отношение $\left[\frac{d_i}{d_0}\right]$ – снимают с осредненной кривой графиков для разной обеспеченности (10 %, 20 %, ...).

Величину d_i (d_{10} , d_{20} , ...) определяют по формуле:

$$d_i = \left[\frac{d_i}{d_0}\right] d_0 \quad (\text{Е.5})$$

С помощью полученных значений d_i строят кривую зернового, состава намытого грунта по каждой зоне.

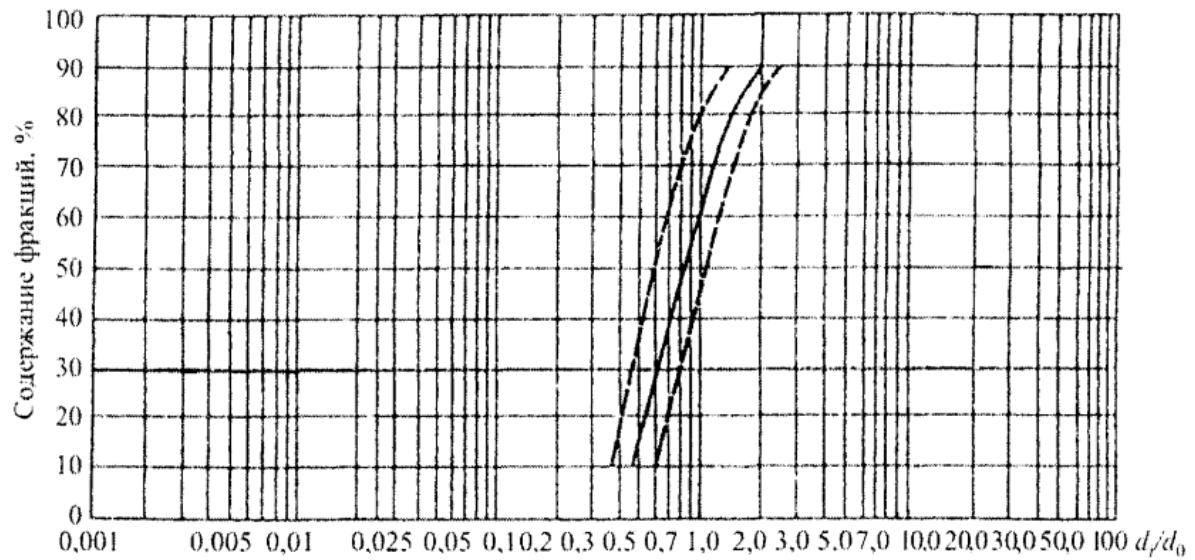
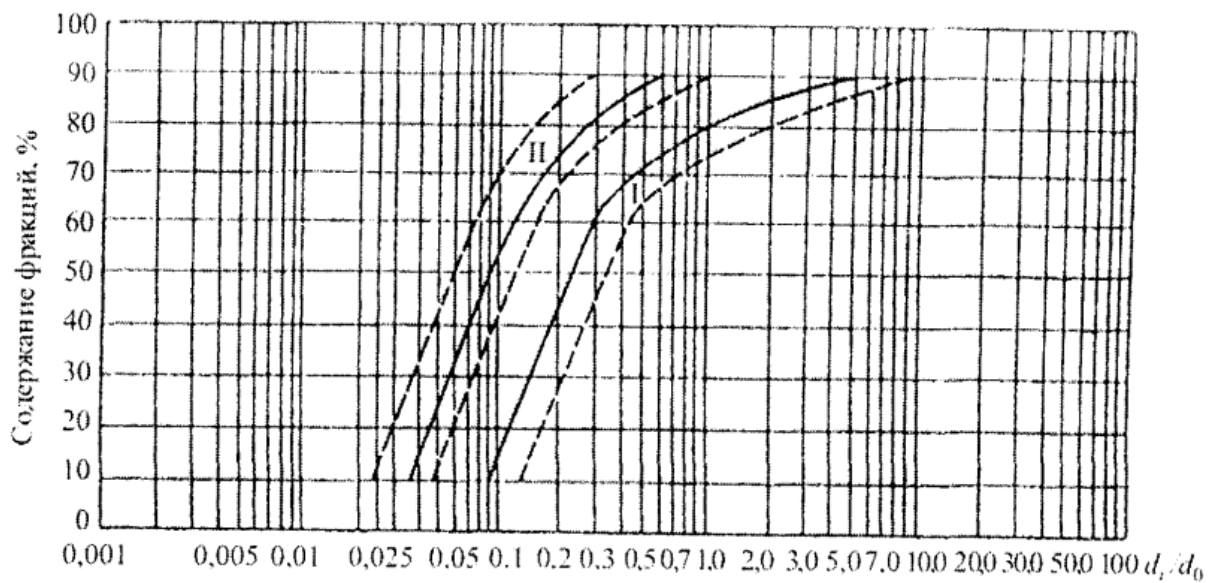


Рисунок Е.1 – График зависимости $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ для однородных песчаных плотин



I - боковая зона; II - центральная зона

Рисунок Е.2 – График зависимости $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ для неоднородных плотин из мелкого песчано-гравийного грунта с центральной песчаной зоной

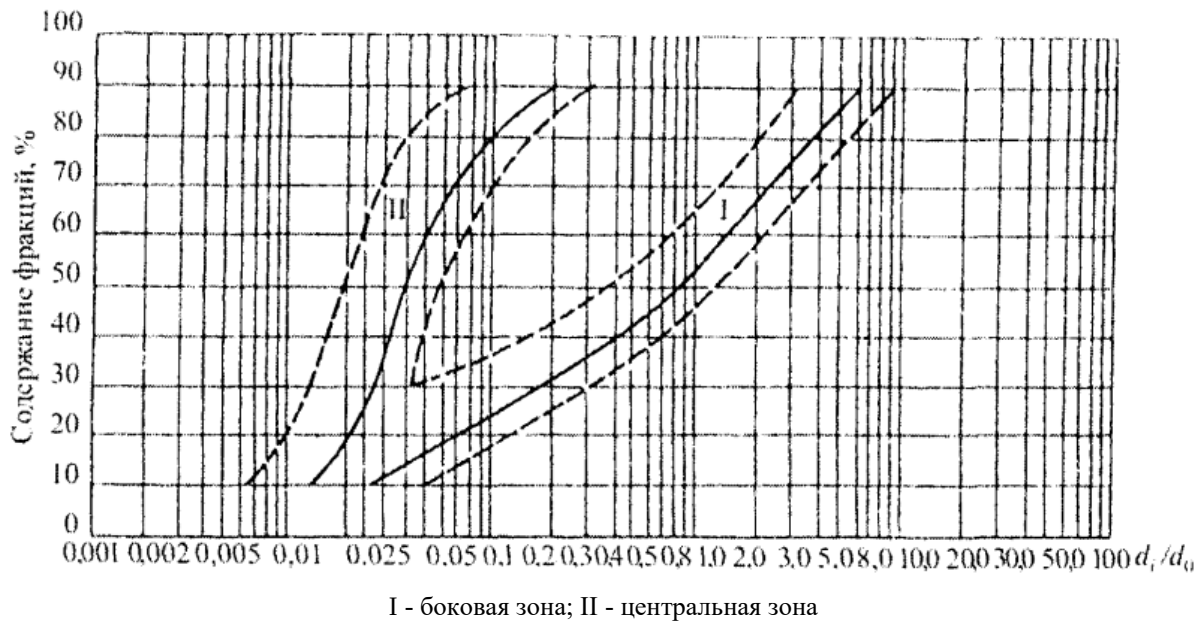


Рисунок Е.3 – График зависимости $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ для неоднородных плотин из крупного песчано-гравийного грунта с центральной песчаной зоной

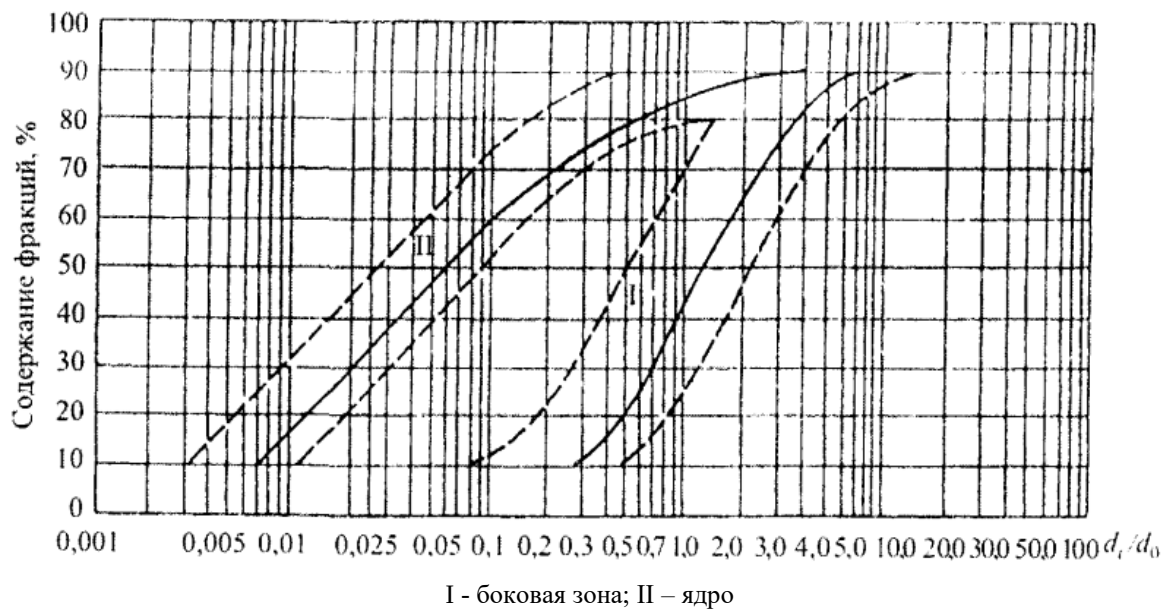


Рисунок Е.4 – График зависимости $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ для гравийных плотин с ядром высотой менее 30 м

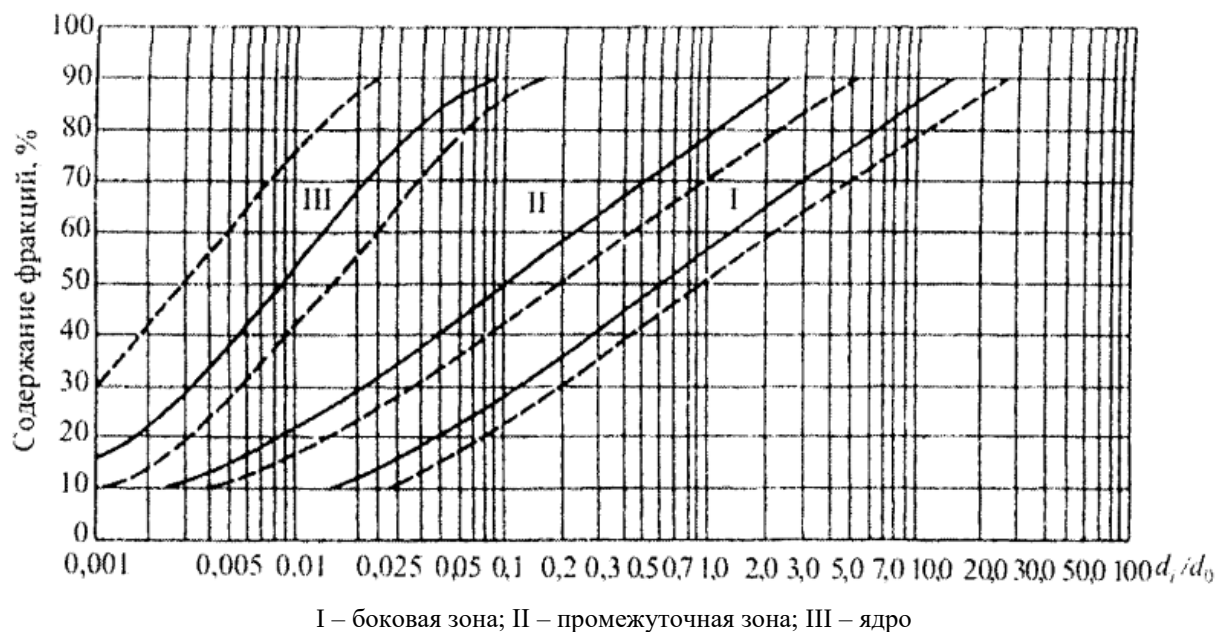


Рисунок Е.5 – График зависимости $\alpha = f\left(\frac{d_i}{d_o}\right)$ для гравийных плотин с ядром высотой более 30 м

Приложение Ж
(информационное)

Проектирование плотин со стальными диафрагмами

Ж.1 Грунтовые плотины со стальными диафрагмами могут быть рекомендованы: при отсутствии вблизи строительства грунтов, пригодных для устройства ядра, экрана или обратных фильтров;

для районов с очень влажным климатом;

во всех других случаях – при соответствующем технико-экономическом обосновании их преимуществ перед другими видами плотин.

Ж.2 Плотины со стальными диафрагмами могут возводиться из каменной наброски, горной массы, песчаных, гравийных, галечных, дресвяных и щебеночных грунтов.

Ж.3 Стальные диафрагмы допускается применять в плотинах всех классов.

Ж.4 Стальную диафрагму рекомендуется располагать в теле плотины вертикально в плоскости, проходящей по оси гребня или по бровке верхового откоса.

Ж.5 Сопряжение стальной диафрагмы с основанием плотины и береговыми склонами осуществляется посредством бетонного зуба, плиты или цементационной потерны с устройством под опорным элементом диафрагмы периметрального шва из битумных или других гидроизоляционных материалов, либо другими способами, обеспечивающими смещение опоры диафрагмы по опорной плоскости при воздействии горизонтальных нагрузок, а также водонепроницаемость шва. С бетонными сооружениями, встроенными в плотину (водосброс, водоприемник и пр.), стальную диафрагму рекомендуется сопрягать заделкой ее в бетон устоев, но с устройством в ней в непосредственной близости от устоя вертикального деформационного шва-компенсатора, обеспечивающего смещения (без натяжения) диафрагмы под действием горизонтальных нагрузок.

Ж.6 Стальные диафрагмы выполняют из нелегированных углеродистых сталей с пределом прочности 300–400 МПа и относительным удлинением 20–30 %. В условиях длительного воздействия на диафрагму низких температур наружного воздуха (минус 40 °С и ниже) по условиям производства работ рекомендуется применять сталь спокойного плавления типа ВСт3Гпс2 или ВСт3Гпс3.

Ж.7 В стальной диафрагме предусматривают вертикальные и горизонтальные деформационные швы, местоположение которых определяется соответствующими расчетами.

Ж.8 Количество и местоположение вертикальных деформационных швов в диафрагме назначаются исходя из эпюры ее плановых горизонтальных смещений от действия гидростатического давления с учетом возможных местных деформаций тела плотины, рельефа створа, геологического строения основания. Обязательным считают устройство в диафрагме вертикальных швов в местах резкого излома поверхности основания (седловине, бугре, бортах каньона и др.), а также в местах заделки диафрагмы в устои бетонных сооружений и на границах участков основания, сложенных грунтами, резко отличающимися по деформативным свойствам.

Ж.9 Количество и местоположение горизонтальных деформационных швов в стальной диафрагме назначают расчетом из условия обеспечения прочности диафрагмы на сжатие, которое возникает вследствие трения о ее поверхности грунта призм плотины при их осадке и действия собственного веса диафрагмы. Напряжение σ в диафрагме определяют по формуле:

$$\sigma = \frac{Q + N}{A_n} \leq \frac{1}{\gamma_n} R_y, \quad (\text{Ж.1})$$

где Q – вес диафрагмы;

N – нагрузка на диафрагму от трения грунта;

R_y – расчетное сопротивление стали сжатию по пределу текучести;

γ_n – коэффициент надежности по ответственности сооружения;

A_n – площадь поперечного сечения диафрагмы (расчет ведения на единицу длины плотины).

Нагрузку на диафрагму на глубине x от трения тела плотины определяют как произведение бокового давления на нее грунта на коэффициент трения грунта по стали:

$$N_1(x) = \frac{x^2}{2} (\rho_1 \lambda_1 + \rho_2 \lambda_2 + \rho_3) f, \quad (\text{Ж.2})$$

где $\rho_1; \rho_2; \rho_3$ – соответственно, плотность грунта верховой и низовой призм плотины и воды;

λ_1 и λ_2 – коэффициенты бокового давления грунта призм плотины на диафрагму;

f – коэффициент трения грунта тела плотины по поверхности стальной диафрагмы;

x – глубина расположения расчетного сечения от гребня плотины.

Расстояние x_1 от гребня плотины до первого горизонтального деформационного шва определяют подбором. Задавшись предварительно толщиной диафрагмы и ординатой x_1 , определяют значения $Q(x_1)$ и $N(x_1)$, а также проверяют условие прочности.

Местоположение второго, третьего и всех последующих швов определяют последовательными расчетами напряженного состояния фрагментов диафрагмы, расположенных между двумя соседними швами с ординатами x_n и x_{n+1} . В этом случае нагрузку $N(x)$ вычисляют как разность

$$N(x) = N(x_{n+1}) - N(x_n), \quad (\text{Ж.3})$$

В опорном фрагменте диафрагмы в пределах зоны его изгиба, равной отношению $\frac{3}{\sqrt[4]{\frac{k}{4EI}}}$, в формуле (Ж.1) учитывают влияние опорного момента и силы трения

опоры по основанию (k – коэффициент постели, EI – жесткость диафрагмы).

Для предварительного проектирования схемы разрезки диафрагмы горизонтальными деформационными швами рекомендуются графики, приведенные на рисунке Ж.1.

Ж.10 В местах расположения в диафрагме вертикальных швов устраивают также поперечные (герметичные) деформационные швы в ее опорном элементе по типу, приведенному на рисунке Ж.2.

Ж.11 Значения коэффициентов трения песчаных, гравийных и галечниковых грунтов тела плотины или переходных слоев по стальной диафрагме рекомендуется назначать по графикам на рисунке Ж.3 с последующим их уточнением специальными испытаниями для конкретных случаев.

Ж.12 Окончательные размеры конструктивных элементов профиля плотины, ее подземного контура, толщины диафрагмы, шага деформационных швов уточняют по данным статических, динамических и фильтрационных расчетов плотины.

Ж.13 Для определения горизонтальных смещений и прогибов диафрагмы рекомендуется использовать методику ее расчета по схеме балки конечной жесткости на упругом податливом основании, в качестве которого рассматривается низовая призма плотины. Податливость низовой призмы выражается коэффициентом постели k , изменяющимся по ее высоте.

Смещение опоры диафрагмы имитируется в расчетной схеме введением в опорное сечение реактивной силы трения T_0 и момента M_0 (рисунок Ж.4).

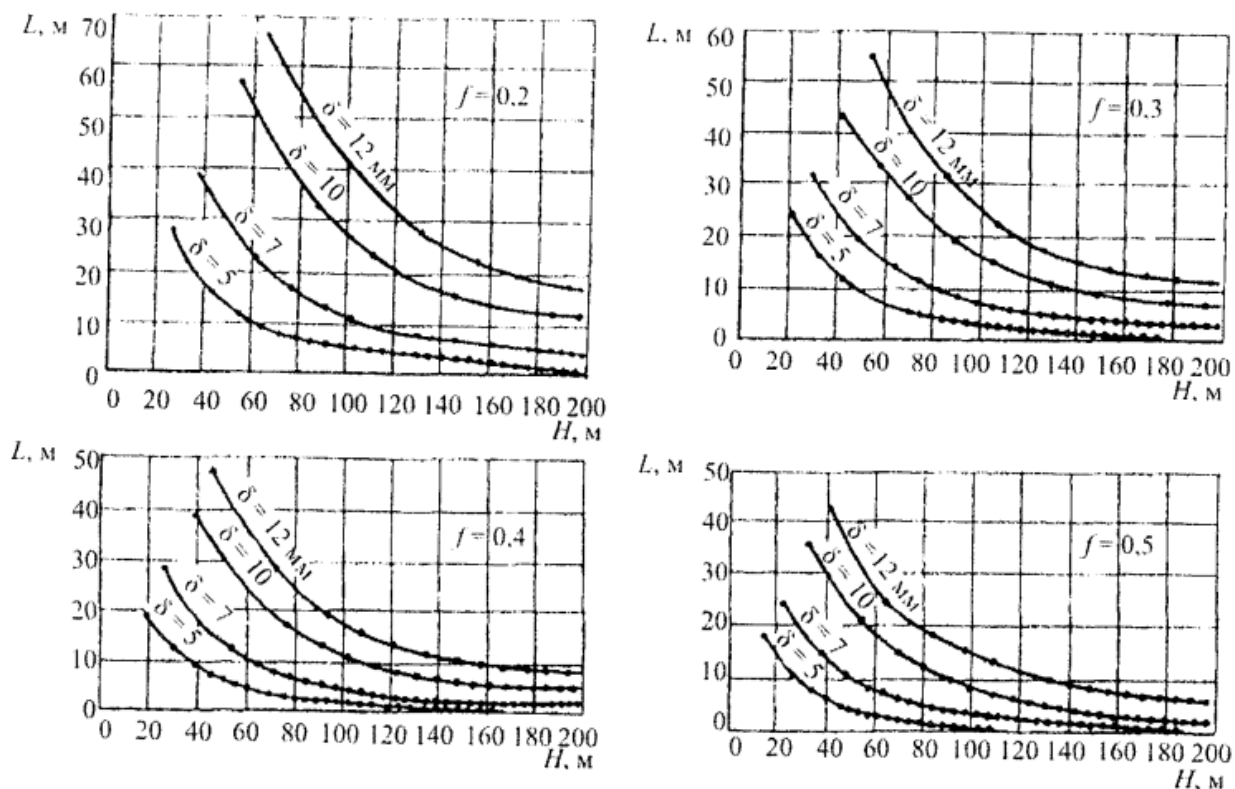
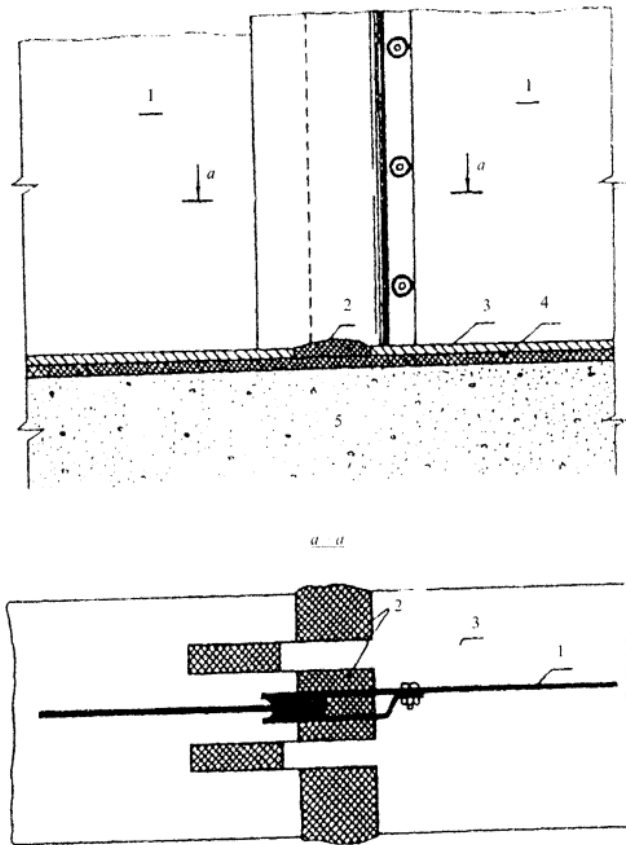
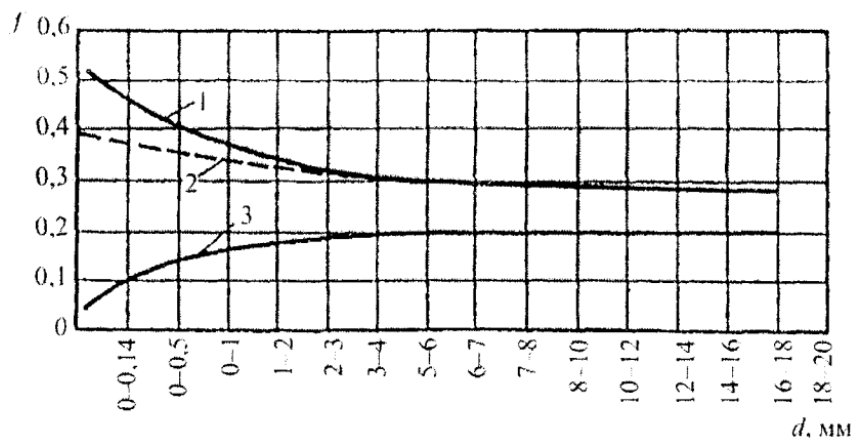


Рисунок Ж.1 – Зависимость расстояния между горизонтальными швами диафрагмы по высоте L от толщины диафрагмы δ , величины коэффициента трения грунта по диафрагме f и высоты диафрагмы H



1 – диафрагма, соединенная с бетонным зубом; 2 – уплотнение деформационного шва опорного элемента; 3 – опорный элемент диафрагмы; 4 – битумное покрытие; 5 – бетонный зуб

Рисунок Ж.2 – Устройство деформационного шва в опорном элементе диафрагмы



1 – грунт влажностью 2–7 %; 2 – грунт влажностью 100 %; 3 – грунт при покрытии диафрагмы битумом

Рисунок Ж.3 – Зависимость коэффициентов трения грунтов по стальной диафрагме от их крупности и влажности

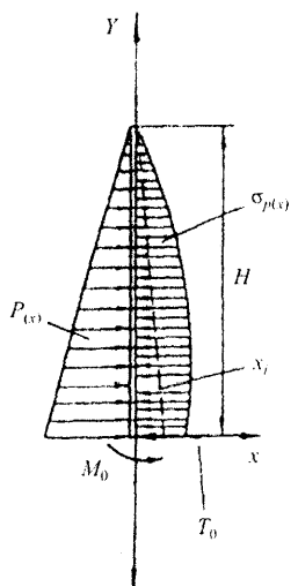
Ж.14 Напряженно-деформированное состояние плотины со стальной диафрагмой рекомендуется рассчитывать численными методами в постановке упругой или упругопластической задачи с учетом поэтапного ее возведения и наполнения

водохранилища. При расчете плотины с подвижной в опоре диафрагмой рекомендуется учитывать проскальзывание боковых призм плотины по основанию вблизи диафрагмы введением в расчетную схему скользящих опор.

В расчетах необходимо учитывать собственный вес с учетом взвешивающего действия воды, гидростатическое давление, силы трения боковых призм по диафрагме и в ее опорном сечении.

Ж.15 Исходя из того, что тонкая стальная диафрагма практически полностью передает активную горизонтальную нагрузку низовой призме, общую статическую устойчивость низовой призмы рекомендуется проверять на плоский сдвиг по поверхности основания.

Ж.16 Толщину стальной диафрагмы при соответствующем обосновании можно назначать, допуская работу стали в конструкции на пределе ее текучести. Толщина диафрагмы при этом должна полностью соответствовать требованиям коррозионной долговечности.



$P_{(x)}$ – расчетная нагрузка на диафрагму; $\sigma_{p(x)}$ – реактивные напряжения в грунте низовой призмы; M_0 , T_0 – реактивные соответственно момент и сила трения, действующие в опоре диафрагмы; x_i – смещения диафрагмы; H – высота диафрагмы

Рисунок Ж.4 – Схема расчета диафрагмы как балки на упругом основании

Ж.17 В условиях развития язвенной коррозии диафрагму рекомендуется оборудовать системой электрохимической (катодной) защиты.

Приложение И (информационное)

Расчет устойчивости откосов по способу наклонных сил взаимодействия

В числе рекомендуемых методов расчета устойчивости откосов грунтовых плотин названы методы, оперирующие с расчлененной на вертикальные элементы призмой обрушения и с произвольной или круглоцилиндрической поверхностью сдвига, удовлетворяющие условиям равновесия в предельном состоянии.

В качестве таковых могут быть использованы методы, основанные на гипотезе наклонных сил взаимодействия между элементами призмы обрушения.

Угол наклона к горизонту сил взаимодействия может быть определен из условий равновесия призмы обрушения в предельном состоянии, которое достигается пропорциональным изменением характеристик прочности грунтов от расчетных значений $tg\varphi, c$ до критических $tg\varphi_k, c_k$.

При произвольной поверхности сдвига для оценки устойчивости призмы обрушения сопоставляют проекции равнодействующих активных сил F_E и сил сопротивления R_E на направление сил взаимодействия. При круглоцилиндрической поверхности сдвига можно сопоставлять как моменты этих равнодействующих F_0, R_0 относительно оси поверхности сдвига, так и их проекции.

Критерием устойчивости призмы обрушения является соотношение:

$$\gamma_{fc} F \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} R, \quad (\text{И.1})$$

где $\gamma_{fc}, \gamma_c, \gamma_n$ – коэффициенты сочетаний нагрузок, условий работы, надежности по ответственности сооружения.

Откос устойчив, если обеспечена устойчивость призмы обрушения с наиболее опасной поверхностью сдвига.

Проекции равнодействующих определяют из условия равновесия элементов призм обрушения (рисунок И.1) по формулам:

$$\left. \begin{aligned} F_E &= \sum Q \sin(\beta + \delta) \\ R_E &= \sum Q \cos(\beta + \delta) \operatorname{tg}(\varphi + \beta - \alpha) + \sum \frac{C \cos \varphi}{\cos(\varphi + \beta - \alpha)} \end{aligned} \right\}, \quad (\text{И.2})$$

где $Q = qdx$ – равнодействующая активных сил, действующих на элемент призмы обрушения;

β – угол наклона к оси x силы взаимодействия E между элементами призмы обрушения;

dx – ширина призмы;

δ – угол отклонения силы Q от вертикали;

α – угол наклона элемента поверхности сдвига к горизонту;

$C = cds$ – сила сцепления, действующая на элемент поверхности сдвига, длина дуги которого ds .

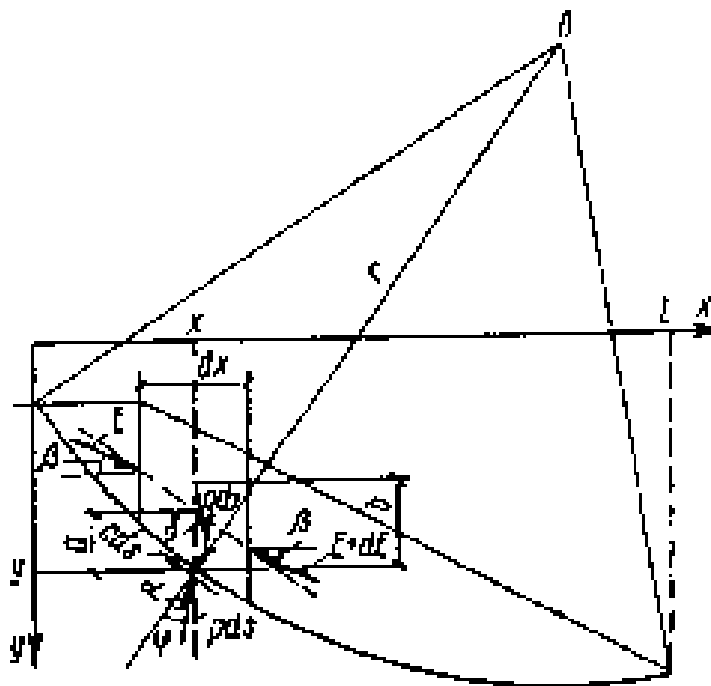


Рисунок И.1 – Схема сил, действующих на элемент призмы обрушения

Моменты равнодействующих определяют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} F_0 &= r \sum Q \left[\sin(\alpha + \delta) - \frac{b}{r} \sin \delta \right] \\ R_0 &= r \left[\sum \frac{Q \cos(\beta + \delta) \sin \varphi}{\cos(\varphi + \beta - \alpha)} + \sum \frac{C \cos(\beta - \alpha) \cos \varphi}{\cos(\varphi + \beta - \alpha)} \right] \end{aligned} \right\}, \quad (\text{И.3})$$

где r – радиус поверхности сдвига;

b – возвышение точки приложения силы Q над поверхностью сдвига.

Угол β в обоих случаях допустимо определять по приближенной зависимости:

$$\beta = \frac{\sum (\alpha + \delta) dx}{\sum dx} \quad (\text{И.4})$$

Устойчивость откоса в предположении круглоцилиндрической поверхности сдвига можно проверять по формулам (И.2) и (И.3). Отношения $\frac{R_0}{F_0}$ и $\frac{R_E}{F_E}$ – разные механические

понятия, поэтому оценки устойчивости по ним получаются разными. Однако эти оценки совпадают при $-\frac{R}{F} = 1$ и достаточно близки при $-\frac{R}{F} < 1,3$.

Если принять в качестве универсальной оценки устойчивости отношение $\frac{tg\varphi}{tg\varphi_k} = \frac{c}{c_k}$, т.е. подобрать такие значения характеристик прочности, при которых $R_0 = F_0$ и $R_E = F_E$, результаты расчета обоими способами тождественны.

Такой расчет может служить контролем правильности определения угла β , т.е. соблюдения условий равновесия призмы обрушения в предельном состоянии, для найденной наиболее опасной поверхности сдвига.

Влияние воды, насыщающей откос, допускается учитывать двумя способами:

- вес грунта в пределах каждого элемента определяют с учетом ее капиллярного поднятия, а по контуру элемента (поверхности откоса, поверхности сдвига и плоскостям раздела между элементами) определяют давление воды фильтрационным расчетом;
- вес грунта элемента определяют с учетом его взвешивания водой; на уровне ее поверхности к грунту прилагают капиллярные силы, и к насыщенному водой объему грунта элемента прилагают фильтрационные силы, определяемые расчетом.

Оба способа дают тождественные результаты и распространяются на неустановившуюся фильтрацию, в том числе при незавершенной консолидации грунта. При вычислении активной силы F_E и активного момента F_0 давление воды по плоскостям раздела можно не учитывать, в сумме они равны нулю. При вычислении F_0 можно не учитывать также давление воды по круглоцилиндрической поверхности сдвига, его момент равен нулю.

Влияние сейсмических воздействий на откос определяют в форме объемных сейсмических сил, действующих на объем грунта каждого элемента с учетом его насыщения водой, и изменения давления воды на поверхность откоса в пределах элемента.

В расчеты откосов с учетом сейсмических воздействий вводят динамические характеристики прочности грунтов, если они отличаются от статических. Учитывают в соответствующих случаях возникновение избыточного порового давления как следствие сейсмических толчков.

Сейсмические воздействия относятся к особым нагрузкам, их учет исключает другие особые нагрузки.

Приложение К
(информационное)

Особенности расчета асфальтобетонных диафрагм и их влияние на работу плотины

К.1 При расчете влияния асфальтобетонных диафрагм на работу плотины, асфальтобетон в диафрагме рассматривается как тяжелая жидкость с коэффициентом бокового давления n , равным показателю его ползучести ($n < 1$). Значения показателя ползучести, зависящие от состава асфальтобетона и от вязкости битума в его составе (от температуры асфальтобетона в конструкции), приведены в таблице К.1.

Таблица К.1 – Зависимость показателя ползучести асфальтовых материалов (n) от вязкости структурированного в их составе битума ($\eta_{\delta,40}$) и от объемной концентрации в их составе минеральной части (C_v)

C_v	Вязкость битума в составе асфальтобетона при сорокаминутном сопротивлении $\eta_{\delta,40}$ пуаз						
	$\cdot 10^6$	$\cdot 10^7$	$\cdot 10^8$	$\cdot 10^9$	$\cdot 10^{10}$	$\cdot 10^{11}$	$\cdot 10^{12}$
0,5	0,69	0,66	0,62	0,58	0,51	0,41	0,27
0,6	0,58	0,57	0,55	0,53	0,48	0,37	0,25
0,7	0,46	0,47	0,47	0,45	0,40	0,32	0,21
0,8	0,30	0,32	0,34	0,34	0,32	0,25	0,16
0,9	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,13	0,08

К.2 Напряженно-деформированное состояние диафрагмы определяется из условия, что поведение асфальтобетона в диафрагме под нагрузкой описывается соотношением:

$$\varepsilon = \frac{\sigma t^n}{A}, \quad (\text{К.1})$$

где ε – относительная деформация асфальтобетона в диафрагме;

t – время работы асфальтобетона в диафрагме при напряжении σ ;

A – модуль жесткости асфальтобетона (модуль деформации, приведенный ко времени нагружения 1 с).

К.3 При расчетном определении сохранения прочности и сплошности асфальтобетонных диафрагм в теле плотины ориентируются на следующие положения, установленные на основе натурных наблюдений:

асфальтобетон в диафрагме ни при каких условиях не разрушится, если действующие в нем напряжения не превышают предела его длительной прочности $\sigma_{\text{дл.пр.}}$ (равный пределу его текучести);

при действии в диафрагме напряжений, превышающих предел текучести асфальтобетона, диафрагма не разрушится, если величина напряжений действующих в расчетной ее зоне в рассматриваемый момент времени не превышает их допустимые значения.

Действующие в асфальтобетоне диафрагмы в момент времени t напряжения могут быть определены по формуле:

$$\sigma = (\sigma_{нач} - \sigma_{кон}) e^{-(1-n) \ln t}, \quad (K.2)$$

или по формуле:

$$\sigma = \frac{\sigma_{нач}}{t^m} \quad (K.3)$$

Допустимые их значения определяются по соотношению:

$$|\sigma| = \frac{R_0}{t^m} \quad (K.4)$$

В формулах (K.1 – K.4):

$\sigma_{нач}$ – начальное (взятое за исходное) напряжение в асфальтобетоне конструкции;

t – время наблюдения (расчетное время), с;

m – показатель длительной прочности асфальтобетона конструкции; его примерные значения, зависящие от состава асфальтобетона и от вязкости битума в его составе при расчетной температуре, приведены в таблице К.2;

R_0 – предел прочности асфальтобетона диафрагмы при рассматриваемых условиях и схеме его нагружения, приведенной к односекундному сопротивлению.

При интенсивности нарастания напряжений в конструкции превышающих интенсивность их релаксации, расчет диафрагмы ведется по допустимым скоростям относительных деформаций асфальтобетона диафрагмы (в некоторых случаях – по допустимым предельным их значениям для асфальтобетона диафрагмы).

Случайные трещины (швы) в асфальтобетоне диафрагмы с течением времени закрываются и омоноличиваются, но только после того, как в трещине (шве) появляются сжимающие напряжения. Если значения сжимающих напряжений не превышают предел текучести (предел длительной прочности) асфальтобетона, трещины закрываются, но как только значение напряжения обжатия $\sigma_{обж.}$ превысит предел текучести асфальтобетона, трещина в нем начинает омоноличиваться. Время омоноличивания трещины (шва) может быть определено по соотношению:

$$t \geq 113,26 - 3,46 \frac{\sigma_{обж.}}{\sigma_{дл.сж.}}, ч \quad (K.5)$$

Примечание – Соотношение действительно лишь при условии $\sigma_{обж.} \geq \sigma_{дл.сж.}$.

Таблица К.2 – Зависимость показателя длительной прочности асфальтовых материалов (m) от вязкости структурированного в их составе битума ($\eta_{\delta,40}$) и от объемной концентрации в их составе минеральной части (C_v)

C_v	Вязкость битума в составе асфальтобетона при сорокаминутном сопротивлении $\eta_{\delta,40}$ пуаз						
	$\cdot 10^6$	$\cdot 10^7$	$\cdot 10^8$	$\cdot 10^9$	$\cdot 10^{10}$	$\cdot 10^{11}$	$\cdot 10^{12}$
0,5	0,24	0,29	0,36	0,43	0,34	0,18	0,08
0,6	0,24	0,28	0,32	0,38	0,31	0,17	0,09
0,7	0,24	0,27	0,32	0,32	0,26	0,16	0,10
0,8	0,22	0,26	0,30	0,25	0,21	0,16	0,11
0,9	0,22	0,25	0,23	0,19	0,14	0,12	0,12

Приложение Л
(информационное)

Оценка состояния, основные виды нарушений, ремонт и реконструкция плотин

Л.1 Состояние грунтового сооружения в период эксплуатации оценивается контролирующими показателями:

- контролирующие показатели - назначенные проектом показатели состояния (измеряемые и рассчитываемые), которые для работающего сооружения периодически определяются и сравниваются с предельно допустимыми и критическими их значениями (данными в проекте и уточненными в период эксплуатации);
- предельно допустимые значения (ПДЗ) - показатели состояния сооружения, при которых выполняются требования нормативных документов, т.е. такие показатели, при которых обеспечивается нормативная надежность сооружения;
- критические значения (КЗ) - показатели состояния сооружения, при которых не обеспечивается его нормативная надежность.

Л.2 Плотина считается работоспособной и исправной при выполнении следующих условий:

- значения контролирующих показателей состояния соответствуют предельно допустимым, установленным для работоспособного исправного состояния сооружения;
- визуальными наблюдениями не обнаружено потенциально опасных повреждений и неблагоприятных процессов.

При исправном работоспособном состоянии плотины проводятся контрольные наблюдения и текущий ремонт.

Л.3 Плотина считается работоспособной, но неисправной в тех случаях, когда:

- визуальными наблюдениями обнаружены повреждения;
- количественный показатель (показатели) состояния не соответствует предельно допустимым значениям, установленным для работоспособного исправного состояния.

При работоспособном неисправном состоянии сооружение продолжает выполнять заданные функции. Проводятся дополнительные исследования с целью выяснения причин неисправности и способу их устранения. Устранение повреждений может быть выполнено при нормальной эксплуатации сооружения.

Л.4 Состояние плотины считается неработоспособным в случаях, когда:

- визуальными наблюдениями обнаружены повреждения;
- один (или несколько) измеренных контролирующих показателей находится в диапазоне между предельно допустимым значением, соответствующим работоспособному, но неисправному состоянию и критическим значениям показателя состояния.

На плотину, находящуюся в неработоспособном состоянии, снижаются нагрузки, наблюдения проводятся по специально разработанной программе, выполняются исследования с целью прогноза ее состояния и решения вопросов ремонта или усиления.

Л.5 Состояние плотины оценивается как аварийное (предельное) в тех случаях, когда:

- визуальными наблюдениями обнаружены нарушения или процессы, развитие которых может привести к разрушению (т.е. аварии) плотины;
- один или несколько показателей состояния сооружения достигли критических значений.

Аварийное (предельное) состояние плотины обязывает эксплуатационный персонал срочно выполнять работы в соответствии с планом противоаварийных мероприятий и обеспечить безопасность плотины путем ограничений режима ее эксплуатации. После устранения угрозы аварии выполняются исследования по выявлению причин, приведших к аварии, разрабатывается комплекс мероприятий по восстановлению эксплуатационных функций плотины в прежнем или новом режиме. На период выполнения ремонтных мероприятий могут быть установлены дополнительные ПДЗ показателей состояния. В отдельных случаях рассматриваются условия консервации сооружения.

Основные виды нарушений в плотинах из грунтовых материалов указаны в таблице Л.1.

Таблица Л.1 – Основные виды нарушений в плотинах из грунтовых материалов и способы их ремонта

Нарушения (отказ)	Способы обнаружения	Причины нарушения	Исследования по устранению нарушения	Способы ремонта
1 Вертикальные поверхностные поперечные трещины на гребне	Визуальные наблюдения	Разница осадок на различных участках плотины	Поверочные расчеты осадок. Инженерно- геологические изыскания	Заделка трещин песком, если они неглубокие (выше ФПУ). Глубокие трещины заделываются при сниженном УВ несколькими способами: проходка траншей с последующей заделкой глинистым грунтом; создание "стены в грунте"; инъектирование верхней части плотины

Продолжение таблицы Л.1

Нарушения (отказ)	Способы обнаружения	Причины нарушения	Исследования по устранению нарушения	Способы ремонта
2 Вертикальные продольные наружные трещины на гребне ядра вблизи его верховой грани по контакту с переходными зонами	Визуальные наблюдения, измерение осадок ядра со стороны верхнего (осадка больше) и нижнего (осадка меньше) бьефа	Значительная осадка верховой призмы во время первого заполнения водохранилища или землетрясения	Инженерно-геологические изыскания. Поверочные расчеты осадок	Заделка песком неглубоких трещин, проход траншеи и заделка глубоких трещин (при сниженном уровне воды в бьефе)
3 Продольные трещины откола большой протяженности при значительных горизонтальных смещениях и деформации нижней части откоса, развитие трещин в течение короткого времени	Визуальные наблюдения; Показания пьезометров	Увеличение нагрузок на гребне; Подъем поверхности депрессии; Сейсмические воздействия; Температурные воздействия (промерзание-оттаивание); Снижение прочностных свойств грунтов в теле плотины и основании	Фильтрационные исследования; инженерно-геологические исследования; температурные расчеты; расчеты устойчивости	Ремонт низовой части плотины (пригрузка, создание дренажа, уположение откоса)
4 Наличие воронок и просадок на гребне грунтовой плотины с ядром, увеличение фильтрационного расхода	Визуальные наблюдения	Внутренние горизонтальные трещины отрыва	Дополнительные инженерно-геологические изыскания с бурением скважин с целью установления мест отрыва	Снижение уровня воды в водохранилище; цементация-инъекция; создание "стены в грунте"
5 Внутренние продольные горизонтальные трещины при наличии в основании сильносжимаемых грунтов	Визуальные и инструментальные наблюдения увеличивающегося фильтрационного расхода при первом заполнении	Разница в величине осадок на неоднородном основании с сильносжимаемыми слоями	Анализ данных изысканий. Дополнительные инженерно-геологические изыскания	Полная сработка водохранилища; инъекция основания
6 Внутренние продольные горизонтальные трещины в поверхностной зоне плотины	Визуальные наблюдения ходов сосредоточенной фильтрации	Промерзание поверхностной толщи грунта при незавершенных осадках	Уточнение места деформаций. Дополнительные инженерно-геологические изыскания с бурением скважин, использованием геофизических методов и т.п.	Сработка водохранилища; разработка траншеи в месте выхода сосредоточенного фильтрационного потока и заделка грунтом; инъекция

Окончание таблицы Л.1

Нарушения (отказ)	Способы обнаружения	Причины нарушения	Исследования по устранению нарушения	Способы ремонта
7 Выход фильтрационных вод на низовой откос	Визуальные наблюдения, показания пьезометров	Образование слабофильтрующих слоев в теле плотины	Фильтрационные исследования, расчеты устойчивости	Устройство наклонного дренажа; Укрепление откоса
8 Заиливание обратных фильтров дренажей	Показания пьезометров перед дренажом (уменьшение разности уровней воды в дренаже и ближайшем пьезометре)	Заиливание обратных фильтров	Фильтрационные исследования	Ремонт или замена дренажа
9 Разрушение бетонного крепления верхового откоса, швов между плитами	Визуальные наблюдения деформаций плит, их разрушений, выноса материалов подготовки из-под плит	Температурные и гидродинамические воздействия при сработке водохранилища, волновые воздействия	Оценка состояния отдельных участков крепления для решения вопроса о целесообразности его ремонта или замены	Сработка водохранилища; Разборка разрушенных участков крепления; замена крепления или его ремонт, сопряжение с сохранившимися участками

Л.6 Различают следующие виды ремонтов плотин из грунтовых материалов:

- текущие;
- капитальные;
- предотвращающие аварии;
- послеаварийные;
- ремонты при реконструкции сооружений.

Л.7 К текущим ремонтам относится выполнение следующих ремонтных работ:

- заделка промоин и других поверхностных деформаций на гребне и откосах плотины;
- ремонт креплений верхового и низового откосов при их незначительных повреждениях;
- заделка трещин на гребне и откосах плотины, при которых не требуется снижение бьефа в водохранилище;
- восстановление оползшего откоса (если его оползание не повлекло разрушение плотины);
- расчистка дренажных канав;
- доведение гребня плотины до проектной отметки при осадках и др.

Необходимость такого рода ремонтных работ, обычно, устанавливается визуальными и инструментальными наблюдениями, не требует специальных обоснований, применения больших технических средств.

Л.8 К капитальным ремонтам относятся следующие виды работ:

- замена бетонного крепления верхового откоса при сниженном уровне воды верхнего бьефа;
- заделка глубоких трещин на гребне плотины путем прохода траншей и заполнения их уплотняемым грунтом при сниженном уровне воды верхнего бьефа;
- замена заиленного дренажа при сниженном уровне верхнего бьефа и др.

Необходимость такого ремонта обосновывается на основе анализа результатов визуальных наблюдений, показаний КИА, выполненных дополнительных исследований (геофизическими, и другими методами), соответствующими расчетами.

Эти работы требуют применения специальных технических средств.

Л.9 Необходимость предотвращающего аварии ремонта возникает, если визуальными наблюдениями и показаниями КИА обнаружены следующие нарушения в работе плотины из грунтовых материалов:

- подъем поверхности депрессии с выходом на откос;
- выходы сосредоточенного фильтрационного потока, грифоны;
- вынос частиц грунта;
- повышение поверхности депрессии (выше принятых предельных значений);
- увеличение фильтрационного расхода (выше принятых предельных значений);
- мутность профильтровавшейся воды;
- продольные и поперечные трещины на гребне плотины с прогрессирующим их удлинением и раскрытием (трещины откола);
- оползание откоса (верхового или низового), грозящее разрушением плотины;
- осадка гребня (выше предельных значений);
- воронки на гребне или откосах и др.

При обнаружении указанных нарушений необходимо усилить контроль за сооружением, установить причину нарушений, наметить план первоочередных мероприятий. Одним из первоочередных мероприятий является снижение напора на сооружение при постоянном контроле его состояния.

В зависимости от причины нарушения, которая в ряде случаев устанавливается только в результате выполнения научно-исследовательских, а иногда и инженерно-геологических работ, разрабатывается план (проект) ремонтных работ.

Ремонтные работы могут выполняться двух видов - первоочередные и основные.

Первоочередные работы замедляют или приостанавливают разрушительные процессы в плотине.

Основные работы выполняются после окончательного установления причины нарушения, выполнения соответствующих расчетов, обоснований, проекта ремонта. Такие работы выполняются с привлечением специальных технических средств и не планируемых материальных затрат.

Л.10 Аварии на плотинах из грунтовых материалов приводят к разрушению напорного фронта в результате: перелива через гребень, нарушения фильтрационной прочности в теле, основании, сопряжениях с бетонными сооружениями и берегами, обрушения откосов и др.

Восстановительные работы выполняются на основе:

- анализа условий эксплуатации сооружения;
- установления причин аварии;
- исполнительной съемки в месте аварии;
- инженерно-геологических и научно-исследовательских работ;
- проектных работ по восстановлению;
- оценки целесообразности проведения восстановительных работ или консервации сооружения.

В таблице Л.1 приводятся основные виды нарушений (отказов) грунтовых плотин, способы их обнаружения, возможные причины и способы ремонта.

Л.11 При реконструкции плотин из грунтовых материалов, как правило, увеличивается их высота и соответственно напор на сооружение. Изменяя в целом конструкцию плотины, можно сохранить некоторые ее элементы, выполнив их ремонт. К таким элементам относятся дренажи, крепления откосов, негрунтовые ПФУ, если в них не обнаружены нарушения. Ремонт указанных элементов плотин осуществляют при выполнении их надежного сопряжения с возводимой частью плотины и с учетом условий работы всего реконструируемого сооружения.

При увеличении высоты плотины пересматривают основные параметры гидроузла и водохранилища.

Библиография

- [1] СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов.
- [2] ТКП 45-3.04-150-2009. Плотины из грунтовых материалов.
- [3] П-783-88*. Рекомендации по проектированию плотин из грунтовых материалов.

УДК 627.824

МКС 93.020

Ключевые слова: плотина, бьеф, берма, подошва плотины, зуб плотины, потерна, обратный фильтр, плотность грунта, влажность грунта, земляные насыпные плотины, земляные намывные плотины, очертания откосов плотины

Ресми басылым

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ
ҚҰРЫЛЫС, ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ

**Қазақстан Республикасының
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

ҚР ЕЖ 3.04-105-2014

ТОПЫРАҚТЫҚ МАТЕРИАЛДАРДАН ЖАСАЛҒАН БӨГЕТТЕР

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МИНИСТЕРСТВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**СВОД ПРАВИЛ
Республики Казахстан**

СП РК 3.04-105-2014

ПЛОТИНЫ ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная