

**МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА  
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

СВОД ПРАВИЛ

СП\_\_\_\_\_

**Изменение №1**

**к СП 39.13330.2012**

**"Плотины из грунтовых материалов.  
Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84\*"**

**Москва  
2016**

**1 Заголовок** заменить ROCK fill dams на Embankment dams

## **Раздел 2. Нормативные ссылки.**

**2 Дополнить ссылками на следующие документы:**

ГОСТ 5180-75. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик  
ГОСТ 12248-78. Грунты. Методы лабораторного определения сопротивления срезу  
ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава  
ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний  
ГОСТ 20276-85. Грунты. Методы полевого определения характеристик деформируемости  
ГОСТ 23908-79. Грунты. Метод лабораторного определения сжимаемости  
ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация  
ГОСТ 25584-83. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации.  
СП 14.13330-2011 Строительство в сейсмических районах  
СП 38.13330.2012. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения  
СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения

## **Раздел 3. Термины и определения.**

**3 Ввести** после первого абзаца 2 новых абзаца, содержащие следующие определения:

*Насыпные грунты тела плотины* – техногенные глинистые, песчаные, песчано-гравийные гравийно-галечниковые или каменно-набросные грунты, отобранные в карьере, доведенные до заданной кондиции по гранулометрическому составу, влажности и температурному состоянию, отсыпанные в тело сооружения и уплотненные в нем до заданной в проекте плотности сложения. Намывные грунты тела плотины - техногенные глинистые, песчаные, песчано-гравийные гравийно-галечниковые грунты, с отобранные в карьере использованием средств гидромеханизации и/или намывные в тело сооружения с заданным в проекте фракционированием и плотностью сложения.

*Каменная наброска (или иначе горная масса)* – раздробленная порода, полученная в результате взрывного или механического дробления естественных горных пород, залегающих в природном массиве или в карьере, используемая далее для отсыпки/укладки в тело или элементы земляных плотин с заданной в проекте плотностью сложения.

## **Раздел 4. Общие положения.**

**4 Пункт 4.4.** Первый абзац дополнить словами: "(см. СП 23.13330.2011)".

**5 Пункт 4.4.** В абзац "Плотины на илистых грунтах..." в конец предложения ввести дополнение "с учетом особенностей данных грунтов: большой сжимаемости, изменчивости и анизотропии прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик и изменений их в процессе консолидации основания, длительного развития осадок во времени и возможности возникновения нестабилизированного состояния."

**6 Пункт 4.8.** Заменить слова "надлежит учитывать изменение физико-механических свойств грунтов при замерзании и оттаивании, температурно-влажностные изменения в

теле плотин при расчетах напряженно-деформированного состояния и устойчивости откосов" на "необходимо учитывать требования, изложенные в Приложении М".

**7 Пункт 4.12.** После фразы "в грунтах" первого абзаца добавить фразу "их тела и основания".

**8 Пункт 4.12.** Во втором абзаце после слова "состояния" поставить запятую.

**9 Пункт 4.12.** Заменить слова "ГОСТ 26263" на "действующими нормативами".

**10 Пункт 4.13.** В конец пункта добавить фразу " – реологические свойства грунтов тела и основания сооружения".

**11 Пункт 4.15.** Во втором абзаце в фразе (песчаного, гравийного, галечникового) исключить слово "галечникового".

**12 Пункт 4.17.** Исключить абзац "Для плотин, возводимых в сейсмических районах, плотность сложения грунта в верхней части их профиля должна назначаться в соответствии с требованиями проекта. Размеры этой части определяют расчетом в зависимости от конструкции плотины.

## **Раздел 5. Земляные насыпные плотины.**

**13 Пункт 5.1.** Таблица 3. В строке "Тело плотины", столбце "Вид плотины" во вторую строку "Неоднородная (рисунок 1 б, в) добавить буквы "д" и "ж".

**14 Пункт 5.1.** В рисунке 1 "Виды земляных насыпных плотин" заменить подрисовочную надпись на следующую:

а-ж—см. таблицу 3; 1—тело плотины; 2—поверхность депрессии; 3—дренаж; 4—крепление откоса; 5—верховая противofильтрационная призма из негрунтовых материалов; 7—верховая призма; 8—низовая призма; 9—переходные слои; 10—экран из негрунтовых материалов; 11—грунтовое ядро; 12—центральная грунтовая противofильтрационная призма; 13—шпунт или стенка; 14—понур; 15—инъекционная (цементационная) завеса; 16—зуб; 17—грунтовый экран;

$h$ —высота плотины;  $b$ —ширина плотины по низу;  $b_{ит}$ —ширина противofильтрационного устройства по низу;  $b_{гр}$ —ширина плотины по гребню;  $m_г$ —коэффициент верхового откоса;  $m_н$ —коэффициент низового откоса.

### **15 Ввести пункт 5.6а следующего содержания:**

5.6а На верховой грани противofильтрационного элемента плотины (ядра или буробетонной диафрагмы) целесообразно устраивать «залечивающий» слой из мелкого или монозернистого песка с целью тампонирования сквозных трещин, которые могут по разным причинам возникнуть в водопорном элементе. Гранулометрический состав переходных зон с низовой стороны противofильтрационного элемента плотины подбирается с учетом недопущения выноса материала «залечивающего» слоя в нижний бьеф сооружения через образовавшуюся сквозную трещину.

### **16 Ввести пункт 5.6б следующего содержания:**

5.66 Необходимо предусматривать конструктивно-технические мероприятия по предотвращению возникновения сквозных трещин в водоупорных элементах плотины вследствие отрыва (просадки) нижних – талых частей элемента от верхних – замороженных. Такие мероприятия необходимо предусматривать, главным образом, в местах примыканий водоупорных элементов к бетонным сооружениям и к скальным берегам.

**17 Пункт 5.12.** Пятый абзац "При определении двух слагаемых..." изложить в новой редакции:

При определении первых двух слагаемых формулы (1) следует принимать обеспеченности скорости ветра для расчета элементов волн, наката и нагона при основном сочетании нагрузок и воздействий (при НПУ) по СП 38.13330.2012, при особом сочетании нагрузок и воздействий (при ФПУ) эти обеспеченности следует принимать для сооружений I - II классов 20 %, для III класса - 30 %, для IV класса - 50 %. Запас  $a$  для всех классов плотин следует принимать не менее 0,5 м.

**18 Пункт 5.18.** Обозначение  $h_{гум}$  заменить на  $h_{гум}$

**19 Пункт 5.22.** В конец предложения добавить фразу "расчетом устойчивости материала крепления от размыва в соответствии с требованиями СП 38.13330.2012.

**20 Пункт 5.28.** Слова "или по аналогам" исключить, вместо нее ввести "из условия их устойчивости при волновом воздействии и при быстрой сработке водохранилища, либо по аналогам".

**21 Пункт 5.38.** Рисунок 2 "Конструкции плотин с комбинированным противофильтрационным устройством". В подрисуночной надписи фразу "пленочная диафрагма" заменить на "диафрагма из синтетических материалов".

**22 Пункт 5.38.** В первом абзаце слово "глинобетона" заменить на "глиноцементобетона".

**23 Пункт 5.38.** Исключить последний абзац "сопрягающий элемент может...".

**24 Пункт 5.38.** Во втором абзаце фразу "пленочная и инъекционная диафрагма" заменить на "диафрагма из синтетических материалов".

**25 Пункт 5.40.** Исключить первое предложение "Толщину грунтового экрана...".

**26 Пункт 5.40.** В четвертом абзаце слово "блокирующие" заменить на "предотвращающие"

**27 Пункт 5.40.** В последнем предложении в фразе "...защитного слоя из кольматирующего.." слово "кольматирующего" заменить на "заполняющего".

**28 Пункт 5.42.** Во второй абзац внести дополнение:

Допускается принимать  $L_{\text{понура}} = R_a$ , где  $R_a$  - радиус "активной зоны" фильтрации, за пределами которой возможное изменение характеристик грунтов, слагающих основание, существенно не повлияет на условия формирования фильтрационного поля. Радиус "активной зоны" фильтрации принимается  $R_a \approx 2H_{\text{max}}$ , где  $H_{\text{max}}$  – максимальный напор на сооружении.

**29 Пункт 5.47.** Добавить размерность ", м" после фразы "...сечении диафрагмы".

**30 Пункт 5.51.** В последнем абзаце исключить слово "исходных", окончание слова "коэффициентах" заменить на "коэффициенте", словосочетание "зернистого материала" заменить на слово "грунтов".

**31 Пункт 5.51.** После слова "50 м/сут" убрать запятую.

**32 Пункт 5.52.** Перед последним абзацем ввести абзац "В однородных грунтовых плотинах при определении положения депрессионной поверхности необходимо учитывать величину капиллярного поднятия".

**33 Пункт 5.53.** Рисунок 3 "Схемы основных видов дренажа". В подрисуночной надписи слово "максимальная" заменить на "расчетная".

**34 Пункт 5.60.** После слов "5.56-5.59" вставить слово "предписаниям".

**35 Пункт 5.67.** Исключить последний абзац "Вместо вертикального дренажа...".

**36 Пункт 5.69.** Дополнить абзацем следующего содержания:

При разработке проекта устройства обратного фильтра дренажа с использованием природного разнородного грунта в частичном или полном его зерновом составе следует учитывать опасность сегрегации, проявляющейся при послойной отсыпке в многократном увеличении водопроницаемости насыпи по сравнению с водопроницаемостью грунта в природном состоянии. Необходимо выполнить опытную проверку устойчивости материала к сегрегации с учетом предусмотренных в проекте условий производства работ. В целях устранения опасности сегрегации разнородного грунтового материала при его отсыпке целесообразно использовать виброрешетку с расширяющимися просветами между стержнями типа приспособления под названием «гризли».

**37 Пункт 5.71** дополнить абзацем следующего содержания:

При проектировании плотины, по гребню которой будет осуществляться железнодорожное сообщение, необходимо учитывать неблагоприятное влияние на суффозионную устойчивость грунтов вибрации, передающейся через тело плотины от дорожного полотна до зоны размещения дренажного коллектора. Во избежание

суффозионной деструкции в зоне дренажной обсыпки следует выполнять соответствующий подбор обратного фильтра

**38 Пункт 5.74.** В последнем абзаце слово "сопрягающих" заменить на "сопрягающих".

### **Раздел 6. Земляные намывные плотины.**

**39 Пункт 6.1.** в словосочетании "методом отсыпки грунтов в воду" слово "методом" исключить, добавить фразу "методом намыва".

**40 Пункт 6.1.** В первом абзаце "и 4.3" исключить.

**41 Пункт 6.1.** Рисунок 4 "Виды намывных плотин". Заменить подрисуночную надпись на следующую:

а-е—см. таблицу 4; 1—крепление верхового откоса; 2—тело плотины; 3—дренаж; 4—намывное ядро; 5—намывные промежуточные зоны; 6—намывные боковые зоны; 7—намывная центральная слабоводопроницаемая зона; 8—боковые насыпные призмы (банкетты); 9—сейсмостойкое крепление откоса; 10—насыпное глинистое ядро; 11—инъекционная завеса; 12—фильтры.

**42 Пункт 6.9.** Изменить рисунок 6 (по оси ординат числа "00" заменить на "100").

### **Раздел 7. Каменно-земляные и каменно-набросные плотины.**

**43 Пункт 7.1.** Рисунок 7 "Виды каменно-земляных плотин". Подрисуночную надпись заменить на следующую:

а-г—см. таблицу 7; 1—крепление верхового откоса; 2—грунтовый экран; 3—переходные слои (обратные фильтры); 4—упорная призма; 5—грунтовое ядро; 6—верховая призма; 7—низовая призма; 8—верховая грунтовая противofильтрационная призма; 9—центральная грунтовая противofильтрационная призма; 10—цементация.

Рисунок 8 "Виды взрывонабросных плотин". Подрисуночную надпись заменить на следующую:

а,б—см. таблицу 7; 1—навал из породы, образованный взрывом; 2—контур расчетного профиля; 3—инъекционное ядро; 4—инъекционная завеса; 5, 6—экран и понур из глинистого грунта; 7—переходный слой; 8—защитный слой.

**44 Пункт 7.1.** Рисунок 9 "Виды каменнонабросных плотин". Подрисуночную надпись заменить на следующую:

а-б—см. таблицу 7; 1—тело плотины из каменной наброски; 2—цементационная завеса; 3—бетонная опорная плита; 4—экран из негрунтовых материалов; 5—подэкранный слой; 6—верховая призма; 7—диафрагма из негрунтовых материалов; 8—переходные слои; 9—низовая призма.

**45 Пункт 7.23** дополнить абзацем следующего содержания:

На низовой грани глинистого ядра или экрана плотины на участке в пределах изменения уровня нижнего бьефа, где на урезе воды выходные градиенты напора

многократно превышают средние по сечению данного водоупорного элемента, обратный фильтр должен выполняться с особой тщательностью.

### **Раздел 9. Основные положения расчета плотин.**

**46 Пункт 9.1.** В словах "фильтрационные включая оценку фильтрационной устойчивости" слово "устойчивости" заменить на "прочности".

**47 Пункт 9.1.** Слова "устойчивости откосов, экрана и защитного слоя" добавить словами ", в том числе с учетом длительной прочности грунтов тела и основания сооружения".

**48 Пункт 9.1.** Предложение "Все расчеты следует..." дополнить фразой "с использованием аналитических методов или путем компьютерного моделирования на хорошо зарекомендовавших себя программных комплексах".

**49 Пункт 9.3.** В словах "определения фильтрационной устойчивости" слово "устойчивости" заменить на "прочности".

**50 Пункт 9.3.** В конец последнего абзаца ввести предложение "В отдельных случаях следует учитывать возможность микробиологического кольматирования (например, в грунтовых плотинах отстойных прудов, содержащих много органических примесей)."

**51 Пункт 9.5.** После слова "...расчетов..." добавить фразу ", выполняемых аналитически или методом численного моделирования".

**52 Пункт 9.5.** В третий абзац после слов "При оценке.." ввести дополнение "общей и местной".

**53 Пункт 9.5.** Пояснение критического среднего градиента напора изложить в следующей редакции:

"критический средний градиент напора, принимаемый на основании исследований грунтов в условиях, отвечающих реальным условиям эксплуатации сооружения; в предварительных расчетах и при отсутствии необходимых исследований значения при расчете общей фильтрационной прочности могут быть приняты в соответствии с имеющимися аналогами или по таблице 8, при расчете местной фильтрационной прочности могут быть рассчитаны аналитически по апробированным методикам".

**54 Пункт 9.10.** Исключить первое предложение "Расчеты устойчивости грунтовых плотин..."

**55 Пункт 9.10.** Во втором абзаце фразу "При расчетах..." заменить на "При расчетах устойчивости откосов грунтовых гидротехнических сооружений..."

**56 Пункт 9.10.** Во второй абзац "При расчетах ..." после слова "сооружений" вставить сочетание "I и II классов", а слово "следует" заменить на "надлежит".

**57 Пункт 9.10.** В третий абзац после слова "плотин" ввести фразу "III и IV классов".

**58 Пункт 9.11.** Исключить фразу "характеризуемой минимальным... к активным сдвигающим силам".

**58 Пункт 9.11.** После таблицы 10 добавить абзац:

Величина коэффициента  $\gamma_c$  принимается:

- при особой нагрузке, в том числе сейсмической на уровне проектного землетрясения годовой вероятностью 0,01 и менее - 0,95;
- при особой нагрузке, кроме сейсмической, годовой вероятностью 0,001 и менее - 0,9;
- при сейсмической нагрузке уровня максимального расчетного землетрясения - 0,85;

**59 Пункт 9.11.** Слова "В зависимости от используемого способа расчета" и "величина коэффициента  $\gamma_c$  принимается" меняются местами.

**60 Пункт 9.12.** Примечание 8. Исключить слово "Местная".

**61 Пункт 9.12.** Примечание 10 Исключить.

**62 Пункт 9.12.** Примечание 11 Начало предложения до слов "однородных земляных..." заменить на следующую фразу: " В расчетах по оценке устойчивости откосов..".

**63 Пункт 9.12.** Добавить Примечание 11 следующего содержания:

"Для сооружений 1 и 2 классов, тело/основание которых сложено из глинистых грунтов, при оценке устойчивости сооружения необходимо учитывать изменение прочностных свойств грунтов тела и основания сооружения вследствие реологических процессов (в том числе длительную прочность)."

**64 Пункт 9.15.** Исключить предложение "При этом размеры образцов должны отвечать зерновому составу грунта тела плотины и основания".

**65 Пункт 9.18.** Первый абзац заменить на следующее предложение: "В плотинах, имеющих в теле и основании илы или глинистые грунты при расчете напряженно-деформированного состояния, а также в проектах размещения контрольно-измерительной аппаратуры (далее—КИА), надлежит учитывать избыточное поровое давление"

**66 Пункт 9.18.** Исключить второй абзац полностью.

**67 Пункт 9.18.** В третьем абзаце исключить фразу ", в остальных грунтовых плотинах в расчетах для случаев".

**68 Пункт 9.21.** Конец предложения после слов "проверять на.." заменить на "воздействие давления волн и льда, в том числе с учетом возможного навала льда на откосы плотины".



**69 Пункт 9.22.** Конец предложения после слов "следует определять..." заменить на "по результатам расчета их напряженно-деформированного состояния с учетом предельной прочности грунтов тела плотины на растяжение".

#### **Приложение А.**

**70** В заголовок после слова "учета" добавить слово "избыточного".

**71 Пункт А3.** Заменить  $r_u$  на  $r_{u0}$ .

#### **Приложение Б.**

**72** Из заголовка исключить слова "и эксплуатации"

**73 Пункт Б1.** после слов "профильтровавшейся воды..." ввести слова "подземных вод".

**74 Пункт Б6.** После слов "критериальные значения" добавить слово "диагностических".

**75 Пункт Б6.** Добавить абзац "В процессе строительства и последующей эксплуатации плотин значения диагностических показателей подлежат корректировке с учетом данных натурных наблюдений."

#### **Приложение Е.**

**76** В формуле Е.3.  $X_1$  заменить на  $X_3$ .

#### **Приложение Л.**

**77 Пункт Л.1** изложить в новой редакции:

Состояние грунтового сооружения в период эксплуатации оценивается контролируемыми показателями:

контролируемые показатели – измеряемые в натуральных условиях или вычисленные с использованием результатов этих измерений количественные значения или качественные показатели состояния плотины; из числа контролируемых показателей выбираются наиболее значимые для диагностики и оценки состояния ГТС диагностические показатели, для которых назначаются количественные или качественные критерии безопасности;

критерии безопасности - предельные значения количественных и качественных показателей состояния плотины и условий ее эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии плотины и утвержденные в установленном порядке федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на осуществление федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений.

Критерий состояния гидротехнического сооружения  $K_1$  – первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность ГТС и его основания еще соответствуют условиям нормальной эксплуатации;

Критерий состояния гидротехнического сооружения  $K_2$  – второй (предельный)

уровень значений диагностического показателя, при превышении которого состояние сооружения становится предаварийным, в котором дальнейшая эксплуатация ГТС в проектном режиме недопустима.

**78 Пункт Л.2** изложить в новой редакции:

Для эксплуатируемых плотин в зависимости от соотношения фактических значений диагностических показателей и установленных для них критериев безопасности необходимо различать следующие технические состояния:

а) работоспособное (нормальное), при котором значения диагностических показателей состояния плотины не превышают своих критериальных значений К1;

б) частично работоспособное (потенциально опасное), при котором значение хотя бы одного диагностического показателя состояния плотины достигло его критериального значения К1 или вышло за пределы прогнозируемого при данном сочетании нагрузок интервала его значений, но не превысило критериального значения К2; это состояние ГТС при котором его дальнейшая временная эксплуатация еще не приводит к угрозе немедленного прорыва напорного фронта;

При частично работоспособном состоянии плотины по специально разработанной программе, выполняются исследования с целью выяснения причин неисправности, прогноза состояния плотины и решения вопросов снижения нагрузок, ремонта или усиления. Проводятся дополнительные исследования с целью и способа их устранения. Устранение повреждений может быть выполнено при нормальной эксплуатации сооружения.

в) неработоспособное (предаварийное), при котором значение хотя бы одного диагностического показателя состояния плотины превысило его критериальное значение К2; в этом случае продолжение эксплуатации в проектном режиме недопустимо без специального разрешения соответствующего органа государственного надзора.

Неработоспособное состояние плотины обязывает эксплуатационный персонал срочно выполнять работы в соответствии с планом противоаварийных мероприятий и обеспечить безопасность плотины путем ограничений режима ее эксплуатации. После устранения угрозы аварии выполняются исследования по выявлению причин, приведших к аварии, разрабатывается комплекс мероприятий по восстановлению эксплуатационных функций плотины в прежнем или новом режиме. На период выполнения ремонтных мероприятий могут быть установлены дополнительные критериальные значения показателей состояния. В отдельных случаях рассматриваются условия консервации сооружения.

Основные виды нарушений в плотинах из грунтовых материалов указаны в таблице Л.1.

Таблица Л.1

Основные виды нарушений в плотинах  
из грунтовых материалов и способы их ремонта

Нарушения (отказ)	Способы обнаружения	Причины нарушения	Исследования по устранению	Способы ремонта
----------------------	------------------------	----------------------	-------------------------------	--------------------

			нарушения	
1. Вертикальные поверхностные поперечные трещины на гребне	Визуальные наблюдения	Разница осадок на различных участках плотины	Поверочные расчеты осадок. Инженерно-геологические изыскания	Заделка трещин песком, если они неглубокие (выше ФПУ). Глубокие трещины заделываются при сниженном УВ несколькими способами: проходка траншей с последующей заделкой глинистым грунтом; создание "стены в грунте"; инъектирование верхней части плотины
2. Вертикальные продольные наружные трещины на гребне ядра вблизи его верховой грани по контакту с переходными зонами	Визуальные наблюдения, измерение осадок ядра со стороны верхнего (осадка больше) и нижнего (осадка меньше) бьефа	Значительная осадка верховой призмы во время первого заполнения водохранилища или землетрясения	Инженерно-геологические изыскания. Поверочные расчеты осадок	Заделка песком неглубоких трещин, проход траншей и заделка глубоких трещин (при сниженном уровне воды в бьефе)
3. Продольные трещины откола большой протяженности при значительных горизонтальных смещениях и деформации нижней части откоса, развитие трещин в течение короткого	Визуальные наблюдения; показания пьезометров	Увеличение нагрузок на гребне; подъем поверхности депрессии; сейсмические воздействия; температурные воздействия (промерзание-оттаивание); снижение прочностных	Фильтрационные исследования; инженерно-геологические исследования; температурные расчеты; расчеты устойчивости	Ремонт низовой части плотины (пригрузка, создание дренажа, уположение откоса)

времени		свойств грунтов в теле плотины и основании		
4. Наличие воронок и просадок на гребне грунтовой плотины с ядром, увеличение фильтрационного расхода	Визуальные наблюдения	Внутренние горизонтальные трещины отрыва	Дополнительные инженерно-геологические изыскания с бурением скважин с целью установления мест отрыва	Снижение уровня воды в водохранилище; цементация-инъекция; создание "стены в грунте"
5. Внутренние продольные горизонтальные трещины при наличии в основании сильносжимаемых грунтов	Визуальные и инструментальные наблюдения увеличивающегося фильтрационного расхода при первом заполнении	Разница в величине осадок на неоднородном основании с сильносжимаемыми слоями	Анализ данных изысканий. Дополнительные инженерно-геологические изыскания	Полная сработка водохранилища; инъекция основания
6. Внутренние продольные горизонтальные трещины в поверхностной зоне плотины	Визуальные наблюдения ходов сосредоточенной фильтрации	Промерзание поверхностной толщи грунта при незавершенных осадках	Уточнение места деформаций. Дополнительные инженерно-геологические изыскания с бурением скважин, использованием геофизических методов и т.п.	Сработка водохранилища; разработка траншеи в месте выхода сосредоточенного фильтрационного потока и заделка грунтом; инъекция
7. Выход фильтрационных вод на низовой откос	Визуальные наблюдения, показания пьезометров	Образование слабофильтрующих слоев в теле плотины	Фильтрационные исследования, расчеты устойчивости	Устройство наклонного дренажа; укрепление откоса
8. Заиливание обратных фильтров дренажей	Показания пьезометров перед дренажом (уменьшение разности	Заиливание обратных фильтров	Фильтрационные исследования	Ремонт или замена дренажа

	уровней воды в дренаже и ближайшем пьезометре)			
9. Разрушение бетонного крепления верхового откоса, швов между плитами	Визуальные наблюдения деформаций плит, их разрушений, выноса материалов подготовки из-под плит	Температурные и гидро-динамические воздействия при сработке водохранилища, волновые воздействия	Оценка состояния отдельных участков крепления для решения вопроса о целесообразности его ремонта или замены	Сработка водохранилища; разборка разрушенных участков крепления; замена крепления или его ремонт; сопряжение с сохранившимися участками

**79 Пункт Л.3** изложить в новой редакции:

Различают следующие виды ремонтов плотин из грунтовых материалов:  
текущие;  
капитальные;  
предотвращающие аварии;  
послеаварийные;  
ремонт при реконструкции сооружений.

Пункт Л4 заменить полностью на:

К текущим ремонтам относится выполнение следующих ремонтных работ:  
заделка промоин и других поверхностных деформаций на гребне и откосах плотины;  
ремонт креплений верхового и низового откосов при их незначительных повреждениях;  
заделка трещин на гребне и откосах плотины, при которых не требуется снижение бьефа в водохранилище;  
восстановление оползшего откоса (если его оползание не повлекло разрушение плотины);  
расчистка дренажных канав;  
доведение гребня плотины до проектной отметки при осадках и др.

Необходимость такого рода ремонтных работ обычно устанавливается визуальными и инструментальными наблюдениями, не требует специальных обоснований, применения больших технических средств.

Пункт Л5 заменить полностью на:

. К капитальным ремонтам относятся следующие виды работ:  
замена бетонного крепления верхового откоса при сниженном уровне воды верхнего бьефа;  
заделка глубоких трещин на гребне плотины путем прохода траншей и заполнения их уплотняемым грунтом при сниженном уровне воды верхнего бьефа;  
замена заиленного дренажа при сниженном уровне верхнего бьефа и др.  
Необходимость такого ремонта обосновывается на основе анализа результатов

визуальных наблюдений, показаний КИА, выполненных дополнительных исследований (геофизическими и другими методами), соответствующими расчетами.

Эти работы требуют применения специальных технических средств.

Добавить пункт Л6 следующего содержания:

Необходимость предотвращающего авариию ремонта возникает, если визуальными наблюдениями и показаниями КИА обнаружены следующие нарушения в работе плотины из грунтовых материалов:

- подъем поверхности депрессии с выходом на откос;
- выходы сосредоточенного фильтрационного потока, грифоны;
- вынос частиц грунта;
- повышение поверхности депрессии (выше принятых предельных значений);
- увеличение фильтрационного расхода (выше принятых предельных значений);
- мутность профильтровавшейся воды;
- продольные и поперечные трещины на гребне плотины с прогрессирующим их удлинением и раскрытием (трещины откола);
- оползание откоса (верхового или низового), грозящее разрушением плотины;
- осадка гребня (выше предельных значений);
- воронки на гребне или откосах и др.

При обнаружении указанных нарушений необходимо усилить контроль за сооружением, установить причину нарушений, наметить план первоочередных мероприятий. Одним из первоочередных мероприятий является снижение напора на сооружение при постоянном контроле его состояния.

В зависимости от причины нарушения, которая в ряде случаев устанавливается только в результате выполнения научно-исследовательских, а иногда и инженерно-геологических работ, разрабатывается план (проект) ремонтных работ.

Ремонтные работы могут выполняться двух видов - первоочередные и основные.

Первоочередные работы замедляют или приостанавливают разрушительные процессы в плотине.

Основные работы выполняются после окончательного установления причины нарушения, выполнения соответствующих расчетов, обоснований, проекта ремонта. Такие работы выполняются с привлечением специальных технических средств и непланируемых материальных затрат.

**80 Ввести** пункт Л7 следующего содержания:

Аварии на плотинах из грунтовых материалов приводят к разрушению напорного фронта в результате: перелива через гребень, нарушения фильтрационной прочности в теле, основании, сопряжениях с бетонными сооружениями и берегами, обрушения откосов и др.

Восстановительные работы выполняются на основе:

- анализа условий эксплуатации сооружения;
- установления причин аварии;
- исполнительной съемки в месте аварии;
- инженерно-геологических и научно-исследовательских работ;
- проектных работ по восстановлению;
- оценки целесообразности проведения восстановительных работ или консервации сооружения.

В [таблице Л.1](#) приводятся основные виды нарушений (отказов) грунтовых плотин, способы их обнаружения, возможные причины и способы ремонта.

**81 Ввести** пункт Л8 следующего содержания:

При реконструкции плотин из грунтовых материалов, как правило, увеличивается их высота и соответственно напор на сооружение. Изменяя в целом конструкцию плотины, можно сохранить некоторые ее элементы, выполнив их ремонт. К таким элементам следует отнести дренажи, крепления откосов, негрунтовые ПФУ, если в них не обнаружены нарушения. Ремонт указанных элементов плотин осуществляют при выполнении их надежного сопряжения с возводимой частью плотины и с учетом условий работы всего реконструируемого сооружения.

При увеличении высоты плотины следует пересмотреть основные параметры гидроузла и водохранилища.

## Приложение И.

**82 Заменить** название на "Методы расчета устойчивости откосов"

**83 Ввести** пункт И.1 следующего содержания:

И.1. Применительно к конкретным геологическим условиям и конструкции плотины при соответствующем обосновании могут быть использованы проверенные практикой упрощенные методы расчета устойчивости откосов. При однородных характеристиках грунта и отсутствии фильтрационных сил можно пользоваться методами, предполагающими монолитную призму обрушения. В тех же условиях при плоской поверхности откоса и несвязном грунте достаточно оценивать устойчивость малого объема (частицы) грунта на его поверхности сопоставлением коэффициента внутреннего трения материала с крутизной откоса. В общем случае допускается использование инженерных методов, оперирующих с расчлененной на вертикальные отсеки призмой обрушения, учитывающих условия равновесия призмы и отсеков в предельном состоянии и напряженное состояние сооружения и его основания.

**84 Исключить** первый абзац "В числе рекомендуемых методов расчета устойчивости откосов грунтовых плотин названы методы, оперирующие с расчлененной на вертикальные элементы призмой обрушения и с произвольной или круглоцилиндрической поверхностью сдвига, удовлетворяющие условиям равновесия в предельном состоянии".

**85 Ввести** пункт И.2, представляющий собой Приложение И действующего СП, в котором первые три слова второго абзаца "В качестве таковых..." заменены на "В качестве инженерных методов расчета устойчивости откосов...".

**86 Ввести пункт** И.3 следующего содержания:

И.3. При обосновании проектного профиля грунтовых гидротехнических сооружений I и II классов рекомендуется использовать методы расчета устойчивости по напряжениям.

К таким методам относятся методы расчета по фиксированным поверхностям сдвига, в которых силы, действующие на поверхности сдвига, определяются из результатов расчетов напряженно-деформированного состояния, а также методы численного моделирования разрушения.

Напряженно-деформированное состояние (НДС) системы «сооружение – основание» при таком моделировании следует определять по нелинейным моделям грунта, дающим статически допустимые (удовлетворяющие условиям прочности и уравнениям

равновесия) поля напряжений. Параметры нелинейных моделей грунта назначаются по нормативным значениям деформационных и расчетным значениям прочностных характеристик грунтов основания.

Для численного моделирования разрушения при расчете НДС системы пропорционально уменьшают параметры внутреннего трения грунтов  $tg\varphi$  и  $c$ . Коэффициент устойчивости определяется по соотношению (И.5), где  $tg\varphi_k$  и  $c_k$  – уменьшенные значения параметров прочности при разрушении. О наступлении разрушения при таких расчетах следует судить по моменту резкого роста расчетных смещений или отсутствию сходимости итерационного процесса решения нелинейной задачи.

**87 Ввести пункт И.4** следующего содержания:

И.4. Входящая в критерий устойчивости откосов плотины величина коэффициента условий работы  $\gamma_c$ , согласно п. 9.11, при расчете приближенными инженерными методами, в которых не учтены все условия равновесия, принимается равной 0.95. При использовании точных инженерных методов, в которых учтены все условия равновесия, или методов расчета устойчивости по напряжениям величина коэффициента  $\gamma_c$  принимается равной 1.0.

**88 Ввести приложение М** "Особенности проектирования грунтовых плотин, возводимых в условиях северной строительно-климатической зоны (ССКЗ)"

**89 Ввести приложение Н** "Геофизические методы диагностики грунтовых плотин и их оснований"

**90 Ввести приложение П** "Плотины из цементуемых материалов"

**91 Ввести приложение Р** "Применение геосинтетических материалов в конструкции плотин и дамб из грунтовых материалов".



**Приложение М**  
(рекомендуемое)

**Особенности проектирования грунтовых плотин, возводимых в условиях северной строительно-климатической зоны (ССКЗ)**

М.1. Термины и определения.

*Принцип I строительства грунтовых гидротехнических сооружений* - вечномерзлые грунты основания плотины сохраняются в мерзлом состоянии при ее строительстве и эксплуатации, а талые грунты противодиффузионного устройства плотины и его основания замораживаются до начала заполнения водохранилища и сохраняются в мерзлом состоянии при эксплуатации.

*Принцип II строительства грунтовых гидротехнических сооружений* - допускается оттаивание вечномерзлых грунтов основания в ходе строительства и эксплуатации плотины или искусственное их оттаивание на заданную глубину до начала заполнения водохранилища.

*Мерзлая плотина* - плотина, водонепроницаемость которой обеспечивается мерзлым состоянием грунтов ее противодиффузионного устройства и его основания.

*Талая плотина* - плотина, грунты тела и основания которой имеют положительную температуру или находятся частично в мерзлом состоянии и позволяют существовать диффузионному потоку в теле и основании или только в основании плотины.

*Тало-мерзлая плотина* - плотина, у которой отдельные по напорному фронту участки возводятся по разным принципам строительства. Сопряжения между талыми и мерзлыми участками плотины осуществляются за счет использования охлаждающих устройств.

*Талик* - участок горной породы с положительной температурой, расположенный в массиве вечномерзлых пород.

*Талик речной* - талая зона пород под руслом реки, ограниченная мерзлыми породами.

*Талик сквозной* - талик, прорезающий всю толщину вечномерзлых грунтов в основании водотока и сопрягающийся с подмерзлотными талыми породами.

*Мерзлотная завеса* - ледогрунтовая стенка, создаваемая в массиве талого грунта с помощью охлаждающих устройств, обладающая водонепроницаемостью и способностью выдерживать механические нагрузки.

*Висячая мерзлотная завеса* - завеса, нижняя часть которой не смыкается с верхней гранью вечномерзлых грунтов.

*Глухая мерзлотная завеса* - завеса, которая смыкается с толщей вечномерзлых грунтов основания.

*Замораживающие системы* - комплексы, состоящие из отдельных или объединенных в группы охлаждающих устройств, установленных в теле и (или) основании плотины, для замораживания и охлаждения грунта.

*Сезоннодействующие охлаждающие устройства (СОУ)* - теплообменные устройства различного типа, применяемые для охлаждения и замораживания грунта за счет естественных температур воздуха.

М.2. В северной строительно-климатической зоне плотины из грунтовых материалов в зависимости от температурного состояния грунтов плотин и их оснований подразделяют на талые и мерзлые.

М.3. Плотины талого типа из грунтовых материалов возводятся по принципу строительства II. При этом используются следующие способы укладки грунтов:

послойная укладка талых глинистых грунтов, в том числе и с включениями мерзлых комьев, насухо с уплотнением и отсыпка их в воду (прудки), в том числе со льда;  
послойная укладка талых крупнообломочных и песчаных, мерзлых крупнообломочных грунтов насухо с уплотнением;  
отсыпка мерзлых крупнообломочных и песчаных грунтов в воду (при безкотлованном методе строительства).

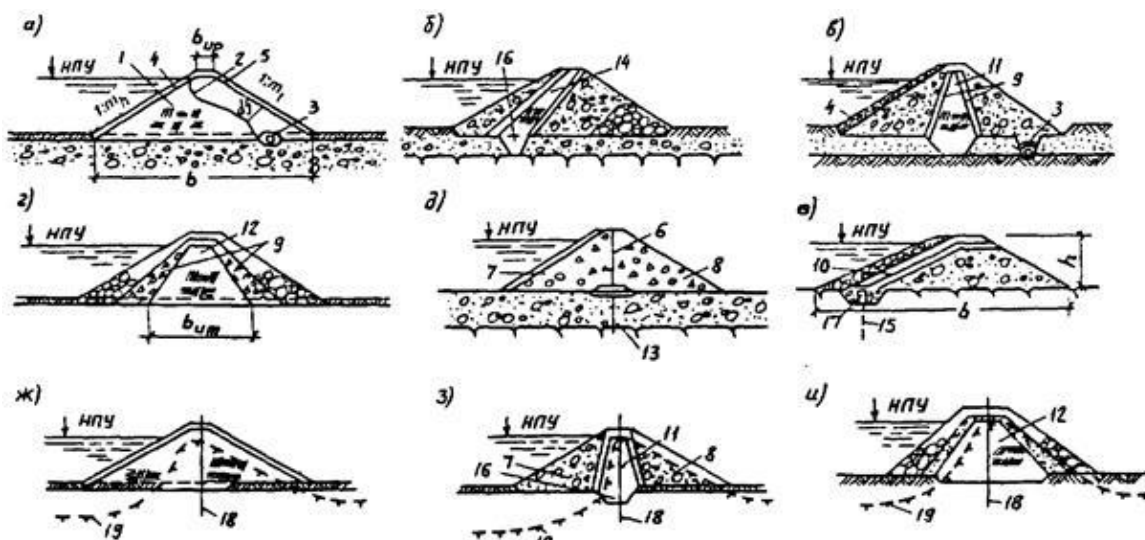
М.4. Плотины мерзлого типа из грунтовых материалов возводятся по принципу строительства I. При этом используются следующие способы укладки и замораживания грунтов:

послойная укладка талых глинистых грунтов, в том числе и с включениями мерзлых комьев, насухо с уплотнением;  
послойная укладка талых крупнообломочных и песчаных, мерзлых крупнообломочных грунтов насухо с уплотнением;  
отсыпка талых или мерзлых глинистых грунтов в воду возможна при технико-экономическом обосновании;  
устройство мерзлотной завесы в теле противофильтрационного устройства плотины и его основании.

М.5. В северной строительной-климатической зоне земляные насыпные плотины в зависимости от температурного состояния грунтов, конструкции тела и противофильтрационных устройств подразделяют на основные типы и виды, указанные в табл. М.1 и на рис. М.1.

Таблица М.1

Тип плотины	Элементы плотины	Вид плотины
Земляная насыпная талая	Тело плотины	Однородная (рис. М.1, а) С грунтовым экраном (рис. М.1, б) С ядром (рис. М.1, в) С центральной призмой (рис. М.1, г) С диафрагмой (рис. М.1, д) С экраном из негрунтовых материалов (рис. М.1, е)
	Противофильтрационное устройство в основании плотины	С зубом (рис. М.1, б, в, е) С инъекционной (цементационной) завесой (рис. М.1, е) Со стенкой, шпунтом (рис. М.1, д)
Земляная насыпная мерзлая	Тело плотины	Однородная с мерзлотной завесой (рис. М.1, ж) С ядром и с мерзлотной завесой (рис. М.1, з) С центральной призмой и с мерзлотной завесой (рис. М.1, и)
	Противофильтрационное устройство в основании плотины	С мерзлотной завесой (рис. М.1, ж, з, и) С зубом и мерзлотной завесой (рис. М.1, з)



*a* - и - см. табл. М.1; 1 - тело плотины; 2 - поверхность депрессии; 3 - дренаж; 4 - крепление откосов; 5 - теплоизоляционный слой; 6 - диафрагма; 7 - верховая призма; 8 - низовая призма; 9 - переходный слой; 10 - экран из негрунтовых материалов; 11 - грунтовое ядро; 12 - центральная грунтовая противодиффузионная призма; 13 - шпунт или стенка; 14 - грунтовый экран; 15 - инъекционная (цементационная) завеса; 16 - зуб; 17 - цементационная галерея; 18 - замораживающая система; 19 - линия раздела талого и мерзлого грунтов; *h* - высота плотины; *b* - ширина плотины понизу; *b<sub>ум</sub>* - ширина противодиффузионного устройства понизу; *b<sub>ур</sub>* - ширина плотины по гребню; *m<sub>н</sub>* - коэффициент верхового откоса; *m<sub>т</sub>* - коэффициент низового откоса

Рис. М.1. Типы и виды земляных насыпных плотин, возводимых в северной строительно-климатической зоне

М.6. Состав, объем и методика инженерно-геологических и геокриологических изысканий, площадь и глубина изучения инженерно-геологического разреза должны соответствовать стадии проектирования, сложности природной обстановки, принципу использования вечномерзлых грунтов в качестве основания, типу и параметрам плотины.

М.7. При проектировании плотин на нескальных основаниях, сложенных мало- и среднесжимаемыми при оттаивании мерзлыми грунтами, предпочтение следует отдавать мерзлым плотинам с ядром, а на сильнольдистых основаниях - мерзлым плотинам с центральной противодиффузионной призмой.

М.8. Намывные талые плотины для северной строительно-климатической зоны следует проектировать с учетом ежегодных сроков начала и окончания сезона намыва грунта, мероприятий по ускорению оттаивания промерзшего в холодный период грунта, при которых ко времени принятия расчетного напора тело плотины будет полностью в талом состоянии.

М.9. Для низконапорных талых плотин из песчаного грунта, возводимых на слабых основаниях, следует предусматривать на стадии технико-экономического обоснования конструкции с распластанными профилями, при которых верховой откос является волноустойчивым без дополнительного крепления, а низовому откосу придается профиль, позволяющий выводить основную часть диффузионного потока в основание плотины.

М.10. Для однородных намывных плотин с принудительно формируемым низовым откосом должно быть предусмотрено защитное покрытие сухого откоса для предотвращения его оползания в эксплуатационный период, в том числе устройством пригрузок.

М.11. В проектах талых плотин, возводимых на основаниях, сложенных льдистыми грунтами (при  $i_i > 0.05$ ), должно быть приведено обоснование допустимости осадок и устойчивости тела плотины при оттаивании основания.

М.12. На основаниях, сложенных льдистыми грунтами ( $0.4 > i_i > 0.05$ ), при соответствующем обосновании допускается строительство мерзлых плотин высотой не более 10 м.

М.13. В северной строительно-климатической зоне талые каменно-земляные и каменно-набросные плотины следует возводить на скальных и нескальных основаниях, сложенных малосжимаемыми при оттаивании грунтами. На основаниях, сложенных сжимаемыми при оттаивании грунтами, разрешается проектировать мерзлые каменно-земляные плотины.

М.14. При проектировании мерзлых земляных плотин на сильнотрещиноватых скальных основаниях следует предусматривать устройство мерзлотной завесы в основании при необходимости с предварительным оттаиванием основания на заданную глубину и его цементацией.

М.15. Толщину слоя крепления низового откоса плотины, отсыпаемого из щебня или гравия, следует принимать в соответствии с теплотехническими расчетами.

М.16. Дренаж талой плотины, возводимой в северной строительно-климатической зоне, следует располагать в непромерзающей части профиля плотины (рис. М.1, а). Однако при этом следует учитывать возможность их попеременного замораживания и оттаивания в строительный период.

М.17. Сопряжение противофильтрационных устройств талых каменно-земляных и каменно-набросных плотин с трещиноватым скальным основанием следует производить с помощью зуба или выполнением цементационной (инъекционной) завесы в основании. В пределах подруслового талика цементацию основания следует выполнять до заполнения водохранилища, а в береговых примыканиях - по мере оттаивания основания. На сильнотрещиноватых основаниях следует проводить предпостроечное принудительное оттаивание вечномерзлых грунтов основания с последующей их цементацией до начала заполнения водохранилища.

М.18. В проекты грунтовых гидротехнических сооружений, возводимых в ССКЗ, должны быть включены мероприятия по обеспечению устойчивости откосов плотины в процессе строительства при сезонном оттаивании поверхностного слоя грунта.

М.19. В северной строительной-климатической зоне длину диафрагм сопряжения талых и мерзлых плотин с бетонными сооружениями следует устанавливать на основании фильтрационных и теплотехнических расчетов. Сопряжение тела мерзлой земляной (каменно-земляной) плотины, имеющей в своем составе сезоннодействующие охлаждающие устройства (СОУ) с бетонным сооружением (в том числе с водосбросом) следует осуществлять заведением СОУ плотины в сопрягающий устой бетонного сооружения. Установку СОУ в месте примыкания к бетонному сооружению следует предусматривать с шагом, величина которого обосновывается теплотехническим расчетом при учете теплового потока в бетоне сооружения.

М.20. При проектировании плотин из грунтовых материалов в северной строительной-климатической зоне необходимо производить расчеты температурного состояния тела и основания плотины, ложа и бортов водохранилища и русла в нижнем бьефе плотины в ходе ее строительства и эксплуатации.

М.21. В расчетах температурного состояния каменно-набросных и каменно-земляных плотин, возводимых в северной строительной-климатической зоне, необходимо учитывать перенос тепла при конвективном движении воздуха в порах каменной наброски, поскольку это явление может способствовать промерзанию дренажной системы сооружения и как следствие — выходу его из строя.

М.22. При расчете температурного состояния каменно-набросных и каменно-земляных плотин, возводимых в северной строительной-климатической зоне, с учетом переноса тепла при конвективном движении воздуха в порах каменной наброски, необходимо учитывать:

изменение проницаемости каменной наброски, вызванное неоднородностью гранулометрического состава наброски по высоте или заполнением пор наброски льдом; наличие слабопроницаемых (для воздуха) зон в теле плотины или на ее откосах (включая наличие снежного покрова плотностью более  $0.20 \text{ г/см}^3$ ).

М.23. Для снижения негативных (для талых плотин) последствий конвективного движения воздуха в каменной наброске, рекомендуется предусматривать:

обеспечение воздухопроницаемости каменной наброски низовой призмы плотины или поверхности низового откоса;  
теплоизоляцию очищаемых от снега берм низового откоса плотины, при этом установка теплоизоляционного покрытия должна производиться в теплое время года;  
отсутствие прослоек слабопроницаемых грунтов на контакте грунтов низовой призмы и проницаемого основания.

М.24. Расчеты температурного состояния каменно-набросных и каменно-земляных плотин необходимо производить с учетом конвекции воздуха в порах каменной наброски в случае, если климатические условия района их расположения относятся к наименее суровым и суровым со среднегодовой температурой наружного воздуха в данном районе за весь период наблюдений хотя бы раз опускавшейся ниже  $0^\circ\text{C}$ .

М.25. При расчетах устойчивости откосов грунтовых плотин всех классов, возводимых в северной строительной-климатической зоне, выполняемых с использованием методов, удовлетворяющих условиям равновесия призмы обрушения и ее элементов в предельном состоянии, следует учитывать как напряженное, так и температурное состояние грунтов плотины и ее основания.

М.26. В расчетах напряженно-деформированного состояния плотин I и II классов следует, как правило, использовать нелинейные расчетные модели, учитывающие пластические деформации грунта, при условии определения параметров деформирования испытанием образцов грунта в одометрах и стабилометрах. При этом размеры образцов должны отвечать зерновому составу грунта тела плотины и основания.

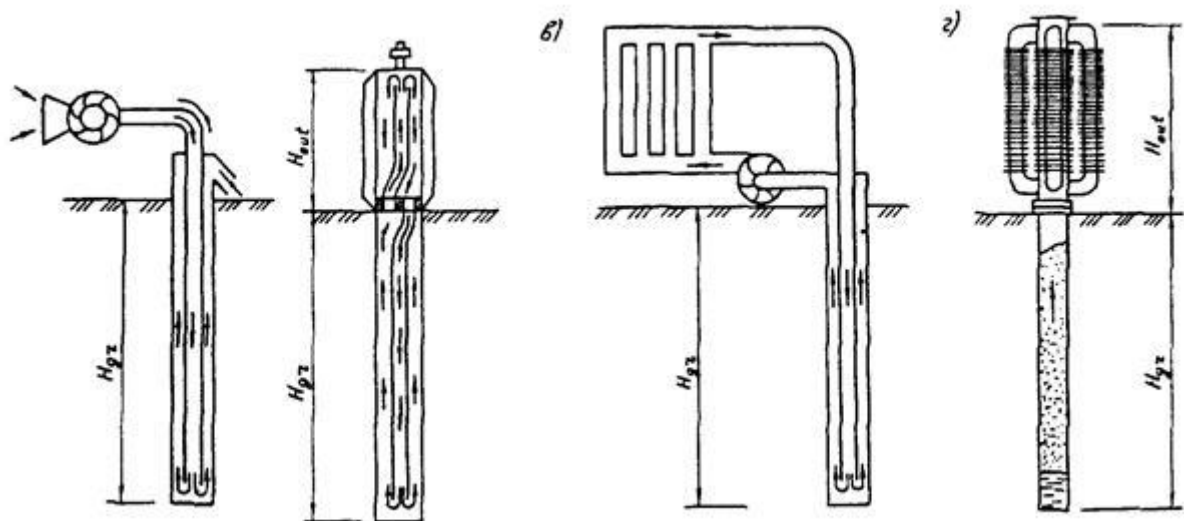
М.27. В расчетах плотин, возводимых в северной строительной-климатической зоне, необходимо учитывать последовательность промораживания и оттаивания тела и основания плотины.

М.28. В северной строительной-климатической зоне расчет напряженно-деформированного состояния плотины необходимо выполнять с учетом изменения ее температурно-влажностного состояния в ходе строительства.

### Замораживание грунтов тела и основания плотины и сохранение их мерзлого состояния в северной строительной-климатической зоне

М.29. Замораживание талых грунтов противофильтрационного устройства плотины и его основания, сохранение их в мерзлом состоянии при эксплуатации плотины, а также сохранение или усиление естественного мерзлого состояния грунтов основания противофильтрационного устройства и низового клина плотины при ее эксплуатации, следует выполнять с помощью СОУ воздушного, жидкостного или парожидкостного вида (рис. М.2).

М.30. Кроме основных типов СОУ могут использоваться жидкостные с принудительной циркуляцией теплоносителя (рис. М.2, в), а также рассольные замораживающие системы с охлаждением рассола в наружном теплообменнике.



а - воздушное с принудительной циркуляцией воздуха; б - жидкостное с естественной конвекцией теплоносителя; в - жидкостное с принудительной циркуляцией теплоносителя; г - парожидкостное;  $H_{gr}$  - глубина СОУ;  $H_{out}$  - высота наземной части СОУ

Рис. М.2. Схемы основных типов СОУ

М.31. Применение рассольных замораживающих систем на базе холодильных машин и жидкостных СОУ с принудительной циркуляцией теплоносителя допускается при надлежащем технико-экономическом обосновании.

М.32. Использование жидкого азота для замораживания грунта допускается в целях предупреждения или ликвидации аварийной ситуации при эксплуатации плотины.

При проектировании воздушной замораживающей системы, состоящей из воздушных СОУ, объединенных подводным или (и) отводящим коллектором, следует предусматривать:

герметизацию системы на теплый период года;  
автоматическое отключение системы при снегопаде, повышении температуры наружного воздуха выше величины, установленной проектом, и включение при снижении температуры ниже проектной величины;  
возможность очистки системы от льда или инея.

М.33. Работу воздушных замораживающих систем следует считать целесообразной при температуре воздуха ниже минус 15 °С (в первый сезон замораживания грунта).

М.34. При проектировании замораживающих систем, состоящих из автономных жидкостных или парожидкостных СОУ, необходимо предусматривать герметизацию устройств и вертикальность установки СОУ. Применение внешней трубы грунтовых теплообменников устройств диаметром более 180 мм нерационально.

М.35. Бурение скважин, установку СОУ и устройство замораживающих систем следует производить после возведения плотины.

М.36. В случае необходимости для плотин высотой более 25 м допускается применять двухъярусное замораживание: грунтов основания из потерны и грунтов противодиффузионного устройства плотины - с гребня.

М.37. При строительстве низконапорных плотин водохозяйственного назначения эффективным является сочетание СОУ в центральной части плотины с теплоизоляцией гребня и низового откоса. В качестве теплоизоляционного материала рекомендуется пенопласт типа ПХВ-1 толщиной 6-10 см. Теплоизоляционный слой необходимо защищать от механических повреждений грунтом толщиной 15-20 см.

М.38. При строительстве плотин в северной строительной-климатической зоне необходимо дополнительно осуществлять контроль за температурным состоянием грунтов тела и основания плотины, а также за температурным состоянием грунтов в карьерах, буртах зимнего хранения, при транспортировании и укладке.

М.39. В северной строительной-климатической зоне верхнюю промерзающую часть плотины (выше НПУ) следует возводить из уплотненных непучинистых или слабопучинистых грунтов.

М.40. При строительстве талых плотин в северной строительной-климатической зоне при необходимости дополнительно следует предусматривать обогрев контактного слоя грунта противодиффузионного устройства плотины с основанием.

**Приложение Н**  
(рекомендуемое)

**Геофизические методы диагностики грунтовых плотин и их оснований**

Исходной информацией для выбора комплекса методов и методик диагностики грунтовых плотин являются:

- сведения об объекте исследований, его строении, составе грунтов и их состоянии; эта информация позволяет построить априорную геофизическую модель объекта;
- задачи диагностики с оценкой ожидаемой величины аномалии;
- конкретные условия выполнения наблюдений (климатические условия, сезонность работ, транспортные схемы, наличие и результативность систем КИА и др.);
- информативность каждого из возможных методов решения поставленных задач;
- производительность, трудозатраты и стоимостные показатели этих методов;
- возможные экономические рамки (финансовые ограничения) на выполнение исследований;
- простота и реальность выполнения работ в конкретных условиях изучаемого объекта;
- возможность решения каждым из планируемых геофизических методов не одной, а *нескольких* задач диагностики; иными словами, в общем случае предпочтение не должно отдаваться узкоспециализированному методу, ориентированному на решение лишь одной задачи;
- наличие (или возможность приобретения) аппаратуры, средств обработки (программы, компьютеры); обеспеченность кадрами с разной геофизической специализацией;
- результаты ранее примененных геофизических методов (одного или комплекса), как обоснование задач следующего этапа исследований.

Рекомендуемый комплекс методов для решения типовых задач с целью выполнения диагностики грунтовых плотин приведен в таблице Н.1.

**Приложение П**  
(рекомендуемое)

**Плотины из цементируемых материалов**

Практически все существующие плотины построены либо из грунтовых материалов (их подавляющее большинство), либо из бетона. При одинаковой проектной надежности выбор типа плотины обычно основывается на результатах технико-экономического сравнения вариантов, когда основным аргументом является меньшая стоимость.

В результате осуществлявшегося в ряде стран поиска в течение последних 2-3 десятилетий более экономичных конструктивно-технологических решений был предложен, а затем и реализован в ряде стран, вариант плотины, объединившей, в определенной степени, лучшие стороны двух известных типов.

Название новой конструкции – плотина из цементируемых материалов (cemented material dam – CMD). Из-за использования разных грунтов название изменялось, например: плотина с твердым наполнением (hard fill dam); плотина из цемента, песка и гравия (cement – sand – gravel, CSG), плотина из цемента, песка, гравия и камня (cement – sand – gravel – rock, CSGR); или плотина из камне-бетона (rock filled concrete, RFC).

Принципиальная конструкция поперечного сечения новой плотины представлена на рис. П.1. Плотина имеет трапецеидальный профиль, в котором центральная часть состоит из слоев грунтоцементной смеси толщиной порядка 25 см, уложенных с помощью виброуплотнения. Внешние грани плотины защищены оболочкой из прочного бетона повышенной водонепроницаемости толщиной 1,5-2,0 м. Возможно и применение покрытий из асфальтобетона и полимерных материалов.

В процессе разработки конструкции новой плотины в нее были заложены следующие основные конструктивно-технологические принципы.

Материал, в основном песчано-гравийно-галечные грунты, желательно получать практически без какой-либо обработки (рассева, промывки и т.д.) в непосредственной близости от створа сооружения.

Количество вяжущих на кубический метр материала смеси (цемента, золы уноса и др.) должно быть существенно меньше, чем для обычных бетонных плотин, примерно 60-80 кг и более.

По сравнению с грунтовой плотиной тело плотины CMD обладает повышенной устойчивостью, в том числе при сейсмических воздействиях и при переливе через гребень. В ее теле отсутствуют возможности возникновения оползневых участков и очагов нарушения фильтрационной прочности. Применение технологии укладки смеси одновременно несколькими слоями с виброуплотнением существенно ускоряет процесс строительства.

В целом, все примененные конструктивно-технологические решения позволили существенно снизить затраты на возведение и сделать рассматриваемый тип плотины экономически более выгодным по сравнению с другими.

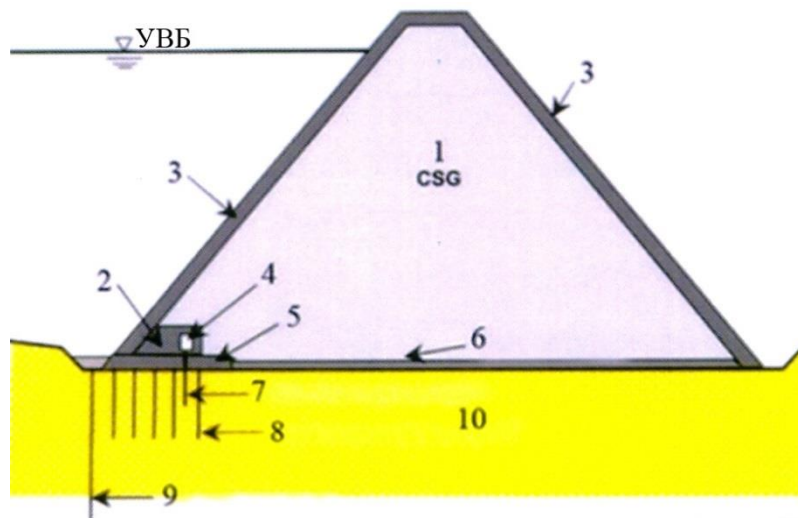


Рис. П.1. Плотина из цементируемых материалов

1 – грунтоцементная смесь; 2 – бетонный блок; 3 – защитный слой бетона; 4 – галерея;  
5 – бетон повышенной водонепроницаемости; 6 – смесь CSG с повышенным содержанием



цемента;

7 – дренаж; 8 – площадная цементация; 9 – цементационная завеса; 10 – грунт основания

Основная задача при строительстве плотин СМД состоит в обеспечении прочности грунто-цементного материала выше некоторой определенной величины, необходимой для надежной эксплуатации всего сооружения. Проверка и определение минимально допустимой прочности грунто-цемента осуществляется с помощью лабораторных исследований, в которых должно быть показано, что прочность всего объема грунтоцементного материала в плотине отвечает заданной величине. Для этого проводят исследования со смесями, где используют грунты самого крупного и самого мелкого гранулометрического состава, находящиеся в процессе исследований в определенном диапазоне влажности (от минимального до максимального, в кг/м<sup>3</sup>, рис. П.2).

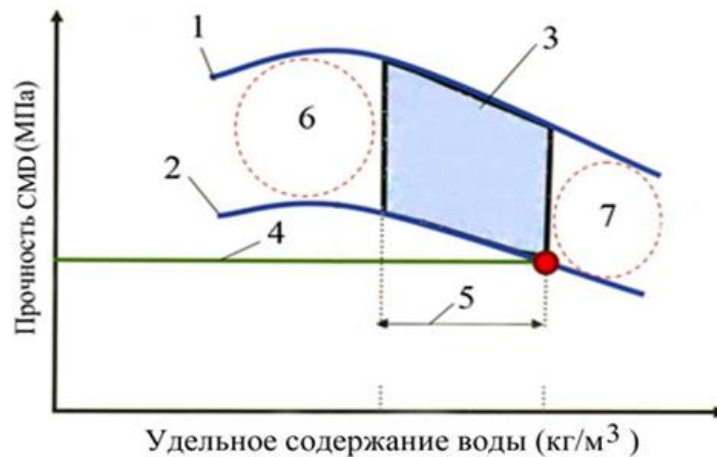


Рис. П.2. Рабочая область прочности материала СМД, превышающая заданную проектную прочность

- 1 – смесь с наиболее крупным гранулометрическим составом;
- 2 – смесь с наименее крупным гранулометрическим составом;
- 3 – рабочая область смеси СМД, превышающая заданную проектную прочность;
- 4 – величина проектной прочности СМД;
- 5 – диапазон удельного содержания воды, гарантирующей заданную прочность;
- 6 – область показателей прочности при недостатке воды;
- 7 – область показателей прочности при избытке воды

На рис. П.3 представлена типовая зависимость «напряжения - деформации» для грунто-цементного материала плотин СМД, полученная по результатам испытаний на одноосное сжатие, откуда следует, что этот материал является упруго-пластическим (нелинейно деформируемым).

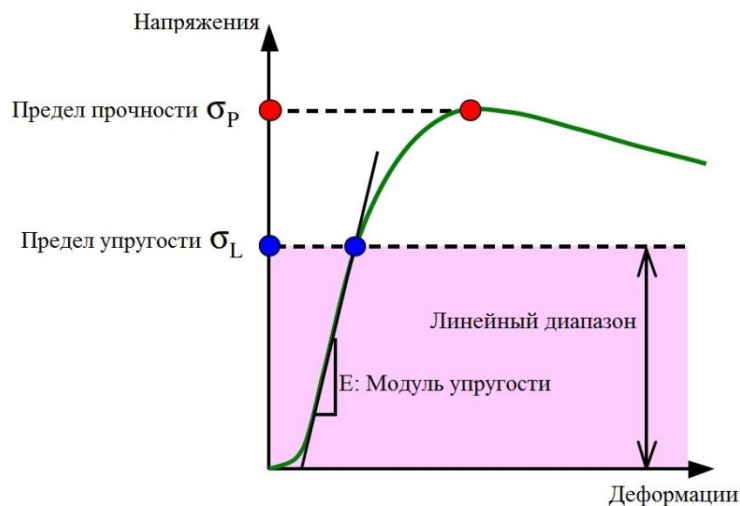


Рис. П.3. Типовая зависимость "напряжения - деформации" для СМД при одноосном сжатии

Для обоснования строительства плотин СМД в северной строительной-климатической зоне необходимо проведение дополнительных специальных исследований, связанных с проблемами прочности грунто-цементного материала при замораживании и оттаивании в условиях пониженного содержания цемента.

**Приложение Р**  
(рекомендуемое)

**Применение геосинтетических материалов в конструкциях плотин  
и дамб из грунтовых материалов**

Геосинтетические материалы (ГСМ) – класс строительных материалов, изготовленных из синтетических или природных полимеров или неорганических веществ, контактирующих с грунтом и/или другими материалами, предназначенный для выполнения различных геотехнических функций.

ГСМ включают следующие виды материалов: геомат, геомембрана, георешетка, геосетка, геотекстиль, геоячейка, геополоса, глиномат (бентонит), биотекстиль, биомат, геокомпозит и т.д.

По функциональному назначению ГСМ делятся на армирующие, дренирующие, защитные, защищающие от эрозии, изоляционные, гидроизоляционные, разделяющие, фильтрующие.

Определение терминов, определяющих вид ГСМ и выполняемые материалом функции, принимаются по ГОСТ Р 53225-2008 «Материалы геотекстильные. Термины и определения».

ГСМ в зависимости от своего функционального назначения могут применяться в качестве конструктивных элементов плотин из грунтовых материалов. Применение ГСМ возможно только при соответствующем расчетном обосновании. Расчетные характеристики ГСМ определяются путем лабораторных испытаний, а также на экспериментальных моделях и опытных полигонах при проектных нагрузках, действующих на расположенный между слоями грунтового материала ГСМ, включая направление движения и интенсивность фильтрационного потока, степень сжатия материала, возможность его промерзания, воздействия химически и биологически опасных сред, характеристики контактирующих с ГСМ грунтовых и негрунтовых материалов и др.

Заявленные производителем технические характеристики ГСМ должны подтверждаться результатами испытаний. При отсутствии в представленном производителем перечне технических характеристик ГСМ характеристик, необходимых для расчетного обоснования грунтовых ГТС, например, фильтрационной прочности, суффозионной устойчивости и др., требуемые показатели необходимо определять специальными исследованиями применительно к конкретным условиям и конструкциям грунтовых ГТС.

Расчет конструкций с ГСМ элементами должен выполняться с учетом требований, предъявляемых СП 39.13330.2012 к расчету соответствующего элемента плотины.

Возможные варианты применения ГСМ по функциональному назначению в конструкциях плотин и дамб из грунтовых материалов в табл. Р.1.

Таблица Р.1

Функциональное назначение	Элементы конструкции грунтовой плотины						
	Откос	Гребень	Дренаж	Противофильтрационное устройство		Основание плотины	Водоотводящие системы
				в теле	в основании		
Армирование	Георешетка; Геосетка; Геополоса; Геокомпозит; Геоячейка; Геомат; Биомат	Георешетка; Геосетка; Геоячейка	-	-	-	Георешетка; Геосетка; Геоячейка; Геотекстиль	Геомат; Биомат
Дренирование	Геотекстиль; Геомат;	-	Геотекстиль; Геомат;	-	-	Геотекстиль; Геокомпозит	Геотекстиль; Геомат;

Функциональное назначение	Элементы конструкции грунтовой плотины						
	Откос	Гребень	Дренаж	Противофильтрационное устройство		Основание плотины	Водоотводящие системы
				в теле	в основании		
	Геокомпозит		Геокомпозит			т	Геокомпозит
Защита	Биомат; Геомат; Геокомпозит	-	Геотекстиль	-	-		Геотекстиль
Защита от эрозии	Биомат; Геокомпозит; Геомат	-	-	-	-	-	Биомат; Геокомпозит; Геомат; Геотекстиль
Разделение	-	-	Геотекстиль; Геокомпозит	-	-	Геотекстиль; Геокомпозит	Геотекстиль; Геокомпозит
Фильтрация	Геотекстиль	-	Геотекстиль; Геокомпозит	-	-	Геотекстиль; Геокомпозит	Геотекстиль; Геокомпозит
Гидроизоляция	-	-	-	Геомембрана; Глиномат; Геокомпозит	Геомембрана; Глиномат; Геокомпозит	Геомембрана; Глиномат; Геокомпозит	-

В проекте производства работ дополнительно к вопросам, рассматриваемым в соответствующих нормативно-технических документах, должно быть отражено следующее:

- способы доставки полимерных материалов на объект;
- укладка (в т.ч. сварка, стыковка и т.д.) ГСМ, а также подстилающих и защитных слоев, с учетом конкретных условий строительства;
- методы и оборудование для устройства полимерных материалов;
- организация и способы выполнения входного контроля качества ГСМ;
- организация и способы проведения контроля качества работ;
- обоснование выбора и перечень комплекса общестроительных и специальных машин и механизмов для строительства;
- специальные указания по технике безопасности и охране окружающей среды.

При применении ГСМ в качестве конструктивных элементов плотин из грунтовых материалов рекомендуется учитывать требования следующих основных нормативных документов:

ГОСТ Р 50276-92. (ИСО 9863-90). Материалы геотекстильные. Метод определения толщины при определенных давлениях.

ГОСТ Р 50277-92. (ИСО 9864-90). Материалы геотекстильные. Метод определения поверхностной плотности.

ГОСТ Р 52608-2006. Материалы геотекстильные. Методы определения водопроницаемости.

ГОСТ Р 53225-2008. Материалы геотекстильные. Термины и определения.

ГОСТ EN 1109-2011. Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Метод определения гибкости при пониженных температурах.

ГОСТ EN 1849-1-2011. Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие. Методы определения толщины и массы на единицу площади.

ГОСТ EN 1849-2-2011. Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Методы определения толщины и массы на единицу площади.

ГОСТ EN 13416-2011. Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие и полимерные (термопластичные или эластомерные). Правила отбора образцов.

ГОСТ EN 495-5-2012. Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные и эластомерные). Метод определения гибкости при пониженных температурах.

ГОСТ 32490-2013. Материалы геосинтетические. Метод оценки механического повреждения гранулированным материалом под повторяемой нагрузкой.

ГОСТ 32491-2013. Материалы геосинтетические. Метод испытания на растяжение с применением широкой ленты.

ГОСТ 32804-2014. (EN 13251:2000). Материалы геосинтетические для фундаментов, опор и земляных работ. Общие технические требования

ГОСТ 33067-2014. (EN 13256:2005, EN 13491:2006). Материалы геосинтетические для туннелей и подземных сооружений. Общие технические требования.

ГОСТ 32656-2014. (ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009) Композиты полимерные. Методы испытаний. Испытания на растяжение.

ГОСТ 33068-2014. (EN 13252:2005). Материалы геосинтетические для дренажных систем. Общие технические требования.

ГОСТ 33069-2014. (EN 13253:2005). Материалы геосинтетические для защиты от эрозии (береговая защита). Общие технические требования.

ГОСТ Р 56586-2015. Геомембраны гидроизоляционные полиэтиленовые рулонные. Технические условия.

ГОСТ Р 56708-2015. Георешетка полимерная гексагональная. Технические условия.

При пользовании указанными нормативными документами необходимо проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования.

Допускается при необходимости использование нормативных документов, действующих в иных областях строительства (дорожном, гражданском, промышленном, в т.ч. на объекты металлургической, нефтехимической, горнообогатительной, горнодобывающей промышленности, в коммунальном хозяйстве), если методы расчетов и испытаний ГСМ, изложенные в данных стандартах, позволяют моделировать процессы и нагрузки в конструктивных элементах плотин из грунтовых материалов.

---

УДК 624.824

ОКС 93.160

Ключевые слова: уточнение и дополнение нормативных требований, проектирование строительства плотин в северной строительно-климатической зоне, гармонизация требований с международными нормативными документами

---

Руководитель организации-разработчика

ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ»

	Директор	В.А. Сидяков
Руководитель разработки	Зам. директора по науке	Л.А. Андреева
Исполнитель	Начальник отдела Комплексных исследований, стандартизации и логистического сопровождения проектов	И.П. Потапов

СОИСПОЛНИТЕЛЬ:

АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»

Руководитель организации-разработчика

И.о. первого заместителя генерального директора -научный руководитель		В.Б. Глаговский
---	--	-----------------

Руководитель разработки	советник генерального директора	А.П. Пак
----------------------------	------------------------------------	----------

Ответственный исполнитель

Помощник первого заместителя генерального директора-научного руководителя		В.Г. Радченко
---	--	---------------