# ТИПОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
# 820—04—28.87

## ПЛОТИНЫ ЗЕМЛЯНЫЕ НАСЫПНЫЕ ВЫСОТОЙ ДО 15 м С КРЕПЛЕНЫМ ВЕРХОВЫМ ОТКОСОМ (СЕКЦИИ)

**АЛЬБОМ I**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**ЧАСТЬ I**

gost.e-ecolog.ru

кф цитп инв. № 2283/1

# ТИПОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
# 820—04—28.87

## ПЛОТИНЫ ЗЕМЛЯНЫЕ НАСЫПНЫЕ ВЫСОТОЙ ДО 15 м С КРЕПЛЕНЫМ ВЕРХОВЫМ ОТКОСОМ (СЕКЦИИ)

### АЛЬБОМ I. ЧАСТЬ I

СОСТАВ ПРОЕКТА:

Альбом I Пояснительная записка
Альбом II Чертежи
Альбом III Сметы

Разработаны
институтом «Ленгипроводхоз»
Главнечерноземводстроя
Минводхоза СССР

Утверждены Минводхозом СССР
Протокол №542от04.061987 г.

*Главный инженер института* *В. Н. Кузнецов*
*Главный инженер проекта* *Г. М. Позднова*

© КФ. цитп госстроя СССР 1988г

КФ цитп инв. № 2283/1

СОДЕРЖАНИЕ


| | Стр. |
|---|---|
| I. Введение | 3 |
| 2. Условия и пределы применения типовых материалов для проектирования | 3 |
| 3. Типы секций плотин, разработанные в проекте. Указания по выбору типа плотины | 4 |
| 4. Указания по подбору поперечного профиля. Коэффициенты откосов плотины. Ширина гребня | 7 |
| 5. Проектная плотность грунта | I9 |
| 6. Противофильтрационные устройства. Условия и пределы применения конструкций. Требования, предъявляемые к материалам | 20 |
| 7. Возвышение гребня плотины над расчетными уровнями воды в водохранилище | 24 |
| 8. Конструкция гребня | 26 |
| 9. Дренажные устройства. Условия и пределы применения. Выбор типа дренажа. Конструктивные указания | 26 |
| I0. Крепления верхового откоса | 29 |
| II. Обратный фильтр под креплением верхового откоса | 36 |
| I2. Крепления низового откоса | 38 |
| I3. Строительная высота плотины | 38 |
| I4. Указания по сопряжению тела плотины с основанием и берегами | 39 |
| I5. Указания по производству работ | 4I |
| I6. Порядок составления проекта плотин при использовании типовых материалов для проектирования | 56 |
| I7. Основные положения, принятые при расчетах | 58 |
| I8. Технико-экономические показатели | 62 |
| I9. Основные положения по технической эксплуатации плотин | 62 |




Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

## I. ВВЕДЕНИЕ

Типовые материалы для проектирования 820-04-28.87 "Плотины земляные насыпные высотой до I5 м с крепленым верховым откосом" разработаны по заданию Главного Технического Управления Минводхоза СССР, выданному в соответствии с планом типового проектирования на I986 г.

Типовые материалы для проектирования 820-04-28.87 составлены взамен ТПР 820-0-I.

Назначение сооружений, представленных в проекте – создание водохранилищ для целей водохозяйственного их использования.

Для конкретных условий строительства плотины настоящий проект позволяет решить следующие вопросы:

– выбрать тип плотины;

– принять коэффициенты откосов и назначить размеры конструктивных элементов плотины – ширину гребня, величину возвышения гребня плотины над расчетными уровнями воды, размеры упорных призм и др.;

– принять конструкцию элементов плотины: противофильтрационных и дренажных устройств; креплений верхового и низового откосов, сопряжения плотины с основанием и берегами;

– выбрать способы производства работ.

Проект состоит из трех альбомов. Альбом I в 2 частях содержит пояснительную записку, альбом II – чертежи, альбом III – сметы.

## 2. УСЛОВИЯ И ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТИПОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.I. Проектные решения составлены применительно к следующим условиям:

а) класс капитальности объекта – IУ, в соответствии с действующей классификацией СНиП 2.06.0I–86;

б) грунты тела плотины – глинистые и песчаные, за исключением песков пылеватых;

в) грунты тела плотины не должны содержать:

– водорастворимых включений солей хлоридных в количестве более 5 % по массе и сульфатно–хлоридных более I0 % по массе;

– неполностью разложившихся органических веществ (остатки растений) в количестве более 5 % по массе или полностью разложившихся органических веществ, находящихся в аморфном состоянии, в количестве более 8 % по массе;

– глинистых набухающих грунтов;

г) максимальная расчетная высота ветровых волн в водохранилище, воздействующих на крепление откоса плотины, определяемая при ветре 4 % обеспеченности и уровнях НПУ и более высоком подпорном уровне, соответствующем пропуску расхода воды 5 % вероятности превышения, не превышает I,5 м;

д) расчетная толщина ледового покрова в водохранилище составляет не более I,2 м;

е) механизированный способ возведения плотин послойной укаткой;

ж) основание плотины – нескальное, сложенное на глубину до $2H_{пл}$ глинистыми и песчаными грунтами;

з) геологическое строение основания, представленного глинистыми или песчаными грунтами, предусматривается однородное или горизонтально–слоистое, при наличии в толще пород слабосжимаемых грунтов;

ПРИМЕЧАНИЕ. Однородным строением основания считается такое, при котором имеется один или несколько слоев грунта общей мощностью не менее $H_н$, относящихся к одному виду (суглинок, супесь, песок), с коэффициентами фильтрации, отличающимися менее, чем в I0 раз, и имеющих близкие характеристики $\varphi_0$, $C_0$ и плотности.

и) при горизонтально–слоистом строении основания проекты применимы для условий расположения плотин:

– на глинистом основании (глине, суглинке, супеси) с коэффициентом



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 820-04-28.87 ПЗ | | |
| Нач.отд | Беляков | | 20.03.87 | ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА | Стадия | Лист | Листов |
| ГИП | Позднова | | 18.03.87 | | Р | I | 169 |
| Гл.спец | Крыжановская | | 13.03.87 | | ЛЕНГИПРОВОДХОЗ | | |
| Рук.гр. | Шайзман | | 10.03.87 | | | | |
| Н.контр. | Вишнякова | | 16.03.87 | | | | |

фильтрации в IO и более раз меньшим, чем у подстилающего песчаного грунта. Толщина слоя глинистого грунта, при этом, должна быть не менее 0,7 Нн. При толщине слоя глинистого грунта менее 0,7 Нн применимость проектных решений должна быть в каждом случае обоснована;

ПРИМЕЧАНИЕ: При наличии в основании плотины слоя маловодопроницаемого глинистого грунта толщиной менее 0,7 Нн, подстилаемого водопроницаемым грунтом, необходимо произвести расчет на выпор верхнего слоя. При недостаточной устойчивости его, должны быть рассмотрены мероприятия, обеспечивающие его устойчивость (вертикальный дренаж, пригрузка поверхности).

– на песчаном основании, подстилаемом водоупором. Положение водоупора может быть на практически досягаемой (для заделки зуба или шунта) или недосягаемой глубине.

ПРИМЕЧАНИЯ: I. За водоупор принимается слой слабоводопроницаемого грунта с коэффициентом фильтрации

$$K_в \leqslant \frac{I}{IO} K_{см.сл.},$$

где $K_{см.сл.}$ – коэффициент фильтрации смежного слоя грунта.

2. В проекте рассмотрены условия, когда общая толщина водопроницаемого грунта и водоупора не менее $H_{пл}$, при толщине водоупора не менее I,5–2,0 м.

2. Проектные решения не применимы без внесения в них соответствующих дополнений и изменений в случае:

а) наличия в районе гидроузла оползневых и карстовых явлений;

б) сейсмичности, устанавливаемой по СНиП II-7-8I, свыше 6 баллов;

в) наличия напорных грунтовых вод;

г) залегания в толще пород, слагающих основание, просадочных грунтов, рыхлых и пылеватых песков, глинистых грунтов текучей или текучепластичной консистенции или с коэффициентом пористости, превышающим для супесей $e = 0,7$, суглинков $e = I,0$ и глин $e = I,I$, илов, грунтов, содержащих водорастворимые соли, неполностью разложившиеся остатки растений и полностью разложившиеся органические вещества в количествах, не допускаемых для грунтов тела плотины (см.п.2.I);

д) залегания в основании торфов и заторфованных грунтов;

е) расположения сооружений в районах Крайнего Севера, в зонах распространения вечномерзлых грунтов, а также в районах, где расчетная глубина сезонного промерзания грунта превышает 2,0 м;

ж) агрессивности воды в водохранилище по отношению к материалам, применяемым для устройства крепления верхового откоса.

2.3. Применимость типовых материалов для проектирования плотин должна быть уточнена по приложению I4 в случае расположения плотины на водонасыщенном глинистом грунте основания.

## 3. ТИПЫ ПЛОТИН, РАЗРАБОТАННЫЕ В ПРОЕКТЕ. УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ ТИПА ПЛОТИНЫ

3.I. Типовые материалы для проектирования плотин разработаны для случая отсыпки тела плотины из одного вида глинистого грунта или песка, а также двух или трех видов грунтов.

ПРИМЕЧАНИЕ. Грунтами одного вида следует считать грунты, отличающиеся друг от друга по механическому составу в пределах ±5 % по количеству глинистых частиц; по величинам $\varphi$ и C – не более, чем, соответственно, на $2^{\circ}$ и 2 кПа (0,02 кгс/см$^2$) и по коэффициенту фильтрации – менее, чем в IO раз.

В проектах разработаны следующие типы плотин:

а) из глинистого грунта;

б) из песка средней крупности и мелкого;

в) из песка с противофильтрационными устройствами в виде экрана, понура или ядра;

г) из двух или трех видов грунта с ядром из суглинка или глины.

Для устройства экрана и понура предусматривается использование следующих материалов:

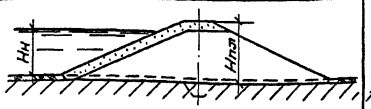
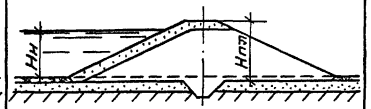
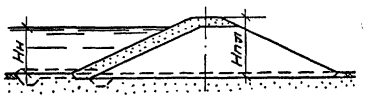
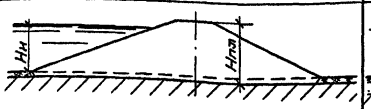
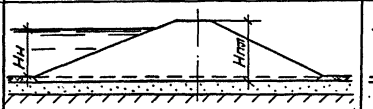
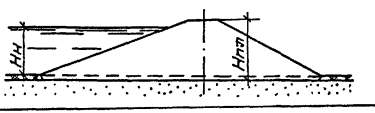
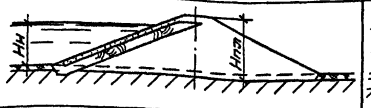
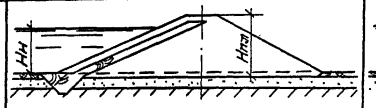
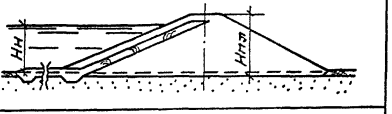
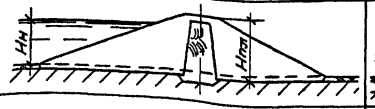
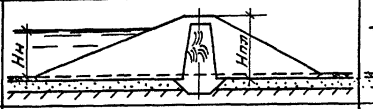
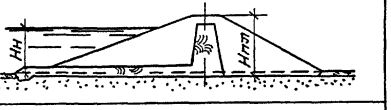
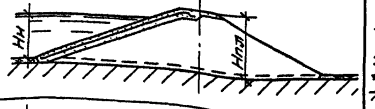
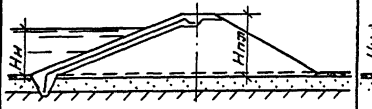
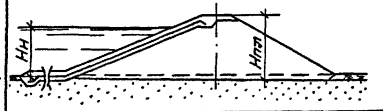
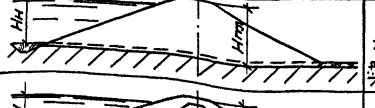
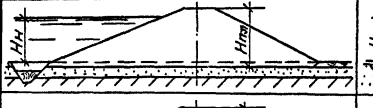
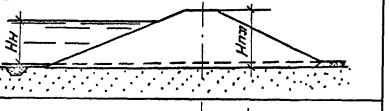
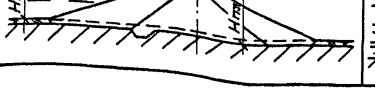
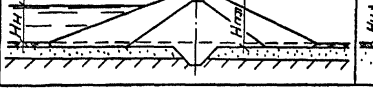
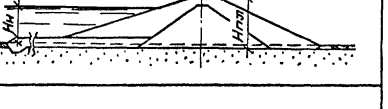
а) слабоводопроницаемого глинистого грунта с коэффициентом фильтрации $K < 0,I$ м/сут и при числе пластичности $J_p \geqslant 5$ %;

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

# Типы плотин разработанные в проекте.

| Грунты тела плотины, защитного слоя, материал противофильтрационных устройств | Нпл м | Нн м | Грунты основания - глина, суглинок, супесь. | Грунты основания - песок, супесь легкая. податливые водоупорам на практически достижимой глубине | Грунты основания - песок, супесь легкая. податливые водоупорам на практически недостижимой глубине |
|---|---|---|---|---|---|
| Тело плотины: глина, суглинок, супесь<br>Защитный слой: песок средней крупности и крупный | ≤15 | ≤13 |  |  |  |
| Тело плотины: песок средней крупности и мелкий. | ≤15 | ≤13 |  |  |  |
| Тело плотины: песок, за исключением пылеватого.<br>Экран: глина, суглинок, супесь тяжелая.<br>Защитный слой: песок средней крупности и крупный. | ≤15 | ≤13 |  |  |  |
| Тело плотины: песок, за исключением пылеватого.<br>Ядро: глина, суглинок, супесь | ≤15 | ≤13 |  |  |  |
| Тело плотины: песок, за исключением пылеватого, супесь легкая.<br>Экран: плёнка полиэтиленовая.<br>Защитный слой: песок средней крупности и крупный. | ≤15 | ≤13 |  |  |  |
| Тело плотины: песок, за исключением пылеватого.<br>Экран: асфальтобетон. | ≤15 | ≤13 |  |  |  |
| Тело плотины: два или три вида грунта; ядро - из глины или суглинка | ≤15 | ≤13 |  |  |  |

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

2283/1

б) полиэтиленовой пленки;

в) асфальтобетона.

Для устройства ядра применяется глинистый грунт; для устройства диафрагмы в основании плотины - деревянный шпунт или глинистый грунт.

ПРИМЕЧАНИЕ. При соответствующем обосновании деревянный шпунт может быть заменен стальным (по ГОСТ 4781-85).

Защитный слой на верховом откосе плотины и гребне ее (см.также п.7.3) предусматривается из песка средней крупности или крупного.

Типы плотин, разработанные в проекте, приведены на стр. 5.

3.2. Выбор типа плотины в каждом конкретном случае производится с расчетом использования местных грунтов из карьерных разработок, закладываемых в непосредственной близости от объекта строительства (см.раздел I5), а также грунтов из полезных выемок.

При наличии нескольких карьеров с различными грунтами выбор типа плотины производится на основании технико-экономического сравнения вариантов, с учетом дальности возки грунта.

При выборе типа плотины следует руководствоваться следующими положениями:

I. Во всех случаях предпочтительным является устройство плотины из одного вида грунта: глинистого или песка.

2. При возведении плотины в две или несколько очередей типу плотины с экраном или верховой водоупорной призмой следует отдать предпочтение по сравнению с плотиной с ядром.

3. Строительство плотины из глины или суглинка при $J_p > I3$ % целесообразно только при невозможности или экономической неоправданности по местным условиям использования других, легче укладываемых и уплотняемых грунтов.

Не рекомендуется использовать для тела плотины глины с количеством глинистых частиц более 60 %.

4. Защитное покрытие из песка средней крупности или крупного верховых откосов и гребня плотин из глинистых грунтов предусматривается в районах, где расчетная глубина сезонного промерзания грунта более 0,5 м. Толщина защитного покрытия назначается не менее расчетной глубины сезонного промерзания для грунта покрытия.

Защитное покрытие верхового откоса плотины может не устраиваться при глубине промерзания грунта более 0,5 м в случае применения конструкций крепления в виде каменной наброски и растительных насаждений. В случае отказа от защитного слоя должна быть произведена проверка устойчивости слоя грунта верхового откоса по плоскости скольжения, располагаемой на глубине промерзания. Прочностные характеристики грунта $\varphi$ и C по этой плоскости принимаются сниженными на 20-30 % в связи с возможностью разуплотнения грунта в период оттаивания.

Защитное покрытие не устраивается на участках верхового откоса, в зимнее время находящихся ниже уровня воды в водохранилище на I,0 м.

5. Плотины из песка без противофильтрационных устройств применимы при условии обоснования водохозяйственными расчетами допустимости величины фильтрационных потерь, а также при обеспечении фильтрационной прочности сооружения.

6. При необходимости, по местным условиям, возведения плотины из песка с противофильтрационным устройством, выбор типа сооружения с экраном или ядром производится на основании технико-экономического сравнения вариантов.

7. В случае необходимости строительства плотины из песка или супеси с противофильтрационными устройствами, при отсутствии в районе строительства грунтов, пригодных для создания экрана или ядра, целесообразно применение экрана из полиэтиленовой пленки или асфальтобетона.

8. Противофильтрационные устройства из асфальтобетона (экран, понур) устраиваются в плотинах из песка с коэффициентом фильтрации более $5 \cdot 10^{-4}$ см/с.



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Наиболее целесообразно применение асфальтобетонного экрана при необходимости устройства на верховом откосе плотины крепления капитального типа. В этом случае экран является одновременно и креплением откоса.

9. Использование двух или трех видов грунтов для отсыпки плотин допускается при соответствующем обосновании экономичности решения. Распределение грунтов в теле плотины и размеры каждой призмы выбираются в зависимости от характеристик грунтов, предполагаемых к использованию, соотношения объемов в близлежащих карьерах, условий и дальности их перемещения и т.д.

В случае необходимости использования в качестве противофильтрационных устройств местных глин и суглинка, эти грунты должны быть уложены в центральной части плотины (в ядре). Во всех случаях низовую призму следует отсыпать из наиболее проницаемого из имеющихся грунтов.

## 4. УКАЗАНИЯ ПО ПОДБОРУ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ. КОЭФФИЦИЕНТЫ ОТКОСОВ ПЛОТИНЫ. ШИРИНА ГРЕБНЯ

4.I. Подбор поперечного профиля земляной плотины в общем случае производится в зависимости от расчетной высоты плотины $H_{пл}$ (расч.), расчетной величины напора $H_{н}$ (расч.), геологического строения основания, вида и характеристик грунтов, слагающих основание, вида грунтов, укладываемых в тело плотины, в защитный слой или экран, а также и от расчетных значений угла внутреннего трения ( $\varphi$ ) и сцепления ($C$) этих грунтов.

4.2. Физические характеристики, а также расчетные значения угла внутреннего трения $\varphi_{т}$ и сцепления $C_{т}$ грунтов тела плотины, принятые в проектных решениях при назначении коэффициентов откосов плотин, приведены в таблице 4.I.

Таблица 4.I

| Наименование грунта | Влажность на границе раскатывания % | Число пластичности % | Плотность частиц грунта, тс/м$^3$ | $\varphi_{т}$ градусы | $C_{т}$ кПа |
|---|---|---|---|---|---|
| Песок крупный | - | - | 2,66 | 35 | 0 |
| Песок средней крупности | - | - | 2,66 | 32 | 0 |
| Песок мелкий | - | - | 2,66 | 30 | 0 |
| Супесь | 9,5...I2,4 | I...7 | 2,70 | 22 | 5 |
| Суглинок легкий | I2,5...I5,4 | 7...I0 | 2,7I | 2I | I0 |
| Суглинок средний | I5,5...I8,4 | I0...I3 | 2,7I | 20 | I5 |
| Суглинок тяжелый | I8,5...22,4 | I3...I7 | 2,7I | I8 | 20 |
| Глина | 22,5...26,4 | I7...25 | 2,74 | I5 | 30 |

4.3. Поперечные профили плотин, рекомендуемые проектными решениями, приведены на черт.4.2–4.8. В каждом частном случае они могут быть уточнены по приложениям 3 и 4.

Коэффициенты откосов плотин из супеси легкой уточняются во всех случаях.

4.4. За расчетную высоту плотины $H_{пл}$(расч.) принимается высота плотины $H_{пл}$ – максимальная или близкая к ней на участке створа, наиболее характерном не только по глубине, но и по протяжению.

Таким образом, глубокая, но неширокая русловая часть исключается из рассмотрения при выборе $H_{пл}$ (расч.).

ПРИМЕЧАНИЯ: а) ширина русловой части, исключаемая из рассмотрения при выборе $H_{пл(расч.)}$, не должна превышать 2 $H_{пл(расч.)}$, глубина ее – не более 0,2 $H_{пл}$ (расч.);

8283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

б) при значительном протяжении плотины, в ряде случаев может оказаться целесообразной разбивка створа на участки (секции) с различной по величине расчетной высотой плотины $H_{пл(расч.)}$. Коэффициент откоса при этом принимается на каждом участке соответствующим значению $H_{пл(расч.)}$. Переход от одного откоса к другому, осуществляется на отрезке плотины длиной $L \geq 2\,H_{пл}(m_1' - m_1'')$, где $m_1'$ и $m_1''$ коэффициенты откосов на примыкающих участках; $H_{пл}$ – высота плотины в месте изменения коэффициента откоса;

в) на участке створа, исключаемом из рассмотрения при выборе $H_{пл.(расч.)}$ (см.п. а), со стороны верхового и низового откосов обязательна отсыпка упорных призм из грунта от расчистки основания и др., неиспользуемого в тело плотины.

Гребень упорных призм располагается на отметке, определяемой по разности между отметкой гребня плотины и $H_{пл(расч.)}$; ширина призмы по верху принимается не менее $0{,}8\,H_{пл\,(расч.)}$.

4.5. Обеспечение принятых значений $\varphi_т$ и $C_т$ при строительстве плотин достигается надлежащим уплотнением грунта тела плотины.

При этом требуемая величина проектной плотности сухого грунта определяется в соответствии с указаниями, приведенными ниже, в разделе 5.

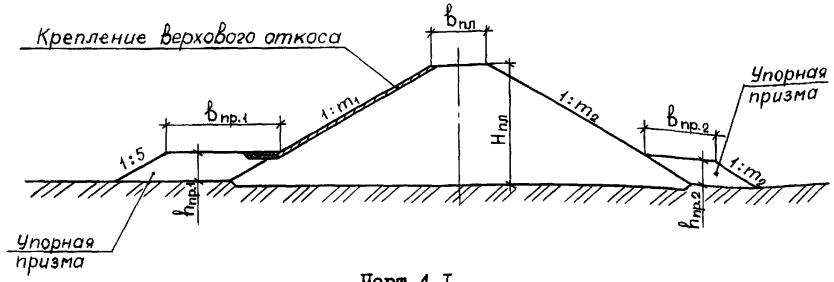
4.6. В случае залегания в основании плотины грунта отличного от грунта тела плотины, в ряде случаев устойчивость верхового и низового откосов при указанных на черт.4.2–4.8 коэффициентах не будет обеспечена.

Для обеспечения устойчивости, при необходимости, может быть принято одно из двух решений:

а) устройство более пологих откосов, коэффициенты откосов $m_1$ и $m_2$ в этом случае принимаются по таблице 4.6;

б) устройство упорных призм со стороны верхового и низового откосов.

Схема плотины с упорными призмами показана на черт.4.I. Размеры упорных призм даны в таблице 4.7.




Черт.4.I

Для устройства упорных призм допускается использование грунта более слабого, чем в теле плотины, в том числе грунта от расчистки основания.

Коэффициент фильтрации грунта упорной призмы со стороны низового откоса должен быть больше или равен коэффициенту фильтрации грунта тела плотины.

Выбор решения конструкции откоса "а" или "б" производится на основании технико-экономического сравнения вариантов.

4.7. Для плотин высотой $H_{пл} \leq 5$ м уположение откосов и устройство упорных призм не требуется при следующих расчетных характеристиках грунтов основания: песчаные грунты – $\varphi_0 \geq 30^0$;

глинистые грунты – $\varphi_0 \geq 10^0$; $C_0 \geq 20$ кПа

$\varphi_0 \geq 15^0$; $C_0 \geq 10$ кПа

$\varphi_0 \geq 20^0$; $C_0 \geq 5$ кПа

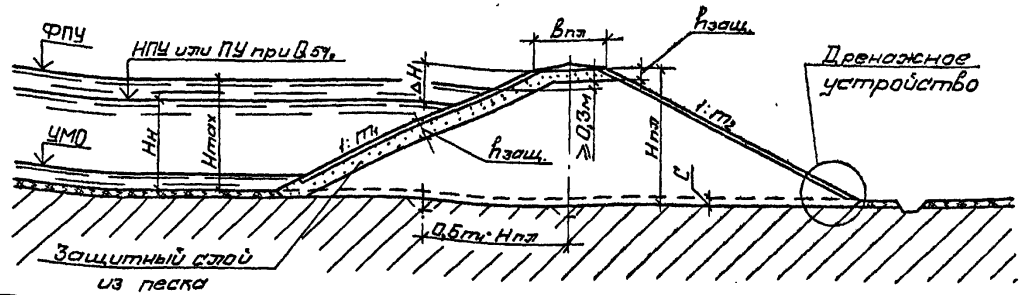
4.8. Очертание откосов плотины, как правило, рекомендуется прямолинейным; в отдельных случаях, в плотинах из глинистого грунта при $m_1 \geq 2{,}75$ возможен переход к ломаному очертанию верхового откоса. Устройство верхового откоса ломаного очертания должно быть обосновано технико-экономическими соображениями, с учетом необходимости в этом случае использования ручного труда (для устройства фильтров и защитного слоя).

2283/1



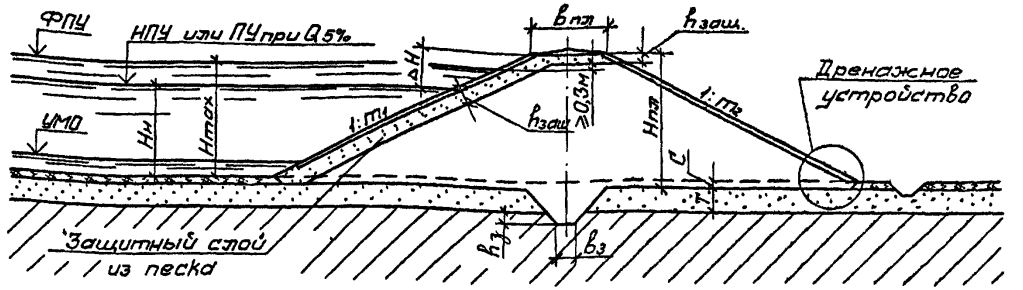
Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Грунты основания – глина, суглинок, супесь

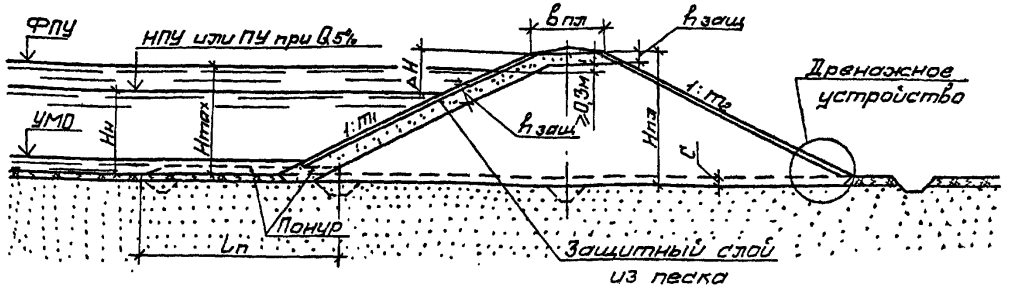



Грунты основания – песок, супесь легкая

Подстилаемые водоупором на практически достигаемой глубине.




Подстилаемые на практически недостигаемой глубине.




Черт. 42 Поперечные профили плотин из глинистых грунтов $H_{пл} \leq 15$м; $H_н \leq 13$м.

Коэффициенты откосов принимаются по табл. 42. Необходимость устройства понура, показанного пунктиром, обосновывается фильтрационными расчетами.

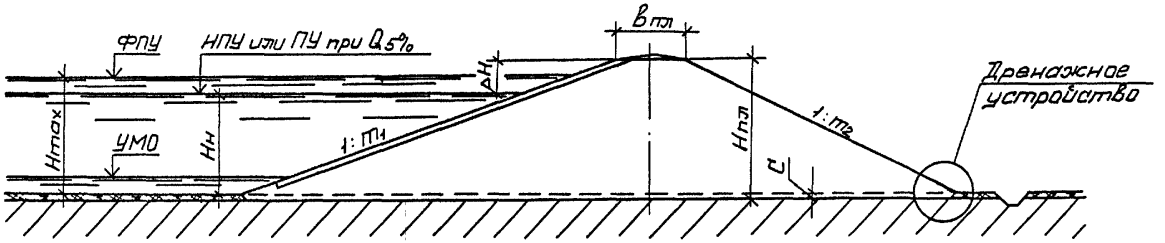
Таблица 42

| Высота плотины | | | $H_{пл} \leq 5$м | | $5\text{м} < H_{пл} \leq 10$м | | | $10\text{м} < H_{пл} \leq 15$м | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Расчетный напор | | | $H_н \leq 3{,}5$м | | $3{,}5\text{м} < H_н \leq 8$м | | | $8\text{м} < H_н \leq 13$м | | |
| Наименование грунта тела плотины | Характеристики грунта тела плотины | | $m_1$ | $m_2$ | $m_1$ | $m_2$ | | $m_1$ | $m_2$ | |
| | $\varphi_т^\circ$ | $C_т$ кПа | | | | при отсутствии дренажа и банкете | при наклонном дренаже | | при отсутствии дренажа и банкете | при наклонном дренаже |
| супесь | 22 | 5 | 2,50 | 2,25 | 3,75 | 2,50 | 2,75 | 4,25 | 3,00 | 3,50 |
| суглинок легкий | 21 | 10 | 2,00 | 2,00 | 2,75 | 2,00 | 2,25 | 3,50 | 2,75 | 3,25 |
| суглинок средний | 20 | 15 | 2,00 | 2,00 | 2,25 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 2,25 | 2,75 |
| суглинок тяжелый | 18 | 20 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,75 | 2,25 | 2,50 |
| глина | 15 | 30 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |



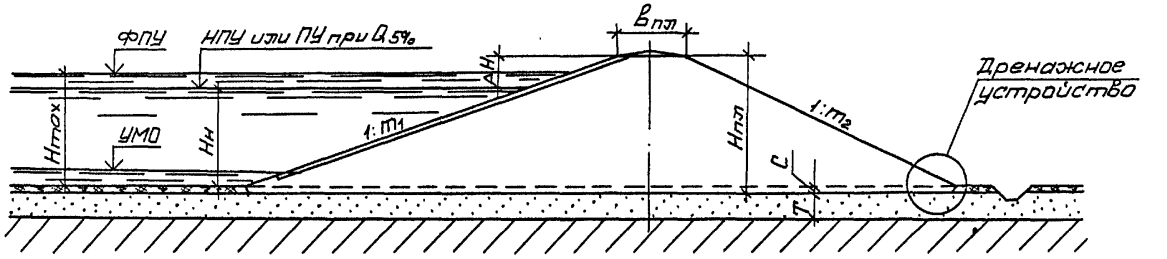
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Грунты основания - глина, суглинок, суглинок тяжелая.

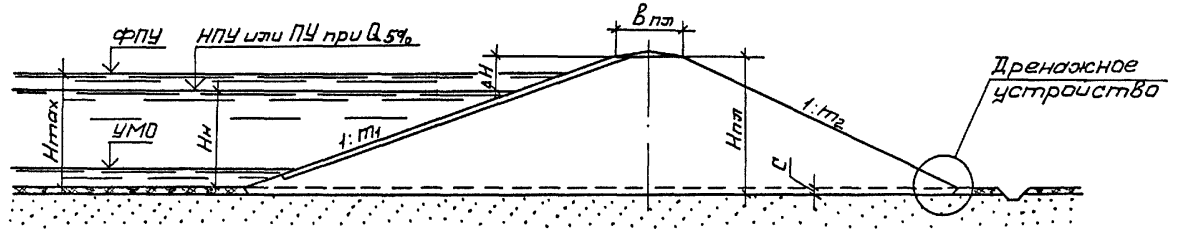



Грунты основания - песок, супесь легкая

Подстилаемые водоупором на практически достигаемой глубине




Подстилаемые водоупором на практически недостигаемой глубине




Черт. 4.3. Поперечные профили плотин из песка средней крупности или мелкого $H_{пл} \leq 15$м; $H_н \leq 13$м. Коэффициенты откосов (при $\varphi_т \geq 30°$) принимаются по таблице 4.3.

Таблица 4.3.

| Высота плотины | Расчетный напор | Коэффициент откоса | Наименование грунта тела плотины | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Песок мелкий $\varphi_т = 30°$ | | Песок средн. крупности $\varphi_т = 32°$ | |
| | | | при трубч. дренаже и банкете | при наслонном дренаже | при трубч. дренаже и банкете | при наслонном дренаже |
| $H_{пл} \leq 5$м | $H_н \leq 3,5$м | $m_1$ | 3,0 | | 2,75 | |
| | | $m_2$ | 2,0 | 2,25 | 2,0 | |
| 5м < $H_{пл} \leq$ 10м | 3,5м < $H_н \leq$ 8м | $m_1$ | 3,25 | | 3,0 | |
| | | $m_2$ | 2,25 | 2,75 | 2,0 | 2,5 |
| 10м < $H_{пл} \leq$ 15м | 8м < $H_н \leq$ 13м | $m_1$ | 3,5 | | 3,0 | |
| | | $m_2$ | 2,5 | 3,0 | 2,25 | 2,5 |

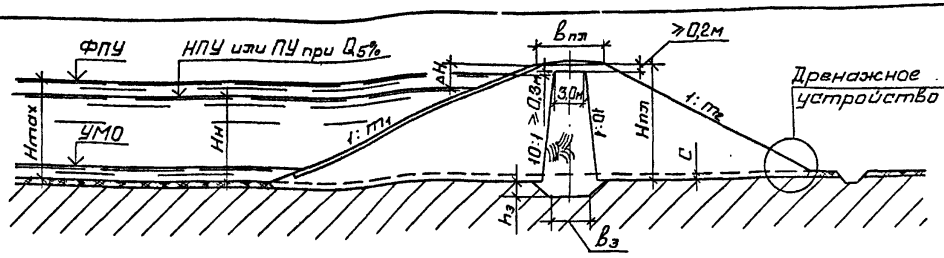
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

2283/1

820-04-28.87 ПЗ Лист 8

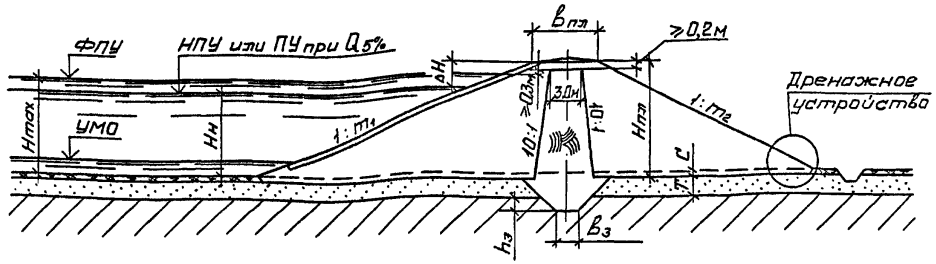
Копировал

Грунты основания – глинок, суглинок, супесь тяжелая

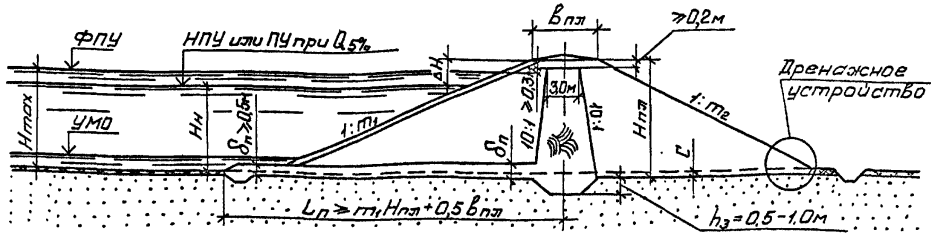



Грунты основания – песок, супесь легкая

Подстилаемые водоупором на практически достигаемой глубине




Подстилаемые водоупором на практически недостигаемой глубине




Черт. 4.4. Поперечные профили плотин из песка (за исключением пылеватого) с ядром из глинистых грунтов $H_{пл} \leq 15$м; $H_н \leq 13$м.

Коэффициенты откосов (при $\varphi \geq 30°$) принимаются по табл. 4.4. Толщина ядра понизу уточняется фильтрационным расчетом (приложение 5), при этом уклон откосов ядра не должен быть круче указанного на чертеже.

Таблица 4.4.

| Высота плотины | Расчетный напор | Коэффициент откоса | Наименование грунта тела плотины | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Песок мелкий $\varphi_т = 30°$ | Песок средней крупности $\varphi_т = 32°$ |
| $H_{пл} \leq 5$ м | $H_н \leq 3,5$м | $m_1$ | 3,0 | 2,75 |
| | | $m_2$ | 2,0 | 2,0 |
| 5м $< H_{пл} \leq$ 10м | 3,5м $< H_н \leq$ 8м | $m_1$ | 3,25 | 3,0 |
| | | $m_2$ | 2,0 | 2,0 |
| 10м $< H_{пл} \leq$ 15м | 8м $< H_н \leq$ 13м | $m_1$ | 3,5 | 3,0 |
| | | $m_2$ | 2,25 | 2,0 |

Взам. инв. №

Подпись и дата

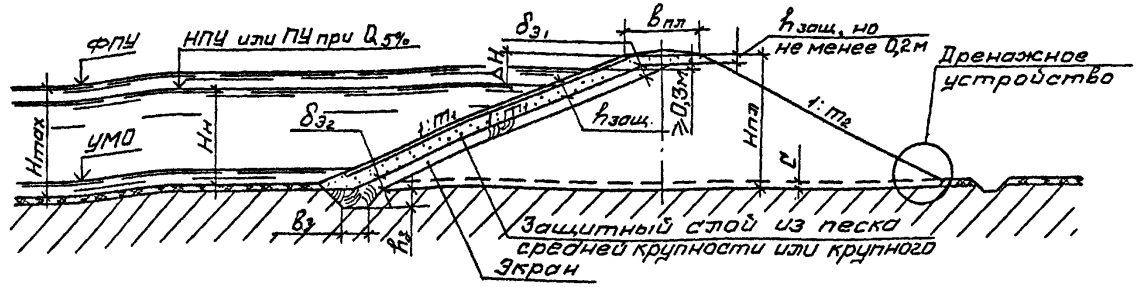
Инв. № подл.

2283/1



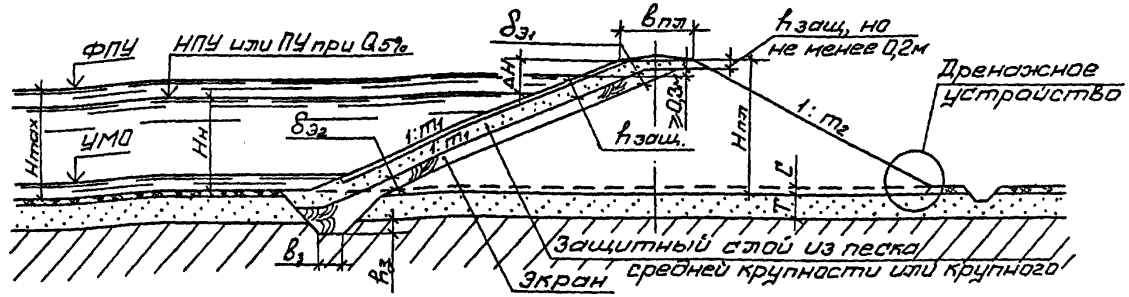
Копировал Ту

Грунты основания — глина, суглинок, супесь тяжелая.

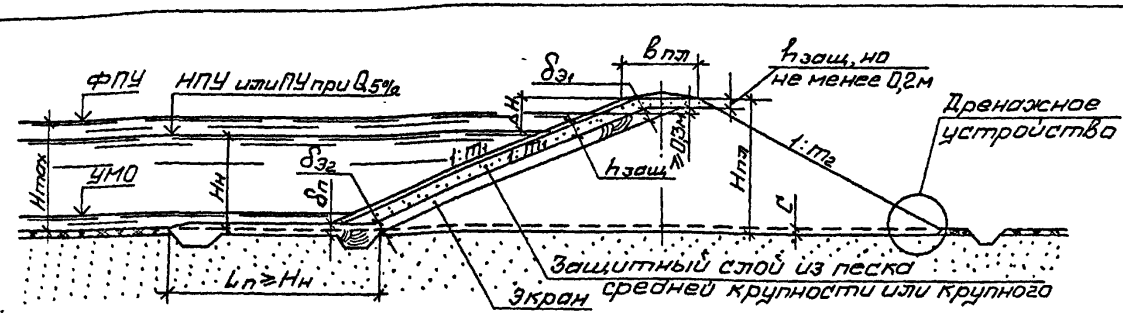



Грунты основания — песок, супесь легкая.

Подстилаемые водоупором на практически досягаемой глубине.




Подстилаемые водоупором на практически недосягаемой глубине.




Черт. 4.5 Поперечные профили плотин из песка (за исключением пылеватого) с экраном из глинистого грунта; $H_{пл} \leq 15м$; $H_н \leq 13м$.

Коэффициенты откосов (при $\varphi_т \geq 30°$), толщины понура $\delta_п$ и экрана $\delta_э$ предварительно принимаются по табл. 4.5 и уточняются расчетом (см. приложение 5).

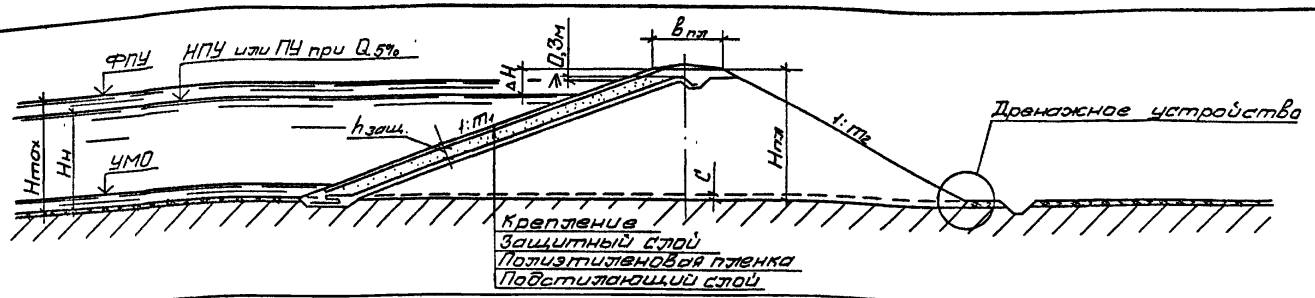
Таблица 4.5.

| $H_{пл}$, м | $m_1$ | $m_2$ | $\delta_{э1}$, м | $\delta_{э2}$, м | $\delta_п$, м |
|---|---|---|---|---|---|
| $\leq 5$ | 2,25 | 2,0 | 0,8 | 0,8 | 0,5 |
| $5 < H_{пл} \leq 10$ | 2,75 | 2,0 | 0,8 | 1,4 | 0,8 |
| $10 < H_{пл} \leq 15$ | 3,25 | 2,25 | 0,8 | 1,8 | 1,0 |

Альбом I, ч. I

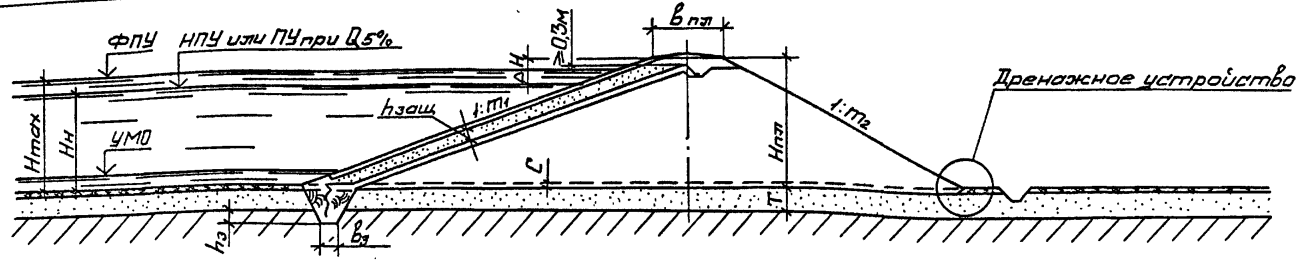
820-04-28.87

Грунты основания: глина, суглинок, супесь тяжелая.

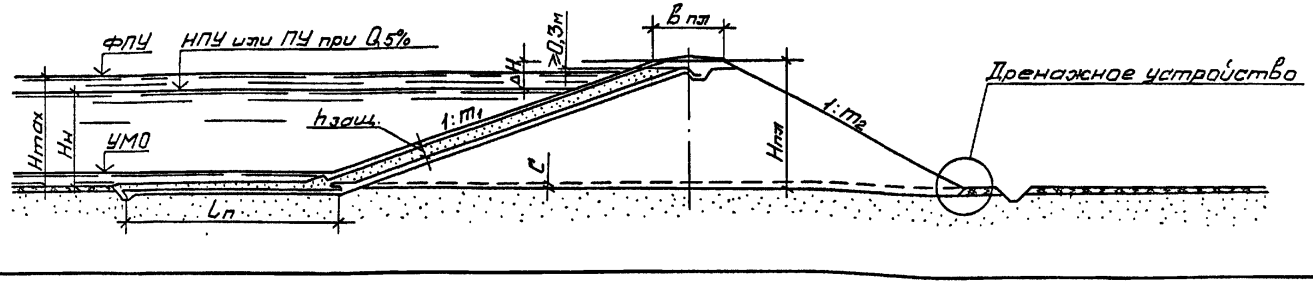



Грунты основания: песок, супесь легкая.

Подстилаемые водоупором на практически досягаемой глубине.




Подстилаемые водоупором на практически недосягаемой глубине




Черт. 4.6 Поперечные профили плотин из песка (при $\varphi_т \geq 30°$) и супеси легкой (при $\varphi_т \geq 22°$, $C_т \geq 5$ кПа) с экраном из полиэтиленовой пленки

Коэффициенты откосов принимаются: для плотин из песка - по табл. 4.3, для плотин из супеси - по табл. 4.2, но не менее $m_1 = 3,0$.

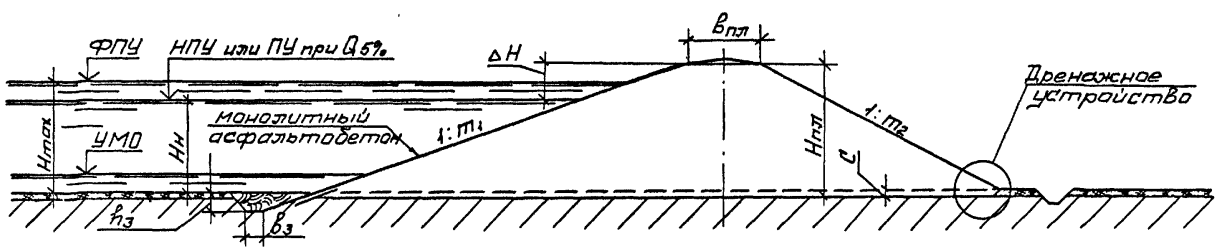
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|---|---|---|
| | | |

2283/1

| 820-04-28.87 | ПЗ | Лист 11 |
|---|---|---|

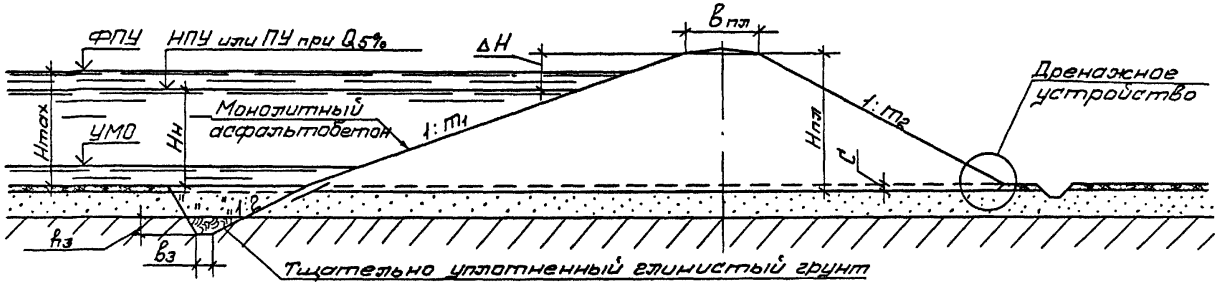
Копировал

Грунты основания: глина, суглинок и супесь тяжелая

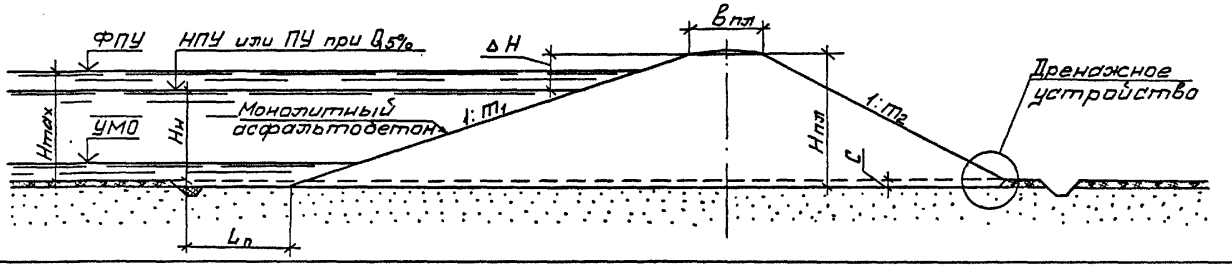



Грунты основания: песок, супесь тяжелая *

Подстилаемые водоупором на практически недостижимой глубине




Подстилаемые водоупором на практически недостижимой глубине




Черт. 4.7 Поперечные профили плотин из песка (за исключением пылеватого и мелкого, при $\varphi_п > 30°$) с экраном из асфальтобетона $H_{пл} \leq 15$м; $H_н \leq 13$м.

Коэффициенты откосов принимаются по табл. 4.5.



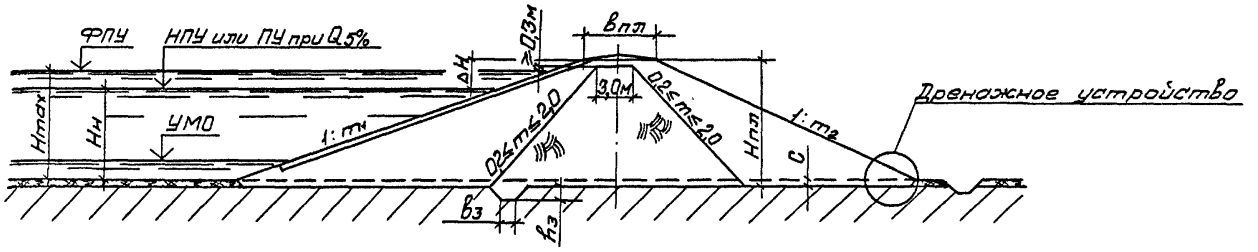
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Копировал

Альбом I, ч. I

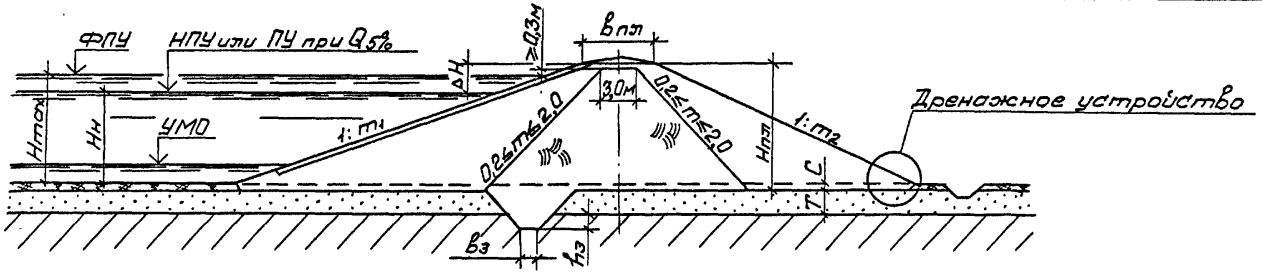
ТРП 820-04-28.87

Грунты основания: глина, суглинок, супесь тяжелая

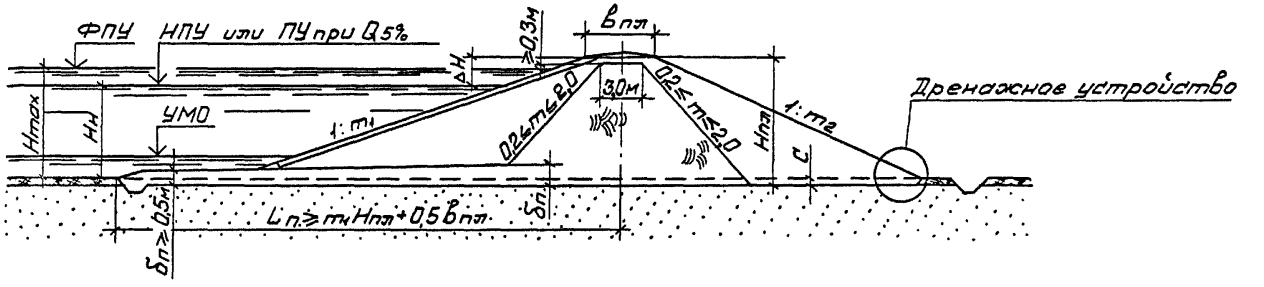



Грунты основания: песок, супесь легкая

Подстилаемые водоупором на практически достигаемой глубине




Подстилаемые водоупором на практически недостигаемой глубине




Черт. 48 Поперечные профили плотин из двух или трех видов грунта; $H_{пл} \leq 15$ м; $H_н \leq 13$ м. Коэффициенты откосов $m_1$ и $m_2$ принимаются в зависимости от грунта, слагающего откос: при глинистых грунтах – по табл. 4.2, при песчаных грунтах – по табл. 4.4.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

2.283/1

820-04-28.87 ПЗ Лист 13

Таблица 4.6

| $H_{пл}$ м | $H_н$ м | Расчетные характеристики грунта основания | | Расчетные характеристики грунта тела плотины ( $\varphi_т^o$ ; $C_т$, кПа) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $15^o$; 30 | | $20^o$; I5 | | $2I^o$; I0 | | $22^o$; 5 | | $30^o$; 0 | |
| | | $\varphi_0$ град. | $C_0$ кПа | $m_1$ | $m_2$ | $m_1$ | $m_2$ | $m_1$ | $m_2$ | $m_1$ | $m_2$ | $m_1$ | $m_2$ |
| I0,0 | 8,0 | I0 | 20 | 2,50 | 2,00 | 2,75 | 2,00 | 3,25 | 2,75 | 3,50 | 2,75 | 3,25 | 2,75 |
| | | I5 | I0 | 2,75 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 3,75 | 3,25 | 4,00 | 3,25 | 3,25 | 3,00 |
| | | I5 | I5 | 2,00 | 2,00 | 2,50 | 2,00 | 3,00 | 2,50 | 3,50 | 2,50 | 3,25 | 2,75 |
| | | 20 | 5 | 2,50 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 3,50 | 3,00 | 4,00 | 3,00 | 3,25 | 3,00 |
| | | 25 | I | 2,25 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 3,25 | 2,75 | 3,75 | 2,75 | 3,25 | 2,75 |
| | | 30 | 0 | 2,00 | 2,00 | 2,50 | 2,00 | 3,00 | 2,50 | 3,50 | 2,75 | 3,25 | 2,75 |
| I5,0 | I3,0 | I0 | 20 | 4,50 | 4,00 | 4,75 | 4,50 | 5,00 | 4,75 | 5,25 | 4,75 | 3,75 | 3,50 |
| | | I5 | I0 | 4,25 | 3,75 | 4,50 | 4,25 | 4,75 | 4,50 | 5,00 | 4,50 | 3,75 | 3,50 |
| | | I5 | I5 | 3,50 | 3,00 | 4,00 | 3,50 | 4,00 | 3,75 | 4,25 | 3,75 | 3,50 | 3,25 |
| | | 20 | 5 | 3,50 | 3,00 | 4,00 | 3,50 | 4,25 | 3,75 | 4,50 | 3,75 | 3,50 | 3,25 |
| | | 25 | I | 3,00 | 2,50 | 3,50 | 3,00 | 3,75 | 3,25 | 4,25 | 3,50 | 3,50 | 3,00 |
| | | 30 | 0 | 2,50 | 2,25 | 3,00 | 2,50 | 3,50 | 3,00 | 4,25 | 3,25 | 3,50 | 3,00 |

ПРИМЕЧАНИЕ. Коэффициенты низовых откосов $m_2$ даны для плотин с наслонным дренажем.



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

## Размеры упорных призм верхового и низового откосов

Таблица 4.7

| $H_{пл}$ м | $H_н$ м | Расчетные характеристики грунта основания | | Расчетные характеристики грунта тела плотины ($\varphi_т^\circ$; $C_т$, кПа) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2I°; I0 | | | | | | 20°; I5 | | | | | | I5°; 30 | | | | | |
| | | | | верховой откос | | | низовой откос | | | верховой откос | | | низовой откос | | | верховой откос | | | низовой откос | | |
| | | $\varphi_o$ град. | $C_o$ кПа | $m_1$ | $h_{пр1}$ | $b_{пр.1}$ | $m_2$ | $h_{пр2}$ | $b_{пр2}$ | $m_1$ | $h_{пр1}$ | $b_{пр1}$ | $m_2$ | $h_{пр2}$ | $b_{пр2}$ | $m_1$ | $h_{пр1}$ | $b_{пр1}$ | $m_2$ | $h_{пр2}$ | $b_{пр2}$ |
| 5,0 | 3,5 | I0 | 20 | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – |
| | | I5 | I0 | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – |
| | | 20 | 5 | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – |
| I0,0 | 8,0 | I0 | 20 | 2,50 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | – | – | 2,00 | 3,50 | 3,00 | 2,00 | – | – |
| | | I5 | I0 | 2,75 | 3,50 | 6,00 | 2,25 | 3,50 | 6,00 | 2,25 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | – | – | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | – | – |
| | | I5 | I5 | 2,25 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 3,00 | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – |
| | | 20 | 5 | 2,75 | 3,50 | 6,00 | 2,25 | 3,50 | 6,00 | 2,25 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | – | – | 2,00 | 3,50 | 3,00 | 2,00 | – | – |
| | | 25 | I | 2,50 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 2,25 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | – | – | 2,00 | 3,50 | 3,00 | 2,00 | – | – |
| | | 30 | 0 | 2,25 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 3,00 | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – | 2,00 | – | – |
| I5,0 | I3,0 | I0 | 20 | 4,50 | 5,00 | 6,00 | 4,25 | 5,00 | 6,00 | 4,25 | 5,00 | 6,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 3,50 | 5,00 | 6,00 |
| | | I5 | I0 | 4,25 | 5,00 | 6,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 3,75 | 5,00 | 6,00 | 3,50 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 5,00 | 6,00 |
| | | I5 | I5 | 3,50 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 3,25 | 5,00 | 6,00 | 2,75 | 5,00 | 6,00 | 2,75 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| | | 20 | 5 | 3,75 | 5,00 | 6,00 | 3,25 | 5,00 | 6,00 | 3,50 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 |
| | | 25 | I | 3,25 | 5,00 | 6,00 | 2,75 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,0 | 6,00 | 2,00 | 5,00 | 6,00 |
| | | 30 | 0 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | 5,00 | 6,00 | 2,00 | 5,00 | 6,00 | 2,50 | – | – | 2,25 | – | – |

ПРИМЕЧАНИЯ:1.Коэффициенты низовых откосов $m_2$ и размеры упорных призм $b_{пр2}$, $h_{пр2}$ даны для плотин с наслонным дренажем.
2.Размеры $h_{пр.}$ и $b_{пр.}$ даны в м.

2283/1



Инв.№подл | Подпись и дата | Взам.инв.№

## Размеры упорных призм верхового и низового откосов

Продолжение табл.4.7

| $H_{пл}$ м | $H_н$ м | Расчетные характеристики грунта основания | | Расчетные характеристики грунта тела плотины ( $\varphi_т^\circ$, $C_т$, кПа) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $22^\circ$; 5 | | | | | | $30^\circ$; 0 | | | | | |
| | | | | верховой откос | | | низовой откос | | | верховой откос | | | низовой откос | | |
| | | $\varphi_о$ град. | $C_о$ кПа | $m_1$ | $h_{пр1}$ | $b_{пр1}$ | $m_2$ | $h_{пр2}$ | $b_{пр2}$ | $m_1$ | $h_{пр1}$ | $b_{пр1}$ | $m_2$ | $h_{пр2}$ | $b_{пр2}$ |
| 5,0 | 3,5 | I0 | 20 | 2,50 | – | – | 2,00 | – | – | 3,00 | – | – | 2,25 | – | – |
| | | I5 | I0 | 2,50 | – | – | 2,00 | – | – | 3,00 | – | – | 2,25 | – | – |
| | | 20 | 5 | 2,50 | – | – | 2,00 | – | – | 3,00 | – | – | 2,25 | – | – |
| I0,0 | 8,0 | I0 | 20 | 2,75 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 3,25 | – | – | 2,25 | 3,50 | 6,00 |
| | | I5 | I0 | 3,25 | 3,50 | 6,00 | 2,50 | 3,50 | 6,00 | 3,25 | – | – | 2,50 | 3,50 | 6,00 |
| | | I5 | I5 | 2,75 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 3,25 | – | – | 2,25 | 3,50 | 6,00 |
| | | 20 | 5 | 3,25 | 3,50 | 6,00 | 2,50 | 3,50 | 6,00 | 3,25 | – | – | 2,50 | 3,50 | 6,00 |
| | | 25 | I | 3,25 | 3,50 | 6,00 | 2,25 | 3,50 | 6,00 | 3,25 | – | – | 2,25 | 3,50 | 6,00 |
| | | 30 | 0 | 2,75 | 3,50 | 6,00 | 2,00 | 3,50 | 6,00 | 3,25 | – | – | 2,25 | 3,50 | 6,00 |
| I5,0 | I3,0 | I0 | 20 | 4,50 | 5,00 | 6,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 3,75 | – | – | 3,25 | 5,00 | 6,00 |
| | | I5 | I0 | 4,25 | 5,00 | 6,00 | 3,75 | 5,00 | 6,00 | 3,75 | – | – | 3,25 | 5,00 | 6,00 |
| | | I5 | I5 | 3,75 | 5,00 | 6,00 | 3,25 | 5,00 | 6,00 | 3,50 | – | – | 2,75 | 5,00 | 6,00 |
| | | 20 | 5 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 3,50 | 5,00 | 6,00 | 3,50 | – | – | 3,00 | 5,00 | 6,00 |
| | | 25 | I | 3,75 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 3,50 | – | – | 2,75 | 5,00 | 3,00 |
| | | 30 | 0 | 3,50 | 5,00 | 6,00 | 2,75 | 5,00 | 6,00 | 3,50 | – | – | 2,75 | 5,00 | 3,00 |



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Применение ломаных верховых откосов может оказаться экономически целесообразным при устройстве крепления не на всю высоту откоса, а лишь в верхней его части.

При ломаном очертании откосов в некоторых случаях достигается лучшее сопряжение участков верхового откоса плотины, имеющих различные коэффициенты, принятые в зависимости от ее высоты.

4.9. В тех случаях, когда при уплотнении грунта имеющимися на строительстве механизмами может быть достигнута такая плотность грунта (см.приложение I3), при которой значения $\varphi_т$ и $C_т$ значительно превысят принятые в проектных решениях, следует уточнить коэффициенты откосов проектируемой плотины по приложениям 3 и 4.

4.I0. В отдельных случаях, при установлении в процессе контроля за отсыпкой тела плотины сложности достижения требуемой плотности глинистого грунта тела плотины (за счет уменьшения толщины уплотняемых слоев или увеличения числа проходов уплотняющих механизмов), допускается некоторое уположение откосов плотины ( в пределах сметной стоимости строительства).

При этом величина коэффициента откоса может быть принята, в зависимости от фактических значений $\varphi_т$ и $C_т$, по графикам приложений 3 и 4.

4.II. Ширина гребня плотины $b_{пл.}$ назначается:

- при отсутствии дороги по гребню - 4,5 м;

- при пропуске по гребню внутрихозяйственных автомобильных дорог колхозов и совхозов в соответствии со СНиП 2.05.II-83:

дорога I-с категории - I0,5 м,

дорога II-с категории - 9,0 м,

дорога III-с категории - 6,5 м.

Ширина гребня плотины при пропуске по нему автомобильных дорог общего пользования назначается с учетом требований СНиП 2.05.02-85.

## 5. ПРОЕКТНАЯ ПЛОТНОСТЬ ГРУНТА

5.I. Проектная плотность сухого грунта тела плотины, $\rho_d$ (при влажности w = 0), назначается в каждом конкретном случае в зависимости от вида грунта, высоты плотины, с учетом механизмов, используемых для уплотнения грунта.

Назначение проектной плотности сухого грунта тела плотины производится на основании данных исследований карьерного грунта, проводимых на стадии изыскательских работ.

5.2. А. Плотины из песка

Для плотин из песка высотой до I5 м проектная плотность сухого грунта - $\rho_d$ назначается, исходя из допустимой для этих плотин величины относительной плотности $D$, принимаемой не менее 0,6.

В соответствии с этим, проектная плотность сухого грунта (песка) в каждом частном случае назначается не менее:

$$\rho_d = \frac{2{,}5 \cdot \rho_{d,max} \cdot \rho_{d,min}}{\rho_{d,max} + 1{,}5\,\rho_{d,min}},$$

где $\rho_{d,max}$ и $\rho_{d,min}$ - плотность сухого грунта, соответственно, в максимально плотном и максимально рыхлом состоянии.

Для определения $\rho_{d,min}$ используется стандартная методика осторожной отсыпки песчаного грунта в мерный сосуд; $\rho_{d,max}$ определяется для пробы грунта, уплотненной до минимального объема в мерном сосуде путем вибрирования и многократного постукивания.

Оптимальная влажность песчаного грунта, при которой производится его уплотнение, устанавливается на основании исследований его методом стандартного уплотнения.

Б. Плотины из глинистых грунтов

I. Для плотин из глинистых грунтов с расчетным значением высоты плотины $H_{пл} \leqslant 5$ м проектная плотность сухого грунта тела плотины ( $\rho_d$ ) , в зависимости от вида грунта, назначается не менее следующих величин:

супесь I,70 т /м$^3$

суглинок I,65 т /м$^3$ ...I,60 т /м$^3$

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

глина I,55 тс/м$^3$.

Оптимальная влажность, при которой производится укладка грунта в тело плотины, принимается:

супесь и суглинок легкий - на 2-3 % ниже влажности на границе раскатывания;

суглинок средний - равной влажности на границе раскатывания;

суглинок тяжелый и глина - на 2-3 % выше влажности на границе раскатывания.

2. Для плотин из глинистых грунтов с расчетной высотой 5 м$< H_{пл} \leq$ I5м проектная плотность сухого грунта тела плотины $\rho_d$ назначается с учетом данных исследований, методика которых изложена в приложении I3.

3. В зависимости от принятой методики исследований карьерного грунта могут быть установлены:

А. По методике ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева:

а) оптимальные значения плотности сухого грунта и влажности грунта, которые принимаются в качестве проектных значений $\rho_{d_o}$ и $w_o$ ;

б) прочностные характеристики грунта тела плотины $\varphi_т$ и $C_т$, соответствующие оптимальному значению плотности сухого грунта при полном водонасыщении, а также при оптимальной влажности.

Б. По методике рекомендуемой Ленгипроводхозом:

а) зависимости расчетных прочностных характеристик грунта тела плотины от плотности сухого грунта:

$$\varphi_т = f_1(\rho_d) \quad \text{и} \quad C_т = f_2(\rho_d).$$

Проектное значение плотности сухого грунта принимается равным большему из двух значений $\rho_{d_1}$ и $\rho_{d_2}$, снятых с графиков $f_1(\rho_d)$ и $f_2(\rho_d)$ при прочностных характеристиках $\varphi = \varphi_т$ и $C = C_т$, соответствующих типовому профилю плотины.

Величины $\varphi_т$ и $C_т$ приведены на соответствующих листах проекта.

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае, если $\rho_{d_1}$ и $\rho_{d_2}$, снятые с графиков, будут значительно отличаться друг от друга, величины $\varphi_т$ и $C_т$ следует принять соответствующими среднему из полученных величин: $\rho_d = 0{,}5 \cdot (\rho_{d_1} + \rho_{d_2})$ . При этом профили плотин уточняются по графикам приложений 3 и 4.

б) оптимальная влажность грунта, определяемая по методу стандартного уплотнения.

4. При выборе методики исследований карьерного грунта в каждом частном случае следует учитывать возможности лаборатории, проводящей исследования, а также наличие данных о строительных механизмах, которые будут использованы на строительстве для уплотнения грунта.

5. Контроль плотности грунта, осуществляемый в процессе строительства, производится в соответствии с действующими нормативными документами.

## 6. ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА. УСЛОВИЯ И ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МАТЕРИАЛАМ

6.I. В проекте представлены конструкции противофильтрационных устройств, выполняемых с применением водонепроницаемых или слабоводопроницаемых материалов:

а) глинистых грунтов для устройства экрана, ядра, понура;

б) полиэтиленовой пленки для устройства экрана и понура;

в) монолитного асфальтобетона для устройства экрана и понура.

6.2. Выбор материала для противофильтрационных устройств производится в каждом частном случае в зависимости от местных условий строительства, с учетом технико-экономических показателей.

6.3. Конструкции противофильтрационных устройств из глинистых грунтов приведены для условий отсыпки тела плотины из песка, за исключением пылеватого; из полиэтиленовой пленки - для тела плотины из песка и супеси легкой; из асфальтобетона - для тела плотины из песка, за исключением пылеватого и мелкого.

6.4. При возведении земляной плотины с экраном или ядром на грунте основания, коэффициент фильтрации которого равен или более коэффициента



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

фильтрации грунта тела плотины $K_o \geq K_т$, экран (ядро) следует сопрягать водонепроницаемой диафрагмой (зубом) с водоупором или, при практически недосягаемой глубине залегания водоупора, устраивать понур.

ПРИМЕЧАНИЕ. В тех случаях, когда $K_т > K_o > \frac{I}{100} K_т$, необходимо в каждом конкретном случае устанавливать целесообразность устройства диафрагмы (зуба) или понура по условиям фильтрационной прочности, а также допустимых фильтрационных потерь.

А. Противофильтрационные устройства из глинистых грунтов. Требования, предъявляемые к глинистым грунтам.

6.5. Для образования противофильтрационных устройств: экрана, понура, ядра – допускается применение глинистых грунтов при $\mathcal{J}_p \geq 5\%$ с коэффициентом фильтрации $K_ф \leq I0^{-4}$ см/с. При этом коэффициент фильтрации грунта противофильтрационного устройства должен быть меньше коэффициента фильтрации плотины в I00 и более раз.

6.6. Влажность грунтов, укладываемых в противофильтрационные устройства, должна быть равна или более влажности на границе раскатывания, но менее влажности на границе текучести.

6.7. Содержание в грунте водорастворимых включений и органических веществ не допускается в больших количествах, чем в грунте тела плотины (см.раздел 2).

6.8. Прочностные характеристики глинистых грунтов ($\varphi$, C), укладываемых в противофильтрационные устройства, должны быть не менее значений $\varphi_т$ и $C_т$, приведенных в таблице 4.I.

6.9. Толщина грунтового понура и ядра (по низу) назначается с учетом величины критического среднего градиента напора, принимаемого по табл.I7.I.

Минимальная толщина экрана принята равной 0,8 м. Наименьшая толщина понура – 0,5 м. Ширина ядра по верху – 3,0 м.

6.I0. Гребень грунтового экрана принимается выше форсированного уровня воды в верхнем бьефе на величину $h_{run\,1\%} + \Delta h_{set}$ (см.п.7.3), но не менее, чем на 0,3 м.

Гребень грунтового ядра принимается выше ↓ ФПУ на величину нагона $\Delta h_{set}$, но не менее, чем на 0,3 м.

6.II. Экран из глинистого грунта должен быть защищен от промерзания слоем песка средней крупности или крупного. Суммарная толщина слоя песка и фильтра под креплением должна быть не менее расчетной глубины сезонного промерзания материала, укладываемого в защитный слой. Во всех случаях толщина слоя песка, укладываемого поверх экрана должна быть не менее 20 см.

ПРИМЕЧАНИЕ. При возможности сработки уровня воды в водохранилище со скоростью более 0,5 м/сутки, толщина экрана и защитного слоя должна быть уточнена с учетом воздействия на экран противодавления.

6.I2. Ядро из глинистых грунтов должно быть защищено от промерзания со стороны гребня. Толщина защитного слоя из песка принимается не менее расчетной глубины сезонного промерзания и не менее 20 см.

6.I3. Фильтрационная прочность грунтового понура, экрана и ядра проверяются расчетом (см.приложение 7). Длина понура назначается по расчету из условия фильтрационной прочности основания и допустимых фильтрационных потерь.

6.I4. Конструктивные указания по сопряжению понура, ядра и экрана с основанием приведены в разделе I4.

6.I5. Понур из глинистого грунта, располагаемый на отметках выше (УМО - $d_f$) прикрывается слоем грунта от расчистки основания толщиной равной глубине сезонного промерзания грунта $d_f$.

При полностью опоражниваемых на зимний период водохранилищах защитное покрытие понура предусматривается по всей его длине.

Б. Противофильтрационные устройства из полиэтиленовой пленки.

Требования, предъявляемые к полиэтиленовым материалам.

6.I6. Для создания противофильтрационных устройств (экрана, понура) применяется стабилизированная полиэтиленовая пленка марки В, изготавли-

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ваемая из полиэтилена низкой плотности.

Физико-механические и электрические показатели полиэтиленовой пленки должны соответствовать требованиям и нормам ГОСТ I0354-82.

6.I7. Противофильтрационное устройство состоит из подстилающего слоя, пленочного элемента и защитного слоя.

6.I8. Толщина пленочного элемента при максимальной крупности частиц грунта подстилающего и защитного слоев до I,0 мм принимается 0,20 мм.

При максимальной крупности $d_{max}$ частиц грунта подстилающего и защитного слоев более I,0 мм толщина пленки принимается в зависимости от гидростатического давления, воспринимаемого противофильтрационным устройством, по табл.6.I.

Таблица 6.I

| Напор $H_н$, м | < 5,0 | | 5,0...I0,0 | | I0,0...I3,0 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $d_{max}$, мм | I,0-2,0 | 2,0-5,0 | I,0-2,0 | 2,0-5,0 | I,0-2,0 | 2,0-5,0 |
| Толщина пленки, мм | 0,20 | 0,35 | 0,25 | 0,50 | 0,30 | 0,80 |

Во всех случаях при необходимости принимать толщину пленки по табл.6.I более 0,20 мм следует рассматривать вариант с отсевом наиболее крупных частиц грунта подстилающего или защитного слоев и выбирать наиболее экономичное решение.

6.I9. Для устройства подстилающего и защитного слоев могут быть использованы грунты такие же, как в теле плотины или в ее основании, а также грунты других карьеров, при отсутствии в этих грунтах или отсеве из них частиц крупнее 5 мм.

6.20. Толщина подстилающего слоя принимается равной 0,20 м. Подстилающий слой под экран и понур не устраивается, если грунт верхового откоса плотины под экраном или грунт основания под понуром не содержит частиц крупнее 5,0 мм.

6.2I. Толщина защитного слоя, укладываемого поверх полиэтиленовой пленки, принимается не менее 0,5 м.

Для плотин из супеси в районах, где расчетная глубина сезонного промерзания грунта более 0,5 м, защитный слой выполняется из песка средней крупности или крупного толщиной не менее расчетной глубины сезонного промерзания грунта.

ПРИМЕЧАНИЯ: I. При возможности возникновения противодавления на нижнюю поверхность противофильтрационного устройства вследствие быстрого сброса воды из водохранилища толщина защитного слоя, выполняющего в этом случае роль пригрузки, уточняется.

2. Для плотин из песка при скорости сработки уровня воды менее 0,5 м/сутки противодавление на пленку не учитывается.

При возможности воздействия на крепление верхового откоса, расположенного над экраном из пленки, примерзшего льда во время подъема и опускания уровня воды в водохранилище, толщина защитного слоя во всех случаях принимается не менее расчетной глубины сезонного промерзания грунта.

6.22. Коэффициент откоса плотины, на который укладывается полиэтиленовая пленка принимается не менее $m_1 = 3,0$ и не менее, чем требуемый из условия общей устойчивости.

6.23. При использовании для противофильтрационных устройств полиэтиленовой пленки следует соблюдать требования СН 55I-82 "Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов".

В. Противофильтрационные устройства из монолитного асфальтобетона

6.24. Проекты земляных плотин с экраном из асфальтобетона составлены применительно:



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

а) к водохранилищам, характеризуемым скоростью сработки уровня воды в зимнее время до 0,5 м/сутки и максимальной толщиной ледового покрова до 0,6 м при отсутствии навала на экран ледяных полей;

б) к районам с максимальным суточным колебанием отрицательных температур воздуха до I5 °С и минимальной расчетной температурой воздуха наиболее холодной пятидневки до -30 °С.

6.25. Противофильтрационные устройства из асфальтобетона не рекомендуется применять:

а) при возможности сильного загрязнения поверхности воды в водохранилище нефтепродуктами;

б) при сильнощелочной (pH более I0) и сильнокислотной ($pH \leqslant 4$) агрессивности воды;

в) в случае необходимости укладки асфальтобетона при температуре воздуха ниже +5 °С и на мокрое грунтовое основание;

г) при расстоянии от асфальтобетонного завода до места укладки более 50 км;

д) когда относительные деформации основания под покрытием вследствие просадок основания превышают $I0^{-3}$.

Состав асфальтобетона. Требования, предъявляемые к асфальтобетону

6.26. Для асфальтобетонных противофильтрационных устройств применяется: горячий гидротехнический асфальтобетон, состав которого подбирается, исходя из условия обеспечения его водопроницаемости, водоустойчивости, теплоустойчивости, прочности и деформативной способности и в каждом конкретном случае уточняется по "Рекомендациям по проектированию и устройству асфальтобетонных противофильтрационных элементов в грунтовых гидротехнических сооружениях" П 20-85, ВНИИГ.

Ориентировочные составы асфальтобетонов (расход материалов в % по весу) приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

| Наименование материала | Мелкозернистый асфальтобетон | Песчаный асфальтобетон |
|---|---|---|
| Щебень или гравий крупностью до I5 мм | 35...45 | - |
| Каменная крошка крупностью до 5 мм или крупный песок | 30...45 | 75...80 |
| Минеральный порошок | I5...20 | 20...25 |
| Битум БНД 40/60 или БНД 60/90, ГОСТ 22245-76 | 6...8 | 8...I0 |

В качестве минерального порошка предпочтительно применение известнякового или доломитового, отвечающего требованиям ГОСТ I0557-78.

Подбор состава асфальтобетона производится в строительной лаборатории, а уточнение в сомнительных случаях - в специализированной.

Требования к свойствам материалов (битума, щебня, песка и др.), пригодных для приготовления асфальтовых бетонов, должны соответствовать рекомендациям, приведенным в "Рекомендациях..." П20-85, ВНИИГ.

6.27. Асфальтобетон, используемый для противофильтрационных устройств (экрана, понура) земляных плотин, должен удовлетворять следующим основным требованиям (см.табл.6.3):

Таблица 6.3

| Наименование свойств | Показатели свойств |
|---|---|
| Пористость минеральной части, % объема, *не более* | 22 |
| Предел прочности на сжатие при температуре +20 °С ($R_{20}$), МПа | 2,5...5,0 |
| То же, при температуре +50 °С ($R_{50}$) | I,2...2,5 |

Таблица 6.3 (продолжение)

| Наименование свойств | Показатели свойств |
|---|---|
| Коэффициент теплоустойчивости $K_м = R_{20} : R_{50}$ | 2,0...2,8 |
| Коэффициент водоустойчивости при испытании под вакуумом $K_в = K_{вод} : R_{20}$ | 0,9...I,I |
| Остаточная пористость в конструкции, % | I,0...3,2 |
| Водонасыщение под вакуумом, % объема, не более | 2 |
| Набухание, % объема, не более | I |

6.28. При особо тяжелых температурных условиях работы экрана, например, при минимальной температуре воздуха наиболее холодной пятидневки ниже -30 °С и в районах с жарким климатом, при возможности длительного опорожнения водохранилища и ориентации верхового откоса на юг и юго-восток, в состав асфальтовых бетонов следует вводить полимерные добавки типа каучуков в количестве до 3 % от массы битума.

Выбор вида асфальтобетона и добавки производится в зависимости от местных условий и наличия материалов.

Песчаный асфальтобетон рекомендуется преимущественно применять в случае использования в качестве наполнителей активированных порошков.

6.29. Толщина асфальтобетонного экрана, выполняющего одновременно и роль крепления, принимается в зависимости от расчетной высоты волны и толщины ледяного покрова по данным табл.6.4.

Таблица 6.4

| Высота волны, $h_{I\,\%}$, м | Толщина ледяного покрова, $h_{max}$, см | Толщина асфальтобетонного экрана, $\delta$, см |
|---|---|---|
| до I,0 | до 40 | 8...I0 |
| I,0...I,5 | 60 | I0...I2 |

Покрытие устраивается слоями толщиной по 4...6 см, каждый из которых уплотняется отдельно. Толщина понура принимается равной толщине экрана.

6.30. Основание под асфальтобетонное крепление, с целью устранения возможности развития под ним растительности, протравливается семазином или атразином (расход-9 г/м$^2$).

6.3I. Асфальтобетонная смесь укладывается непосредственно на грунт основания (песок, супесь), обработанный на глубину 4,5 см битумной пастой, разжиженным или жидким битумом, или по распределенному по основанию слою щебня или песчано-гравийного грунта толщиной 6...I0 см.

Обработка основания производится битумными материалами следующих составов:

а) при обработке холодной битумной пастой:

на I00 % объема обрабатываемого песка основания - 7,5...8,0 % пасты в пересчете на сухое вещество. Ориентировочный состав пасты: битума БНД 40/60 - 50 %; твердого эмульгатора (извести или пластичной глины) - I5 %; воды - 35 %;

б) при обработке разжиженным битумом:

на I00 % объема обрабатываемого песка основания - I5...20 % разжиженного битума.

Состав разжиженного битума:

битума БНД 40/60 - 50 %; летучего разжижителя (керосин и т.п.) - - 50 %.

Обработанное основание должно быть уплотнено катками или поверхностными вибраторами.

## 7. ВОЗВЫШЕНИЕ ГРЕБНЯ ПЛОТИНЫ НАД РАСЧЕТНЫМИ УРОВНЯМИ ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ

7.I. Отметка гребня плотины назначается с учетом необходимого



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

возвышения его над расчетным уровнем воды в верхнем бьефе. Величина необходимого возвышения гребня определяется при двух расчетных случаях:

а) в водохранилище – нормальный подпорный уровень НПУ или более высокий уровень, соответствующий пропуску максимального расхода воды 5 % вероятности превышения, на верховой откос плотины воздействуют ветровые волны расчетной высоты и ветровой нагон, возникающие при расчетной скорости ветра обеспеченностью 4 % – $V_{w\,4\%}$

б) в водохранилище – форсированный подпорный уровень; на верховой откос плотины воздействуют ветровые волны расчетной высоты и ветровой нагон, возникающие при скорости ветра обеспеченностью 50 % – $V_{w\,50\%}$, наблюдаемой в сроки форсированных уровней.

7.2. Расчетные параметры ветровых волн при ветре расчетной обеспеченности определяются в каждом частном случае в соответствии со СНиП 2.06.04-82 "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)".

7.3. Необходимое возвышение гребня плотины над расчетными уровнями по условию отсутствия переплеска волны через гребень определяется по формуле:

$$\Delta H = \Delta h_{set} + h_{run\,1\%} + a ,$$

где $h_{run\,1\%}$ – высота наката ветровых волн на откос при расчетном уровне;

$\Delta h_{set}$ – высота ветрового нагона;

$a$ – запас возвышения гребня плотины, принимаемый равным 0,5 м.

Отметка гребня плотины принимается по расчетному случаю (см.П.7.I), дающему наибольшую высоту плотины.

7.4. Высота наката ветровой волны на верховой откос $h_{run\,1\%}$ в зависимости от расчетной высоты волны $h_{I\%}$ (I % обеспеченности), коэффициента откоса $m_1$ и типа крепления верхового откоса приводится в таблице 7.I.

Таблица 7.I

| Высота волны $h_{I\%}$, м | Коэффициент откоса $m_1$ | Высота наката ветровой волны $h_{run\,I\%}$, м | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Крепление железобетонное, асфальтобетонное | | | Крепление каменной наброской при относительной шероховатости $r/h_{I\%}$ x) | | | | | |
| | | | | | 0,I | | | 0,2 | | |
| | | $V_w$ 5 м/с | $V_w$ I0 м/с | $V_w$ 20 м/с | $V_w$ 5 м/с | $V_w$ I0 м/с | $V_w$ 20 м/с | $V_w$ 5 м/с | $V_w$ I0 м/с | $V_w$ 20 м/с |
| 0,5 | 2,0 | 0,90 | 0,99 | I,26 | 0,45 | 0,50 | 0,63 | 0,35 | 0,39 | 0,49 |
| | 2,5 | 0,63 | 0,77 | I,0I | 0,3I | 0,38 | 0,5I | 0,24 | 0,30 | 0,39 |
| | 3,0 | 0,43 | 0,59 | 0,8I | 0,22 | 0,30 | 0,4I | 0,I7 | 0,23 | 0,32 |
| | 3,5 | 0,39 | 0,53 | 0,72 | 0,I9 | 0,26 | 0,36 | 0,I5 | 0,2I | 0,28 |
| I,0 | 2,0 | I,80 | I,98 | 2,52 | 0,90 | 0,99 | I,26 | 0,70 | 0,77 | 0,98 |
| | 2,5 | I,26 | I,53 | 2,02 | 0,63 | 0,77 | I,0I | 0,49 | 0,60 | 0,79 |
| | 3,0 | 0,86 | I,I8 | I,62 | 0,43 | 0,59 | 0,8I | 0,34 | 0,46 | 0,63 |
| | 3,5 | 0,77 | I,06 | I,44 | 0,39 | 0,53 | 0,72 | 0,30 | 0,4I | 0,56 |
| I,2 | 2,0 | 2,I6 | 2,38 | 3,02 | I,08 | I,I9 | I,5I | 0,84 | 0,92 | I,I8 |
| | 2,5 | I,5I | I,84 | 2,43 | 0,75 | 0,92 | I,2I | 0,59 | 0,72 | 0,94 |
| | 3,0 | I,04 | I,43 | I,94 | 0,52 | 0,7I | 0,97 | 0,40 | 0,55 | 0,76 |
| | 3,5 | 0,92 | I,27 | I,73 | 0,46 | 0,64 | 0,87 | 0,36 | 0,49 | 0,67 |
| I,5 | 2,0 | 2,70 | 2,97 | 3,78 | I,35 | I,49 | I,89 | I,05 | I,I6 | I,47 |
| | 2,5 | I,88 | 2,30 | 3,03 | 0,94 | I,I5 | I,52 | 0,73 | 0,90 | I,I8 |
| | 3,0 | I,30 | I,78 | 2,43 | 0,65 | 0,89 | I,22 | 0,50 | 0,69 | 0,95 |
| | 3,5 | I,I6 | I,59 | 2,I7 | 0,58 | 0,79 | I,08 | 0,45 | 0,62 | 0,84 |

x) $r$ – средний диаметр камня, м

7.5. Высота ветрового нагона определяется по формуле:

$$\Delta h_{set} = K_w \cdot \frac{V_w^2 \cdot L}{g \cdot H} \cdot \cos \alpha_w ,$$

где $V_w$ – расчетная для рассматриваемого уровня скорость ветра на высоте I0 м над уровнем водоема, м/с;

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

$L$ – длина разгона, м;

$H$ – средняя глубина водохранилища по линии разгона, м;

$g$ – ускорение силы тяжести, м/с$^2$;

$K_w$ – коэффициент, принимаемый по таблице 7.2.

Таблица 7.2

| Скорость ветра $V_w$, м/с | 20 | 30 | 40 | 50 |
|---|---|---|---|---|
| $K_w$ | $2,1 \cdot 10^{-6}$ | $3,0 \cdot 10^{-6}$ | $3,9 \cdot 10^{-6}$ | $4,8 \cdot 10^{-6}$ |

$\alpha_w$ – угол между направлением линии, по которой измеряется разгон, и нормалью к оси плотины.

ПРИМЕЧАНИЕ. Длина разгона измеряется по линии нормальной или наклонной к оси плотины, проведенной по водной поверхности от плотины к наиболее дальней точке уреза воды у любого из берегов.

7.6. Возвышение гребня плотины над ФПУ $-\Delta H_I$ в условиях сезонного промерзания грунта принимается с учетом необходимой толщины защитного слоя из песка, укладываемого на гребне (см.разделы 6,8) поверх глинистого грунта тела плотины или поверх противофильтрационных элементов (экрана, ядра).

7.7 При пропуске по гребню плотины автомобильной дороги возвышение гребня над расчетными уровнями воды принимается с учетом требований СНиП 2.05.02-85 и СНиП 2.05.II-83.

7.8. Возвышение гребня плотины над расчетными уровнями воды может быть уменьшено за счет устройства водонепроницаемого железобетонного парапета. Целесообразность выполнения парапета в каждом частном случае должна быть обоснована технико-экономическими расчетами.

## 8. КОНСТРУКЦИЯ ГРЕБНЯ

8.I. Тип дорожных одежд и ограждений для автомобильных дорог общего пользования, проходящих по гребню плотины, выбирается в соответствии со СНиП 2.05.02-85, внутрихозяйственных дорог колхозов и совхозов – в соответствии со СНиП 2.05.II-83 и данными, приведенными на чертеже (см.лист 37 ).

Конструкции дорожных покрытий низшего типа, применяемые для внутрихозяйственных дорог III-с категории, приведены на чертежах (см.листы 38 и 39 ).

Ограждения дорог I-с и II-с категорий, проходящих по гребню плотины, предусматриваются барьерного типа (см.лист 40 ); ограждение дорог III-с категории – в виде железобетонных сигнальных столбиков, устанавливаемых через 5,0 м.

8.2. Устройство полотна дороги и покрытия ее производится в соответствии с действующими строительными нормами.

8.3. Защитное покрытие из песка средней крупности или крупного гребня плотины предусматривается в районах, где глубина сезонного промерзания грунта более 0,5 м. Толщина защитного покрытия назначается не менее расчетной глубины сезонного промерзания для грунта покрытия.

Защитное покрытие гребня плотины не устраивается при условии $\Delta H_1 > d_f$ и пропуске по гребню дороги III-с категории или отсутствии дороги на гребне.

В аналогичных условиях при пропуске по гребню плотины внутрихозяйственных дорог категории более высокой, чем III-с, толщина защитного покрытия принимается не менее 0,5 м.

## 9. ДРЕНАЖНЫЕ УСТРОЙСТВА. УСЛОВИЯ И ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНЕНИЯ. ВЫБОР ТИПА ДРЕНАЖА. КОНСТРУКТИВНЫЕ УКАЗАНИЯ

9.I. При расчетном напоре более 5 метров плотины, как правило, оборудуются дренажем.

Отказ от устройства дренажа, при соответствующем обосновании, допускается:

а) в случае возведения плотины на водопроницаемом основании при низком



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

стоянии уровня грунтовых вод, при котором кривая депрессии не выклинивается на поверхность низового откоса, а при возможности промерзания грунта, проходит ниже границы промерзания;

б) в плотинах из песка с водонепроницаемым экраном (из полиэтиленовой пленки или асфальтобетона) и зубом, заглубленным в водоупор;

в) в плотинах из песка, располагаемых на опоражниваемых на зиму водохранилищах, при коэффициенте низового откоса $m_2 \geq \frac{2}{tg\varphi_т}$ ($\varphi_т$ – угол внутреннего трения грунта тела плотины или ее низовой призмы).

Дренажное устройство распространяется вдоль плотины до отметки (НПУ–4 м).

9.2. При расчетном напоре менее 5 м оборудование плотины дренажем производится:

а) в плотинах из песка при отсутствии противофильтрационных устройств и коэффициенте низового откоса $m_2 < \frac{2}{tg\varphi_т}$;

б) в случае неопоражниваемых на зиму водохранилищ и возможности промерзания грунта низового откоса;

в) при неблагоприятных гидрогеологических условиях (высокое стояние уровня грунтовых вод, возможность заболачивания нижерасположенной территории, наличие в основании водонасыщенных глинистых грунтов и др.);

г) в плотинах из двух видов грунта при отсыпке низовой призмы из песка мелкого, пылеватого и супеси.

9.3. Во всех случаях в нижнем бьефе плотины предусматривается обеспечение организованного отвода воды, профильтровавшей через тело земляной плотины.

9.4. В проекте представлены следующие типы дренажных устройств (см.листы 15-18): трубчатый, тюфячный, наслонный, дренажный банкет и комбинированный дренаж.

Выбор типа дренажного устройства производится в зависимости от условий работы дренажа, наличия материалов, с учетом указаний, приведенных ниже в п.п.9.5–9.7.

9.5. Внутренние дренажи (трубчатый, тюфячный) не рекомендуется применять:

а) в случае плотин, расположенных на сильносжимаемых или неравномерно оседающих основаниях;

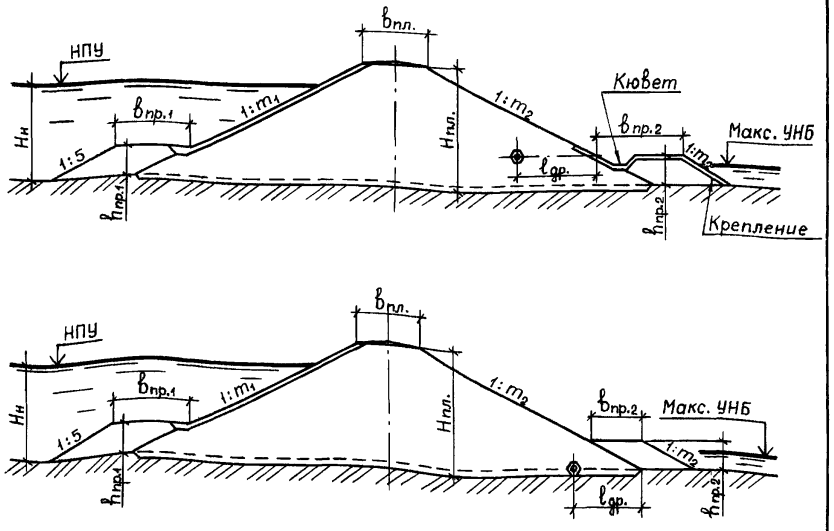
б) на участках плотин, подтапливаемых со стороны нижнего бьефа.

9.6. Наружные дренажи (наслонный, дренажный банкет) устраиваются в русловой части плотин, а также на участках плотины, перекрывающих затапливаемую пойму.

Применение дренажного банкета рекомендуется при наличии на месте дешевого крупнообломочного и песчано-гравелистого грунтов.

Схемы дренажных устройств при наличии упорной призмы в нижнем бьефе

I. Трубчатый или тюфячный дренаж

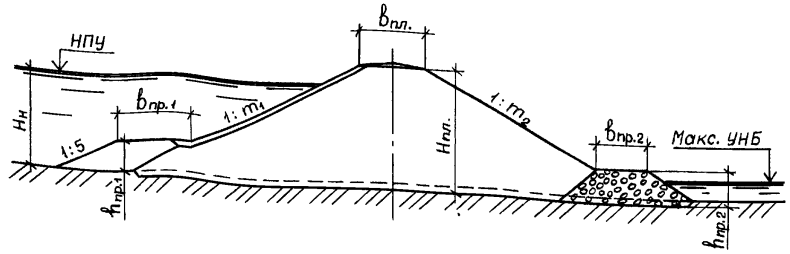



Черт.9.I



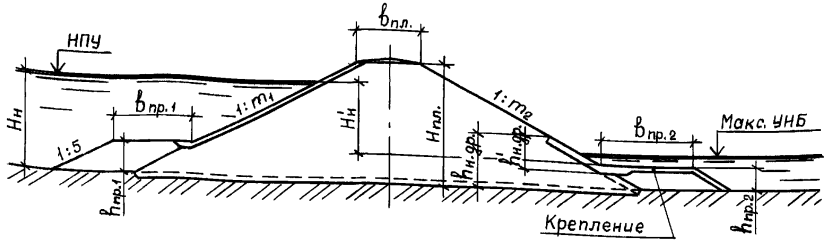
Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

2. Дренажный банкет




Черт.9.2

3. Наслонный дренаж (при $h_{н.др} > h_{пр2}$)




Черт.9.3

При отсутствии на месте достаточного количества указанных грунтов для устройства банкета предпочтение следует отдавать наслонному дренажу (в случае, если нет необходимости защищать низовой откос от промерзания).

Наслонный дренаж устраивается также в построенных плотинах для защиты низового откоса при выклинивании на него кривой депрессии.

9.7. При значительном протяжении плотины на ее отдельных участках конструкция дренажей может быть различная. Например: дренажный банкет в русловой части и наслонный дренаж – в пойменной; или банкет – в русловой части и внутренний дренаж – в пойменной.

9.8. Проектирование, подбор зернового состава грунта, назначение количества и толщины слоев обратного фильтра дренажей производится в соответствии с методикой, приведенной в приложении I5.

9.9. Размеры дренажных устройств – дренажной призмы, наслонного дренажа, местоположение трубчатого и тюфячного дренажей устанавливаются расчетом в соответствии с указаниями раздела I7.

9.I0. Диаметр дренажных труб назначается с учетом величины фильтрационного расхода, но не менее 200 мм.

9.II. Дренажные трубы укладываются вдоль плотины с уклоном $i \leqslant 0{,}05$. Расстояние между выводными коллекторами принимается не более 50 м.

При невозможности уложить дренажный трубопровод с уклоном $i \leqslant 0{,}05$, он разбивается на участки, изолированные друг от друга перемычками из водонепроницаемого грунта, оканчивающиеся выводным коллектором. Длина каждого участка принимается в пределах I0...50 м, при уклоне 0,05...0,I0.

9.I2. Расстояние между выводными коллекторами тюфячного дренажа принимается не более 20 м.

9.I3. На низовом откосе и гребне дренажного банкета выполняется наброска из щебня или камня. Крупность щебня или камня наброски назначается по местным условиям с учетом возможности воздействия ветровых волн со стороны нижнего бьефа.

9.I4. При наличии упорной призмы низового откоса, предусмотренной в соответствии с п.4.6, конструкция, расположение и размеры дренажного устройства принимаются по одной из схем, приведенных на черт.9.I–9.3 с учетом следующих рекомендаций:

а) выбор схемы трубчатого дренажа, черт.9.I (а или б), производится в каждом частном случае в зависимости от уровня воды в нижнем бьефе, размеров упорной призмы $h_{пр.2}$ и $b_{пр.2}$ и удобства вывода дренажных вод;

б) дренажный банкет (черт.9.2) устраивается в случае относительно



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

небольшой ширины пригрузки ( $b_{пр.2} \leq 0{,}3\ H_{пл}$) и высоты ее $h_{пр.2}$ не более, чем высота дренажного банкета, определяемая в соответствии с разделом I7.

В остальных случаях следует переходить к устройству трубчатого или тюфячного дренажа;

в) высота наслонного дренажа $h'_{н.др.}$ (черт.9.3) устанавливается в соответствии с разделом I7;

г) крепление низовой упорной призмы при отсутствии воды в нижнем бьефе или кратковременном ее стоянии выполняется засевом трав; при наличии воды в нижнем бьефе – наброской из мелкого камня или щебня по слою обратного фильтра (наслонный дренаж).

## IO. КРЕПЛЕНИЯ ВЕРХОВОГО ОТКОСА

IO.I. Крепление верхового откоса предусматривается для предохранения откоса от размыва вследствие воздействия ветровых волн.

IO.2. Верхняя граница крепления верхового откоса располагается на уровне гребня плотины.

Нижняя граница крепления назначается ниже минимального уровня сработки водохранилища на 0,5 м, но не выше отметки, расположенной под расчетным уровнем на $2h_{I\%}$ (где $h_{I\%}$ – высота волны I % обеспеченности).

При возможности образования льда в водохранилище нижняя граница крепления располагается ниже минимального уровня сработки на I,5 $h_{max}$ (где $h_{max}$ – расчетная толщина ледяного покрова).

IO.3. В проектных решениях приведены следующие типы креплений верхового откоса:

а) из сборного железобетона:

- железобетонными плитами, омоноличенными в секции;
- железобетонными плитами, шарнирно соединенными между собой;

б) из монолитного железобетона;

в) из асфальтобетона;

г) каменной наброской;

д) растительными насаждениями.

IO.4. Выбор типа крепления верхового откоса производится с учетом технико-экономической оценки вариантов, пределов их применения, максимального использования средств механизации и местных материалов, характера грунта тела плотины и основания, долговечности крепления в условиях эксплуатации, архитектурных требований.

При этом должны быть учтены также следующие положения:

а) основным, наиболее долговечным типом крепления, применяемым при высоте волны до I,5 м, является крепление из железобетона монолитного или сборного;

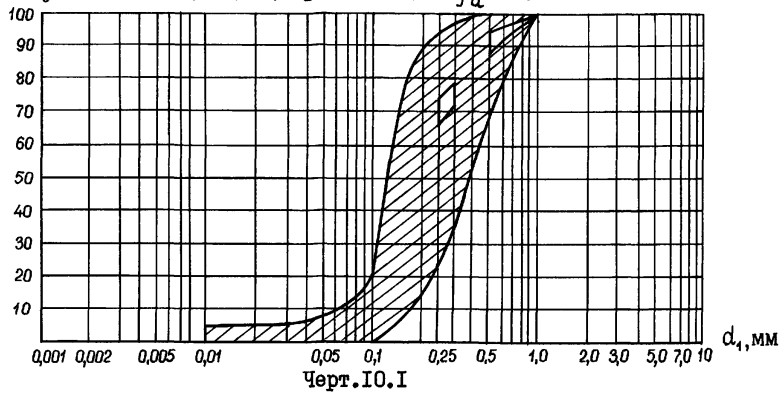
б) конструкции креплений из железобетона, приведенные в проектных решениях для плотин из песка мелкого, применимы в том случае, если кривая гранулометрического состава мелкого песка, слагающего откос, расположена в зоне, показанной на графике (см.черт.IO.I);

в) крепление наброской из камня рекомендуется при наличии в районе строительства в достаточном количестве камня пригодного для крепления;

г) крепление из асфальтобетона следует применять в тех случаях, когда расстояние от асфальтобетонного завода до места укладки составляет не более 50 километров;

д) крепление растительными насаждениями может быть применено только на участках откоса с длительностью непрерывного затопления взрослых растений ($2^{x}$-$3^{x}$летних) не более 2-2,5 месяцев.

Огибающая кривых гранулометрического состава мелких песков с критическим ускорением $a_o$= 0,4 м/с$^2$, при $\mathcal{D}$ = 0,6 ($\rho_d \approx$ I,6 т/м$^3$)




Черт.I0.I

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае, если песчаный грунт содержит фракции с $d$ > I,0 мм, эти фракции должны быть отнесены в разряд фракций 0,5...I,0 мм;

I0.5. Применение конструкций креплений из сборного и монолитного железобетона, а также из асфальтобетона, ограничивается условиями зимнего режима эксплуатации водохранилища.

Для креплений из железобетона:

а) расчетная толщина ледяного покрова:

– для свободно плавающего ледяного поля – не более I,2 м;

– для примерзшего льда – не более 0,8 м (см.табл.I0.I и I0.2)

б) скорость опускания и подъема уровня воды в водохранилище при наличии примерзшего льда не более I см/час (24 см/сут).

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае, если скорость подъема уровня воды в водохранилище более I см/час или если не представляется возможным заранее установить ее величину, то в предпаводковый период до подъема уровня производится околка льда перед креплением или медленное опорожнение водохранилища до слома льда.

Для креплений из асфальтобетона:

а) толщина ледяного покрова – не более 0,6 м;

б) скорость сработки уровня воды – до 0,5 м/сутки;

в) отсутствие навала на крепление ледяных полей;

г) максимальное суточное колебание отрицательных температур воздуха до I5 °С; минимальная расчетная температура воздуха наиболее холодной пятидневки не ниже –30 °С.

Ниже дается краткая характеристика представленных в проекте конструкций.

I0.6. Крепление из сборного железобетона

I0.6.I. Крепление верхового откоса из сборного железобетона предусматривается с использованием унифицированных железобетонных плит марок ПКО–I0, ПКО–I2, ПВ40–20–I,5 и ПШ 40–20–I,5 толщиной I0, I2, I5 см (см.листы I9 и 25).

Унифицированные плиты изготовляются из тяжелого бетона класса по прочности на сжатие ВI5, марок по морозостойкости $F \geqslant$ I50, по водонепроницаемости –W4.

Марка по морозостойкости в каждом случае должна быть уточнена при выдаче заказа на завод в зависимости от климатических условий района строительства, с учетом расположения крепления в зоне переменного уровня воды.

I0.6.2. Под сборным железобетонным креплением предусматривается укладка сплошного обратного фильтра, указания по конструкции которого приведены в разделе II.

В случае укладки сборных железобетонных плит на верховой откос плотины из мелкого песка под креплением требуется устройство защитного покрытия

из крупнозернистых материалов для обеспечения динамической устойчивости основания в зоне волновых воздействий.

Роль защитного покрытия выполняет обратный фильтр. Если толщина его недостаточна, что возможно при расстояниях между деформационными швами, нормальными урезу воды, менее 22 м, требуется устройство дополни-



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

тельной подушки из песка средней крупности или крупного (см.приложение I0).

Толщина элементов защитного покрытия, принятая в проекте, определена соответствующими расчетами (см.приложение I0).

I0.6.3. Пределы применения креплений из сборных железобетонных плит в зависимости от действующих волновых и ледовых нагрузок и вида грунта верхового клина плотины приведены в табл.I0.I.

Пределы применения креплений из сборного железобетона (при толщине обратного фильтра $t_\varphi$= 0,2 ...0,4 м)

Таблица I0.I

| Марка плиты | Грунты, слагающие верховой клин тела плотины | Коэффициент откоса $m_1$ | Расчетная высота волны $h_{I\%}$, м | Расчетная толщина примерзшего к креплению ледяного поля, $h_{max}$, м | Несущая способность I м крепления кН·м (тс.м) |
|---|---|---|---|---|---|
| ПКО-I0 | глинистые, пески средней крупности и крупные | $2 \leqslant m_1 < 3$ | I,0 | 0,4 | 8,I4 (0,83) |
| | | $m_1 \geqslant 3$ | I,2 | | |
| | пески мелкие | $m_1 \geqslant 3$ | I,2 | 0,4 | |
| ПКО-I2 | глинистые, пески средней крупности и крупные | $2 \leqslant m_1 < 3,5$ | I,2 | 0,5 | II,67 (I,I9) |
| | | $m_1 \geqslant 3,5$ | I,5 | | |
| | пески мелкие | $3 \leqslant m_1 < 3,5$ | I,2 | 0,5 | |
| | | $m_1 \geqslant 3,5$ | I,5 | | |
| ПВ40-20--I,5 | глинистые, пески средней крупности и крупные | $m_1 \geqslant 2$ | I,5 | 0,6 | I9,32 (I,97) |
| | пески мелкие | $m_1 \geqslant 3$ | I,5 | 0,6 | |
| ШI40-20--I,5 | глинистые, пески средней крупности и крупные | $2 < m_1 < 3$ | I,0 | 0,5 | I7,95 (I,83) |
| | | $m_1 \geqslant 3$ | I,2 | | |

ПРИМЕЧАНИЯ: I. Расчетная толщина свободно плавающего ледяного поля принята I,2 м во всех случаях.

2. Для креплений на мелких песках расстояние между деформационными швами, расположенными нормально урезу воды, в расчетах принято: для плит ПКО-I2-3I м, для плит ПКО-I0, ПВ 40-20-I,5-22 ...3I м.

I0.6.4. Крепление верхового откоса из плит ПВ и ПКО выполняется путем укладки их на откос длинной стороной в направлении, нормальном урезу воды, с омоноличиванием их в секции, разделенные деформационными швами.

Омоноличивание осуществляется стыковкой выпусков арматуры, предусмотренных по торцам плит.

Конструкции стыков плит показаны на листах 2I и 23.

Размер секций при омоноличивании плит ПВ и ПКО предусматривается:

- в направлении, параллельном урезу воды, не более 3I м,
- в направлении, нормальном урезу воды, - по возможности, на всю длину укрепляемого откоса, но не более 20 м.

Наименьший размер секции в направлении, нормальном урезу воды, - I3 м.

Для омоноличивания применяется бетон класса В20, марки W4; марка по морозостойкости та же, что и плит.

I0.6.5. Крепление верхового откоса из плит ШI40-20-I,5 выполняется путем шарнирного соединения этих плит, уложенных на откос длинной стороной в направлении, нормальном урезу воды.

Конструкции шарнирного соединения плит показаны на листе 26.

I0.6.6. При выборе конструкции сборного железобетонного крепления следует отдавать предпочтение плитам ПВ и ПКО; при этом необходимо учесть, что в случае основания плотины, сложенного из торфа или заторфованного грунта, а также других сильносжимаемых грунтов, эти плиты не применимы.

I0.7. Крепление из монолитного железобетона

I0.7.I. Крепление применимо на водохранилищах с высотой волны до I,5 м; при этом толщина плит крепления принимается равной I5 или 20 см в зависимости от ледовых условий.



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Пределы применения крепления из монолитного железобетона указаны в таблице I0.2.

Пределы применения крепления из монолитного железобетона

Таблица I0.2

| Толщина крепления, $\delta$ см | Грунты, слагающие верховой клин тела плотины | Расчетная высота волны $h_{1\%}$ м | Расчетная толщина примерзшего к креплению ледяного поля $h_{max}$ м | | Несущая способность I м покрытия $M_{max}$ кН.м(тс.м) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | при схеме армирования | | при схеме армирования | |
| | | | I | II | I | II |
| I5 | Глинистые, пески средней крупности, крупные и мелкие (при $m_1 \geqslant 3$) | I,5 | - | 0,5 | I5,6 (I,59) | I8,2 (I,86) |
| 20 | Глинистые, пески средней крупности и мелкие (при $m_1 \geqslant 3$) | I,5 | 0,4 | 0,8 | 22,4 (2,28) | 32,5 (3,3I) |

ПРИМЕЧАНИЕ. Расчетная толщина свободно плавающего ледяного поля - I,2 м во всех случаях.

I0.7.2. Бетон монолитных железобетонных плит укладывается: при грунте верхового откоса плотины, представленном песком средней крупности или крупным, или при наличии защитного слоя из песка на верховом откосе плотины из глинистых грунтов - непосредственно на грунт основания; при глинистом грунте откоса или мелком песке - на подушку из песка средней крупности или крупного толщиной не менее 30 см.

Конструкция крепления показана на листах 27 и 28.

I0.7.3. Разрезка крепления деформационными швами, направленными нормально урезу воды, осуществляется через 20 м. Длина секции в этом направлении не должна быть менее I0 м. Деформационные швы в направлении параллельном урезу воды предусматриваются при длине крепления вдоль откоса более 20 м.

I0.7.4. Для устранения возможности выноса грунта через деформационные швы под ними укладываются железобетонные подкладки монолитные с размерами поперечного сечения 25 х 8 см или сборные (см.лист 3I ).Между подкладками и плитами крепления прокладываются битумные маты; в шве оставляется опалубочная просмоленная или обмазанная битумом доска толщиной 2,5 см.

Под плитами предусмотрено устройство противосуффозионных шпонок, идущих параллельно урезу воды. Назначение шпонок - препятствовать образованию пустот под креплением.

I0.7.5. Армирование монолитных плит предусматривается одиночной арматурой, уложенной в середине толщины плиты.

Плиты монолитного крепления в направлении параллельном урезу воды соединяются между собой арматурой: стержни арматуры через один пропускаются сквозь деформационные швы и заводятся в соседнюю плиту. При этом сквозь шов проходит арматуры в 2 раза меньше, чем в самой плите. Шов становится более гибким, независимой осадки одной плиты относительно другой произойти не может, снижаются температурные напряжения в бетоне плиты.

Для обеспечения свободного перемещения арматуры,соединяющей соседние плиты, перепускаемые стержни в районе шва окрашиваются битумом за 2-3 раза на длине 2 м. Окрашивать концы арматуры, не пересекающей швы, недопустимо. Соединение плит в направлении нормальном урезу воды осуществляется с помощью специально укладываемых гладких стержней (см.лист 28 ).

I0.8. Крепление из асфальтобетона

I0.8.I. Проекты асфальтобетонных креплений составлены применительно к земляным плотинам из одного вида глинистого грунта или песка (за



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

исключением мелкого), а также к плотинам из двух или трех видов грунта с зональным распределением материала (за исключением плотин с центральным водонепроницаемым ядром или экраном, а также плотин с верховым клином из песка мелкого).

I0.8.2. Применение асфальтобетонных креплений ограничено условиями, указанными в п.6.25.

I0.8.3. Конструкция асфальтобетонного крепления предусматривает его работу как водонепроницаемого экрана; в связи с указанным:

а) крепление устраивается в виде бесшовного сплошного покрытия на всем защищаемом напорном откосе;

б) для устройства крепления применяется горячий гидротехнический асфальтобетон, состав которого подбирается с учетом обеспечения водонепроницаемости покрытия (см.раздел 6В).

Асфальтобетон, используемый для крепления, должен удовлетворять тем же требованиям, которые предъявляются к асфальтобетону экранов.

I0.8.4. Требования к свойствам материалов (битума, щебня, песка и др.), пригодных для приготовления асфальтовых бетонов, должны соответствовать рекомендациям, приведенным в "Рекомендациях по проектированию и устройству асфальтобетонных противофильтрационных элементов в грунтовых гидротехнических сооружениях" П20-85, ВНИИГ.

I0.8.5. Асфальтобетон укладывается:

а) при глинистых грунтах, слагающих откос, - на переходный слой из песка или песчано-гравийного грунта толщиной равной глубине промерзания, но не менее 0,5 м. При глубине промерзания менее 0,5 м асфальтобетон может быть уложен на слой разнозернистого щебня или гравия толщиной 20 см.

б) при песчаных грунтах, слагающих откос, - непосредственно на грунт основания, обработанный на глубину 4...5 см битумной пастой или разжиженным битумом. Обработка основания может быть заменена укладкой асфальтобетона по слою щебня, гравия или черного щебня толщиной 6...I0 см.

Песчаное, гравийное или щебеночное основание под асфальтобетонное крепление, с целью устранения возможности развития под ним растительности, протравливается симазином или атразином (расход 9 г/м$^2$).

I0.8.6. Толщина крепления из асфальтобетона принимается в зависимости от расчетной высоты волны и толщины ледяного покрова по данным таблицы I0.3.

Таблица I0.3

| Высота волны, м | Толщина ледяного покрова, см | Толщина асфальтобетонного крепления, см |
|---|---|---|
| 0,5 | - | 4...6 |
| I,0 | 40 | 8...I0 |
| I,5 | 60 | I0...I2 |

Покрытие устраивается слоями толщиной 4...6 см, каждый из которых уплотняется отдельно.

I0.8.7. Обработка основания под крепление при песчаных грунтах, слагающих откос (см.п.I0.8.5), производится битумными материалами следующих составов:

а) при обработке холодной битумной пастой: на I00 % объема обрабатываемого песка основания - 7,5...8 % пасты в пересчете на сухое вещество. Ориентировочный состав пасты: битума БНД 40/60 - 50 %, твердого эмульгатора (извести или пластичной глины) - I5 %, воды - 35 %.

б) при обработке разжиженным битумом:

на I00 % объема обрабатываемого песка основания - I5...20 % разжиженного битума. Состав разжиженного битума: битума БНД 40/60 - 50 %, летучего разжижителя (бензин, керосин и т.п.) - 50 %.

Обработанное основание должно быть уплотнено легкими катками или площадочными вибраторами.

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I0.9. Крепление каменной наброской

I0.9.I. Каменные материалы, используемые для крепления верхового откоса, должны быть изверженных, метаморфических или осадочных горных пород, обладающих необходимой прочностью, морозостойкостью и водостойкостью. Камни не должны иметь признаков выветривания, прослоек мягких пород, глины, гипса и других размокаемых включений, а также рыхлых включений ракушек и видимых расслоений и трещин.

Марка камня (по прочности при сжатии) должна назначаться не ниже 300. Для каменного крепления допускается камень с коэффициентом размягчения в воде 0,75. Технические требования к камню приведены в таблице I0.4.

Таблица I0.4

| Виды горных пород, используемых для крепления откоса плотины | Объемная масса г/см$^3$ | Водопоглощение % не более | МРЗ циклы не менее | Марка дробимости фракций 20...40 мм |
|---|---|---|---|---|
| I. Известняк пористый | 2,3 | 5 | I50 | 300 |
| 2. Известняк афонитовый | 2,6 | I | I00 | 600 |
| 3. Доломиты | 2,6 | 2 | I00 | 600 |
| 4. Песчаники кварц п/ш | 2,5 | 2 | I50 | I00 |
| 5. Песчаники кварцитовидные | 2,6 | 0,5 | I00 | 800 |
| 6. Вулканические породы пористые (андезиты, туфы) | 2,4 | 3 | I00 | 600 |
| 7. Гранитоиды | 2,6 | 0,8 | I00 | 800 |

ПРИМЕЧАНИЯ: I. Таблица составлена по данным научно-исследовательского сектора института "Гидропроект".

2. Для каменных пород № 5, № 6, № 7 морозостойкость учитывается только в случае превышения величины водопоглощения.

I0.9.2. Для крепления верхового откоса плотины может быть применена наброска:

а) из несортированного камня - "горной массы" - при коэффициенте верхового откоса $3 \leqslant m_1 \leqslant 5$;

б) из сортированного камня $2 \leqslant m_1 \leqslant 3$.

I0.9.3. Расчетная масса ($M_T$) и расчетный размер (диаметр) камней ($Д_{ba_1}$) наброски определяется в соответствии с СНиП 2.06.04-82.

Рекомендуемые проектом размеры ($Д_{ba_1}$) и расчетная масса ($M_T$) камней наброски для зоны верхового откоса, подверженной волновым воздействиям, при $h_{1\%} \geqslant 0,5$ м приведены в таблице I0.5.

Таблица I0.5

| Коэффициент откоса $m_1$ | $h_{1\%}$=0,5м | | $h_{1\%}$ = I,0 м | | $h_{1\%}$ = I,2 м | | $h_{1\%}$ = I,5 м | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $M_T$, кг / $Д_{ba_1}$, см | $\delta_1$, см | $M_T$, кг / $Д_{ba_1}$, см | $\delta_1$, см | $M_T$, кг / $Д_{ba_1}$, см | $\delta_1$, см | $M_T$, кг / $Д_{ba_1}$, см | $\delta_1$, см |
| А. Наброска из несортированного камня ($\rho_m$ = 2,5 т/м$^3$) | | | | | | | | |
| 3,0 | 4/I5 | 45 | 33/29 | 90 | 56/35 | I05 | II2/44 | I30 |
| 3,5 | 3/I4 | 40 | 27/28 | 85 | 45/32 | 95 | 89/4I | I25 |
| 4,0 | 2,5/I2 | 35 | 20/25 | 75 | 34/30 | 90 | 67/37 | II0 |
| 4,5 | 2,5/I2 | 35 | I6/23 | 70 | 28/28 | 85 | 56/35 | I05 |
| Б. Наброска из сортированного камня ($\rho_m$ = 2,5 т/м$^3$) | | | | | | | | |
| 2,0 | 8/I8 | 45 | 64/37 | 95 | I09/44 | II0 | 2I7/55 | I40 |
| 2,5 | 5/I6 | 40 | 42/32 | 80 | 73/38 | 95 | I45/48 | I20 |
| 3,0 | 4/I5 | 40 | 33/29 | 75 | 56/35 | 90 | II2/44 | II0 |

Ниже зоны волнового воздействия предусматривается отсыпка камня крупностью $Д_{ba_2}$ = 8 см, толщиной $\delta_2$ = 25 см.

I0.9.4. Использование несортированной каменной наброски - "горной массы" - допускается при значениях разнозернистости материала $\frac{Д_{60}}{Д_{I0}} \leqslant 35$.

2283/1

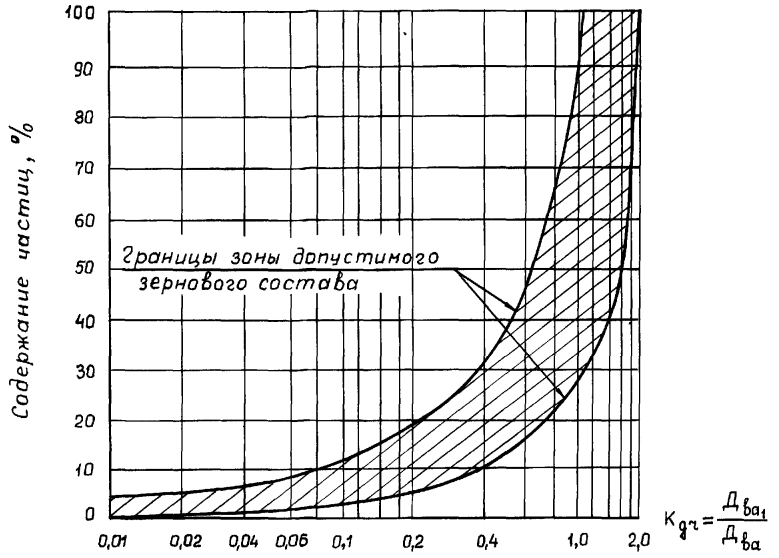


Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Кривая, характеризующая зерновой состав используемого материала, должна находиться в пределах зоны, указанной на графике (см.черт.I0.2).

Содержание камней с расчетной массой размером $Д_{ba_1}$ должно составлять не менее 50 %.

Допустимый зерновой состав несортированной каменной наброски для крепления откосов




Черт.I0.2

Толщина наброски из несортированного камня $\delta_1$ принимается равной $3 \cdot Д_{85}$.

I0.9.5. Наброску из сортированного камня для крепления верхового откоса при $m_1 \geq 3$ допускается применять в случаях, когда:

- имеется в наличии материал, не требующий специального проведения трудоемких работ по отсортировке камня.

- получение "горной массы" с допустимым зерновым составом затруднительно или невозможно.

В наброске из сортированного камня применение неполномерных по массе камней допускается в количестве не более 25 % общего объема при условии их равномерного распределения по откосу. Наименьшая масса неполномерных камней не должна быть менее половины массы расчетного камня.

Толщина наброски из сортированного камня $\delta_1$, принимается равной $2,5 Д_{ba_1}$.

I0.9.6. Крепление каменной наброской выполняется по сплошному обратному фильтру.

I0.9.7. В случае, если в водохранилище возможно образование ледяного покрова толщиной 0,4 м и более, необходимо поддерживать уровень воды в нем в зимний период на отметках близких к УМО (не выше I м над УМО).

В указанной зоне воздействия примерзшего к креплению льда предусматривается устройство монолитного железобетонного крепления.

I0.I0. Крепление растительными насаждениями (биологическое крепление)

I0.I0.I. Крепление растительными насаждениями рекомендуется производить на участках верхового откоса, подверженных воздействию волн высотой не более 0,5...0,7 м.

I0.I0.2. Молодые посадки в возрасте до 2-3 лет в течение вегетационного периода не должны затапливаться водой более, чем на 5...6 суток.

I0.I0.3. Продолжительность непрерывного затопления взрослых посадок (2-3 летнего возраста) допускается не более 2...2,5 месяцев. При этом вершины первого (нижнего) ряда посадок должны возвышаться над водой не менее, чем на 0,5 метра.

Для нижнего ряда посадок следует использовать породы кустарников с наибольшей выносливостью к затоплению.

I0.I0.4. Растительные насаждения могут дать положительный результат по закреплению откоса при доброкачественном посадочном материале, строгом



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

соблюдении сроков и правил посадки и тщательном уходе за насаждениями в течение первых 2-3 лет роста.

До момента образования достаточно развитой корневой системы откос должен быть защищен покрытием из хвороста или других материалов, не препятствующих росту насаждений.

I0.I0.5. С целью обеспечения эксплуатационной службы гидроузла хворостяным материалом для текущих ремонтных и аварийных работ по креплению откосов следует предусматривать при каждом гидроузле насаждения местных кустарниковых пород ивы на специально отведенном участке. Участок выбирается в нижнем бьефе сооружения в условиях, благоприятствующих росту ивы.

## II. ОБРАТНЫЙ ФИЛЬТР ПОД КРЕПЛЕНИЕМ ВЕРХОВОГО ОТКОСА

II.I. В качестве обратного фильтра под креплением верхового откоса земляных плотин, выполняемым из сборного железобетона или каменной наброски, рекомендуется применять следующие виды фильтров:

а) фильтры из искусственных волокнистых материалов на основе стекла, базальта и полимерных волокон;

б) фильтры из песчано-гравийно-галечниковых или щебеночных грунтов.

Выбор вида обратного фильтра определяется наличием материалов, а также допустимыми условиями применения, указанными ниже.

II.2. Фильтры из искусственных материалов

II.2.I. Для устройства обратного фильтра применяются искусственные волокнистые материалы на основе стекла, базальта и полимерных волокон, перечисленные в табл.II.I.

Фильтры из искусственных волокнистых материалов должны отвечать техническим требованиям табл.II.I.

II.2.2. Обратные фильтры из искусственных волокнистых материалов допускается применять в следующих случаях:

а) при откосах, отсыпанных из песка средней крупности или мелкого, супеси, суглинка и глины;

б) при грунтовых водах нейтральных, слабокислых и слабощелочных (хлоридно-сульфатных, сульфатно-хлоридных, сульфатно-хлоридно-магниево-натриевых, гидрокарбонатно-сульфатно-магниево-кальциевых) с pH от 4 до 9 и суммарным содержанием минеральных солей до 50 г/литр;

в) при грунтовых водах с содержанием закисного железа не более 3 мг/литр.

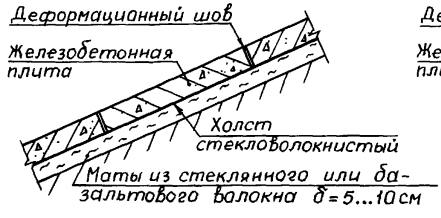
II.2.3. Толщина фильтра из изделий теплоизоляционных из стеклянного штапельного волокна и матов прошивных (см.п.I, 2 табл.II.I) в неуплотненном состоянии назначается 5...I0 см.

При укладке фильтров в 2 слоя стыки нижнего слоя перекрываются верхним слоем на ширину 5...I0 см.

II.2.4. Конструкции фильтров показаны на чертежах II.I-II.3.

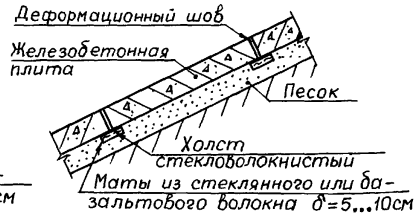
Фильтры под крепление из сборного железобетона

а) Глинистое основание



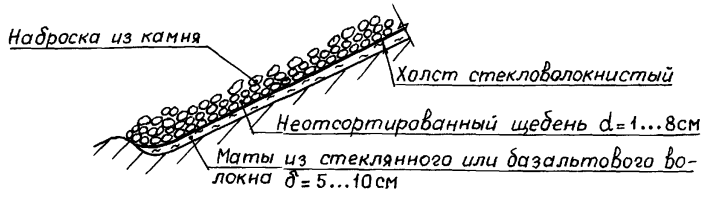

Черт.II.I

б) Песчаное основание




Черт.II.2

Фильтр под крепление каменной наброской




Черт.II.3

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Таблица II.I

| Наименование материала | Марка | ГОСТ, ОСТ, ТУ | Размеры | | | Ед. изм. | Масса, ед. | Коэффициент фильтрации м/с при давлении на фильтр | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Длина, м | Ширина, см | Толщина, мм | | | 0,02 МПа | 0,I МПа |
| I. Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна | – | ГОСТ I0499–78 | I00 | I00±5 | 40,50, 60 | $м^3$ | 35 кг 50 кг | 300 | I20 |
| 2 Маты прошивные теплозвукоизоляционные и фильтрующие на основе стеклянного штапельного волокна из горных пород (базальтового волокна) | – | РСТУССР 50I5–77 | до I5±I | 50, 65, 70, 85, 90, I00, I80, 200±I | 40, 50, 60, 70, 80±5 | $м^3$ | 65±5 кг | 280 | II0 |
| 3 Холст стекловолокнистый | ВВ–АМ | ТУ2I–23–I3I–86 | до 200 | 30±I | 0,8±0,2 | $м^2$ | I00 г | 200 | 60 |
| 4 Холст стекловолокнистый | ВВ–М | ТУ2I–23–I–4I–8I | до 200 | 30±I | I,2±0,I | $м^2$ | 200 г | I70 | 40 |
| 5 Холст стекловолокнистый | ВВ–Г | ТУ2I–33–44–79 | до 200 | 40±I | 0,4±0,I | $м^2$ | 50±I5 г | 230 | 70 |
| 6 Холст стекловолокнистый | ВВ–Т | ТУ2I–384–75 | до I00 | I50±2 | 0,8±0,3 | $м^2$ | I00±37 г | 250 | 90 |
| 7 Холст стекловолокнистый | ВВ–К | ТУ2I–23–97–77 | до 200 | 96±2 | 0,6±2,0 | $м^2$ | I00±30 г | I50 | 50 |
| 8 Холст волокнисто–пористый из полиэтилена (полиэтилен-холст) | ПЭ холст | ТУ33–443I–04–83 | 20–I00 | I5–30 | I–2 | $м^2$ | 200–300 г | 200 | 90 |

Стеклохолсты ВВ–Г и ВВ–Т обладают низкой прочностью на разрыв, поэтому их применение может быть допущено при обеспечении сохранности фильтра.

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

II.3. Фильтры из песчано-гравийно-галечниковых или щебеночных материалов

II.3.I. Зерновой состав обратных фильтров из песчано-гравийных материалов, толщина и количество слоев назначаются по методике, приведенной в приложении I7.

I2. КРЕПЛЕНИЯ НИЗОВОГО ОТКОСА

I2.I. Крепление низового откоса предусматривается для предохранения его от разрушающего действия внешних факторов (атмосферных осадков, ветра и др.).

I2.2. Поверхность низового откоса перед устройством крепления должна быть спланирована и разрыхлена.

I2.3. Низовой откос плотин укрепляется залужением многолетними травами по слою растительного грунта. Толщина слоя растительного грунта, укладываемого на откос, принимается: при песчаных грунтах – 20 см; при глинистых грунтах - в зависимости от климатических условий района строительства; при глубине сезонного промерзания грунта до 0,5 м толщина растительного слоя принимается 20 см; при большей глубине промерзания – не менее 30 см.

I2.4. Для посева используются местные районированные виды трав.

В травосмеси должны включаться три биологические группы трав: рыхлокустовые злаковые (40...60 %), корневищевые злаковые (30...50 %) и бобовые – I0 %. Наиболее пригодными являются те многолетние травы, которые обладают быстрым ростом и мочковатой корневой системой, образующей прочную дернину.

При выборе вида трав и назначении количества семян, высеваемых на откос, следует учитывать вид почвы, наносимой на откос, вид грунта, слагающего откос, и предполагаемое время посева. Биологическая характеристика основных видов трав, применяемых в травосмеси, приведена в приложении 23.

Посевные качества семян должны быть не ниже установленных для третьего класса и соответствовать требованиям ГОСТ I9449-80 и I9450-80.

I2.5. В качестве минеральных удобрений применяются суперфосфат, калийная соль и аммиачная селитра. Количество удобрений определяется в зависимости от рода почвы. Кислые почвы подлежат известкованию.

Работы по залужению откосов рекомендуется производить во влажные периоды года (весна, осень). Бобовые травы высеваются не позднее сроков начала посева озимых зерновых культур для данного района.

I2.6. При проведении работ в осеннее время вместо семян многолетних трав может высеваться озимая рожь из расчета 2 кг на I00 $м^2$ крепления.

I2.7. Рекомендуются два способа залужения:

а) нанесение на низовой откос заранее приготовленной смеси из растительного слоя почвы, минеральных удобрений и семян многолетних трав;

б) гидропосев по слою растительного грунта, уложенного на откос.

Метод гидропосева заключается в нанесении с помощью специальной гидросеялки на откос состава, состоящего из семян трав, минеральных удобрений, пленкообразующего материала – эмульсии из латекса, мульчирующего материала и воды.

В качестве мульчирующего материала применяются опилки, измельченная солома, торф.

Залужение откосов гидропосевом выполняется в соответствии с "Руководством по креплению откосов земляных сооружений на мелиоративных объектах гидропосевом трав. ВТР-С-II-75", составленным БелНИИМ и ВХ, Минск I978 г.

I3. СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСОТА ПЛОТИНЫ

I3.I. Для обеспечения проектных отметок гребня плотины после осадки ее тела и основания необходимо предусматривать строительный запас .

2283/1

I3.2. Запас на осадку тела сооружения принимается:

а) в плотинах высотой до I0 м, отсыпаемых из песчаных грунтов, без противофильтрационных устройств или с экраном – в размере I % $H_{пл}$; при глинистых грунтах тела плотины, а также в случае песчаной плотины с ядром запас назначается в размере 2 % $H_{пл}$;

б) в плотинах высотой от I0 до I5 м – в размере до I % $H_{пл}$.

I3.3. Запас на осадку основания, представленного на глубину не менее 2 $H_{пл}$ глинистыми или песчаными грунтами, принимается:

а) в плотинах высотой до I0 м, подстилаемых слоем песка толщиной не менее I/4 $H_{пл}$ – 0 % (осадка не учитывается); при меньшей толщине слоя песка и при других подстилающих грунтах 2 % $H_{пл}$;

б) в плотинах высотой от I0 до I5 м в случае подстилающего слоя из песка толщиной не менее I/4 $H_{пл}$ – I...2 % в зависимости от мощности слоя и плотности грунта; при других грунтах и при меньшей толщине слоя песка – 2...4 % в зависимости от плотности грунта.

ПРИМЕЧАНИЕ. Величины осадок основания плотины приведены для грунтов при значениях модулей деформации Е, указанных в п.I7.4. При других значениях Е величину строительного запаса следует уточнить.

## I4. УКАЗАНИЯ ПО СОПРЯЖЕНИЮ ТЕЛА ПЛОТИНЫ С ОСНОВАНИЕМ И БЕРЕГАМИ

I4.I. Подготовка основания под плотину в русловой, пойменной ее частях и на береговых склонах заключается в выполнении следующих мероприятий:

а) вырубка леса и кустарника, выкорчевывание пней, удаление растительного слоя и слоя, пронизанного корневищами деревьев и кустов или ходами землеройных животных;

б) удаление грунта, содержащего значительное количество органических включений или солей, легко растворимых в воде (см.раздел 2);

в) удаление залегающих с поверхности относительно тонким слоем глинистых переувлажненных и разжиженных грунтов, илов и др.

I4.2. При подготовке основания под плотину в пределах береговых примыканий следует предусматривать планировку поверхности берегов, при этом не допускается резких переломов между отдельными участками берега (более I5°), а при сопряжении с берегом противофильтрационнных устройств изменение уклона отдельных участков берега не должно быть более I0°.

I4.3. Для качественного сопряжения тела плотины с основанием и берегами первый слой грунта отсыпаемой плотины должен быть особо тщательно уложен и уплотнен. С этой целью рекомендуется влажность первого слоя укладываемого грунта повысить на I...3 %.

I4.4. Конструкция сопряжения плотины с основанием принимается в зависимости от геологического строения основания и глубины залегания водоупора:

а) на участках плотины из одного вида глинистого грунта, располагаемых на основании из однородного грунта, сопряжение с основанием осуществляется при помощи зуба лишь при наличии в поверхностном слое, после удаления растительного слоя, остатков растений, а также незначительного количества ходов землеройных животных;

б) на участках плотины, располагаемых на водопроницаемом основании, подстилаемом водоупором на практически досягаемой глубине, сопряжение с водоупором тела плотины и ее противофильтрационных устройств осуществляется при помощи зуба.

Зуб, при необходимости, может быть дополнен шунтом (см.п.I4.6).

При сложности выполнения зуба допускается отказ от его устройства; в этом случае обязательным является устройство дренажа. При этом должно быть обосновано расчетом отсутствие опасной механической суффозии грунта основания; величина фильтрационных потерь через основание должна быть в пределах допустимой.

в) на участках плотины с залеганием водоупора на практически недосягаемой глубине при необходимости ограничения фильтрационных потерь через основание предусматривается устройство понура.

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Вдоль плотины понур распространяется до встречи с водоупором и перекрывает его на длине не менее $2H_н$. Толщина водоупора в месте сопряжения с понуром должна быть не менее I...2 м (в зависимости от напора);

г) на участках плотины, где подошва ее располагается на контакте водопроницаемого и слабоводопроницаемого грунта, сопрягающий зуб (выполняемый в соответствии с п."б") продолжается вдоль плотины в сторону слабоводопроницаемого основания на длину $2H_н$.

I4.5. Ширина зуба для плотин на водопроницаемом основании с водоупором, располагаемым на практически досягаемой глубине, может быть принята по данным таблиц, приведенных в приложении I9 в зависимости от соотношения коэффициентов фильтрации тела, основания плотины и водоупора.

I4.6. При практической невозможности устройства зуба сопряжение тела плотины, ядра или экрана с водоупором может быть выполнено с помощью деревянного шунта. Шунт забивается со дна траншеи, глубина которой должна быть доведена до возможных пределов с целью сокращения высоты шунтовой стенки.

Глубина забивки деревянного шунта "$h_ш$" в водоупор, в зависимости от соотношения коэффициентов фильтрации водопроницаемого слоя и водоупора ($\frac{K_0}{K_в}$), принимается по таблице, приведенной в приложении I9.

I4.7. Размеры сопрягающего зуба в основании плотины уточняются в каждом случае в зависимости от механизмов, применяемых для разработки траншеи, отсыпки грунта, а также от способа его уплотнения.

При назначении ширины траншеи по дну необходимо руководствоваться данными табл.I4.I.

Таблица I4.I

| Наименование землеройных, землеройно-транспортных и уплотняющих машин | Минимальная ширина траншеи по дну, м |
|---|---|
| Экскаватор обратная лопата при емкости ковша 0,4 м$^3$ | I,I0 |
| То же, при емкости ковша 0,65 м$^3$ | I,I0 |

Таблица I4.I (продолжение)

| Наименование землеройных, землеройно-транспортных и уплотняющих машин | Минимальная ширина траншеи по дну, м |
|---|---|
| Экскаватор драглайн при емкости ковша 0,4 м$^3$ | I,0 |
| То же, при емкости ковша 0,8 м$^3$ | I,20 |
| Скрепер ДЗ-33 при емкости ковша 3,0 м$^3$ | 2,60 |
| То же, ДЗ-I2А при емкости ковша 6,0 м$^3$ | 3,I5 |
| То же, ДЗ-III при емкости ковша 8,0 м$^3$ | 3,40 |
| То же, ДЗ-77 при емкости ковша 8-I0 м$^3$ | 3,25 |
| То же, ДЗ-I3А при емкости ковша I5,0 м$^3$ | 3,75 |
| Бульдозер ДЗ-I28 мощностью 59 кВт | 2,70 |
| То же, ДЗ-I7 мощностью 79 кВт | 3,35 |
| То же, ДЗ-27с мощностью 96 кВт | 3,35 |
| То же, ДЗ-35с мощностью I32 кВт | 3,80 |
| То же, ДЗ-II8 мощностью 243 кВт | 4,45 |
| Прицепные катки гладкие и кулачковые массой 5 т с трактором мощностью 59 кВт | 2,40 |
| То же, массой 25 т с трактором мощностью 79 кВт | 2,40 |
| Трамбовочные плиты массой I,3 т | 2,65 |
| Пневматические трамбовки | I,I5 |

Коэффициенты откосов траншеи назначаются по местным грунтовым условиям, но не должны быть менее $m_з = 0,5$.

При назначении крутизны откосов траншеи под зуб необходимо иметь в виду, что ширина ее по верху не должна быть менее ширины ядра или экрана в плоскости подошвы плотины.

I4.8. При наличии в основании плотины из глинистого грунта



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

крупного песка или при устройстве тела плотины из песка, во всех случаях должна производиться проверка на контактный размыв по границе песка и глинистого грунта или крупного и мелкого песка.

Плотины из песка на песчаном основании при необходимости проверяются также на контактную суффозию.

Расчеты производятся в соответствии с методами, изложенными в "Руководстве по расчетам фильтрационной прочности напорных грунтовых сооружений ГАЭС" (П-93-8I) ВНИИГ. Методика расчетов приведена в приложении 7.

I4.9. В случае назначения поперечного профиля плотины по графикам приложений 3 и 4 (а не по чертежам 4.2-4.8) тело плотины и ее основание во всех случаях должны быть проверены на фильтрационную прочность в соответствии с "Руководством" (см.п.I4.8).

I4.I0. Грунт, укладываемый в траншею для устройства зуба, должен быть тщательно утрамбован слоями толщиной 20 см в рыхлом состоянии; особое внимание должно быть обращено на тщательность укладки и уплотнения грунта вблизи плоскостей сопряжения зуба и основания.

## I5. УКАЗАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

### I5.I. Основные положения

I5.I.I. Строительство земляных плотин начинается с выноса проекта в натуру. На местности прокладывают и закрепляют постоянными знаками оси сооружений и намечают положение их отдельных частей в увязке с государственной и дополнительной геодезической сетью.

I5.I.2. Подготовка основания плотины включает в себя работы по удалению всего, что может впоследствии привести к снижению устойчивости плотины и увеличению фильтрации: растительного и илистого грунтов, кустарника, пней, валунов и др., а также уплотнению основания плотины.

I5.I.3. Тело плотины отсыпается из грунта, разрабатываемого в карьере и в полезных внемках сооружений гидроузла.

Оптимальная схема доставки грунта определяется на основе баланса земляных масс.

Механизмы для транспортирования и укладки грунта следует подбирать из условия обеспечения максимальной производительности и минимальной стоимости работ при обеспечении высокого качества.

I5.I.4. Карьеры грунтов для отсыпки тела плотины закладываются с учетом обеспечения минимального расстояния транспортирования, возможности использования наиболее производительных землеройно-транспортных машин, минимального объема вскрыши, минимальной площади отвода земель для строительства, увеличения полезного объема водохранилища. Данные, характеризующие стоимость разработки и перемещения грунта различными землеройными машинами в зависимости от дальности перемещения представлены на графиках (см.черт.I5.I-I5.5).

I5.I.5. Схема пропуска строительных расходов должна обеспечивать непрерывность строительства гидроузла в целом и возможно меньшее число очередей отсыпки плотины.

I5.2. Порядок определения рабочих объемов работ.

I5.2.I. Объем грунта для отсыпки тела плотины определяется как сумма профильного объема насыпи и производственных надбавок.

$$V_{пл.} = V_{пр.} + V_{пн}$$

Для подсчета профильных объемов вся плотина разбивается по длине на отдельные секции, для каждой из которых вычисляется профильный объем с добавкой на осадку основания и тела плотины ( $V_{пр.}$ ). Объемы всех секций суммируются.

I5.2.2. Производственные надбавки ( $V_{пн}$ ) определяются из выражения:

$$V_{пн} = V_1 + V_2 ,$$

где $V_1$ - надбавка на уплотнение грунта в теле плотины до заданной плотности, отличающейся от плотности грунта в карьере .

$$V_1 = \pm V_{пр} \cdot \frac{\rho_d - \rho_o}{\rho_o} .$$

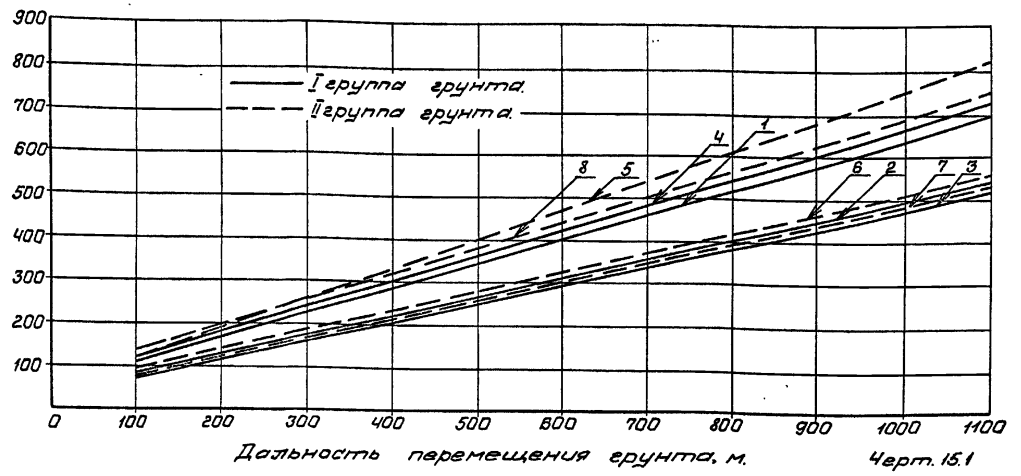
2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

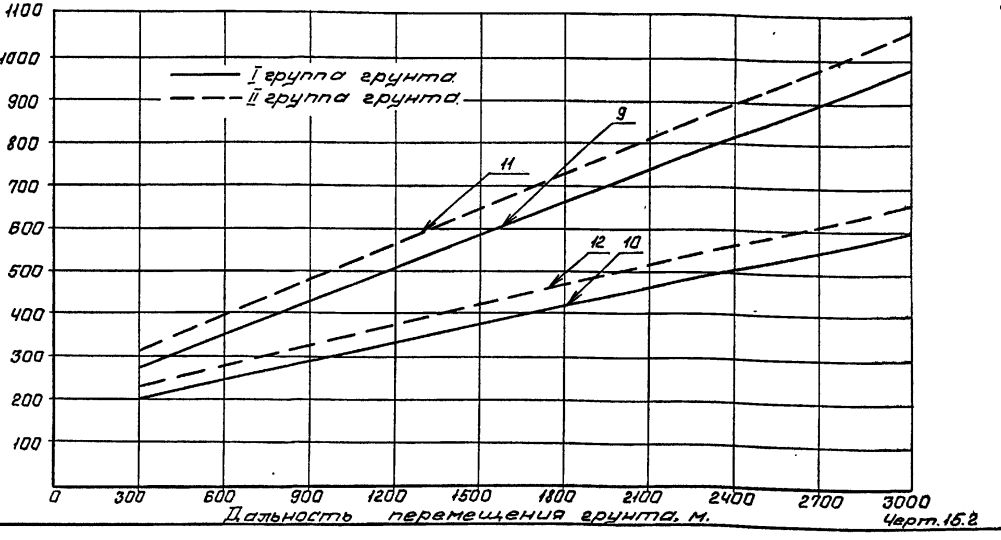
## Стоимость разработки и транспортирования грунта при различной дальности перемещения.

### а) при разработке грунта прицепными скреперами.




Черт. 15.1

### б) при разработке грунта самоходными скреперами.




Черт. 15.2

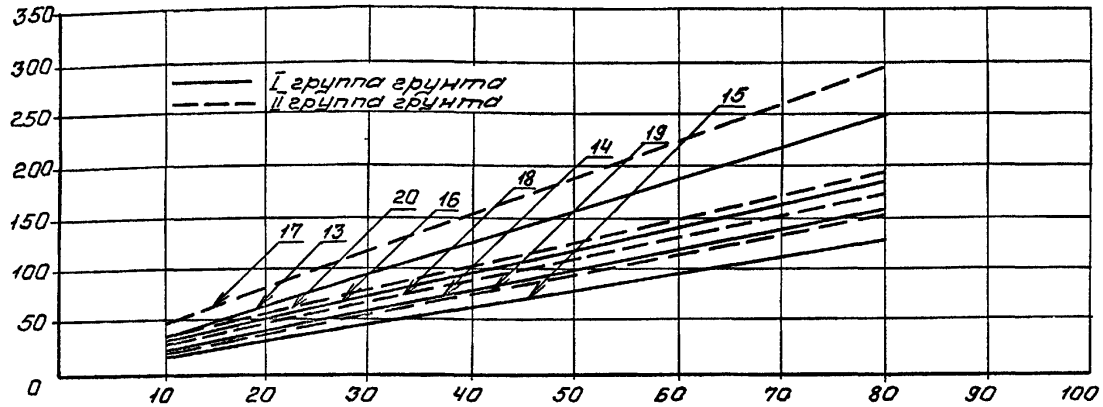
*Примечание.*

Линии 1-12 даны применительно к способам разработке грунта, указанным в таблице 15.1.



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

в) при разработке грунта бульдозерами.

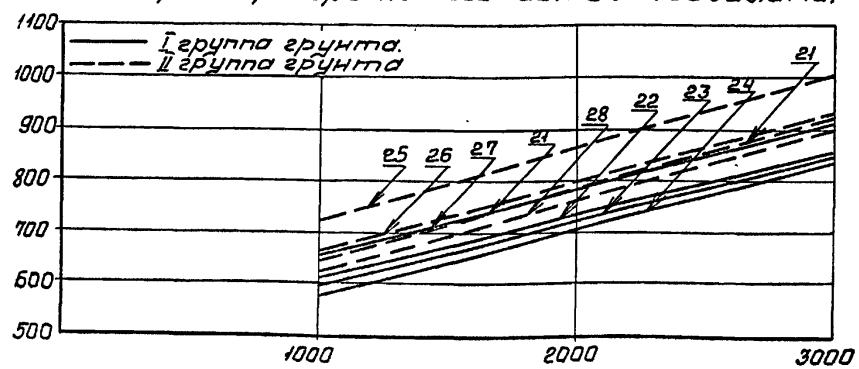



Черт. 15.3

Примечание.

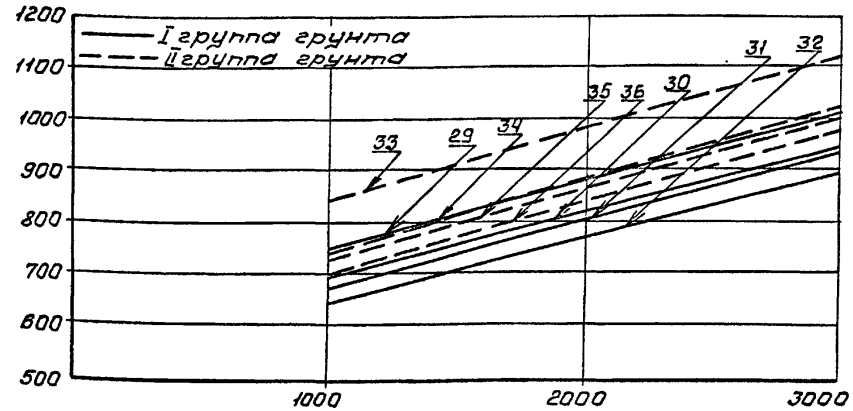
Линии 13-36 даны применительно к способам разработки, указанным в таблице 15.1

г) при разработке сухого грунта экскаваторами и транспортировке его автосамосвалами.




Черт. 15.4.

д) при разработке налипающего грунта экскаваторами и транспортировке его автосамосвалами с применением щитов и сланей.




Черт 15.5

2283/1



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Копировал

При плотности грунта в карьере более заданной в теле плотины $V_1$ может иметь отрицательное значение.

$\rho_d$ – проектная плотность сухого грунта в теле плотины;

$\rho_o$ – плотность сухого грунта в карьере;

$V_2$ – производственная надбавка на потери грунта при транспортировании его из выемки в насыпь. Величина $V_2$ принимается в размере I,5 % от профильного объема насыпи тела плотины при подвозке грунта скреперами и I % – при подвозке автосамосвалами.

Таблица I5.I

| № кривой | Способ разработки и транспортирования грунта | Группа грунта | Емкость ковша $м^3$ | Мощность тягача кВт | Грузоподъемность кН |
|---|---|---|---|---|---|
| I | | I | 3 | 58 | – |
| 2 | | I | 6–8 | 79 | – |
| 3 | Прицепными | I | I0 | II8 | – |
| 4 | скреперами | I | I5 | 223 | – |
| 5 | | II | 3 | 58 | – |
| 6 | | II | 6–8 | 79 | – |
| 7 | | II | I0 | II8 | – |
| 8 | | II | I5 | 223 | – |
| 9 | | I | 8–I0 | 265 | – |
| I0 | Самоходными | I | I5 | I58 | – |
| II | скреперами | II | 8–I0 | 265 | – |
| I2 | | II | I5 | I58 | – |
| I3 | | I | – | 59 | – |
| I4 | | I | – | 96 | – |
| I5 | Бульдозерами | I | – | I32 | – |
| I6 | на базе | I | – | 228 | – |
| I7 | тракторов | II | – | 59 | – |
| I8 | | II | – | 96 | – |

Продолжение таблицы I5.I

| № кривой | Способ разработки и транспортирования грунта | Группа грунта | Емкость ковша $м^3$ | Мощность тягача кВт | Грузоподъемность кН |
|---|---|---|---|---|---|
| I9 | | II | – | I32 | – |
| 20 | | II | – | 228 | – |
| 2I | | I | 0,4 | – | 45 |
| 22 | Экскаваторами | I | 0,65–0,8 | – | 70 |
| 23 | прямая лопата | I | I,0 | – | I00 |
| 24 | и автосамосва- | I | I,25 | – | I00 |
| 25 | лами при разра- | II | 0,4 | – | 45 |
| 26 | ботке сухих | II | 0,65–0,8 | – | 70 |
| 27 | карьеров | II | I,0 | – | I00 |
| 28 | | II | I,25 | – | I00 |
| 29 | | I | 0,4 | – | 45 |
| 30 | Экскаваторами | I | 0,65–0,8 | – | 70 |
| 3I | обратная лопата | I | I,0 | – | I00 |
| 32 | и автосамосвала- | I | I,25 | – | I00 |
| 33 | ми при разработке | II | 0,4 | – | 45 |
| 34 | карьеров с высоким | II | 0,65–0,8 | – | 70 |
| 35 | уровнем грунтовых | II | I,0 | – | I00 |
| 36 | вод | II | I,25 | – | I00 |

I5.2.3. Объем карьерной разработки определяется по разности между общим объемом грунта, необходимого для отсыпки тела плотины $V_{пл}$, и объемом грунта, который может быть использован из полезной выемки (например, из котлована под водосбросное сооружение и пр.).

I5.2.4. Объем слоя вскрыши карьера $V_в$ определяется в каждом конкретном случае в зависимости от толщины слоя вскрыши и мощности карьер-



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ной разработки из выражения :

$$V_в = \frac{V_к \cdot h}{H - h},$$

где $V_к$ – необходимый объем карьерного грунта с учетом потерь при транспортировании;

$h$ – средняя толщина слоя некачественного грунта на площади карьерной разработки;

H – средняя мощность карьерной разработки.

I5.3. Разработка карьеров грунта

I5.3.I. До начала разработки с поверхности карьера должен быть удален растительный слой и при необходимости произведена вскрыша. Растительный грунт располагается по контуру карьера на незатопляемых отметках и в дальнейшем используется для рекультивации.

I5.3.2. Схема разработки карьера зависит от принятого способа транспортирования грунта в тело плотины, физико-механических свойств грунта и уровня стояния грунтовых вод.

Если влажность грунта в карьере больше требуемой для отсыпки тела плотины, необходима предварительная подсушка в буртах или в самом карьере с предварительной послойной вспашкой и боронованием.

I5.3.3. Скреперами разрабатываются песчаные, глинистые и галечно-гравийные грунты с обломочными включениями скальных пород нормальной влажности (8...I2 %).

Очень тяжелые и плотные грунты Ш и IУ групп предварительно разрыхляются. Набор грунта целесообразно производить при движении скрепера при глинистых грунтах под уклон в 5...8°, а при песчаных – на подъем в 2...3°.

Для сокращения времени и уменьшения длины пути набора грунта, а также для лучшего наполнения ковша рекомендуется применять тракторы-толкачи, оборудованные толкающими плитами с амортизаторами. Трактор-толкач необходим при разработке плотных и тяжелых грунтов, когда не хватает усилия тягача скрепера при наборе грунта. Число скреперов, обслуживаемых одним тягачом, определяется из выражения :

$$n_т = \frac{T_c}{T_т},$$

где $n_т$ – число скреперов, обслуживаемых одним тягачом;

$T_c$, $T_т$ – время цикла соответственно скрепера и толкача.

I5.3.4. При транспортировании грунта в тело плотины автосамосвалами грунт в карьере разрабатывается экскаватором – прямой лопатой или бульдозером с последующей погрузкой фронтальным погрузчиком. Технология разработки грунта в карьере показана на схемах I–4 (приложение 22).

I5.4. Транспортирование грунта

I5.4.I. Выбор машин для транспортирования грунта зависит от способа разработки карьера и от дальности транспортирования.

Рекомендуемые способы разработки и транспортирования грунта в зависимости от расстояния и характеристики карьера приведены в таблице I5.2.

Таблица I5.2

| Дальность транспортирования, м | Характеристика грунта | Способ разработки | Способ транспортирования |
|---|---|---|---|
| до 500 | Грунт I, II гр. нормальной (8...I2 %) влажности | Прицепным скрепером с ковшом вместимостью I0м$^3$ | Прицепной скрепер с ковшом вместимостью I0 м$^3$ |
| | То же, Ш и IУ группы | То же, с предварительным рыхлением | То же |
| | Переувлажненный грунт I–IУ гр. | Экскаватором-драглайном с перемещением в бурты бульдозером. Разработка грунта в буртах прицепным скрепером с ковшом вместимостью I0 м$^3$ | Прицепным скрепером с ковшом вместимостью I0 м$^3$ |
| 500...3000 | Грунт I, II гр. нормальной влажности | Самоходным скрепером с ковшом вместимостью I5 м$^3$ | Самоходным скрепером с ковшом вместимостью I5м$^3$ |



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Продолжение табл.I5.2

| Дальность транспортирования, м | Характеристика грунта | Способ разработки | Способ транспортирования |
|---|---|---|---|
| | То же, III и IУ группы | То же, с предварительным рыхлением | То же |
| | Переувлажненный грунт I-IУ гр. | Экскаватором-драглайном с перемещением в бурты бульдозером. Разработка грунта в буртах экскаватором-прямой лопатой или фронтальным погрузчиком в автосамосвалы | Автосамосвалами |
| более 3000 | Грунт I-IУ гр. нормальной влажности | Экскаватором-прямой лопатой с погрузкой в автосамосвалы | Автосамосвалами |
| | То же, переувлажненный | Экскаватором-драглайном с перемещением в бурты бульдозером. Разработка грунта в буртах экскаватором-прямой лопатой или фронтальным погрузчиком в автосамосвалы | То же |

I5.5. Подготовка основания плотины

I5.5.I. Подготовка основания плотины включает в себя следующие операции:

I. срезка растительного грунта на склонах и в пойменной части;

2. разработка и перемещение некачественного грунта;

3. рыхление основания плотины;

4. уплотнение основания плотины.

I5.5.2. Срезка растительного слоя производится бульдозерами или скреперами в зависимости от расстояния перемещения. Растительный грунт складируется во временные отвалы в нижнем бьефе плотины на незатопляемых отметках и используется в дальнейшем для крепления низового откоса плотины. Излишки растительного грунта вывозятся для дальнейшего использования. Срезка некачественного грунта на склонах и пойме производится бульдозером и скрепером с перемещением во временные отвалы.

I5.5.3. Расчистка русла производится экскаватором-драглайном с погрузкой грунта в автосамосвалы или тракторные прицепы.

I5.5.4. Рыхление основания плотины производится тракторными рыхлителями на глубину 20...40 см.

I5.5.5. Уплотнение основания осуществляется катками, обеспечивающими уплотнение грунта на глубину не менее глубины разрыхления. Технология работ показана на схеме 5 (приложение 22).

I5.6. Укладка грунта в тело плотины

I5.6.I. Укладка грунта в траншею зуба выполняется слоями толщиной 0,2...0,3 м от краев к середине с тщательным уплотнением. При ширине укладываемого слоя до 2,5 м укладка (послойное разравнивание) грунта выполняется вручную, а при ширине укладываемого слоя более 2,5 м - бульдозером. Послойное уплотнение грунта, укладываемого в зуб, осуществляется с помощью пневматических или вибротрамбовок, трамбующих плит, подвешенных к стреле экскаватора, или катками при ширине слоя не менее 2,2 м.

I5.6.2. Процесс укладки грунта в тело плотины состоит из следующих рабочих операций: отсыпки, разравнивания, доувлажнения в необходимых случаях и уплотнения. Так как операции необходимо производить одновременно и непрерывно, то площадь насыпи на любой отметке следует разбивать на карты укладки грунта.

По числу операций в цикле таких карт должно быть не менее четырех. Если площадь яруса не позволяет разбить его на четыре карты, необходимо совмещать выполнение нескольких операций на одной карте или выполнять их последовательно.

Расчетная площадь одной карты укладки определяется по формуле:

$$F_к = \frac{V_t}{h_{сл}} = \frac{П \cdot t}{h_{сл.}}, \quad м^2,$$

где $V_t$ - поток грунта (объем грунта, поступающий на карту укладки за время между сменой операций), $м^3$;

8283/1

$h_{сл.}$ – принятая толщина слоя укладки грунта с учетом параметров уплотняющей машины, м;

П – объем грунта, поступающий в насыпь, $м^3/ч$;

t – период отсыпки, ч.

Поток грунта вычисляется по зависимости:

$$V_t = V_д \cdot A \cdot N_э ,$$

где $V_д$ – производительность одной транспортной машины, $м^3/ч$;

А – число транспортных единиц, приходящихся на один экскаватор;

$N_э$ – число одновременно работающих в карьере экскаваторов.

Число карт на каждом ярусе насыпи находится путем деления площади яруса $F_я$ на площадь одной карты:

$$N_к = \frac{F_я}{F_к} .$$

Укладка грунта в тело плотины производится постоянными по толщине слоями, без волнистости, по всей длине отсыпаемого участка.

I5.6.3. Для обеспечения стока атмосферных вод слои укладываются с уклоном 0,005 в сторону верхнего бьефа в плотинах из одного вида грунта и в обе стороны от оси к откосам – в плотинах из 2 или 3 видов грунта и в плотинах с ядром.

Слои укладываются отдельными полосами вдоль плотины последовательно от нижнего бьефа к верхнему в плотинах из одного вида грунта (см.схему 6) и от линии раздела грунтов к откосам-в плотинах из 2 или 3 видов грунта (см.схему 7, приложение 22).

Проезд транспортных средств, по возможности, должен производиться по отсыпаемому слою грунта. Ширина полосы принимается кратной ширине захвата ведущих машин, используемых для укладки грунта в тело плотины.

Подвезенный карьерный грунт разгружается только на отсыпаемую полосу вплотную к ранее отсыпанному и сразу разравнивается.

I5.6.4. Отсыпка грунта в ядро плотины производится с опережением (по высоте) на один слой. Отсыпка грунта в экран плотины выполняется с отставанием не менее, чем на один слой.

При толщине экрана до I м отсыпка и разравнивание грунта производится следующим образом: при $m_1 < 2,75$ грунт на откос подается экскаватором и разравнивается вручную; уплотнение экрана выполняется трамбующей плитой на экскаваторе; при $m_1 \geq 2,75$ надвижка и разравнивание производятся бульдозером, уплотнение – прицепными катками.

При толщине экрана более I м весь комплекс работ по укладке грунта аналогичен комплексу работ по укладке грунта в тело плотины. Послойное разравнивание грунта, отсыпаемого в тело плотины, производится бульдозером или автогрейдером.

I5.6.5. При недостаточной влажности грунта его следует увлажнять в карьере или на карте увлажнения отсыпаемого слоя плотины.

Увлажнение грунта на карте при возведении насыпи осуществляется равномерной поливкой при помощи поливочных машин, увлажнение в карьере – напуском воды на обвалованный участок.

Количество воды q в т, необходимой для замачивания I $м^3$ грунта в карьере с целью повышения его влажности, следует определять по формуле:

$$q = \frac{\rho_0}{100} \cdot (W_{opt} - W_к + W_p) ,$$

где $\rho_0$ – плотность сухого грунта в карьере, $т/м^3$;

$W_{opt}$ – оптимальная влажность грунта, %;

$W_к$ – влажность грунта в карьере, %;

$W_p$ – потери влаги при разработке, транспортировании и укладке грунта, %.

При необходимости увлажнения грунта на карте потребное количество воды на I $м^2$ уложенного слоя определяют по формуле:

$$q = \frac{h \cdot \rho_0}{\alpha \cdot 100} \cdot (W_{opt} - W_к + W_p) ,$$

где h – высота увлажняемого слоя грунта, м;

$\rho_0$ – плотность сухого грунта в карьере, $т/м^3$;

$\alpha$ = I,I5...I,2 – коэффициент разрыхления грунта;

$W_{opt}, W_к, W_p$ – аналогичны вышеописанному, %.

I5.6.6. Послойное уплотнение грунта выполняется в зависимости от



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

наличия уплотняющих машин одним из следующих способов:

- укаткой;
- трамбованием;
- вибротрамбованием.

Типы уплотняющих машин для указанных способов уплотнения, количество проходов их по одному следу и толщина отсыпаемых слоев грунта указаны в таблице I5.3.

В каждом конкретном случае толщина уплотняемого слоя и число проходов (ударов) уплотняющих машин по одному следу уточняется по результатам опытного уплотнения грунта.

Уплотнение грунта производится проходками грунтоуплотняющих машин вдоль оси насыпи от бровок насыпи к ее середине, причем каждый последующий проход перекрывает предыдущий на I0...I5 см.

Таблица I5.3

| Тип уплотняющих машин | Количество проходов или ударов | | Толщина слоя грунта в плотном теле, см | |
|---|---|---|---|---|
| | при глинистом грунте | при песчаном грунте | при глинистом грунте | при песчаном грунте |
| Самоходные гладкие катки массой 3...5 т | - | 4–I0 | - | I5 |
| Прицепные катки кулачковые массой 5 т | 6–8 | - | I5...20 | - |
| Катки на пневмошинах массой I0 т | 6–8 | 4–6 | I5...20 | 20...25 |
| То же, массой 25 т | 6–8 | 4–6 | 30...35 | 35...40 |
| Трамбовочная плита на экскаваторе массой 2 т при высоте падения 2 м | 4–5 | 2–4 | 80...90 | I00...II0 |
| Дизель–трамбовочная машина | 75–85 | - | 60...70 | 80...I00 |

ПРИМЕЧАНИЕ. В таблице указано количество проходов или ударов, необходимое для уплотнения грунта до плотности не менее 0,95 оптимальной. Плотность грунта в теле плотины после укатки задается в проекте плотины.

Уплотнение грунта в насыпи тела плотины до проектной плотности осуществляется при оптимальной влажности его.

В местах сопряжения плотины с бетонными поверхностями и берегами грунт уплотняется особо тщательно. Там, где не может быть использован механизированный способ, грунт уплотняется вручную пневмо или электротрамбовками.

I5.6.7. Контроль за качеством отсыпки тела плотины, ядра, экрана и защитного слоя производится в соответствии с требованиями СНиП 3.07.0I–85.

Схемы контроля качества работ по подготовке основания и укладке грунта в тело плотины приведены в таблицах I5.4 и I5.5.

Для обеспечения проектной плотности грунта верховой откос при подготовке под жесткое крепление следует отсыпать с уширением на 20...40 см по нормали к откосу.

Неуплотненный грунт "бахрома" с откосов должен сниматься и укладываться в сооружение в процессе его возведения.

I5.6.8. Планировка низового откоса производится специальным экскаватором–планировщиком, экскаватором, оборудованным ковшом–планировщиком или бульдозером при откосе положе I:2,75.

Спланированный откос уплотняется прицепными или самоходными катками. На пологом откосе ($m_1 \geq 2{,}75$) уплотнение производится по обычной схеме, движением катков вдоль по откосу с соблюдением необходимых правил техники безопасности (см.схему 8 в приложении 22).

Более крутые откосы ($m_1 < 2{,}75$) уплотняются экскаватором, оборудованным вальцовой трамбовкой.

I5.7. Устройство противофильтрационного экрана из полиэтиленовой пленки

2283/1



Инв.№подл | Подпись и дата | Взам.инв.№

I5.7.I. Технологический процесс по строительству противофильтрационного экрана из полиэтиленовой пленки включает в себя следующие операции:

- устройство подстилающего слоя;
- укладка и сварка полотнищ полиэтиленовой пленки с заделкой концов;
- устройство защитного слоя.

I5.7.2. Ниже приводится описание производства работ по устройству экрана.

Отсыпка и тщательное выравнивание подстилающего слоя производится на откосах $m_1 \geqslant 2{,}75$ с помощью бульдозера и грейдера, на откосах с $m_1 < 2{,}75$ – экскаватором с грейферным ковшом с разравниванием вручную. Посторонние предметы и крупные включения удаляются вручную. В грунте подстилающего слоя недопустимо оставлять скопление снега и льда, при оттаивании которых могут происходить неравномерные просадки полиэтиленового противофильтрационного устройства.

По подготовленному слою проезд транспорта не допускается.

Рулоны и пакеты пленки свариваются между собой с таким расчетом, чтобы образовалось полотнище, удобное для транспортирования и укладки. Ширина полотнища может достигать 30 м, а длина – проектных размеров. В зависимости от средств транспортирования, места и способов механизации укладки размеры полотнищ могут быть изменены. Сваренные полотнища доставляются к бровке откоса и раскатываются на месте укладки сверху вниз по откосу.

Сварка полотнищ между собой производится двойным швом внахлест с перекрытием 0,2...0,5 м.

Для сварки полотнищ на месте укладки используются сварочные экструдеры, аппараты контактного нагрева или другие, обеспечивающие требуемое качество шва.

В начальной стадии работ по устройству защитного слоя грунт отсыпается на край полиэтиленового полотнища, а затем перемещается и разравнивается бульдозером. При этом передвижение бульдозера на откосе производится по отсыпанному слою грунта толщиной не менее 0,8 м.

Устройство защитного слоя рекомендуется вести равномерно по всей площади укладываемых полиэтиленовых полотен снизу вверх по откосу.

На крутых откосах укладку защитного слоя рекомендуется производить экскаватором с грейферным ковшом небольшой емкости.

Разворот строительных механизмов на уложенном защитном слое не допускается. Заделку пленки в основании берега и на гребне плотины желательно производить после отсыпки и уплотнения защитного слоя.

Уплотнение защитного слоя производится по общим правилам уплотнения откосов плотин, при этом первый слой должен быть не менее 0,8 м.

I5.8. Крепление верхового откоса

I5.8.I. Работы по креплению верхового откоса железобетоном или каменной наброской включают в себя укладку материала обратного фильтра и устройство одежды.

При устройстве обратного фильтра или подстилающего слоя под крепление материал обратного фильтра укладывается непосредственно на спланированную и уплотненную поверхность откоса снизу вверх.

Материал для обратного фильтра доставляется на строительную площадку автосамосвалами и подается на откос плотины различными способами в зависимости от крутизны откоса.

На пологие откосы ( $m_1 \geqslant 2{,}75$) материал подается автотранспортом непосредственно к месту отсыпки и разравнивается бульдозером. Разравнивание можно производить также прицепными грейдерами или автогрейдерами.

Для обеспечения расслоения материала фильтра на фракции необходимо пробороновать его зубовой бороной в двух направлениях. При расслоении смеси мелкие частицы оказываются на границе с грунтом основания, наиболее крупные – на поверхности.

Подача материалов на более крутые откосы производится экскаватором



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

## СХЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОСНОВАНИЯ ПЛОТИНЫ

Таблица I5.4

| Наименование операций, подлежащих контролю | Контроль качества выполнения операций | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Состав | Способы | Время | Исполнители |
| Разбивка оси и контуров плотины и отвалов для определения площади срезки растительного грунта | Точность разбивки оси плотины с отклонениями ±0,05 м<br><br>Точность разбивки контуров насыпи плотины и отвалов. Отклонения соответственно: ±0,2 м и ±0,5 м | Геодезическими или мерными инструментами | До начала срезки растительного грунта | Мастер, прораб, геодезическая служба |
| Срезка растительного грунта | Точность глубины срезки с отклонениями ±0,02 м (±I0 %) | Стальным метром | В процессе срезки | Мастер, бригадир |
| Рабочая разбивка контуров насыпи плотины и отвалов | Точность закрепления отметок оси и контура насыпи плотины с отклонениями: оси плотины ±0,05 м, контуров насыпи плотины ±0,20 м | Геодезическими или мерными инструментами | После срезки, до начала увлажнения или подсушки | Мастер, прораб, геодезическая служба |
| Увлажнение или подсушка грунта в основании плотины | Качество увлажнения или подсушки с отклонениями I0 % от оптимальной влажности | Отбор проб грунта металлическими цилиндрами | После увлажнения или подсушки | Бригадир, мастер, строительная лаборатория |
| Рыхление основания плотины | Точность глубины рыхления с отклонениями ±0,02 м | Стальным метром | В процессе рыхления | Бригадир, мастер |
| Уплотнение основания плотины | Качество уплотнения грунта оценивается по среднеарифметическому значению плотности сухого грунта отобранных проб. Уплотненный грунт считается качественным, когда у 90 % испытанных образцов плотность сухого грунта не менее заданной в проекте | Отбор проб грунта металлическими цилиндрами. Одна контрольная проба на 300...600 м² уплотняемой поверхности | После уплотнения грунта | Бригадир, мастер, строительная лаборатория |

Взам.инв.№ | Подпись и дата | Инв.№подл.

2283/1

## СХЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ТЕЛА ПЛОТИНЫ

Таблица I5.5

| Наименование операций, подлежащих контролю | Контроль качества выполнения операций | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Состав | Способы | Время | Исполнители |
| Устройство дренажа | Проверка геометрических размеров. Проверка гранулометрического состава обратного фильтра. Одна проба на 25...50 м$^3$ Проверка толщины обратного фильтра. Отклонение поперечных размеров ±0,05 м. Промеры через 50 м по всей длине дренажа и в местах выпусков. Уменьшение крутизны откосов +5...I0 % | Геодезическими или мерными инструментами. Отбор проб | В процессе отсыпки и укладки | Геодезическая служба, строительная лаборатория, прораб |
| Разработка грунта в карьере | Проверка вида грунта, его влажности и плотности. Одна проба на 300 м$^3$ разрабатываемого грунта | Отбор проб | В процессе разработки | Строительная лаборатория |
| Отсыпка грунта в тело плотины | Проверка геометрических размеров и отметок насыпи. Увеличение крутизны откосов не допускается. Проверка плотности и влажности: одна проба на каждые I00...200 м$^3$ уложенного грунта. Прочие характеристики грунта: одна проба на 20...50 тыс.м$^3$ уложенного грунта. Отклонение отметок бровки или оси плотины ±0,05 м | Геодезическими инструментами. Промеры не менее, чем в двух поперечниках на каждом пикете. Отбор проб | В процессе отсыпки насыпи | Бригадир, мастер, геодезическая служба, строительная лаборатория |
| Послойное разравнивание отсыпаемого грунта | Проверка точности отсыпки слоя | Стальным метром | В процессе разравнивания | Бригадир, мастер |
| Увлажнение грунта в насыпи | Качество увлажнения. Величина отклонения влажности допускается от оптимальной ±I0 %. Проба на I00...200 м$^3$ | Отбор проб | После увлажнения грунта | Бригадир, строительная лаборатория |
| Послойное уплотнение отсыпаемого грунта | Качество уплотнения грунта оценивается по среднеарифметическому значению плотности сухого грунта отобранных проб. Уплотненный грунт считается качественным, когда у 90 % испытанных образцов плотность сухого грунта не ниже заданной в проекте. Проба на I00...200 м$^3$ | Отбор проб | Перед отсыпкой следующего слоя | Бригадир, мастер, строительная лаборатория |
| Срезка "бахромы", планировка откосов и гребня | Проверка точности планировки. Допускаемое отклонение ±0,0I м | Нивелировкой или другими способами | В процессе планировки | Бригадир, мастер |

с грейферным ковшом емкостью 0,5 - I,0 м$^3$ или передвижными ленточными транспортерами. Послойное разравнивание в этом случае производится вручную специальными граблями для того, чтобы обеспечить расслоение смеси по фракциям. После разравнивания смесь уплотняется вальцовой трамбовкой.

I5.8.2. Крепление откоса из сборного железобетона

Унифицированные железобетонные плиты, изготовленные на заводе или полигоне железобетонных изделий, доставляются на строительную площадку бортовыми автомашинами.

Монтаж сборных железобетонных плит производится при помощи автомобильных, гусеничных кранов или кранов на пневмоходу. Необходимая марка крана определяется проектом производства работ. Установка арматуры и укладка бетонной смеси при омоноличивании стыков производится вручную.

I5.8.3. Крепление откоса из монолитного железобетона

При креплении откоса плотины монолитным железобетоном в первую очередь производится разбивка осей, по которым укладываются железобетонные подкладки и противосуффозионные шпонки. Подкладки и шпонки тщательно выравниваются по высоте. На железобетонные подкладки укладываются битумные маты толщиной I см.

Затем по разбивочным осям на железобетонные подкладки устанавливаются на ребро доски опалубки толщиной 25 мм, пропитанные битумом. Высота опалубки соответствует толщине плит крепления. Боковые поверхности досок не остругиваются. При этом принимаются меры против выпучивания опалубки от давления укладываемого бетона.

Заготовка стержней арматуры производится в арматурной мастерской. Стержни связываются в пучки, сетки или каркасы и доставляются к месту укладки автотранспортом. Связка или сваривание стержней в сетки может производиться на месте установки арматуры. Подача пучков арматуры и сеток на откос плотины осуществляется кранами.

Для установки арматуры в проектное положение необходимо укладывать специальные подкладки, которые располагают через каждый метр в продольном и поперечном направлениях.

Бетонная смесь доставляется к месту бетонирования автобетоносмесителями или автобетоновозами в бадьях с бетонного узла или завода.

Подача смеси к месту укладки производится кранами в бадьях 0,5 - I,0 м$^3$. Укладка бетона в плиты осуществляется через одну, бетон укладывается снизу вверх.

В пределах плиты бетон разравнивается и уплотняется поверхностными вибраторами. Через сутки после схватывания бетона производится бетонирование пропущенных плит.

I5.8.4. Крепление из асфальтобетона

Перед устройством асфальтобетонного крепления подстилающий слой необходимо протравить для уничтожения растительности. Протравливание производится путем разлива по нему водных растворов ядохимикатов при помощи тракторных распылителей или садовых ручных распылителей. Нанесение растворов ядохимикатов производится по спланированному и уплотненному основанию.

При укладке асфальтобетона на песчаное основание производится обработка грунта основания битумной эмульсией, битумной эмульсионной пастой или разжиженным битумом.

Разлив битумных материалов производится при помощи автогудронаторов или растворонасосов с последующим их перемешиванием с грунтом основания боронами и уплотнением катками или вибротрамбовками.

При глинистых грунтах основания асфальтобетон укладывается на слой песка, песчано-гравелистого грунта толщиной не менее 50 см или на слой гравия толщиной I0...20 см (см.п. I0.8.5).

Асфальтобетонная смесь приготавливается на асфальтобетонном заводе в мешалках с принудительным перемешиванием смеси и весовой дозировкой,



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

составляющих.

Транспорт горячей асфальтовой смеси осуществляется автомобилями самосвалами грузоподъемностью 5, 7 и I0 тс. Транспортирование асфальтобетона на расстояние более 20 км целесообразно производить автомобилями большой грузоподъемности; при отрицательных температурах - автомобилями с обогреваемыми днищами и стенками кузова.

Асфальтобетонная смесь укладывается слоями толщиной 4...6 см(в зависимости от мощности уплотняющих механизмов, качества основания и удобообрабатываемости смеси). При назначении толщины укладываемого слоя следует учитывать обжатие асфальтобетона при его уплотнении.

Укладка асфальтобетонной смеси производится примыкающими друг к другу полосами с ограждением крайних полос досками. Устройство продольных стыков при этом производится путем обрубки края ранее уложенной полосы и смазки контактов разжиженным битумом.

Укладка асфальтобетона на откосы I:4 производится по общим правилам устройства дорожных покрытий. Для этой цели могут использоваться дорожные асфальтоукладчики ДС-I (ДС-I26), ДС-I43. Рабочий ход асфальтоукладчика должен назначаться снизу вверх по откосу.

При более крутых откосах подача асфальтобетона на откос производится кранами в бадьях, передвижными транспортерами с последующим разравниванием вручную. Кроме этого, могут быть использованы механизированные способы укладки асфальтобетона на крутые откосы, предлагаемые ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева и изложенные в "Рекомендациях по проектированию и устройству асфальтобетонных противофильтрационных элементов в грунтовых гидротехнических сооружениях" П20-85, ВНИИГ.

Укатка уложенного асфальтобетона производится гладкими, статическими и вибрационными катками, а также виброплитами. Количество проходов катка определяется опытным путем, причем коэффициент уплотнения смеси при этом должен быть не менее I,00.

I5.8.5. Крепление каменной наброской

Способ подачи камня на откос зависит от крутизны откоса: при $m_1 \geq 2{,}75$ камень надвигается и разравнивается бульдозером, при $m_1 < 2{,}75$ подается экскаватором с грейферным ковшом или краном на поддоне и разравнивается вручную.

Крепление откоса выполняется снизу вверх по откосу. При этом надо стремиться, чтобы наиболее мелкие камни находились в нижнем слое крепления.

Разравнивание выполняется по предварительно натянутому шнуру и маячным доскам.

I5.9. Крепление низового откоса

При креплении низового откоса залужением многолетними травами по слою растительного грунта подача и разравнивание растительного грунта выполняется следующими способами:

а) при $m_2 \geq 2{,}75$ - бульдозером;

б) при $m_2 < 2{,}75$ - экскаватором с разравниванием вручную.

Семена трав, минеральные удобрения и мульчирующий материал, перемешанные с водой и пленкообразующим материалом, наносятся на откос гидросеялками.

В качестве мульчирующего материала рекомендуется использовать измельченную солому или сено, просеянные опилки, торфяную крошку, навоз, перегной, компосты, болотные очесы.

Из пленкообразующих материалов используются латексные и битумные эмульсии.

I5.I0. Устройство противофильтрационной диафрагмы в основании плотины траншейным методом ("стена в грунте")

I5.I0.I. Строительство противофильтрационной диафрагмы способом "стена в грунте" включает в себя два основных вида работ:

- разработку траншеи под защитой глинистого раствора;
- заполнение траншеи противофильтрационным материалом (комовая



Инв.№подл | Подпись и дата | Взам.инв.№

глина, заглинизированный грунт) сопровождающееся одновременным вытеснением им глинистого раствора из заполняемой полости.

I5.I0.2. Процесс строительства с применением способа "стена в грунте" состоит из следующих операций:

- сооружение крепления верха траншеи для удержания грунта от обвалов и направления рабочего органа землеройного оборудования;
- приготовление глинистого раствора;
- заполнение глинистым раствором пространства между стенками крепления верха траншеи;
- разработка под глинистым раствором траншеи на глубину, равную глубине заложения диафрагмы;
- пополнение объема глинистого раствора в траншее по мере разработки грунта.

Крепление верха траншеи должно отвечать следующим требованиям:

- продольная ось крепления должна совпадать с продольной осью диафрагмы;
- расстояние между вертикальными стенками должно быть на 0,I м больше рабочего органа землеройного оборудования;
- для предотвращения возможных смещений вертикальных стенок между ними следует устанавливать временные деревянные распорки;
- начинать разработку траншеи допускается только после набора бетоном крепления верха траншеи проектной прочности.

I5.I0.3. Приготовление глинистой суспензии следует осуществлять в специальных стационарных или передвижных растворосмесителях. Вода для приготовления глинистой суспензии должна соответствовать требованиям ТУ на воду для затворения бетона.

I5.I0.4. Подачу в траншею суспензии следует осуществлять непрерывно и прекращать только после ее выхода на поверхность траншеи.

Заполнение траншеи комовым материалом или заглинизированным грунтом следует производить экскаватором, оборудованным грейферным ковшом или бульдозером.

Подача заполнителя должна производиться на небольшом участке траншеи малыми порциями (см.схему I2, приложение 22).

При заклинивании комового заполнителя в траншее следует производить штыкование этих участков металлической балкой с вибратором.

При заполнении непрерывной траншеи нетвердеющим материалом, образующим откос, расстоянием между местом подачи материала в траншею и проходческим механизмом должно быть на 3...5 м больше горизонтальной проекции откоса.

I5.II. Пропуск строительных расходов и очередность выполнения работ

I5.II.I. В связи с необходимостью пропуска строительных расходов (бытовых расходов водотока и расходов ливневых паводков) тело плотины часто отсыпается отдельными участками (очередями). Количество участков и очередность (по времени) отсыпки тела плотины на этих участках определяется в каждом конкретном случае в зависимости от топографических и гидрологических условий.

I5.II.2. В тех случаях, когда русло водотока проходит у правого или у левого борта сооружаемой плотины, работа по возведению ее выполняется в 2 очереди. В первую очередь отсыпка производится на участке от левого или правого бортового примыкания до русла водотока на полную проектную высоту. В этот период строительные расходы проходят по естественному руслу водотока. Во вторую очередь возводятся временные (верховая и низовая) перемычки и под их защитой производятся все работы по возведению плотины на участке 2 очереди: от ранее отсыпанной части до правого или левого бортового примыкания (см.черт.I5.6).

При возведении плотины на участке второй очереди бытовые расходы водотока пропускаются по ранее построенному трубчатому (или сифонному) водоспуску, а расходы ливневых паводков аккумулируются в водохранилище перед верховой перемычкой. При этом в расчет принимается объем стока

ливневого паводка I0 % вероятности превышения и по нему определяется отметка гребня плотины.

I5.II.3. В тех случаях, когда русло водотока проходит в средней части продольного профиля плотины, возведение ее производится последовательно – сначала на одной, а затем на другой стороне водотока, или одновременно с обеих сторон .

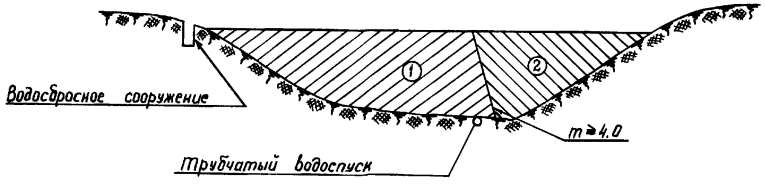
Русловой участок длиной 30...50 м по основанию оставляется для пропуска строительных расходов водотока. После отсыпки боковых частей, русловой участок перекрывается верховой и низовой перемычками, и под их защитой производятся все работы по отсыпке тела плотины в русловом участке (см.черт.I5. 7 ).

При отсыпке тела плотины на русловом участке бытовые расходы водотока пропускаются по трубчатому водоспуску, а расходы ливневых паводков аккумулируются в водохранилище перед верховой перемычкой. Отсыпка тела плотины на русловом участке (2-я очередь) обычно приурочивается к срокам прохождения минимальных меженных расходов реки.

I5.II.4. Сопряжения откосов насыпей отдельных участков плотины производится при крутизне откосов равной или положе I:4. Границам сопряжений отдельных участков, направленных нормально к оси сооружения, следует придавать в плане ломаное очертание путем нарезки траншей. Траншеи должны иметь ширину 3 м и глубину не менее I м и располагаться вдоль сопрягаемого откоса.

Схема I

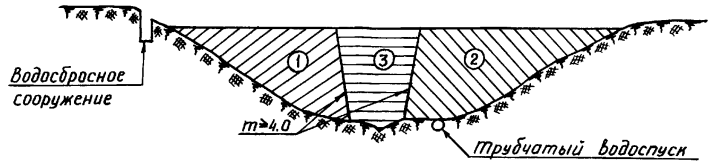
Очередность отсыпки тела плотины при расположении русла водотока с правого или левого бортового примыкания




Черт.I5.6

Схема 2

Очередность отсыпки тела плотины при расположении русла водотока посередине поймы




Черт.I5.7

I5.I2. Возведение плотины в зимних условиях

I5.I2.I. Все работы по разработке, транспортированию и укладке грунта в зимнее время должны вестись непрерывно и круглосуточно, обеспечивая уплотнение грунта на картах плотины в талом состоянии. Работы производятся в 3 смены, по скользящему графику. Возведение насыпи противофильтрационных устройств плотины (понур, экран, ядро, зуб и др.) должны выполняться с соблюдением специальных технических условий на работы, проводимые в зимний период. Отсыпку грунта разрешается производить при температуре воздуха до -22 °С. Мерзлые комья допускаются в количестве не более I5 % от объема отсыпаемого грунта. Размер комьев – не более половины толщины укладываемого слоя. Снег и лед в насыпи не допускаются.

I5.I2.2. В случаях вынужденных перерывов по технологическим причинам или метеоусловиям забой в карьере и уплотненный грунт на участках плотины тщательно утепляется с учетом температуры воздуха.

I5.I2.3. При транспортировании грунта следует применять автосамосвалы с обогреваемым кузовом, сверху грунт накрывать брезентовым покрывалом.

I5.I2.4. Размер карт укладки грунта принимается, исходя из температуры воздуха и возможности непрерывной укладки и уплотнения грунта в талом состоянии, учитывая дальность возки и интенсивность грузопотока. Разбивка на карты осуществляется с поярусной перевязкой швов.

Ориентировочные данные о времени замерзания грунта приведены в

табл.I5.6.

Таблица I5.6

| Время замерзания талого грунта, час | Температура наружного воздуха, град. | Примечание |
|---|---|---|
| 2...3<br>I...2<br>менее I | -2...-I0<br>-I0...-20<br>-20...-30 | При наличии ветра приведенные значения времени следует уменьшить в 2 раза |

I5.I2.5. Для предохранения уложенного грунта от промерзания можно использовать раствор поваренной соли.

При поливке во избежание переувлажнения грунта расход раствора должен быть до 2...4 л/м$^2$ в зависимости от температуры воздуха, а концентрация до 250 г/л.

## I6. ПОРЯДОК СОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТА ПЛОТИН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТИПОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### I6.I. Исходные данные для проектирования

I6.I.I. Для проектирования плотины необходимо располагать следующими данными:

- планом в горизонталях участка, выбранного для строительства гидротехнического узла (в масштабе I:500 или I:I000), и чаши водохранилища (в масштабе I:500 ...I:25000);
- наметками по компоновке гидроузла в целом;
- продольным профилем по створу плотины с характеристикой инженерно-геологических условий основания;
- физико-механическими характеристиками грунтов основания; перечень необходимых характеристик грунтов основания приведен в приложении I2;
- данными о наличии или о возможности разработки местных карьеров грунтов, пригодных для отсыпки тела плотины, противофильтрационных устройств, защитного слоя, обратных фильтров; данными о размерах карьеров; характеристиками грунтов карьеров в соответствии с перечнем, приведенным в приложении I2; данными о дальности перемещения грунтов;
- расчетными отметками уровней воды в водохранилище: НПУ, ПУ при $Q_{5\%}$, ФПУ и УМО;
- заданием по использованию гребня плотины (необходимость устройства дороги, категория дороги);
- данными о величине расчетных ветровых волн в водохранилище при различных расчетных уровнях (НПУ, ФПУ);
- расчетными уровнями воды в нижнем бьефе;
- режимом эксплуатации водохранилища (сроки наполнения и опорожнения, скорости сработки уровня и др.);
- расчетной глубиной сезонного промерзания грунта в районе строительства плотины;
- данными о расчетной толщине льда в водохранилище и о ледовом режиме (уровень ледостава, возможность подъема и опускания уровня воды в водохранилище в период ледостава, скорости снижения и подъема уровня воды при ледоставе, данные о температуре льда, размеры ледяных полей и др.).

### I6.2. Последовательность проектирования

I6.2.I. Проверяется соответствие конкретных условий строительства принятым в типовых материалах для проектирования (см.раздел 2).

Решается вопрос о применимости проекта для рассматриваемых условий строительства.

I6.2.2. Выбирается тип плотины

Выбор типа земляной насыпной плотины определяется:



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

а) видами грунтов, пригодных для тела плотины и ее элементов, имеющихся в достаточном количестве в местных карьерах;

б) инженерно-геологическими условиями в створе сооружения, определяющими необходимость устройства того или иного типа противофильтрационных устройств.

При выборе типа плотины следует руководствоваться указаниями раздела 3.

Выбор типа плотины обосновывается технико-экономическим сопоставлением вариантов.

I6.2.3. На продольный профиль по створу плотины наносятся линии ФПУ, ПУ при $Q_{5\%}$, НПУ, УМО, линия подошвы плотины и предварительно назначенная линия гребня ее.

Определяется расчетный напор $H_{н}$ (расч.) и, предварительно, расчетная высота плотины $H_{пл}$ (расч.), руководствуясь указаниями п.4.2 (возвышение гребня плотины над ФПУ назначается предварительно равным $\Delta H_I$=I,0м)

I6.2.4. Производится проектирование поперечного профиля плотины. В зависимости от прочностных характеристик тела плотины $\varphi_т$ и $C_т$ при $\varphi_о \geqslant \varphi_т$ и $C_о \geqslant C_т$ назначаются коэффициенты откосов, верхового и низового, пользуясь данными, приведенными на черт.4.2–4.8.

В отдельных случаях коэффициенты откосов могут быть уточнены по приложениям 3 и 4.

При характеристиках грунта основания $\varphi_о < \varphi_т$ или $C_о < C_т$ откосы принимаются более пологими; $m_1$ и $m_2$ устанавливаются по табл.4.6. При $\varphi_о < \varphi_т$ и $C_о < C_т$ может быть принято также решение с устройством упорных призм откосов со стороны верхнего и нижнего бьефов. Размеры упорных призм устанавливаются по табл.4.7.

По приложению I4 проверяется необходимость учета порового давления.

I6.2.5. Устанавливается отметка гребня плотины в зависимости от принятого значения $m_1$, вида крепления верхового откоса и расчетных значений высот волн (см.раздел 7).

ПРИМЕЧАНИЕ. После уточнения отметки гребня плотины следует, при необходимости, уточнить расчетную высоту плотины и коэффициенты откосов $m_1$ и $m_2$.

I6.2.6. Назначается ширина плотины по гребню $b_{пл}$ (см.раздел 4) в зависимости от предполагаемого его использования.

I6.2.7. Вычерчиваются поперечные сечения плотины в характерных точках створа. При этом используются чертежи поперечных сечений (листы 2-I4 ).

Конструкция сопряжения плотины с основанием принимается в зависимости от геологического строения по одному из решений, приведенных на чертежах общих видов и в приложении I9.

Практически створ по длине плотины разбивается на участки, в пределах каждого из которых геологические условия позволяют принять одну и ту же конструкцию сопряжения плотины с основанием.

Конструкция сопряжения плотины с берегами принимается в соответствии с данными, приведенными в приложении 20.

I6.2.8. Определяется строительная высота плотины (см.раздел I3).

I6.2.9. Выбирается тип крепления верхового откоса. Выбор производится в зависимости от наличия материалов, расчетной высоты ветровой волны, толщины льда и др.факторов с учетом указаний, приведенных в разделе I0.

I6.2.I0. Выбирается конструкция дренажного устройства. Выбор производится с учетом указаний, приведенных в разделе 9.

I6.2.II. Составляется генплан гидротехнического узла и разбивочный чертеж плотины, а также всех остальных сооружений гидроузла (водосброса, водоспуска и др.), располагаемых в теле плотины.

I6.2.I2. Производится подсчет объемов работ, пользуясь графиками, приведенными в приложении 2I. Составляется смета на строительство плотины.

## I7. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В РАСЧЕТАХ

### I7.I. Расчеты общей устойчивости откосов

I7.I.I. Расчеты общей устойчивости откосов плотин из одного вида грунта проведены по методу Терцаги – ВНИИГ для круглоцилиндрических поверхностей сдвига.

Устойчивость откосов плотины проверена путем нахождения наиболее опасной поверхности сдвига, характеризуемой минимальным значением коэффициента устойчивости, определяемым по зависимости:

$$K_s = \frac{R}{F} \geqslant \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{fc}}{\gamma_c},$$

где $R$ – обобщенное расчетное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности, определяемое с учетом коэффициента безопасности по грунту $\gamma_g$,(см.СНиП 2.02.02-85);

$F$ – расчетное значение равнодействующей моментов активных сил относительно поверхности сдвига, определяемое с учетом коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_f$,(см.СНиП 2.06.0I-86).

$\gamma_n$ – коэффициент, зависящий от ответственности сооружения, принят в проекте $\gamma_n = I,I0$;

$\gamma_{fc}$ – коэффициент сочетания нагрузок, в проекте принят в соответствии со СНиП 2.06.05-84 для основного сочетания $\gamma_{fc} = I,0$, для особого сочетания – $\gamma_{fc} = 0,9$;

$\gamma_c$ – коэффициент условий работы, $\gamma_c = 0,95$.

I7.I.2. При расчетах верхового откоса рассмотрены следующие расчетные случаи:

а) основной: относительно быстрое (но не быстрее, чем 0,5 м в сутки) опорожнение водохранилища от НПУ или от более высокого подпорного уровня, соответствующего пропуску максимального расхода 5 % вероятности превышения;

б) особый: относительно быстрое снижение уровня воды в водохранилище от ФПУ.

Положение депрессионной кривой в теле плотины при этом принималось:

а) для плотин из глинистых грунтов – соответствующее нормальному подпорному уровню в верхнем бьефе; при этом не учитывалось некоторое незначительное снижение ее к моменту полного опорожнения;

б) для плотин из песчаных грунтов (при коэффициенте фильтрации I м/сутки и более) – горизонтальное, на 0,5...2,0 метра выше уровня воды в верхнем бьефе после опорожнения. Такое расчетное положение депрессионной кривой принято в запас, с учетом небольшого отставания ее от уровня воды в водохранилище при его опорожнении, что может быть обусловлено некоторой неоднородностью грунта откоса, наличием слабоводопроницаемых швов крепления откоса и др.

I7.I.3. При расчетах низового откоса рассмотрены следующие расчетные случаи:

а) основной: в верхнем бьефе НПУ или более высокий уровень, соответствующий пропуску через водосбросное сооружение расхода воды 5 % вероятности превышения; расчетный напор на плотину – $H_н$; в теле плотины – установившаяся фильтрация; в нижнем бьефе глубина воды – в пределах от 0 до 0,2 $H_{пл}$;

б) особый: в верхнем бьефе ФПУ, соответствующий пропуску через водосбросное сооружение расхода воды I % вероятности превышения; расчетный напор на плотину $H_{max}$ ; в теле плотины – установившаяся фильтрация; в нижнем бьефе глубина воды – 0,2 $H_{пл}$.

I7.I.4. Минимальные значения коэффициентов устойчивости откосов в соответствии с п.I7.I.I приняты:

для основного сочетания $K_s = \frac{I,I \cdot I,0}{0,95} = I,I6$

для особого сочетания $K_s = \frac{I,I \cdot 0,9}{0,95} = I,05$



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I7.I.5. Расчеты устойчивости выполнены для плотин с дренажами а) трубчатым или тюфячным и б) наслонным.

Расчет плотин (для основного расчетного случая) с трубчатым и тюфячным дренажем произведен при уровне воды в нижнем бьефе на отметке подошвы плотины; при наслонном дренаже глубина воды в нижнем бьефе принималась $h_{нб} = 0,2\ H_{пл}$.

I7.I.6. Устойчивость экрана и защитного слоя проверена по плоским поверхностям сдвига.

I7.I.7. В расчетах устойчивости приняты расчетные значения плотности грунта:

естественной влажности $\rho_o = I,8$ т/м$^3$,

насыщенного водой $\rho_{sat} = 2,0$ т/м$^3$,

взвешенного $\rho_i = I,0$ т/м$^3$.

I7.2. Фильтрационные расчеты

I7.2.I. В настоящем проекте фильтрационные расчеты проведены для секций плотин с расчетной высотой $H_{пл}$, величина которой принимается при привязке проекта в соответствии с указаниями п.4.4.

При привязке проекта к конкретным условиям строительства необходимо рассмотреть плановую задачу фильтрации: изменение фильтрационных условий вдоль оси плотины и условия фильтрации в береговых ее примыканиях.

I7.2.2. Расчеты общей фильтрационной прочности тела и основания плотины, а также ее противофильтрационных устройств, в проекте проведены при напорах на плотину $H_н$ и $H_{max}$, соответствующих расчетным уровням воды в водохранилище и глубине воды в нижнем бьефе в пределах от 0 до $0,2\ H_{пл}$.

I7.2.3. Критерием обеспечения общей фильтрационной прочности тела и основания плотины, а также ее противофильтрационных устройств, выполняемых из глинистых грунтов, является условие (I):

$$J_{g\,ср} \leqslant \frac{1}{\gamma_n} \cdot J_{кр.ср},$$

где $J_{д.ср.}$ - действующий средний градиент напора в расчетной области фильтрации. Величина $J_{д.ср.}$ определена в соответствии со схемами и расчетными зависимостями, приведенными в приложении 5;

$J_{кр.ср.}$ - критический средний градиент напора в расчетной области фильтрации. Расчетные значения критических средних градиентов напора приняты в соответствии с табл.I7.I.

Таблица I7.I

| Наименование грунта | Расчетные значения критических средних градиентов напора $J_{кр.ср.}$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | для грунтов основания | для грунтов тела плотины | для грунта понура | для грунта экрана и ядра | для грунта диафрагмы x) |
| Глина | I,35 | 2,00 | I5 | I2 | - |
| Суглинок | 0,80 | I,50 | I0 | 8 | - |
| Супесь | 0,60 | I,00 | 3 | 2 | - |
| Комовая глина | - | - | - | - | 40 |
| Заглинизированный грунт | - | - | - | - | 25 |
| Песок крупный | 0,48 | - | - | - | - |
| Песок средней крупности | 0,42 | I,00 | - | - | - |
| Песок мелкий | 0,32 | 0,75 | - | - | - |

x) Значения $J_{кр.ср.}$ даны для грунта диафрагмы выполняемой траншейным методом ("стена в грунте")

$\gamma_n$ - коэффициент надежности по степени ответственности сооружений. В проекте, составленном для сооружений IУ класса, принято $\gamma_n = I,I$ (в соответствии со СНиП 2.06.0I-86).

I7.2.4. Размеры грунтового зуба, пересекающего водопроницаемую прослойку в основании плотины: ширина зуба по основанию $b_з$ и ширина зуба на уровне кровли водоупора $b_{зI}$, и глубина забивки деревянного



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

шпунта $h_ш$ (см.приложение I9) установлены фильтрационными расчетами с учетом условия (I). При расчете действующие средние градиенты напора определены с использованием способов – удлиненной контурной линии и виртуального, а критические градиенты приняты по таблице I7.I.

Величины $J_{кр.ср.}$ при определении $b_з$ приняты как для грунтов основания, при определении $b_{з1}$ – как для грунтов тела плотины.

I7.2.5. Проверка местной фильтрационной прочности производится в каждом частном случае привязки проекта при напоре на плотину $H_н$ или $H_{max}$, соответствующем максимальному значению перепада расчетных уровней верхнего и нижнего бьефа.

Местная фильтрационная прочность проверяется для следующих областей основания и тела плотины:

– в местах выхода фильтрационного потока в нижний бьеф, в дренажные устройства;

– в прослойках суффозионно неустойчивых грунтов;

– в местах с большим падением напора фильтрационного потока;

– на участках контакта грунтов с разными фильтрационными свойствами.

I7.2.6. Критерием обеспечения местной фильтрационной прочности тела и основания плотины является условие (2):

$$J_g \leqslant \frac{1}{\gamma_n} \cdot J_{кр},$$

где $J_g$ – действующий градиент напора в рассматриваемой области;

$J_{кр}$ – критический местный градиент напора;

$\gamma_n$ – коэффициент надежности; $\gamma_n = I,I$.

Указание по определению расчетных величин действующих и критических местных градиентов напора, необходимых при проверке местной фильтрационной прочности, приведены в приложении 7.

Величины действующих местных градиентов напора $J_g$ для некоторых частных случаев приведены в приложении 6.

Расчетные величины критических местных градиентов напора $J_{кр}$ допускается принимать:

– для несуффозионных песчаных грунтов при выходе в дренаж – I,0; за дренажем – 0,3;

– для пылевато-глинистых грунтов при наличии дренажа для условий выхода на поверхность грунта за дренажем – I,5;

– для пылевато-глинистых грунтов при наличии упорной призмы для условий выхода на поверхность грунта за дренажем – 2,0.

I7.2.7. Местоположение трубчатого или тюфячного дренажа в теле плотины устанавливается расчетом из условия расположения кривой депрессии в теле плотины ниже расчетной глубины сезонного промерзания грунта низового откоса.

Расстояние $l_{др}$ от подошвы низового откоса до дренажа может быть принято по приложению 6; величина $l_{др}$ в приложении 6 определена при напоре $H_н$ и глубине воды в нижнем бьефе $h_{н.б.} = 0$.

I7.2.8. Размеры дренажного банкета устанавливаются расчетом из условия расположения кривой депрессии в теле плотины ниже расчетной глубины сезонного промерзания грунта низового откоса.

Размеры дренажного банкета могут быть приняты по приложению 6; высота дренажного банкета в приложении определена при напоре $H_н$ и глубине воды в нижнем бьефе $h_{н.б.} = 0$ и $h_{н.б.} = 0,2\ H_{пл.}$ В каждом частном случае за величину $h_{н.б.}$ принимается глубина воды, соответствующая $Q_{5\%}$.

Высота дренажного банкета $h_{g.б}$ должна быть откорректирована по условию:

$$h_{g.б} \geqslant h_{н б max} + C + 0,3 \text{ м}$$

где $h_{н б max}$ – глубина воды в нижнем бьефе при $Q_{I\%}$.

I7.2.9. Высота наклонного дренажа $h_{ндр}$ устанавливается расчетом из условия его укладки в пределах высачивания кривой депрессии на откос при глубине в верхнем бьефе $H_н$, а в нижнем бьефе – соответствующей $Q_{5\%}$.

2283/1



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Величина $h_{н.др}$ может быть принята по приложению 6.

Высота наслонного дренажа должна быть откорректирована по условию:

$$h_{ндр} \geqslant h_{н\,б.max} + C + 0{,}3 \text{ м}.$$

При необходимости защиты низового откоса от промерзания в пределах выклинивания кривой депрессии толщина наслонного дренажа принимается равной расчетной глубине сезонного промерзания $d_f$, высота наслонного дренажа при этом должна превышать высоту выклинивания кривой депрессии не менее, чем на $2\,d_f$.

I7.2.I0. Расчет обратных фильтров дренажных устройств производится в соответствии с методикой, изложенной в приложении I5.

I7.2.II. Размеры фильтровой обсыпки трубчатого дренажа и размеры тюфячного дренажа уточняются в каждом частном случае при проверке местной фильтрационной прочности по приложению 7.

I7.3. Расчеты железобетонных креплений верхового откоса

I7.3.I. При расчетах креплений верхового откоса из железобетонных плит на устойчивость и прочность учитывались следующие нагрузки:

- собственный вес плит крепления;
- статическое давление воды, находящейся над креплением;
- противодавление со стороны грунтовой воды;
- волновое давление на откос;
- волновое противодавление;
- давление движущегося ледяного поля;
- давление от навала остановившегося ледяного поля;
- вертикальная нагрузка и изгибающий момент от примерзшего к креплению ледяного покрова при изменении уровня воды.

I7.3.2. Волновое давление и волновое противодавление на плиты определены в соответствии со СНиП 2.06.04-82 "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)".

При расчетах волнового давления учитывались волны I % обеспеченности с расчетной высотой $h_{1\%}$ = I,0; I,2 и I,5 м.

Длина расчетных волн принималась равной $\lambda = I0 \cdot h_{1\%}$.

Толщина плит определена из условий устойчивости их на откосе при воздействии волнового противодавления.

Величины давления от движущегося и остановившегося ледяного поля, а также от примерзшего к креплению ледяного покрова определены в соответствии со СНиП 2.06.04-82. При этом за расчетную толщину льда принималась максимальная толщина ледяного покрова обеспеченностью I %.

При расчетах на нагрузки от примерзшего к креплению льда, возникающие при колебаниях уровня воды, принято:

скорость опускания или подъема уровня при наличии льда в водохранилище не более I,0 см/час, температура льда - не ниже - I0 °С.

Расчет крепления на нагрузки от примерзшего льда произведен по методике, изложенной в приложении II.

При расчетах на ледовые нагрузки учитывался лед толщиной $h_{max}$ = = 0,40...I,20 м; расчетная длина ледяного поля принималась $L_y$ = 200 м.

Расчет крепления откосов железобетонными плитами на воздействие вышеуказанных усилий произведен по предельным состояниям.

Модуль деформации грунта при расчете крепления на нагрузки от примерзшего льда в расчетах принят $E_1$ = 35,0 МПа (350 кгс/см$^2$).

I7.4. Расчеты осадок тела и основания плотины

I7.4.I. Расчеты осадок тела и основания плотины выполнены по методу послойного суммирования в пределах сжимаемого слоя.

Расчеты осадок основания выполнены при следующих геологических условиях:

I. Основание однородное, сложенное пластичными суглинками с показателем текучести $J_L > 0{,}25$.

2. Основание однородное, сложенное суглинками твердой и полутвердой консистенции с показателем текучести $J_L < 0{,}25$.

3. Основание неоднородное. Грунт, залегающий непосредственно под плотиной на глубину равную $\frac{I}{4} H_{пл}$, - песок мелкий, ниже - пластичные

2283/1

суглинки с показателем текучести $J_L > 0,25$.

I7.4.2. При расчете осадок основания мощность сжимаемого слоя принята равной $2H_{пл}$. Нормативные значения модулей деформации грунтов приняты в соответствии с табл.I7.2.

Таблица I7.2

| Грунт основания | Модуль деформации E кПа (кгс/см$^2$) |
|---|---|
| Суглинок при $J_L > 0,25$ | I2000 (I20) |
| Суглинок при $J_L < 0,25$ | I4000 (I40) |
| Песок мелкий | I8000 (I80) |

I7.4.3. Расчетные значения величин нагрузок и характеристик грунтов приняты с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f$ и по грунту $\gamma_g$ равными I.

I7.4.4. Коэффициент поперечной деформации грунта принят:

для суглинка $\nu$ = 0,35,

для песка $\nu$ = 0,30.

## I8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Технико-экономические показатели плотин на секцию длиной I00 м при ширине гребня 4,5 м без учета стоимости крепления верхового откоса приведены в табл.I8.I.

Технико-экономические показатели по различным типам крепления верхового откоса на I00 м$^2$ их площади приведены в табл.I8.2.

## I9. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛОТИН

I9.I. В задачи службы эксплуатации плотины входит:

- систематический надзор за состоянием сооружения, выявление и устранение причин, ведущих к разрушениям и аварии;
- текущий и капитальный ремонты, выполняемые в плановом порядке по результатам осмотра на основании дефектных ведомостей, в которых приведены объемы, стоимость и календарные графики ремонтных работ.
- обеспечение безаварийного пропуска паводков;
- в случае необходимости проведение аварийных работ во внеплановом порядке, круглосуточно с применением всех необходимых мер по быстрейшей ликвидации аварии;
- проведение мероприятий по подготовке к зимней эксплуатации.
- приобретение и хранение необходимого аварийного запаса материалов;
- ведение журнала состояния сооружения и ремонтных работ.

I9.2. В целях изучения основных параметров работы сооружения, комплексного анализа его состояния, оценки эксплуатационной надежности, своевременного выявления дефектов и назначения ремонтных мероприятий следует проводить систематические натурные наблюдения за состоянием плотины.

I9.3. Натурные наблюдения включают комплексные визуальные и инструментальные наблюдения. Визуальным наблюдениям должны сопутствовать эскизные зарисовки или фотографии деформированных участков с привязкой и указанием размеров. Инструментальные наблюдения углубляют и уточняют визуальные наблюдения и затрагивают те же вопросы работы сооружения, а именно:

- влияния уровенного режима водохранилища и гидродинамики волнового давления на работу плотины и крепления верхового откоса;
- влияния воздействия льда на крепление при подвижках примерзшего ледяного поля и в период ледохода;
- возникновения деформаций;
- фильтрации и суффозии.



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Таблица I8.I

| Тело плотины | $H_{пл}$ =5,0 м | | | | | | $H_{пл}$ = I0,0 м | | | | | | $H_{пл}$ = I5,0 м | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Коэффициенты откосов $\frac{m_1}{m_2}$ | Объем насыпи м³ тело плотины | защ. слой | экран, ядро, зуб | Сметная стоимость тыс. руб. | Построечные трудозатраты чел.ч. | Коэффициенты откосов $\frac{m_1}{m_2}$ | Объем насыпи м³ тело плотины | защ. слой | экран, ядро, зуб | Сметная стоимость тыс. руб | Построечные трудозатраты чел.ч | Коэффициенты откосов $\frac{m_1}{m_2}$ | Объем насыпи м³ тело плотины | защ. слой | экран, ядро, зуб. | Сметная стоимость тыс. руб. | Построечные трудозатраты чел.ч. |
| Плотина из суглинка без защитного слоя | 2,0<br>2,0 | 7070 | – | – | 3,34 | 427 | 2,75<br>2,0 | 28460 | – | – | I3,29 | I240 | 3,5<br>2,75 | 79870 | I000 | – | 33,96 | 285I |
| Плотина из суглинка с защитным слоем толщиной I,0 м | 2,0<br>2,0 | 5600 | I400 | – | 5,2I | 7I4 | 2,0<br>2,0 | 22840 | 2I60 | – | I5,I0 | I572 | 2,75<br>2,25 | 59360 | 4900 | – | 33,38 | 3349 |
| Плотина из песка мелкого | – | – | – | – | – | – | 3,25<br>2,25 | 32730 | – | – | I4,33 | I027 | – | – | – | – | – | – |
| Плотина из песка с ядром из суглинка | 2,75<br>2,0 | 6700 | – | 2000 | 5,68 | 465 | 3,0<br>2,0 | 26400 | – | 4270 | I8,I7 | II42 | 3,0<br>2,0 | 57640 | – | 7330 | 35,I4 | I984 |
| Плотина из песка с экраном из суглинка | 2,25<br>2,0 | 6I00 | 320 | I280 | 5,24 | 488 | 2,75<br>2,0 | 25450 | 670 | 3280 | I8,00 | II93 | 3,25<br>2,25 | 58730 | I090 | 9540 | 38,85 | 2I60 |
| Плотина из песка с экраном из полиэтиленовой пленки и защитным слоем толщиной I,0 м | 3,0<br>2,0 | 6600 | I680 | 70 | 5,76 | 53I | 3,0<br>2,0 | 256I0 | 3570 | I30 | I7,9I | I24I | 3,0<br>2,25 | 60630 | 5I50 | 220 | 33,85 | 2057 |

ПРИМЕЧАНИЕ. Сметная стоимость строительства плотин определена в ценах и нормах I984 г для базисного района в условиях:

- разработки глинистого и песчаного грунта в карьере скрепером с перемещением его в насыпь тела плотины на среднее расстояние 300 м;
- разработки песчаного грунта для защитного слоя и глинистого грунта для ядра и экрана в карьере экскаватором с перемещением его автосамосвалами на среднее расстояние 2 км.



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Таблица I8.2

| Типы крепления | Пределы применения: расчетная высота волны, м | Пределы применения: расчетная толщина льда, м | Расход материалов: железобетон, м³: Всего | в том числе: сборный | в том числе: монолитный | асфальтобетонная смесь, т | камень, м³ | песок, щебень, м³ | черенки, хлысты, м | колья, хворост, м³ | Сметная стоимость строительства, тыс.руб. | Построечные трудозатраты, чел.ч. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| А. Из железобетона | | | | | | | | | | | | |
| Сборное крепление из унифицированных плит: | | | | | | | | | | | | |
| ПКО-I0 | I,0...I,2 | 0,4 | I0,0 | 8,0 | 2,0 | - | - | 20,0 | - | - | I,50 | 85 |
| ПКО-I2 | I,2...I,5 | 0,5 | I2,0 | 9,5 | 2,5 | - | - | 20,0 | - | - | I,65 | 68 |
| ПВ 40-20-I,5 | I,5 | 0,7 | I5,0 | I2,0 | 3,0 | - | - | 20,0 | - | - | 2,03 | 82 |
| ПШ 40-20-I,5 | I,0...I,2 | 0,5 | I4,9 | I4,9 | - | - | - | 20,0 | - | - | 2,02 | 82 |
| Монолитное железобетонное крепление: | | | | | | | | | | | | |
| толщиной I5 см | I,5 | 0,5 | I5,4 | 0,4 | I5,0 | - | - | - | - | - | I,00-I,I9 | 54-70 |
| толщиной 20 см | I,5 | 0,4...0,8 | 20,4 | 0,4 | 20,0 | - | - | - | - | - | I,2I-I,5I | 64-80 |
| Б. Из монолитного асфальтобетона (при основании из глинистых грунтов): | | | | | | | | | | | | |
| толщиной 6 см | 0,5 | - | - | - | - | 9,2 | - | 20,0 | - | - | 0,75 | II |
| толщиной 8 см | I,0 | 0,4 | - | - | - | I8,4 | - | 20,0 | - | - | 0,99 | II |
| толщиной I0см | I,5 | 0,6 | - | - | - | 23,0 | - | 20,0 | - | - | I,II | II |
| В. Из каменной наброски: | | | | | | | | | | | | |
| толщиной 40 см | 0,5 | - | - | - | - | - | 40,0 | 20,0 | - | - | 0,83 | 47 |
| толщиной 80 см | I,0 | - | - | - | - | - | 80,0 | 20,0 | - | - | I,43 | 80 |
| толщиной I00 см | I,5 | - | - | - | - | - | I00,0 | 20,0 | - | - | I,73 | 97 |
| Г. Растительными насаждениями: | | | | | | | | | | | | |
| рассадка ивняка черенками в гнездах | 0,5...0,7 | - | - | - | - | - | - | - | 500 | 3,9 | 0,33 | I35 |
| ивовыми хлыстами | 0,5...0,7 | - | - | - | - | - | - | - | 400 | 3,9 | 0,29 | I56 |

ПРИМЕЧАНИЯ: I. Технико-экономические показатели по креплениям из сборного железобетона и каменной наброски даны при толщине обратного фильтра 20 см.
2. Для креплений из железобетона толщина льда указана для условий, когда возможно его примерзание к креплению.
3. Сметная стоимость строительства креплений определена в ценах и нормах I984 г для базисного района.



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Примерная схема производства наблюдений за плотиной после 2-х и 5-ти лет эксплуатации приведена в таблице I9.I

Таблица I9.I

| Виды наблюдений | Периодичность | |
|---|---|---|
| | после 2-х лет эксплуатации | после 5-ти лет эксплуатации |
| I. Наблюдения за уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах | ежедневно | ежедневно |
| 2. Визуальный осмотр плотины | ежедневно | ежедневно |
| 3. Обследование креплений откосов | ежедневно | I раз в квартал |
| 4. Наблюдения за расходами воды в дренажах и очагах фильтрации | I раз в I5 дней | I раз в квартал |
| 5. То же, в период весеннего половодья и обильных дождей | ежедневно | ежедневно |
| 6. Наблюдения за дренажными устройствами | I раз в квартал | I раз в квартал |
| 7. Наблюдения за образованием и таянием льда в осенний и весенний периоды | не реже I раза в 5 дней | не реже I раза в 5 дней |
| 8. Отбор фильтрующей воды на химический анализ | I раз в квартал | I раз в 3 года |
| 9. Детальный осмотр комиссией с составлением акта обследования | 2 раза в год (I-I5мая и I5-30 октября) | 2 раза в год (I-I5 мая и I5-30 октября) |

I9.3. Наиболее тщательно следует проводить наблюдения в самые ответственные моменты эксплуатации плотины: при первоначальном заполнении водохранилища, при пропуске паводков и зимнем режиме в предпаводковый период. При обследовании общего состояния плотин особое внимание следует

а образование трещин в насыпи, состояние мест сопряжения ее с бетонным сооружением и берегами, насыщение фильтрационными водами низового откоса и возможность повреждения его поверхностными водами, действие дренажной системы, состояние креплений откосов, на просадки и выпучивание.

I9.4. Установленные наблюдениями дефекты должны быть устранены сразу же после выявления или после спада уровней. При ликвидации повреждений необходимо руководствоваться рекомендациями, изложенными в "Типовой инструкции по эксплуатации водохранилищ для нужд орошения емкостью до I0 млн.м$^3$" ВСН 33-3.02.0I-84 М., I982 г. и "Типовой инструкцией по эксплуатации гидротехнических сооружений русловых (приплотинных) ГЭС", М., I979 г.

I9.5. Безаварийная работа плотины может быть обеспечена при соблюдении следующих условий:

I. Скорость наполнения и сработки водохранилища при открытой воде не должна превышать 0,5 м/сут.

2. При плотинах с железобетонными и асфальтобетонным креплением и наличии примерзшего льда скорость подъема уровня воды допускается не выше I см/час; при отсутствии предварительного прогнозирования по нарастанию уровней или при ожидаемом превышении допускаемой величины скорости подъема воды следует в предпаводковый период произвести околку льда перед креплением или медленное опорожнение водохранилища до слома льда.

3. В плотинах с асфальтобетонными креплениями не допускается навал ледяных полей на верховой откос.

4. При выполнении крепления верхового откоса из каменной наброски и возможности образования ледяного покрова толщиной более 0,4 м уровни воды в зимнее время следует поддерживать на отметке УМО или УМО + I м.

5. Не допускается превышение уровней воды в водохранилище сверх расчетных во избежание перелива воды через гребень.

6. Первоначальное заполнение водохранилища следует осуществлять с перерывами на 2-3 суток после каждого заполнения метрового слоя и ограничить величиной равной 2/3 напора; при появлении аварийных признаков наполнение необходимо прекратить, водохранилище опорожнить до устранения опасных явлений.

Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№
gost.e-ecolog.ru