### ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

**ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

Н А Ц И О Н А Л Ь Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т Р О С С И Й С К О Й Ф Е Д Е Р А Ц И И

Г идроэлектростанции

ГОСТР

5526012

2012

### Ч а с т ь 1 - 2

СООРУЖЕНИЯ ГЭС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ

Требования безопасности оснований

### Издание официальное

**Москва**

Стандартинформ

2014

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Предисловие

### РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (ОАО «НИИЭС»)

1. **ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 330 «Процессы, оборудование и энер­ гетические системы на основе возобновляемых источников энергии»**
2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. N9 1352-ст**
3. **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

***Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел в). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стан­ дарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя***

***«Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размеща­ ются также в информационной системе общего пользования* — *на официальном сайте Федераль­ ного агентства по* техническому *регулированию и метрологии в сети Интернет (gosi.ru)***

**© Стандартинформ, 2014**

**Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и рас­ пространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническо­ му регулированию и метрологии**

**ГОСТ Р 55260.1.2—2012**

Содержание

1. [Область применения. 1](#_TOC_250011)
2. [Нормативные ссылки. 1](#_TOC_250010)
3. [Термины и определения. 2](#_TOC_250009)
4. [Сокращения. 3](#_TOC_250008)
5. [Общие положения. 3](#_TOC_250007)
6. [Номенклатура грунтов оснований и их физико-механические характеристики. 5](#_TOC_250006)
7. [Инженерно-геологическая и расчетная схематизация оснований 14](#_TOC_250005)

[в Расчеты устойчивости (несущей способности). 15](#_bookmark0)

1. [Фильтрационные расчеты оснований. 16](#_bookmark1)
2. [Расчет местной прочности скальных оснований. 16](#_TOC_250004)
3. [Определение напряжений. 16](#_TOC_250003)
4. [Расчет оснований по деформациям. 17](#_TOC_250002)
5. [Инженерные мероприятия по обеспечению надежности оснований 17](#_TOC_250001)
6. [Мониторинг. 17](#_TOC_250000)

Приложение А (обязательное) Расчеты устойчивости (несущей способности) 19

Приложение Б (обязательное) Проектирование оснований гидротехнических сооружений 27

Приложение В (рекомендуемое) Основные расчетные положения при проектировании

гидротехнических сооружений. 30

Приложение Г (обязательное) Классы гидротехнических сооружений 33

Приложение Д (рекомендуемое) Перечень нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения. 35

Приложение Е (обязательное) Значения коэффициента надежности по нагрузке г, при расчетах

по предельным состояниям первой группы. 36

Приложение Ж (обязательное) Подземный контур. 37

Приложение И (обязательное) Фильтрационные расчеты оснований 36

Приложение К (обязательное) Расчет оснований и грунтовых сооружений по деформациям 41

Приложение Л (обязательное) Расчет осадок плотин. Основные положения. 43

[Библиография. 44](#_bookmark2)

**in**

ГОСТ Р 55260.1.2—2012

**Н А Ц И О Н А Л Ь Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т Р О С С И Й С К О Й Ф Е Д Е Р А Ц И И**

**Гидроэлектростанции Ч а с т ь 1 >2**

**СООРУЖЕНИЯ ГЭС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ**

**Требования безопасности оснований**

Hydro power plants. Part 1-2. Hydroelectric power stations. Safety requirements tor foundations

Дата введения — 2014—07—01

# Область применения

### Настоящий стандарт распространяется на проектирование, строительство и эксплуатацию осно­ ваний речных гидротехнических сооружений.

**Проектирование оснований гидротехнических сооружений, предназначенных для строительства в сейсмических районах, е условиях распространения многолетнемерзлых, просадочных, лучинистых. набухающих, биогенных, засоленных грунтов и карста, проводится в соответствии с нормами и прави­ лами. предусмотренными соответствующими нормативными документами.**

**Проектирование гидротехнических сооружений на эакарстованных основаниях и легководорас­ творимых породах (каменная соль, гипс и т. п.) должно осуществляться с учетом конкретных инженер­ но-геологических условий участка возведения сооружения, типа и условий его эксплуатации.**

**Настоящий стандарт не распространяется на проектирование подземных гидротехнических сооружений.**

# Нормативные ссылки

**8 настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:**

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

**ГОСТ “19179—73 Гидрология суши. Термины и определения**

**ГОСТ 20522—96 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний ГОСТ 23278—78 Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости**

**ГОСТ 25100—95 Грунты. Классификация**

**СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07—85\***

**СП 23.13330.2011 Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02—85**

**СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03—84**

**СП 58.13330.2012 Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения.**

**Актуализированная редакция СНиП 33-01—2003**

П р и м е ч а н и е — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылоч­ ных документов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агент­ ства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указате­ лю «Национальные стандарты\*, который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого до­ кумента с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утвержде­ ния (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датирован­ ная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, не которое дана ссылка, то это положение рекоменду­ ется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дане ссылка на него, рекомендуется применять а части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о дей­ ствии сводов правил целесообразно проверить е Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Издание официальное

**1**

**ГОСТ Р 55260.1.2—2012**

# Термины и определения

### В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 19179. а также следующие термины с соот­ ветствующими определениями:

* 1. **водоприемник: Часть водопропускного сооружения, служащая для непосредственного при\* ема воды из водного объекта.**
	2. **дренаж: Устройство для частичного или полного перехвата фильтрационного потока в осно­ вании или внутри водоподпорного сооружения, сбора и отвода профильтровавшихся вод.**
	3. **канал: Водовод незамкнутого поперечного сечения в виде искусственного русла е грунтовой выемке и/или насыпи.**
	4. **основание гидротехнического сооружения: Объем грунтового массива, активно взаимо­ действующий с гидротехническим сооружением.**
	5. **грунт: Горные породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многоком­ понентную. многофазную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.**
	6. **несущая способность (общая прочность, устойчивость) системы сооружение — осно­ вание: Способность системы, не разрушаясь, воспринимать нагрузки и воздействия.**
	7. **местная прочность: Свойство фунта, не разрушаясь, воспринимать напряжения в локаль­ ных областях системы сооружение — основание.**
	8. **длительная прочность: Прочность грунта при нафуэках и воздействиях, действующих в течение определенного (расчетного) времени.**
	9. **надежность системы сооружение — основание: Способность системы выполнять задан­ ные функции.**
	10. **предельное равновесие: Состояние системы сооружение — основание или ее элементов, соответствующее предельно возможным напряжениям и деформациям, после достижения которых происходит потеря несущей способности (общей прочности, устойчивости или местной прочности).**
	11. **ползучесть: Проявление вязких свойств грунта, выражающееся в возможности деформи­ роваться во времени при неизменном напряженном состоянии и изменять во времени (релаксировать) напряженное состояние при неизменных деформациях в отсутствии избыточного давления в поровой жидкости.**
	12. **давление покоя: Боковое давление грунта на неподвижную фань сооружения или его эле­ мента.**
	13. **активное давление: Боковое давление фунта на верховую грань сооружения или его эле­ мента при перемещении этой грани от контактируемого грунта е условиях, когда этот фунт перешел в состояние предельного равновесия и дальнейшее сколь угодно малое увеличение нагрузки приводит к образованию в нем призмы обрушения.**
	14. **пассивное давление: Боковое давление грунта на низовую грань сооружения или его эле­ мента при перемещении этой грани в сторону контактируемого грунта в условиях, когда этот грунт перешел в состояние предельного равновесия и дальнейшее сколь угодно малое увеличение нагрузки приводит к образованию в нем призмы выпора.**
	15. **оползень: Развивающееся во времени под действием собственного веса смещение фунто­ вой массы естественного склона или искусственного откоса, которое в пределе может приводить к состоянию предельного равновесия (потере устойчивости).**
	16. **инженерно-геологические элементы; ИГЭ: Области фунта, характеризуемые в пределах каждого ИГЭ комплексом постоянных (однородных) показателей состава, строения, состояния и свойств фунтов (или одним из них).**
	17. **инженерно-геологическая схема (модель): Схематизированное отображение простран­ ственного размещения в основании ИГЭ.**
	18. **расчетные фунтовые элементы; РГЭ: Области фунта, характеризуемые конкретной физико-математической моделью грунта и набором численных значений физико-механических харак­ теристик, соответствующих этой математической модели.**
	19. **расчетная геомеханическая схема (модель) основания или фунтового сооружения: Неотъемлемая часть конкретного расчетного метода оценки работы системы сооружение — основа­ ние. схематизирующая отображение пространственного размещения в основании или фунтовом сооружении РГЭ.**
	20. **инженерно-геологический массив: Сфера воздействия гидротехническогосооружения на горные породы.**

2

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### грунтовая толща: Толща пород и почв, находящихся в сфере активного воздействия гидро­ технического сооружения.

* 1. **липкость грунтов: Способность грунтов при определенном содержании воды прилипать к**

**поверхности различных предметов.**

# Сокращения

**6 настоящем стандарте применены следующие сокращения: ГАЭС — гидроаккумулирующая электрическая станция:**

**ГТС — гидротехнические сооружения;**

**ГЭС — гидравлическая электрическая станция: КИА — контрольно-измерительная аппаратура; MP3 — максимальное расчетное землетрясение;**

**НДС — напряженно-деформированное состояние (напряженно-деформированное состояние сооружения);**

**НПУ — нормальный подпорный уровень; ПЗ — проектное землетрясение;**

**ССКЗ — северная строительно-климатическая зона:**

**ФПУ — форсированный подпорный уровень.**

# Общие положения

* 1. **Проектирование оснований гидротехнических сооружений должно выполняться на основе:**
* **результатов анализа природных условий, в т. ч. результатов инженерно-геологических, геокри­ ологических и гидрогеологических изысканий и исследований, содержащих данные о структуре, соста­ ве. физико-механических и теплофизических характеристиках элементов массива грунта, напорах, уровнях и химическом составе подземных вод. областях их питания и дренирования, наличия мерзло­ ты и т. д.;**
* **данных о сейсмической активности района возводечия сооружения;**
* **опыта возведения аналогичных гидротехнических сооружений в сходных инженерно-геологи­ ческих условиях;**
* **данных, характеризующих возводимое гидротехническое сооружение (тип. конструкция, разме­**

**ры. порядок возведения, действующие нагрузки, воздействия, условия эксплуатации и т. д.);**

* **местных условий строительства:**
* **технико-экономического сравнения вариантов проектных решений, обеспечивающих принятие оптимального варианта с рациональным использованием прочностных, деформационных или других свойств грунтов основания и материалов возводимого сооружения при наименьших приведенных затратах и выполнении требований надежности — технической, социальной и экологической безопас­ ности объекта в соответствии с требованиями [1]. {2]. СП 58.13330.**
	1. **Нагрузки и воздействия на основания гидротехнических сооружений должны определяться расчетами исходя из совместной работы сооружения и основания и в соответствии с требованиями приложения 8.**
	2. **При проектировании и расчетах гидротехнических сооружений следует учитывать, что соору­**

**жение и основание представляют собой взаимосвязанные и взаимодействующие элементы единой системы.**

**5.3.1 Расчеты оснований для обеспечения технической надежности (расчеты несущей способ­ ности. прочности, е т. ч. фильтрационной, деформаций и смещений) должны производиться детерми­ нистическими методами по условию обеспечения надежности:**

**о- (1>**

Тп

### гдеР0

***У„***

*У(с Ус*

### соответствующее эксплуатационным условиям расчетное значение обобщенного парамет­ ра. по которому производится оценка надежного состояния:

**соответствующее предельно допустимым условиям расчетное значение обобщенного пара­ метра. по которому производится оценка предельного состояния;**

**коэффициент надежности по ответственности сооружения: коэффициент сочетаний нагрузок;**

**коэффициент условий работы.**

**з**

**ГОСТ Р 55260.1.2—2012**

П р и м е ч а н и е — Указания по определению Тл. *ук.* у4 даны а 5.4 и др. соответствующих разделах настоя­ щего стандарта.

### 5.4 Расчеты оснований гидротехнических сооружений должны учитывать характер возможных последствий при достижении соответствующего предельного состояния и должны производиться по двум группам предельных состояний:

* **по первой группе — по несущей способности;**
* **по второй группе — по деформациям.**

**Меньшая значимость возможных последствий при достижении предельных состояний второй группы по сравнению с предельными состояниями первой группы учитывается регламентацией менее жестких расчетных условий: в формуле (1) принимаются следующие значения коэффициентов надежности:**

**а) для первой группы предельных состояний:**

1. **у„ для сооружений I. II. II! и IV классов соответственно равен 1.25; 1.20; 1.15; и 1.10:**
2. **7/с принимается равным:**
* **для основного сочетания нагрузок — 1.00;**
* **для особого сочетания нагрузок, включающих в себя особые нагрузки повторяемостью один раз в 100 или менее лет — 1.00:**
* **для особого сочетания нагрузок, включающих в себя особые нагрузки повторяемостью реже, чем один раз в 1000 лет — 0,90:**
* **для особого сочетания нагрузок, включающих в себя сейсмическую нагрузку на уровне проек­ тного землетрясения и на уровне максимального расчетного землетрясения следует принять равным соответственно 0,95 и 0.85 согласно СП 58.13330 и [3];**
* **для сочетания нагрузок в периоды строительства и ремонта — 0.95;**

**б) для второй группы предельных состояний во всех случаях у„ = yte =** 1**.**

**Значения коэффициента ус регламентируются в зависимости от видов сооружений, оснований и расчетов в соответствующих разделах настоящего стандарта.**

* + 1. **Расчеты по первой группе предельных состояний**
			1. **Расчеты по первой группе предельных состояний производятся в целях недопущения следующих предельных состояний, приводящих к полной непригодности к эксплуатации:**
* **потери основанием несущей способности, а сооружением — устойчивости:**
* **нарушений общей фильтрационной прочности нескальных оснований, а также местной фильтрационной прочности скальных и наскальных оснований в тех случаях, когда они могут привести к появлению сосредоточенных водотоков, локальным разрушениям основания и др. последствиям, исключающим возможность дальнейшей эксплуатации сооружения;**
* **нарушений противофильтрационных устройств в основании или их недостаточно эффективной работы, вызывающих недопустимые потери воды из водохранилищ и каналов или подтопление и забо­ лачивание территорий, обводнение склонов и т. д.:**
* **неравномерных перемещений различных участков основания, вызывающих разрушения отдельных частей сооружений, недопустимые по условиям их дальнейшей эксплуатации (нарушение ядер, экранов и других противофильтрационных элементов земляных плотин и дамб, недопустимое раскрытие трещин бетонных сооружений, выход из строя уплотнений швов и т. п.).**
	+ - 1. **По предельным состояниям первой группы должны быть выполнены расчеты прочности и устойчивости отдельных элементов сооружений, а также расчеты перемещений конструкций, от кото­ рых зависит прочность или устойчивость сооружения в целом или его основных элементов (например, анкерных опор шпунтовых подпорных стен).**
			2. **К первой группе предельных состояний должны быть отнесены также расчеты перемеще­ ний сооружений или их конструктивных элементов, поведение которых может приводить к невозмож­ ности эксплуатации технологических систем объекта.**
			3. **Откосы, расположенные в непосредственной близости от сооружений и в местах при­ мыкания последних, должны рассчитываться на устойчивость по первой группе предельных состояний. Если потеря устойчивости таких откосов не приводит сооружение в состояние, приводящее к непригод­ ности к эксплуатации, то расчеты откосов следует производить по второй группе предельных состояний.**
		1. **Расчеты по второй группе предельных состояний**
			1. **Расчеты по второй группе предельных состояний должны производиться в целях недопу­ щения следующих предельных состояний, обусловливающих непригодность сооружений и их основа­**

**ний к нормальной эксплуатации:**

* **нарушений местной прочности отдельных областей основания, приводящих к повышению про­ тиводавления. увеличению фильтрационного расхода, перемещений и наклона сооружений и др.:**

4

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### проявлений ползучести и трвщинообразования в грунтах;

* **перемещений сооружений и грунтов в основании, приводящих к осложнениям в эксплуатации объекта, кроме случаев, указанных в 5.4.1;**
* **потери устойчивости склонов и откосов, вызывающей частичный завал канала или русла, вход\***

**ных отверстий водоприемников и др. последствия. Если потеря устойчивости склонов может привести сооружение в состояние, приводящее к непригодности к эксплуатации, то расчеты устойчивости таких склонов следует производить по предельным состояниям первой группы.**

* + - 1. **В случае, если расчеты местной прочности основания свидетельствуют о возможности**

**потери несущей способности основания в целом, должны быть предусмотрены мероприятия по увели\* чению прочности основания или изменению конструкции системы сооружение — основание и выпол\* йены расчеты по первой группе предельных состояний.**

* 1. **В проектах оснований сооружений должна быть предусмотрена система мониторинга, обес\* почивающая проведение натурных наблюдений и оценку состояния системы гидротехническое соору\* жение — основание, а также оценку технологических процессов, влияющих на экологическую обстановку в районе гидроузла.**
	2. **Состав и объем натурных наблюдений должны назначаться в зависимости от класса соору\* жения, геологических и гидрогеологических особенностей основания, новизны проектных решений.**
	3. **При проектировании оснований сооружений I—III классов необходимо предусмотреть уста\* новку КИА. Состав и объем установки КИА определяется проектом. Для сооружений IV класса и их оснований следует предусматривать только визуальные и геодезические наблюдения.**
	4. **При проектировании оснований гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены инженерные мероприятия по охране окружающей среды. Экологическое обоснование проекта обустройства основания гидротехнического сооружения должно включать в себя разработку комплек\* са природоохранных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации ГЭС. а также мероприятия по охране окружающей среды, направленные на улучшение экологической обстановки.**

# Номенклатура грунтов оснований и их физико-механические характеристики

* 1. **Номенклатуру грунтов оснований гидротехнических сооружений и их физико-механические характеристики следует устанавливать согласно требованиям ГОСТ 25100 и в соответствии с настоя­ щим разделом.**

**Значения физико-механических характеристик грунтов приведены в таблице 1.**

Т а б л и ц а 1 — Физико-механические характеристики грунтов

|  |  |
| --- | --- |
| Классификационная характеристика грунтов | Физико-механические характеристики грунтов |
| Плотность сухого грунта (а массиве) Рв.тУм\* | Коэффициент пористости (■ массиве) е | Сопротивление одноосному растяжению породных блоков е водонасыщенном состоянии |А'|, МПа | Модуль деформации грунта (е массиве) £ 10s.МПа |
| А — скальныескальные (при пределе прочности на одноосное сжатие отдельности *Re>* S МПа (50 кгс/сы2)): магматические (граниты, диориты, порфиригы и др.); | 2.5—3.1 | <0.01 | г 1.0 | > 5.0 |
| метаморфические (гнейсы, кварци­ ты. кристаллические сланцы, мра­ моры и др.); осадочные (известня­ ки. доломиты, песчаники и др.) |  |  |  |  |
| полускельные (при *Re* < 5 МПа (50 кгс/см2)): осадочные (глинис­ тые. сланцы, аргиллиты, алевроли­ ты. песчаники, конгломераты, мел. мергели, туфы, гипсы и др.) | 2.2—2.65 | <0.02 | < 1.0 | 0.1—5.0 |

### S

**ГОСТ Р 55260.1.2—2012**

*Окончание таблицы 1*

|  |  |
| --- | --- |
| Классификационная характеристика грунтов | Физике-механические характеристики грунтов |
| Плотность сухого грунта **(а** массива)■V\*'"3 | Коэффициент пористости|в массиве)а | Сопротивление одноосному растяжению породных блоков в еолонасыщенном состоянии |Я'|, МПа | Модуль деформации грунта **(а** массиве)£ 10s. МПа |
| Б— наскальные |  |  | “ |  |
| крупнообломочные (валунные, га-лечниковые. гравийные); | 1.4—2.1 | 2,25—1.00 | 0.005—0.10 |
| песчаные пылевато-глинистые {су­песи. суглинки и глины) | 1.1—2.1 | 0.35—4.00 | 0.003—0.10 |

П р и м е ч а н и е — 8 графе А приведена классификация массивов скальных грунтов: по степени трещи­ новатости. водопроницаемости, деформируемости, выветрелости. нарушению сплошности (разломы и трещи­ ны). степени однородности, а также по степени льдистости скальных и нескальных грунтов и степени цементации их льдом.

### При проектировании оснований гидротехнических сооружений в необходимых случаях долж­ ны быть определены дополнительно к предусмотренным ГОСТ 25100 следующие физико-механичес­

**кие характеристики грунтов:**

* **коэффициент фильтрации /с;**
* **удельное водопоглощение <?;**
* **показатели фильтрационной прочности грунтов (местный и осредненный критические градиен­**

**ты напора /С(. *1сг т* и критические скорости фильтрации VCf);**

* **коэффициент упругой водоотдачи грунта^,;**
* **коэффициент гравитационной водоотдачи грунта ц;**
* **коэффициент порового давления *Ки\***
* **коэффициент консолидации cv;**
* **содержание водорастворимых солей;**
* **параметры затухающей ползучести (например, б и S’);**
* **параметры трещин (модуль трещиноватости *Мг* углы падения *a/d* и простирания а,,, длину /у, ширину раскрытия Ру);**
* **параметры заполнителя трещин (степень заполнения, состав, характеристики свойств);**
* **скорости распространения продольных v, и поперечных vs волн в массиве;**
* **коэффициент морозного пучения *Kh:***
* **удельная нормальная и касательная силы пучения стл и rh;**
* **сопротивление недренированкому сдвигу su;**
* **динамическое сопротивление недренироеанному сдвигу s\*;**
* **динамический модуль сдвига ДО;**
* **динамический модуль объемного сжатия *К?:***
* **динамический коэффициент затухания (демпфирования) ДО;**
* **предел прочности отдельности элементарного породного блока скального грунта на одноосное сжатие *R*c;**
* **предел прочности отдельности скального грунта на одноосное растяжение *Rc;***
* **предел прочности массива скального грунта на растяжение *Rt m* и сжатие *Rc m;***
* **липкость (предел адгезионной прочности глинистых грунтов) *L:***
* **теплопроводность талого грунта >1Л;**
* **теплопроводность мерзлого грунта**
* **объемная теплоемкость талого грунта с№;**
* **объемная теплоемкость мерзлого грунта с**
* **коэффициент сжимаемости мерзлого фунта fy**
* **коэффициент сжимаемости оттаивающего фунта &**
* **коэффициент оттаивания *Ath:***
* **температура начала замерзания грунта 7^**
* **максимальная величина липкости грунта при данном значении прижимающей нафузки;**
* **наибольшая величина липкости грунта при его естественной влажности и данном значении при­ жимающей нагрузки;**

6

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### весовая влажность начального прилипания грунта приданном значении прижимающей нагрузки;

* **весовая влажность максимального прилипания грунта при данном значении прижимающей нагрузки.**

П р и м е ч а н и е — Набор характеристик из числа указанного перечня определяют е каждом конкретном случае а зависимости от инженерно-геологических условий, конструктивных особенностей проектируемых соору­ жений. методов расчетов и т. д.

### Для вновь возводимых сооружений комплекс полевых (включая геофизические и гидрогеоло­ гические работы) и лабораторных испытаний грунтов должен быть направлен на обоснованное опре­ деление нормативных и расчетных значений всех характеристик, необходимых как для классификационных целей, так и для разработки инженерно-геологических и расчетных схем (моде­

**лей), оснований и оценки надежности системы сооружение — основание.**

* + 1. **При отсутствии данных полевых и лабораторных испытаний грунтов для ориентировочных расчетов допускается расчетные значения характеристик свойств грунтов принимать на основе анало­ говых данных и по апробированным эмпирическим зависимостям.**
		2. **Нормативные и расчетные значения характеристик: tg <ри с (параметров сопротивляемости сдвигу), s5. *Gd: Ка: D°\ Rc, R,. Rlm. Е* (модуля деформации). у(коэффициента поперечной деформации). K„;cv;3:<?; *Vp\ Vs; k: q; lCf;* должны устанавливаться в соответствии с требованиями настояще­ го стандарта, а остальных характеристик — в соответствии с требованиями государственных стандар­ тов на определение соответствующих характеристик.**
		3. **Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов для оценки их изменения за период эксплуатации гидротехнических сооружений и оценки состояния безопасности последующей их эксплуатации устанавливаются на основе данных проекта, результатов геотехнического контроля в процессе возведения сооружений и с учетом данных натурных наблюдений и обследований.**
		4. **Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов при дополнительных изыскани­ ях для целей ремонта, реконструкции и эксплуатации должны устанавливаться по специальной про­ грамме. Программа изысканий должна учитывать специфику существующих сооружений, а методы испытаний и исследований — методы предшествующих испытаний и исследований.**
		5. **При классификации грунтов должны применяться нормативные значения характеристик, при решении задач проектирования — их расчетные значения.**
	1. **При определении нормативных и расчетных значений деформационных характеристик, параметров сопротивляемости сдвигу, показателей фильтрационной консолидации и ползучести грун­ тов по результатам лабораторных испытаний количество испытаний должно быть не менее 6, при определении остальных характеристик — не менее 10. При подтверждении указанных характеристик грунтов натурными опытами количество испытаний должно быть не менее трех.**

п р и м е ч а н и я

1. Условия проведения испытаний в максимально возможной степени должны быть приближены к условиям работы грунте в рассматриваемой системе сооружение — основание.
2. Расчетные значения характеристик в случаях, предусмотренных в нормах на проектирование отдельных видов сооружений, допускается определять по табличным или аналоговым данным.

### Обработка результатов испытаний при определении нормативных и расчетных значений характеристик грунтов должна проводиться с учетом требований настоящего стандарта в соответствии с ГОСТ 20522.

**6.5.1 Для обеспечения требования гарантированной надежности системы сооружение — осно­ вание расчетные значения характеристик *Xt* „ = *XJ-(g* (у? — коэффициент надежности по грунту) дол­ жны быть определены исходя из ориентировки на нижнюю или верхнюю доверительную статистическую границу.**

* 1. **При проектировании системы сооружение — основание во всех случаях должно быть учтено возможное изменение фильтрационных характеристик, характеристик прочности и деформируемости грунтов в процессе возведения и эксплуатации сооружения, связанное с ведением строительных работ, изменением гидрогеологического режима и напряженно-деформированного состояния основа­ ния. воздействием атмосферных факторов, искусственным регулированием физико-механических характеристик грунтов и их реологическими свойствами.**
		1. **Для районов распространения многолетнемерзлых пород также должно быть учтено изме­ нение температурного режима основания, ведущее к изменению указанных характеристик и теплофи­ зических свойств грунтов.**

*7*

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### Допускается промораживание и последующее оттаивание (в г. ч. неоднократное) грунтов оснований для случаев, когда характеристики грунтов при этом не снижаются ниже расчетных значе­ ний или когда такое изменение характеристик не приводит к существенному изменению проекта.

* + 1. **Характер и интенсивность возможных изменений свойств грунтов скальных и нескальных оснований в процессе строительства и эксплуатации сооружений должны прогнозироваться на стадии обоснования проекта на весь срок службы сооружения на основе результатов соответствующих модельных и экспериментальных исследований и корректироваться по результатам натурных наблю­ дений (мониторинга).**
	1. **Характеристики нескальных грунтов**
		1. **Нормативные значения параметров сопротивляемости сдвигу tgp„ и *с„* следует определять по результатам серии испытаний методом прямого среза (сдвига) или трехосного нагружения.**
			1. **Для глинистых грунтов, обладающих ползучестью, значения tg фл** и ***сп* должны опреде­ ляться с учетом возможного изменения прочности во времени.**
			2. **При определении значений tg% и *с„* для инженерно-геологических схем допускается использовать помимо метода среза (сдвига) также метод вращательного среза или зондирования.**
			3. **Применение метода трехосного нагружения является обязательным для оснований и грунтовых сооружений I и II классов. При этом необходимо учитывать возможную анизотропию грунтов.**
			4. **Характеристики tg ф, и *с„* определяют, исходя из состояния соответствующего полностью консолидированному или не полностью консолидированному.**
			5. **При воздействии динамических нагрузок на систему сооружение — основание, характе­ ристики прочности грунтов должны определяться по результатам специальных исследований, учиты­ вающих интенсивность и длительность воздействий. Допускается соответствующие эффективным напряжениям характеристики tg. <ри с при динамических воздействиях принимать равными характерис­ тикам при статических воздействиях.**
		2. **Обработку результатов испытаний при определении нормативных и расчетных значений характеристик tg <ри с по результатам сдвиговых и трехосных испытаний следует производить, исполь­ зуя методы статистической обработки, регламентированные ГОСТ 20522.**

**При этом значения tg ф| и с, следует определять при верхней или нижней доверительной вероят­ ности а = 0.95 с ограничениями в следующих пределах:**

**или**

***i* tg <р. £ф\* [дпя илоа *\*л* I и -£с-£с. £-£±-(дляилов**

1Д5 S 1 126 I 14 I 1Д5 1 125 Г 14

<9 *9„* &tg(p. (для илов

**с *с i***

—2\_£с, й——

**и** 1 для

***с***

илов*——*

**(3)**

### 0,95

**1 *033 [* 0.78 J**

### 0.95 ’ ОДЗ I. 0.78

**при ориентировках соответственно на нижнюю или верхнюю доверительную границу.**

**Значения tg ^ и с,, следует принимать равными нормативным значениям.**

**Определение нормативных и расчетных значений параметров сопротивления сдвигу допускает­ ся производить поданным корреляционных зависимостей между физическими характеристиками грун­ та и опытными значениями предельных величин сопротивления сдвигу аналогичных грунтов.**

* + 1. **Нормативные значения статического сопротивления недренироаанному сдвигу *su* л должны определяться как среднеарифметические из частных значений этой характеристики, полученных из**

**отдельных испытаний, методом трехосного нагружения или скашивания образцов грунта по схеме неконсолидированно-недренированного испытания с доведением образца до разрушения.**

**Расчетные значения сопротивления недренированному сдвигу s0, должны определяться в соот­ ветствии с ГОСТ 20522 при односторонней доверительной вероятности « = 0.95 с ограничением в**

**пределах** *и, г»*

### 105

in)

### 125

**j**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **/**\*11 **.я** | **г *\*"■\* )*** | ***/*****п1а/1л rмUпlлvл«** |
| **0.95** | **одз *j*** | **,** |

ДЛЯ ил06 «.л

### 1Д5

*и. я*

**1*А***

### если коэффициент надежности по грунту больше еди­

**ницы. и в пределах**

\*и.я

### 095 0.78

**если этот коэффициент меньше единицы.**

**Расчетные значения (| принимаются равными нормативным значениям *su* л.**

**6.7.4 Динамическое сопротивление недренированному сдвигу . характеризующее прочность**

**неконсолидированных глинистых грунтов, должно определяться при совместном действии статических и динамических нагрузок.**

8

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### 6.7.4.1 Нормативные значения следует определять по результатам испытаний грунтовых

**образцов ненарушенной структуры, проведенных после завершения этапа реконсолидации, методом трехосного нагружения или скашивания по схеме неконсолидированно-недренироеанного сдвига.**

* + 1. **Значение определяют как среднеарифметическое сумм частных значений статичес­**

**кой и предельной динамической составляющих максимальных касательных напряжений при предель­ ном значении числа циклов.**

* + 1. **Расчетные значения *su „* , „ рассчитывают при коэффициентах безопасности по грунту, определенных для статической недренированной прочности.**

**6.7.5 Нормативные значения статического модуля деформации Е„ несхальных грунтов должны быть определены на основе результатов компрессионных испытаний и/или испытаний методом трех­ осного нагружения с учетом требований ГОСТ 12248. При этом физические показатели образцов фун­ та (в первую очередь плотность, влажность и льдистость при мерзлом состоянии) должны соответствовать натурным условиям. Образцы глинистых грунтов из оснований сооружений должны иметь ненарушенное сложение.**

* + 1. **При определении Ел для назначения величин Е, „ для расчетных геомеханических схем рекомендуется проводить испытания как компрессионным методом, так и методом трехосного сжатия с последующим совместным анализом их результатов. Для грунтов оснований и грунтовых сооружений I и II классов проведение испытаний методом трехосного сжатия является обязательным. Траектории**

**нагружения испытуемых образцов грунта и методика обработки результатов испытаний в указанных случаях должны учитывать характер и величины изменения напряжений в РГЭ и метод расчета или модельного исследования, для которых предназначены расчетные характеристики. При необходимос­**

**ти следует определять модули деформации *Е'п* и Е". отвечающие первичному и вторичному нафужениям фунта.**

* + 1. **При определении Е„ для инженерно-геологических схем для каждого ИГЭ назначают еди­ ные постоянные значения расчетных характеристик.**

**Нормативные значения Ел в зависимости от используемого в дальнейшем расчетного метода могут определяться как постоянными, так и переменными значениями по глубине.**

* + 1. **Расчетные значения модулей деформации Е, подсчитываются в соответствии с ГОСТ 20522 при односторонней доверительной вероятности а = 0.9. Если при этом на нижней довери­ тельной границе окажется, что *EJEl >* 1,1. то окончательно следует принимать Е, = *EJ* 1.1. Если на верхней доверительной грэнице окажется, что Е^Е, < 0.92, то окончательно следует принимать**

**Е| а Е„/0.92.**

**Расчетные значения модулей деформации Elt следует принимать равными нормативным значе­ ниям.**

* + 1. **Нормативные значения статического коэффициента поперечной деформации vn следует определять по результатам испытаний методом трехосного нагружения.**

**Расчетные значения коэффициента поперечной деформации следует принимать равными нор­ мативным значениям.**

**Расчетные значения коэффициентов v для нескальных грунтов при обосновании допускается**

**принимать по таблице 2.**

Т а б л и ц а 2 — Коэффициент поперечной деформации

|  |  |
| --- | --- |
| Грунты | Коэффициент поперечной деформации » |
| немерзлое состояние | теердоыерыэе состояние |
| Глины при:***fL<*** 0 | 0.20—0.30 | 0.30—0.35 |
| 0 **< *fL*** с 0.25 | 0,30—0.38 | 0.35—0.39 |
| 0.25 **< *tL*** | 0.38—0.45 | 0.39—0.41 |
| Суглинки | 0.35—0.37 | 0.27—0.33 |
| Пески и супеси | 0.30—0.35 | 0.20—0.25 |
| Крупнообломочные грунты | 0.27 | 0.20—0.25 |
| П р и м е ч а н и е — Меньшие значения л принимаются при большей плотности грунта. |

9

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### При определении динамического модуля сдвига G\*. модуля объемного сжатия *К\** и коэф­ фициента затухания (демпфирования) ДО следует учитывать, что они характеризуют деформируе­ мость грунтов (как связных, так и несвязных) от действия динамической (циклической) составляющей нагрузок.

**Нормативные значения динамических характеристик (Gd. *Ка* и ДО) следует определять в зависи­ мости от амплитуды деформаций или напряжений как среднестатистические из их частных значений, полученных в отдельных испытаниях грунтов методом трехосного сжатия при открытом дренаже. Определение частных значений характеристик *Ga* и ДО следует производить по результатам испыта­ ний методом скашивания или резонансных колонн.**

* + 1. **Расчетные значения характеристик G\*. и О\* следует определять, используя аппрокси­**

**мирующую зависимость их от амплитуд на основе метода наименьших квадратичных отклонений при относительной доверительной вероятности а = 0.9. Допускается эти значения определять, используя фиксированный коэффициент надежности по грунту, принимать *у9 -* 1.1 или *у9 -* 0.92. При определе­ нии расчетных значений G\*. К\* и = 1. В случаях, если при указанном подходе значения**

**получаются больше чем 0.1S. их следует принимать равными 0,15.**

* + 1. **Нормативное и равное ему расчетное значение коэффициента порового давления *Ки п - К0* определяется как среднеарифметическое из частных значений этой характеристики, полу­ ченных по результатам отдельных испытаний, проводимых методом трехосного сжатия по консолиди- рованно-недренированной схеме.**

**Для слабых глинистых водонасыщенных грунтов значения коэффициента порового давления должны быть уточнены на основе материалов исследований опытной насыпи, оборудованной КИА.**

* + 1. **Нормативное и равное ему расчетное значение коэффициента консолидации cv.„ = cv. определяется как среднеарифметическое из частных значений этой характеристики, получаемых по результатам отдельных испытаний. Применительно к одномерной задаче испытания должны прово­ диться методом трехосного сжатия по консолидированно-недренированной схеме.**

**Для оснований сооружения И—IV классов, а на ранних стадиях проектирования и для оснований сооружений I класса применительно к одномерной задаче допускается нормативное и равное ему рас­ четное значение коэффициента консолидации cvn = cv определять по результатам фильтрационных испытаний с учетом показателей пористости и уплотнения грунта.**

* + 1. **6 качестве параметров затухающей ползучести принимают константы аппроксимирующей зависимости затухающих деформаций грунта от времени (при постоянной нагрузке), имеющей место после завершения первичной (фильтрационной) консолидации.**
			1. **Параметры, предназначенные для расчетов осадок сооружений, должны определяться по результатам измерения деформаций сжатия в компрессионных испытаниях.**
			2. **Параметры, предназначенные для расчетов горизонтальных смещений сооружений, должны определяться по результатам измерения деформаций сдвига в испытаниях на скашивание.**
			3. **Применительно к реальным срокам эксплуатации сооружений в качестве аппроксимиру­ ющих зависимостей используется логарифмическая или степенная функция (например, с параметра­ ми 8и 5").**
			4. **Нормативные ^ и и расчетные ^ и S', значения искомых параметров следует подсчи­ тывать. используя зависимости, аналогичные приведенным в ГОСТ 20522.**
			5. **При определении ^ и SJ одностороннюю доверительную вероятность следует принимать равной а = 0.95.**

**(S л\***

**-^- =**

**Ес ли значения *уд* = -^-при использовании указанного способа окажутся больше 1.1. то окон­**

**чательно их следует принимать равными *у -* 1.1. Если окажется, что *у* < 0.92. то следует принимать**

***у9 -* 0.92.**

### Расчетные значения ^ и 8,, следует принимать равными их нормативным значениям.

* + 1. **За нормативное значение коэффициента фильтрации *кп* следует принимать среднеариф­ метическое частных значений коэффициента фильтрации грунта, определяемых применительно к ламинарному движению воды по закону Дарси на основе результатов испытаний грунта на водопрони­ цаемость в лабораторных или полевых условиях с учетом воспринимаемого грунтом геостатического**

**давления и нагрузок, возникающих после возведения сооружения, а также с учетом структурных осо­ бенностей грунта. При резко выраженной фильтрационной анизотропии, когда водопроницаемость грунта изменяется в зависимости от направления более чем в пять раз. следует определять коэффи­ циенты фильтрации по главным осям анизотропии.**

**Расчетные значения коэффициента фильтрации** *к„* **следует принимать равными их нормативным значениям.**

Ю

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

П р и м е ч а н и е — Для портовых и речных сооружений ill и IV классов расчетные значения коэффициентов фильтрации грунтов основания допускается определять по аналогам, а также расчетом, используя геотехнические характеристики грунтов.

### Расчетные значения осреднен­ ного критического градиента напора */сгт* в основании сооружения с дренажем следует принимать по таблице 3.

* + - 1. **Расчетные значения местно­ го критического градиента напора /сг следу\* ет определять, используя расчетные методы оценки суффоэионной устойчивости грунтов либо путем испытаний грунтов на**

**суффозионную устойчивость в лаборатор­ ных или натурных условиях.**

* + - 1. **Для несуффозионных песча­ ных грунтов /с, допускается принимать при выходе потока в дренаж 1.0, а за дрена­**

Т а б л и ц а 3 — Расчетные ческого градиента напора

|  |  |
| --- | --- |
| Грунт | Расчетный осредкениый критический градиент напора С/ Г. N |
| Лесок: |  |
| * мелкий:
 | 0.3 |
| * средней крупности:
 | 0.4 |
| * крупный
 | 0.S |
| Суглинок | 0.6 |
| Супесь | 0.6 |
| Глине | 1.3 |

значения осредненного крити-

### жем — 0.3. Для пылевато-глинистых грунтов при наличии дренажа или жесткой пригрузки при выходе на поверхность грунта /сг допускается принимать 1.5. а при деформируемой пригрузке — 2,0.

* + 1. **Нормативные значения коэффициентов упругой и гравитационной водоотдачи и**

**следует определять в натурных условиях по результатам наблюдений за изменением напоров и уров­ ней воды в грунтовом основании при принудительном изменении напора в определенной точке масси­ ва. например в опытной скважине.**

**Расчетные значения коэффициентов ц и ц, следует принимать равными нормативным значениям. Значения ц и ц, оснований сооружений II—IV классов следует определять по результатам испытаний в лабораторных условиях.**

* + 1. **Липкость грунтов следует определять при их естественной структуре и в нарушенном сло­ жении. Количественной характеристикой липкости грунтов является усилие (г/см2 или н/м2), требующе­**

**еся для отрыва прилипшего предмета от грунта при различных его влажностях. Нормативное и**

**расчетное значения липкости определяют таким же методом, каким определяют предел прочности образцов грунта на растяжение.**

* 1. **Характеристики скальных грунтов**
		1. **Нормативные значения предела прочности отдельности скального грунта на одноосное**

**сжатие *Ren* и одноосное растяжение *Rf n,* а также предела прочности массива скального грунта на одноосное растяжение *R, т* п и одноосное сжатие *Rcmn* следует определять как среднеарифметичес­ кие частных значений этих характеристик, полученных в отдельных испытаниях методами сжатия и растяжения в лабораторных или натурных условиях.**

П р и м е ч а н и е — 8 лабораторных условиях допускается применять косвенные методы испытаний (на­ пример. с использованием соосных пуансонов, сферических индикаторов).

### Частные значения пределов прочности на сжатие и растяжение массива, как правило, сле­ дует определять экспериментально в полевых условиях методом одноосного сжатия скальных цели­ ков. а также методом отрыва бетонных штампов (по контакту бетон — скала) или скальных целиков (по массиву или трещинам) в условиях одноосного растяжения.

**Расчетные значения характеристик прочности *Rci* и *Rn* следует определять в соответствии с ГОСТ 20522 при односторонней доверительной вероятности а - 0.95. Расчетные значения характерис­ тик *RcU, R,* ,| *RcmU,* Rt /nl| принимаются равными их нормативным значениям. При обосновании расчет­ ные значения *R,*>л,„ в направлениях, не совпадающих с нормалями к плоскостям трещин, допускается принимать в соответствии с таблицей 4. а в направлениях, совпадающих с нормалями к плоскостям**

**сплошных трещин. — равными нулю.**

* + 1. **Нормативные значения параметров сопротивляемости сдвигу tg <рл и *сп* массивов скальных грунтов при статических воздействиях следует определять для всех потенциально опасных расчетных поверхностей или элементарных площадок сдвига по результатам лабораторных или натурных, в т. ч. модельных, испытаний, проводимых методом медленного среза (сдвига) бетонных штампов или скальных целиков.**

и

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### Испытания, проводимые указанными методами, и определение по их результатам нормативных значений характеристик tg и *с„* следует проводить с учетом условий, соответствующих всем расчет­ ным случаям в периоды строительства и эксплуатации сооружения.

* + 1. **Обработку результатов испытаний для определения нормативных и расчетных значений характеристик tg <р„ и *с„* надлежит вести точно так же. как для наскальных грунтов (см. 6.7 и 6.8).**

**Если при проведении испытаний не удалось достаточно полно соблюсти соответствие между условиями этих испытаний и натурными условиями, то при определении расчетных характеристик tg „ и с, м необходимо учитывать эти несоответствия путем корректировки значений этих характерис­ тик, получаемых вышеуказанным способом.**

* + 1. **Для оснований сооружений III и IV классов, а также для оснований сооружений I и II классов на стадии технико-экономического обоснования строительства расчетные значения характеристик tg <ft и и Сц,. предназначенные .для расчетных схем, допускается принимать в соответствии с табли­ цей 4. используя аналоги, корреляционные связи и т. д. Значения tg „ и с, ,, для оснований сооруже­ ний I и II классов на стадиях проекта и рабочей документации также допускается принимать по этой таблице, если расчеты с использованием этих характеристик не определяют габариты сооружений. Данными этой таблицы допускается пользоваться во всех случаях при определении значений tg <ри с, предназначенных для составления инженерно-геологических схем (моделей).**
		2. **Для определения tg <рл и *сп* и на их основе tg с, |( при динамических, в т. ч. сейсмических воздействиях рекомендуется проводить испытания по специально разрабатываемой методике. Допус­ кается значения tg <р\* с, п. соответствующие эффективным напряжениям, принимать равными значе­ ниям при статических воздействиях.**
		3. **Деформационные характеристики массивов скальных пород (£„, *V„, Vp „, Vsn)* следует определять по результатам испытаний как методами статического нагружения скального грунта (*Е„* и Ул). так и динамическими (сейсмоакустическими или ультразвуковыми методами (Урл и V5 л).**
			1. **Для определения частных значений статических деформационных характеристик реко­ мендуется использовать зависимости, полученные решением краевых задач теории упругости с гра­ ничными условиями, соответствующими условиям нагружения при испытаниях. Частные значения скоростей упругих волн определяют по фиксируемому в испытаниях времени прохождения волн между источником и приемником импульсов.**
			2. **При проведении динамических и статических испытаний для учета возможного влияния на искомые параметры таких факторов, как различные инженерные мероприятия (выемка скалы, укре­ пительные инъекции), так и вызванные трещиноватостью (анизотропия, неоднородность, нелинейная деформируемость пород, ползучесть), следует тщательно выбирать место и условия проведения испытаний или использовать обоснованные корректирующие коэффициенты.**

**6.8.8 Нормативные значения характеристик деформируемости массивов скальных грунтов и упругих динамических характеристик для ИГЭ и/или РГЭ следует определять как среднеарифметичес­ кие частных значений этих характеристик, полученных в отдельных испытаниях. Нормативные значе­ ния *Еп* и *V„* допускается также определять исходя из корреляционной зависимости между статической**

***(Еп, Vn)* и динамической *Vin* или *Vsn* характеристиками, установленной при сопоставлении частных сопряженных значений этих характеристик, полученных в одних и тех же точках массива, расположен­ ных в разных ИГЭ и/или РГЭ исследуемого основания.**

**6.8.8.1 Для оснований сооружений III и IV классов, а также для оснований сооружений I и II клас­ сов на стадии технико-экономического обоснования строительства при определении нормативных зна­ чений корреляционную зависимость с динамическими характеристиками допускается при обосновании принимать на основе обобщения данных испытаний для аналогичных инженерно-геологических условий.**

**6.6.8.2 Для РГЭ нормативные значения *Еп, V„,* V, „ и У5 П могут также определяться по единой нормативной зависимости данной характеристики от координаты.**

* + 1. **Расчетные значения модуля деформации следует определять в соответствии с ГОСТ 20522. При этом значения используемые в оценках местной прочности оснований и смеще­ ний сооружений и оснований, следует определять при односторонней доверительной вероятности а = 0,85, а значения £,. используемые в оценках устойчивости. — при *а -* 0.9.**
			1. **Частные значения характеристик, получаемые по результатам экспериментов, должны быть откорректированы с помощью соответствующих коэффициентов условий работы, если некото­ рые из влияющих факторов при проведении испытаний учтены в недостаточной степени. Значения этих коэффициентов следует определять на основе данных экспериментальных или теоретических исследований, проводимых или проведенных ранее (для аналогичных условий).**

12

Электротехническая библиотека Elec.ru

Т а б л и ц е 4 — Расчетные эиэче»ыя характеристик 1д ф,. (g ф1Я и с,, с,,, скальных грунтов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 4*ы*В*Z*>*л*1ао 23 | Грунты ос\*ТОМ»\*\*» | Расчетные »<»ч«мивх»р»т(г«риоис(ее}. „ и cr с,„ скапыва грунт\* лпя расчете\* | 02 1 •2 2 2А3 VЛ\*>С А в\*« • КI ! 1?Й!л!?Q и1Xе\*З« f►l!g« *х***1** |
| местной ПРОЧНОСТИ поп ло щадя м\*СОЙ\*'9 НОлриурочемым ктрвШИМИ\* • и accuse мк контакту 6в10м-СЯ\*ГМ | устойчивости. фиьмесмого ММ\*Л>фООДм>«и ржчето» местхй прочное»\* *ап\** поверхностей иплошмвкс двиг а • . приурочены»«контакту бетсм-стал». расчетов устойчивости по поеераиестоисдыг». н»при уроне ив» к 1 ре ионам в массиве | устойчивости, фиьпесксго моаекыромниви расчетов местнойпрсииосп\* *ап\** помрыостойи плоиьивк сапке\* месстве. лриурочемых к трещинам айпогивтнем пемывк (Пимтв) грунтом с ш\*фи«й ю ресфыГя\* мм |
| м<|дх *7.* • т ССМКнуТ\*\* | от2 ао 20 | <• 20 |
| Пре \*\*<»с *Обсчтш*л»лол»\*гголем | с гтмстъм лап огх\*т опей |
|  | С,. МП\* | "JVt , | с, си^в МПа | «V», | V»\* МП\* | «Чу.«9 VT, | «>•<»% МП» | «Чу-‘«Vfg | «Г е»/'яМП\* | «вчу.«V», | еГ Cl/faМП» | ^\*п 11- МЛ» |
| 1 | *2* | 3 | 4 | 5 | б | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Скальные (иассиеше. крупноблоч­ ные. слоистые, плитчатые, оче» слабо-и елвботрещиноеатые. нееы- еетрелые)с *Й/ >* 50 МПа | 1.6 | 2.0 | 065 | 0.4 | 06 | 0.15 | 0.70 | 0.1 | О.в | 0.1 | 0.55 | 005 | -0.25 |
| 2 | Скальные (массивов. крупноблоч­ ные. блочные, слоистые, плитчатые, среднетрещиноватые, слабоеывет-релые)с *йе >* 50 МПа | 1.5 | 1.7 | 065 | 0.3 | 06 | 0.15 | 0.70 | 0.1 | 0.6 | 0.1 | 0.55 | 0.5 | -0.17 |
| 3 | Скальные (массивные, крупноблоч­ ные. блочные, слоистые, плитчатые, сильно- и очет» сильнотрещиноев- тые)с«с> 15—50 **мпа:**скальные слабоаыаетрелые. слабо­трещиноватые) с *йе* ■ 5 — 15 МПа | 1.3 | 1.0 | 060 | 0.2(2.0) | 0.7 | 0.1 | 065 | 0.05 | 0.55 | 0.05 | 0.45 | 002 | -0.10 |
| 4 | Полускэ/ъте (пгитчатые. тонко- п/мтчатые. средое-. сильно- и оче«> сильнотрещжоеатые)с R, < 5 МЛ | 1.0 | 0.3(3.0) | 0.75 | 0.15(1.5) | 0.65 | 0.05(06) | 065 | 0.03{0.3) | 0.50 | 0.03(0.3) | 0.45 | 002(0.2) | -0.05(-0.5) |

\* я?с— нормативные значения предела прочности отдельностей на одноосное сжатие. П р и м е ч а н и я

**ГОСТ Р 55260.1.2—2012**

* + - * 1. В графах 5—14 следует принимать s 1.25.
				2. Для поверхностей сдвига, приурочежых к прерывистым и кулисообраэным трещинам, приведенные в графах 7—14 значения характеристику «р,. tg фа/у0 необходимо умножать на коэффициент 1.1, характеристике,. *—* на коэффициент 1,2.
				3. Приведе^ые в таблице характеристики соответствуют водонасы темному состоякыю массива трунта

### ь»

Электротехническая библиотека Elec.ru

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### Если значения £„ установлены по корреляционным зависимостям с динамическими пока\* эателями. то следует принимать £„ = £„71.15 и Е, = *EJ* 1.2 при *у9* 2 1 и £,, = £„/0.88 и £, = £„/0.86 при

**Г9<1-**

**Такие же значения £„ и £, следует принимать, если при обработке результатов испытаний по ГОСТ 20522 получены соответственно *уд >* 1.15 (> 1.2) или у9 < 0.88 {< 0.86).**

* + - 1. **При анализе осуществимости проекта и расчете его ожидаемых экономических показате­**

**лей расчетные значения модуля деформации скальных массивов £ допускается определять на основе аналоговых корреляционных связей этой характеристики с характеристиками др. свойств — водопро­ ницаемостью. воздухопроницаемостью и др. При этом характеристики других свойств должны быть установлены по результатам испытаний в изучаемом скальном массиве.**

**Расчетные значения коэффициента поперечной деформации vследует принимать равными нор. матиеным значениям. При обосновании расчетные значения v массивов скального грунта допускается определять по аналогам.**

* + 1. **Нормативные значения коэффициента фильтрации *ка* и удельного еодопоглощения *qn* следует определять как среднеарифметические значения результатов испытаний, попученных одним и тем же методом в соответствии с ГОСТ 23278. В сложных гидрогеологических условиях (резко выра­**

**женная анизотропия фильтрационных свойств, карст, неопределенность граничных условий и др.) нор­**

**мативное значение *кп* следует определять по результатам испытаний в кусте скважин. При определении *кп* и *qn* необходимо учитывать напряженное состояние грунта в изучаемой зоне основа­ ния и его влияние на фильтрационные характеристики скального массива.**

**Расчетные значения коэффициента фильтрации *к* и удельного еодопоглощения *q* следует прини­ мать равными нормативным значениям.**

* + 1. **Нормативные значения критической скорости движения воды в трещинах (прослойках, тектонических зонах дробления) *VQf>{* „. следует определять по результатам суффоэионных испытаний заполнителя трещин (прослоек, зон дробления) и образцов самих породных бпоков.**

**Расчетные значения *Vet.}* следует принимать равными нормативным значениям.**

* + - 1. **Для оснований сооружений III и IV классов, а при соответствующем обосновании — и**

**для оснований сооружений I и II классов значения *Vcr)* допускается определять расчетом в зависимос­ ти от геометрических характеристик трещин, вязкости фильтрующей воды и физико-механических**

**характеристик заполнителя трещин.**

* + - 1. **Расчетные значения (равные нормативным значениям) критического градиента напора**

**/с, фильтрационного потока в направлении простирания рассматриваемой системы трещин также сле­ дует определять расчетом в зависимости от геометрических характеристик трещин, вязкости воды и**

**физико-механических характеристик заполнителя трещин.**

* + 1. **Нормативные и расчетные значения коэффициентов упругой и гравитационной водоотда- чи ц, п. и„. д, и ц следует определять в соответствии с 6.21 по результатам испытаний в натурных усло­ виях.**
		2. **По деформируемости и прочности в различных направлениях массивы скальных грунтов следует считать изотропными при коэффициенте анизотропии не более 1,5 и анизотропными при коэффициенте анизотропии более 1.5.**
		3. **Для вновь возводимых сооружений комплекс полевых и лабораторных исследований грунтов направлен на обоснованное определение нормативных и расчетных значений всех характе­ ристик. необходимых как для классификационных целей, так и для разработки инженерно-геологичес­ ких и расчетных схем оснований и оценки надежности системы сооружение — основание.**
		4. **8о всех случаях при проектировании системы сооружение — основание должно быть учтено возможное изменение характеристик грунтов в процессе возведения и эксплуатации сооруже­ ния, особенно в случае строительства на многолетнемерэлых и промороженных основаниях.**

# Инженерно-геологическая и расчетная схематизация оснований

* 1. **Проектирование оснований гидротехнических сооружений и оценку их состояния при эксплу­ атации следует выполнять на основе инженерно-геологических и расчетных геомеханических схем (моделей).**
		1. **Инженерно-геологические модели используют при выборе района, участка и конкурирую­ щих створов размещения объекта, компоновке сооружений объекта, выборе типов сооружений, конструировании сооружений, составлении расчетных геомеханических схем и обосновании экологи­ ческой безопасности.**

14

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### Расчетные геомеханические схемы (модели) используют при расчетах и разработке конструкций сооружений, обосновании их технической надежности, экологической безопасности и эко­ номической целесообразности.

* 1. **Инженерно-геологическая схема (модель) основания должна представлять собой совокуп­ ность ИГЭ. отражающих структуру основания. Каждый из ИГЭ должен быть характеризован инженер­ но-геологическими признаками и номенклатурными классификационными показателями грунтов, регламентированными ГОСТ 25100. а при необходимости и другими (дополнительными) физико-меха­ ническими показателями и гидрогеологическими данными.**

**Инженерно-геологическая модель должна быть представлена в виде набора карт и разрезов по различным характерным сечениям, отражающим необходимые для проектирования сооружения при­ знаки и показатели грунтового массива основания.**

* 1. **Расчетная геомеханическая схема (модель) основания, являющаяся неотъемлемой состав­ ной частью расчетного (или экспериментального модельного) метода по оценке надежности объекта, должна представлять собой совокупность РГЭ, каждый из которых должен быть охарактеризован необ­ ходимыми для расчетов (или экспериментов) механической моделью грунта и набором показателей (характеристик), соответствующих этой модели. Разработка расчетных геомеханических схем должна основываться на инженерно-геологических схемах (моделях).**

**Для одного и того же объекта при необходимости составляют несколько расчетных геомехани- чесхих схем основания, каждая из которых должна быть привязана к конкретному методу и виду расче­ та (или эксперименту), в частности, применительно к определению напряжений, деформаций, фильтрации воды, термических процессов, прочности, устойчивости и смещения массивов, отдельных их частей и сооружений, а также для разработки методов и инженерных мероприятий по повышению надежности системы сооружение — основание.**

* 1. **При выделении ИГЭ и РГЭ в схемах следует руководствоваться ГОСТ 20522. При этом ста­ тистические оценки для выделения ИГЭ допускается выполнять с использованием лишь наиболее про­ сто и оперативно определяемых характеристик. При выделении РГЭ надлежит использовать все характеристики, входящие в рассматриваемую расчетную схему.**
	2. **Разработка инженерно-геологических и расчетных схем оснований ГТС должка основывать­ ся на результатах инженерно-геологических изысканий и исследований, которые должны содержать достоверные данные по:**
* **структурно-тектоническим условиям и особенностям геологического строения участка строитель­ ства гидроузла:**
* **сейсмической активности территории и активности тектонических разломов:**
* **гидрогеологическим условиям и прогнозам их изменения в результате возведения гидроузла;**
* **условиям залегания легкорастеоримых и выщелачиваемых грунтов, лессовых грунтов, илов, торфов и заторфоеанных грунтов;**
* **наличию и условиям залегания, температурному режиму и строению мерзлых грунтов с прогно­ зом динамики изменения их свойств в строительный период и при эксплуатации гидроузла;**
* **физико-механическим свойствам грунтов: прочности, деформируемости, водопроницаемости, теплофизических показателей и прогнозу изменения этих свойств во времени в зависимости от различ­ ных факторов (нагрузок, температуры, водонасыщения и др.);**
* **возможности возникновения и развития опасных геодинамических процессов (суффозии грун­ тов. оползней, карста, переработки берегов и т. д.).**
1. Расчеты устойчивости (несущей способности)
	1. **Расчеты устойчивости (несущей способности) системы сооружение — основание следует производить для сооружений всех классов по предельным состояниям первой группы. Расчеты устой­ чивости склонов следует производить в зависимости от последствий их разрушения либо по предель­ ным состояниям первой или второй группы.**
	2. **Оценка устойчивости сооружений I класса должна производиться в детерминистической постановке. 3 дополнение к ней может использоваться вероятностная модель.**
	3. **В расчетах устойчивости гравитационных сооружений на нескальных основаниях следует рассматривать потерю устойчивости по схемам плоского, смешанного и глубинного сдвигов. Эти схемы могут применяться как при поступательной форме сдвига, так и при сдвиге с поворотом в плане.**

15

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### При расчетах устойчивости сооружений на глинистых еодонасыщенных грунтах необходимо учитывать незавершенные процессы консолидации основания путем учета в расчетах порового давле­ ния либо расчетных характеристик прочности грунтов и степени их консолидации.

* 1. **При расчетах устойчивости сооружений на мерзлых основаниях необходимо учитывать изме­ нение прочностных показателей грунтов в процессе возможного оттаивания основания.**
	2. **При расчетах устойчивости сооружений на водонасыщенных нескальных основаниях, вос­ принимающих кроме статических также динамические нагрузки, следует учитывать епияние последних на несущую способность грунтов.**
	3. **Для бетонных и железобетонных подпорных сооружений на скальных основаниях следует также рассматривать схему предельного поворота (опрокидывания).**
	4. **Для сооружений I и II классов расчет устойчивости сооружений и откосов всех типов следует производить, используя результаты расчета напряженно-деформированного состояния системы сооружение — основание, основанных на использовании нелинейных моделей материалов и числен­ ных методов решения статических и динамических задач механики сплошной среды. На предваритель­ ных стадиях разработки проекта для всех классов сооружений, а также сооружений III и IV классов допускается использовать приближенные методы, удовлетворяющие условиям равновесия.**

# Фильтрационные расчеты оснований

* 1. **При проектировании оснований гидротехнических сооружений необходимо обеспечивать фильтрационную прочность грунтов, устанавливать допустимые по технико-экономическим показате­ лям фильтрационные расходы и противодавление фильтрующей воды на подошву сооружения.**
	2. **Фильтрационную прочность основания следует оценивать, сопоставляя полученные в результате математического или физического моделирования характеристики фильтрационных полей (градиенты напора, скорости фильтрации) с их критическими значениями.**
	3. **Проектирование подземного контура напорных сооружений должно выполняться в соответ­ ствии с требованиями приложения Г.**
	4. **При выборе систем дренажного и противофильтрационного обустройства основания проек­ тируемого сооружения необходимо учитывать требования по охране окружающей среды в части под­ топления. заболачивания прилегающей территории, активизации карстово-суффозионных процессов и т. п.**
	5. **Устройство лротиеофильтрационных завес обязательно в тех случаях, когда основание сло­ жено фильтрующими слабоводоустойчивыми и быстрорастворимыми, а также суффозионмо-неустой­ чивыми грунтами. Могут быть использованы и другие инженерные решения (соляная завеса, дренаж и т. п.)**
	6. **При проектировании скальных оснований высоких бетонных плотин должна быть оценена возможность возникновения под напорной гранью зон разуплотнения с разрывом протиеофильтраци- онной завесы, приводящих к многократному увеличению фильтрационных расходов и заметному уве­ личению противодавления, а также предусмотрены мероприятия по восстановлению требуемой водонепроницаемости в соответствии с И.10 (приложение И).**

# Расчет местной прочности скальных оснований

* 1. **Расчет местной прочности скальных оснований следует производить для сооружений I и II классов по второй группе предельных состояний при основном сочетании нагрузок в соответствии с СП 23.13330.**
	2. **Определенная расчетом местной прочности зона разуплотнения не должна пересекать цементационную завесу и дренаж. В противном случае необходим пересчет фильтрационного режима основания в нелинейной постановке с учетом изменения фильтрационных свойств скальных пород.**

# Определение напряжений

* 1. **Напряжения в основании гидротехнических сооружений I и II классов надлежит определять численными методами механики сплошных сред с учетом неоднородности строения основания, нели­ нейных свойств грунтов и скальных пород, изменения прочностных и деформационных свойств мате­ риалов во времени.**

16

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### Для сооружений III и IV классов допускается использовать приближенные методы строительной механики и сопротивления материалов.

* 1. **При определении контактных напряжений по подошве жестких бетонных сооружений с грун­ том допускается использовать метод экспериментальных эпюр, а также метод коэффициента постели.**

# Расчет оснований по деформациям

* 1. **Расчет оснований по деформациям необходимо производить по первой или второй группе предельных состояний, установленных в 5.4.**
	2. **Определенные расчетом осадки, горизонтальные смещения и крены сооружений на грунто­ вых основаниях не должны превышать нормируемые критерии, гарантирующие по этому фактору нор­ мальные условия эксплуатации, обеспечивающие техническую надежность и долговечность гидротехнического сооружения.**
	3. **Расчет сооружений по деформациям должен производиться на основные, а при соответ­ ствующем обосновании — и на особые сочетания нагрузок, с учетом характера их действия в процессе строительства и эксплуатации сооружения.**
	4. **Предельные значения совместной деформации основания и сооружения должны устанав­ ливаться соответствующими нормами проектирования отдельных видов сооружений, правилами тех­ нической эксплуатации сооружения или оборудования в соответствии с приложением Е.**
	5. **При определении деформаций оснований и сооружений также, как и при расчете напряже­ ний. следует в зависимости от класса сооружения и этапа проектирования использовать как упрощен­ ные (инженерные) методы, так и современные вычислительные методы с использованием детальной схематизации системы сооружение — основание и сложных математических моделей материалов.**
	6. **Значения деформаций сооружений и оснований в процессе эксплуатации при наличии в основании глинистых грунтов надлежит определять с учетом процессов консолидации и ползучести грунтов.**

# Инженерные мероприятия по обеспечению надежности оснований

* 1. **При проектировании оснований сооружений должны быть предусмотрены конструктивные и технологические мероприятия по сопряжению сооружения с основанием, обеспечивающие устойчи­ вость сооружения, прочность основания, допустимое напряженно-деформированное и термическое состояние основания и сооружения при всех расчетных сочетаниях нагрузок и воздействий на период строительства и проектный срок эксплуатации.**
	2. **При проектировании сооружений с сохранением мерзлых грунтов в основании должны быть предусмотрены мероприятия, предотвращающие деградацию мерзлоты.**
	3. **Для повышения несущей способности основания, уменьшения осадок и смещений сооруже­**

**ния. а также обеспечения требуемой проектом водонепроницаемости и фильтрационной прочности грунтов в необходимых случаях должны быть предусмотрены закрепление и уплотнение грунтов.**

# Мониторинг

* 1. **Особенности обследования оснований**
		1. **Натурные периодические обследования оснований в их видимых зонах (в подвальных помещениях) необходимы как профилактическое мероприятие, способствующее своевременному обнаружению начальных процессов деформации оснований по причинам неравномерной осадки либо пучения оснований. Эти деформации оснований сказываются на состоянии всех остальных конструк­ ций зданий и сооружений, а поэтому предохранение их от разрушения и своевременное восстановле­ ние — одна из главных задач эксплуатации.**
		2. **Натурные обследования оснований должны состоять из трех этапов работ: подготови­ тельного. полевого и камерального.**
		3. **В состав работ подготовительного этапа должны входить:**
* **изучение материалов инженерно-геологических, гидрогеологических и технических исследова­ ний прошлых лет на обследуемом энергопредприятии (объекте) с определением региональных (по грунтам) условий и сейсмичности района:**
* **выявление повышения уровня грунтовых вод после пуска электростанции:**

17

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### изучение журналов наблюдения за осадкой фундаментов;

* **изучение инженерной деятельности в пределах площадки и всего района (строительство гидро­ технических сооружений, карьеров, горных выработок и пр. инженерных коммуникаций, наличие мощ­ ных источников вибрации).**
	+ 1. **При отсутствии материалов инженерно-геологических и гидрогеологических исследова­ ний должны быть проведены буровые работы в необходимом для обследования объеме.**
		2. **8 состав полевых работ входят:**
* **отрывка шурфов для вскрытия фундаментов.**
* **описание состояния фундаментов и грунтов основания, фотографирование фундаментов и их узлов;**
* **отбор образцов (обычно в количестве 20—30 % общего числа выработок) материалов фунда­ ментов для физико-механических и химических лабораторных испытаний;**
* **оценка прочности материалов фундаментов разрушающими или неразрушающими методами**

**контроля без отбора образцов.**

* + 1. **Перед началом буровых и шурфовочных работ, в целях предупреждения разрушения подземных коммуникаций, повреждения технологического оборудования, план размещения обследова­ тельских выработок должен быть согласован руководством подразделений энергопредприятия, в зоне зданий и сооружений которых намечено произвести упомянутые выработки, после чего данный план должен быть утвержден техническим руководителем предприятия.**
		2. **Характер залегания грунтов основания непосредственно под подошвой фундамента опре­ деляется с помощью ручного бурения на глубину не менее 0.5—1.0 м.**
		3. **Для определения физико-механических свойств основания следует производить отбор**

**проб грунта с ненарушенной структурой из открытых шурфов на уровне подошвы фундамента. Отбор образцов производится вне габаритов фундамента сразу же после отрывки шурфа. Отобранные образцы парафинируются и снабжаются этикетками с указанием объекта обследования, номера шур­ фа. глубины и даты отбора.**

* + 1. **При обнаружении в конструкциях наземной части здания и сооружения деформаций оса­ дочного характера (вертикальные и наклонные трещины в кирпичной или блочной кладке стен, накло­ ны и трещины в стеновых панелях, трещины в элементах железобетонных перекрытий и покрытий, в ригелях и горизонтальных связях каркаса, разрывов в сварных швах металлических конструкций) следует предусматривать учащенное наблюдение за осадкой фундаментов и деформациями с циклич­ ностью. определяемой специализированной организацией.**
		2. **При обнаружении трещин осадочного характера в конструкциях должны быть определе­ ны. по возможности, причина их возникновения, возраст трещин, измерена ширина раскрытия и протя­ женность трещин, определен характер раскрытия по вертикали (увеличение раскрытия кверху или книзу) и степень их опасности.**
		3. **Результаты обследований оснований и фундаментов должны содержать:**
* **краткое описание объектов, инженерно-геологическую и гидрогеологическую характеристики площадки обследуемого здания, включая геологические разрезы участка, схемы гидроиэогипс. данные о направлении движения грунтовых вод. об источниках их загрязнения, о включениях агрессивных компонентов;**
* **оценку физико-механических свойств грунтов оснований по данным лабораторных анализов и полевых испытаний с учетом длительного уплотнения грунтов оснований во времени (опрессовки);**
* **данные о типе и геометрии фундаментов, оценку состояния и прочности фундаментов с учетом**

**результатов лабораторных испытаний материалов фундаментов, их инструментальных исследований в натурных условиях, а также визуальных наблюдений, в случае необходимости должен быть произве­ ден расчет осадки;**

* **выводы с учетом состояния строительных конструкций надземной части здания и соответству­ ющие рекомендации.**

18

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение А (обязательное)

### Расчеты устойчивости (несущей способности)

А.1 Основные положения

А.1.1 Расчеты устойчивости (несущей способности) системы сооружение — основание следует произво­ дить для сооружений всех классов по предельным состояниям первой группы; расчеты устойчивости склонов (мас­ сивов) следует производить в зависимости от последствий их разрушения либо по предельным состояниям первой или второй группы.

А.1.2 Критерием обеспечения устойчивости (несущей способности) системы сооружение — основание и склонов является следующая модификация обобщенного условия:

**<А1>**

**\* *F* ТС**

где *R* и *F —* расчетные значения соответственно обобщенных сдвигающих сил и сил предельного сопротивления или моментов сил. стремящихся сдвинуть (повернуть) и удержать систему сооружение — основание или склон. При определении *R* и *F* используют коэффициенты надежности по нагрузкам у,и по грунту определяемые по 1.3. и коэффициенты уй. определяемые в соответствии с приложением Б;

*уе* — коэффициент условий работы, принимаемый по таблице А.1;

*ks* — коэффициент устойчивости, отвечающий эксплуатационному состоянию системы сооруже­ ние — основание;

— нормативное значение коэффициента устойчивости.

Т а б л и ц а А.1 — Значения коэффициента условий работы

|  |  |
| --- | --- |
| Типы сооружений и оснований | Коэффициент условий работы |
| Гравитационные: бетонные, железобетонные, металлические и др. сооружения на наскальных и лолускальных основаниях |  | 1.0 |
| То же на скальных основаниях (кроме распорных сооружений) для расчетных поверхностей сдвига: |  |  |
| а) приуроченных к трещинам; |  | 1.0 |
| б) не приуроченных к трещинам |  | 0.95 |
| Распорные сооружения: |  |  |
| а) арочные плотины; |  | 0.75 |
| б) другие распорные сооружения на скальных основаниях | где *В* | 1.0 *-Е1Т.**—* распор; Г— сдвигающая нагрузка |
| Естественные откосы и склоны: |  |  |
| в) при методах расчете, удовлетворяющих условиям равновесия |  | 0.95 |
| б) в остальных случаях |  | 0.9 |
| П р и м е ч а н и я 1. При расположении сооружений в ССКЗ и прохождении расчетных поверхностей сдвига в зоне проморажива­ ния — оттаивания приведенные коэффициенты следует умножать на 0.95.
2. В необходимых случаях, кроме приведенных в таблице коэффициентов, должны приниматься дополнитель­

ные коэффициенты условий работы, учитывающие несоответствие расчетной схемы и методов рвсчета действи­ тельным условиям работы системы сооружение — основание. Величины этих коэффициентов должны быть обоснованы специальными исследованиями. |

Расчеты устойчивости (несущей способности) системы сооружение — основание должны производиться для всех возможных расчетных случаев (потенциально опасных поверхностей сдвига, расчетных схем и т. д.).

А.1.3 При определении расчетных нагрузок коэффициенты надежности по нагрузкам следует принимать в соответствии с приложением Е.

19

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

П р и м е ч а н и я

1. В тех случаях, когда а расчетах используются проекции равнодействующей нагрузок (сия), коэффициенты надежности по нагрузке должны быть назначены либо для равнодействующей, либо одинаковыми (повышающими или понижающими) для всех ее проекций.
2. Все нагрузки от грунта (вертикальное давление от веса грунта, боковое давление грунта) следует опре­ делять по расчетным значениям характеристик грунта tgi?M|, сП|, уМ|, принимая коэффициенты надежности по нагрузкам равными единице. При этом расчетные значения характеристик грунта принимаются больше или меньше их нормативныхэначвний в зависимости от того, какие из них при водят кневыгодным условиям загружения системы сооружение — основание.
3. Сочетание нагрузок и воздействий должно устанавливаться в соответствии с практической возможностью одновременного их действия на сооружение. При этом любая кратковременная нагрузка не вводится а сочетание, если она увеличивает устойчивость сооружения.
4. Если при определении расчетных величин нагрузок нельзя установить, какое значение *i,* (большее или меньшее) приводит к наиболее невыгодному случаю загружения сооружения, то следует производить сопостави­ тельные расчеты при обоих значениях коэффициентов надежности по нагрузке.

А.1.4 Расчеты устойчивости системы сооружение — основание и склонов следует производить методами, удовлетворяющими всем условиям равновесия в предельном состоянии.

Допускается применять и другие методы расчета, результаты которых проверены опытом проектирования, строительства и эксплуатации сооружений.

8 расчетахустойчивости следует рассматривать все физические и кинематические возможные схемы потери устойчивости сооружений, систем сооружение — основание, склонов (массивов).

А.1.5 Расчеты должны производиться для условий плоской или пространственной задачи. Условия простран­ ственной задачи принимают, если/<3£> или/< ЗЛ (для шпунтовых сооружений) или если поперечное сечение соору­ жения. нагрузки, геологические условия меняются по длине 36 (< ЗЛ). где / и Ь. соответственно, длина и ширина сооружения. Л — высота сооружения с учетом заглубления сооружений или шпунте в грунт основания. — длина участка с постоянными характеристиками.

Допускается использовать решения плоской задачи для систем сооружение — основание и склонов, работа­ ющих в пространственных условиях, путем учета сил трения и сцепления по боковым поверхностям сдвигаемого массива грунта и сооружения. При этом давление на боковые поверхности принимается равным давлению покоя. Это указание относится к сооружениям с фиксированными боковыми поверхностями, параллельными направле­ нию сдвига, и не распространяется на грунтовые массивы с произвольной боковой поверхностью обрушения.

А.1.6 Критерием обеспечения устойчивости сооружений и несущей способности систем сооруже­ ние — основание при вероятностной оценке является выполнение условия (при *R >* Fk);

О • *X* И - " \*\*» W \* №|. (А.2)

А

где (О) — нормативный уровень отказа (потери устойчивости).

А.1.7 Значение нормативного уровня вероятности отказа (потери устойчивости) (0|. отнесенное к сроку службы сооружения 70. допускается принимать в соответствии с 4.7 и таблицей Б.1 (приложение Б).

А.1.8 При нормальном законе распределения величин R и *F* вероятность отказа О рекомендуется вычислять по следующей формуле

### \

**1 1 *-ег1 mR* -Д>Я,**

2

**О"!**

к

### \*) S Ю).

(А.3>

где /лА. — математические ожидания несущей способности и силового воздействия, соответствующие А-му сочетанию нагрузок;

\_дисперсии математических ожиданий несущей способности и силового воздействия, соответству­ ющие А-му сочетанию нагрузок;

2 **v ^**

erf(i/) \* fe'\* *<tz* —функция ошибок.

Математическое ожидание и дисперсию несущей способности следует вычислять, используя соответ­ ствующие параметры характеристик грунтов, которые должны быть определены по экспериментальным данным. В качестве математических ожиданий характеристик грунтов допускается принимать их нормативные значения. Дисперсии (или средние квадратические отклонения) характеристик грунтов следует определять по разбросу экс­ периментальных данных. При отсутствии таких данных среднеквадратическое отклонение следует принимать как 2S % соответствующего математического ожидания.

Математические ожидания и дисперсии силового воздействия должны быть определены для всех возмож­ ных сочетаний нагрузок.

20

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

При других законах распределения величин f? и ^вероятность отказа Q следует олределятьс использование ем метода статистических испытаний (метода Монте-Карло).

А.1.9 Если обобщенное силовое воздействие, соответствующее \*-му сочетанию нагрузок, является редким воздействием (что соответствует различным особым сочетаниям нагрузок при детерминистическом подходе), то для аппроксимации вероятности появления редких воздействий рекомендуется применять модель Пуассона

(А.4)

гдеГ0— срок службы сооружения;

*ТР* — период повторяемости воздействия А\*.

Если обобщенное силовое воздействие соответствует основному сочетанию нагрузокпри детерминистичес­ ком подходе, то вероятность однократного появления силового воздействия *Fk* за срок службы сооружения равня­ ется единице: Р(Аа)а 1 ■

А.1.10 При расчетах надежности гидросооружений следует учитывать возможные погрешности, вызванные

неточностью принятой расчетной модели и конечностью выборок, используемых дпя определения исходных дан­ ных. Если статистические выборки, по которым определялись исходные параметры, малы, то следует определять еще и интервальную оценку надежности.

А.2 Расчет устойчивости сооружений на нескальных основаниях

А.2.1 8 расчетах устойчивости гравитационных сооружений на наскальных основаниях следует рассматри­ вать возможность потери устойчивости по схемам плоского, смешанного и глубинного сдвигов, выбор схемы зави­ сит от вида сооружения, классификационной характеристики основания, схемы эвгружения и др. факторов. Перечисленные схемы сдвига могут иметь место как при поступательной форме сдвига, так и при сдвиге с поворо­ том в плане.

Для сооружений, основанием которых являются естественные или искусственные откосы или их гребни, необходимо рассматривать схему общего обрушения откоса вместе с расположенным на нем сооружением.

Для сооружений I класса, кроме перечисленных расчетов устойчивости, оценку степени их устойчивости сле­ дует производить на основе анализа результатов расчетов напряженно-деформированного состояния системы сооружение — основание. Кроме того, в соответствии с 1.6—1.10 настоящего приложения наряду с детерминисти­ ческими методами расчетов должен выполняться вероятностный анализ надежности сооружений.

А.2.2 Расчеты устойчивости сооружений по схеме плоского сдвига следует производить для всех сооруже­ ний. несущих вертикальные и горизонтальные нагрузки.

Для сооружений расчеты устойчивости следует производить только по схеме плоского сдвига в следующих случаях:

* основания сооружений сложены песчаными, крулнообломочными. твердыми (/L < 0) и полутвердыми (О s *lL* sO.25) пылевато-глинистыми грунтами при выполнении следующих условий:

в) для случая равномерной нагрузки и эксцентриситета в сторону верховой грани сооружения:

*N •ZjS.iN-* <А5>

**в Ьт, 0**

б) при эксцентриситете е^ равнодействующей всех сил. приложенных к сооружению в сторону низовой грани сооружения:

(А.6)

*N.* ***ТГ-\*»о-***

### б п

* + основания сооружений сложены тугопластичными (0.25 < *iL<* 0.5) и мягкопластичными (0.5 < /^<0.76) глинис­ тыми грунтами при выполнении условий согласно формуле (A.S) или (А.6) и следующих дополнительных условий:

t g v , - t ♦-Slid!.\*о.45. (A.7)

**o** (A.8)

*c*

V

где e формулах (A.5)—(A.6):

*N*a— число моделирования;

nm- (Iii— среднее нормальное напряжение соответственно при ширине о и *Ь’:*

*Ь —* размер стороны (ширина) прямоугольной подошвы сооружения, параллельной сдвигающей силе (без учета длины анкерного понура);

*Ь' • Ь* - *2\*-,* ***р* \_**

ер — эксцентриситет в сторону низовой грани сооружения нормальной силы *Р* в плоскости подошвы, равный

расстоянию от точки пересечения с подошвой фундамента равнодействующей всех сил до оси сооруже­ ния:

21

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Y| — удельный вес грунта основания, принимаемый ниже уровня воды сучетом ее взвешивающего действия; (V0 — безразмерное число, принимаемое:

* + для плотных песков — N0\*1;
	+ для глинистых грунтов тугопластичной и мягкопластичной консистенций при невыполнении условий формулы (А.7) или (А.6) - *N0* \* 0:
	+ для остальных грунтов — М0 \* 3.

Для всех грунтов оснований сооружений! и II классов W0. как правило, следует уточнять по результатам экспе­ риментальных исследований методом сдвига штампов в котлованах сооружений;

*iL* — показатель текучести:

tg У| — расчетное значение коэффициента сдвига:

tg у,, с,. вц| — расчетные значения характеристик прочности грунта основания с учетом степени его консоли­ дации под нвгрузкой от сооружения к расчетному моменту и возможного их снижения в зоне проморажива­ ния — оттаивания (при строительстве в ССКЗ);

с? — коэффициент степени консолидации:

*к*— коэффициент фильтрации:

е — коэффициент пористости грунта в естественном состоянии;

Г0 — время возведения сооружения;

« — коэффициент уплотнения: при его определении учитывается изменение е и а во всем диапазоне изме­ нения нагрузок на основание:

7# — удельный вес воды.

йэ — расчетная толщина консолидируемого слоя.

П р и м е ч а н и я

1. За верховую грань сооружения следует принимать грань, со стороны которой действует сдвигающая нагрузка, за низовую грань сооружения — грань, в направлении которой проверяется возможность сдвига.
2. Указания настоящего пункта не распространяются на случаи, когда особенности конструкции или сооруже­ ния и геологического строения основания, в также распределение нагрузок предопределяют глубинный сдвиг.

А.2.3 При расчете устойчивости сооружения по схеме плоского сдвига за расчетную поверхность сдвига сле­ дует принимать:

* при плоской подошве сооружения — плоскость опирания сооружения на основаниес обязательной провер­ кой устойчивости по горизонтальной поверхности сдвига, проходящей через верховой край подошвы (выбор плос­ кой горизонтальной подошвы сооружения требует специального обоснования):
* при наличии в подошве сооружения верхового и низового зубьев:

а) при глубине заложения верхового зуба, равной или большей низового. — плоскость, проходящую через подошву зубьев, в также горизонтальную плоскость, проходящую по подошве верхового зуба;

б) при глубине заложения низового зуба более глубины заложения верхового зуба — горизонтальную плоскость, проходящую по подошве верхового зуба (при этом все силы следует отнести к указанной плос­ кости. кроме сил давления воды и пассивного давления грунта со стороны низовой грани сооружения, кото­ рые надлежит отнести к плоскости, проходящей по подошве низового зуба);

* при наличии в основании сооружения каменной постели — плоскости, проходящие по контакту сооружения с постелью, и постели с грунтом: при наличии у каменной постели заглубления в грунт следует рассматриветьтакже наклонные плоскости или ломаные поверхности, проходящие через постель:
* при наличии в основании зон. слоев или прослоек слабых грунтов, вт. ч. в зонах промораживания — оттаи­ вания. следует дополнительно оценивать степень устойчивости сооружения применительно к расчетным плоскос­ тям. проходящим в этих зонах или слоях.

А.2.4 При расчете устойчивости сооружений по схеме плоского сдвига (без поворота) при горизонтальной плоскости сдвига Я » Rfi, и *F* в формуле (А.2) следует определять по формулам

*Яр/* \* Ptfl ф, ♦ г\* ♦ Ac,(su l) + Яд. (А.9)

(А.10)

где Яр/— расчетное значение предельного сопротивления при плоском сдвиге;

Р — сумма вертикальных составляющих расчетных нагрузок (включая противодавление):

lg у,, с,. ) — характеристики прочности грунта по расчетной поверхности сдвига, определяемые по указаниям

пункта 6 нестоящего стандарта (с,. su|); учитываются только на той части площади основания, на которой отсутствуют растягивающие напряжения);

Ye — коэффициент условий работы, учитывающий зависимость реактивного давления грунта с низовой стороны сооружения от горизонтального смещения сооружения при потере им устойчивости, прини­

маемый по результатам экспериментальных или теоретических исследований, при их отсутствии значение *уе* рекомендуется принимать равным 0.7 (при специальном обосновании 0.7 < уе s 1.0);

£р№. Eeftir—соответственно расчетные значения горизонтальных составляющих силы пассивного давления грунта с низовой стороны сооружения и активного давления грунта с верховой стороны;

22

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

*А* — площадь проекции на поверхность сдвига подошвы сооружений, в пределах которой учитывается сцепление:

— горизонтальная составляющая силы сопротивления свай, анкеров и т. д.;

*F* — расчетное значение сдвигающей силы:

*ТЛш, Tlw*— суммы горизонтальных составляющих расчетных значений активных сил. действующих соответ­ ственно со стороны верховой и низовой граней сооружения, кроме активного давления грунта.

A.2.S 8 случае, если расчетная сдвигающая сила *F* приложена с эксцентриситетом а плоскости подошвы е^ **г** *O.OSjiF.* расчет устойчивости сооружений производится по схеме плоского сдвига с поворотом в плане {/ и Ь — размеры сторон прямоугольной подошвы сооружения). При однородном основании и равномерном распреде­

лении нормальных напряжений эксцентриситет ер расчетной сдвигающей силы fопределяется относительно цен­ тре тяжести подошвы сооружения. При неоднородном основании или неравномерном распределении напряжений эксцентриситет ер необходимо определять относительно центра тяжести эпюры распределенных по подошве сооружения предельных касательных напряжений.

Силу предельногосопротиепения при плоском сдвиге с поворотом в плане *R*p(t« следует определять по методикам, апробированным практикой проектирования.

А.2.6 Расчеты устойчивости сооружений по схеме смешанного сдвига следует производить дпя сооружений, несущих вертикальную и горизонтальную нагрузки и расположенных на однородных основаниях, во всех случаях, если не соблюдаются условия, приведенные в А.2.2. При этом сопротивление основания сдвигу ЯС0(П следует при­ нимать равным сумме сопротивлений на участках плоского сдвига и сдвига с выпором.

Ширина участка сдвига с выпором зависит от Д(Д\*). ол( я^,). у,. *N0* и <т№ (согласно А.2.2 настоящего приложения). Здесь — среднее нормальное напряжение в подошве сооружения, при котором происходит разрушение основа­ ния от одной вертикальной нагрузки, и участок плоского сдвига отсутствует: *ац,* и предельное касательное напряже­ ние на участке сдвига с выпором определяют методами теории предельного равновесия.

При смешенном сдвиге с поворотом в плане предельную сдвигающую силу принимают равной где а, определяют в соответствии с A.2.S.

А.2 7 Расчет устойчивости сооружений по схеме глубинного сдвига следует производить:

* для всех типов сооружений, несущих только вертикальную нагрузку:
* при несоблюдении условий А.2.2 — для сооружений, несущих вертикальную и горизонтальную нагрузки, расположенных на неоднородных основаниях.

А.2.8 Расчеты устойчивости сооружений не однородных основаниях по схеме глубинного сдвига допускает­ ся производить методами теории предельного равновесия, а на неоднородных основаниях — методами, опериру­ ющими расчлененной на элементы призмой обрушения, сдвигаемой по ломаным или круглоцилиндрическим поверхностям сдвига.

А.2.9 Устойчивость сооружений I класса рекомендуется оценивать также с помощью численного моделиро­ вания разрушения основания. Напряженно-деформированное состояние (НДС) системы сооружение — основа­ ние при таком моделировании следует определять по нелинейным моделям грунта, дающим статически допустимые (удовлетворяющие предельным условиям 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 увеличивают действующие на сооружение нагрузки или уменьшают значения прочностных характеристик грунта ф и С до наступления состояния предельного равновесия. О наступлении разрушения при таких расчетах следует судить по моменту резкого роста расчетных смещений или отсутствию сходимости итерационного процесса. Достигну­ тый к моменту разрушения коэффициент перегрузки принимается в качестве коэффициенте устойчивости.

А.2.10 При расчете устойчивости сооружений на основаниях, сложенных пылевато-глинистыми грунтами со степенью влажности *S/* > 0.85. и коэффициента степени консолидации с? < 4. следует учитывать нестабилизи- рованное состояние грунта основания одним из двух приведенных ниже способов:

* принимая характеристики прочности tg ф > / и с. соответствующие степени консолидации грунта основа­

ния к расчетному моменту (т. е. полным напряжениям) или *»и >* 1. и не учитывая при этом в расчетах наличие избыточного пороаого давления, обусловленного консолидацией грунта:

* учитывая по поверхности сдвига действие избыточного порового давления, возникающего при консолида­ ции грунта (определяемое экспериментальным или расчетным путем), и принимая характеристики прочности tg ф и с. соответствующие полностью консолидированному состоянию грунта (т. е. эффективным напряжениям).

А.2.11 При расчетах устойчивости сооружений на водонасыщенных несквльных основаниях, воспринимаю­ щих кроме статических также динамические нагрузки, следует учитывать влияние последних на несущую способ­ ность грунтов, обусловливающее снижение (против определенного в статических условиях) сопротивления недренироевнному сдвигу связных грунтов (см. 6.8) и возникновение избыточного порового давления в несвязных грунтах. Избыточное поровое давление при этом определяют либо расчетным путем, либо по результатам экспе­ риментальных исследований.

28

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

А.З Расчет устойчивости сооружений не скальных основаниях

А.3.1 Расчеты устойчивости сооружений не скальных основаниях, скальных откосах и склонах следует про­ изводить по схемам сдвига по плоским или ломаным расчетным поверхностям. При этом определяющими являют­ ся результаты расчета по той схеме, которая показывает наименьшую надежность сооружения (откоса, склона).

Для бетонных и железобетонных подпорныхсооружений (исключая водоподпорные) на сквльных основаниях следует также рассматривать схему предельного поворота (опрокидывания).

При плоской расчетной поверхности сдвига следует учитыввтьвозможные схемы нарушения устойчивости:

* поступательный сдвиг:
* сдвиг с поворотом в плане.

При ломаной расчетной поверхности сдвига учитываются возможные расчетные схемы.

* сдвиг вдоль ребер ломаной поверхности (продольный);
* сдвиг поперек ребер ломаной поверхности (поперечный};
* сдвиг под углом к ребрам ломаной поверхности сдвига (косой).

При выборе расчетной схемы следует исходить из статически и кинематически возможных схем потери устой­ чивости сооружения и нарушения прочности основания. Следует учесть, что опасными могут являться как поверх­ ности. привязанные к различным контурам ослабления (контакту сооружения с основанием, системам трещин или единичным трещинам, разломам, зонам дробления в скальном массиве), так и поверхности, проходящие внутри трещиноватого скального массива в направлениях, не совпадающих с трещинами.

в зависимости от конкретных условий следует рассматривать возможность потери устойчивости сооружения или с частью основания или без него.

А.3.2 Расчеты устойчивости всех видов бетонных сооружений наскальных оснований являются формой про­ верки прочности на сдвиг контакта сооружения с основанием или самого основания по глубинным поверхностям. Потенциально опасными могут быть поверхности сдвига, проходящие.

а) по области контакта сооружения с основанием: б) внутри основания:

в) частично по области контакта и частично внутри основания.

При этом следует учитывать, что поверхность сдвига, указанная в перечислении а), наиболее вероятна для сооружений на основаниях преимущественное горизонтальной (или близкой к горизонтальной) поверхностью как в пределах контакта с сооружением, так и вне его (для гравитационных и контрфорсных плотин, подпорных стен и др.). Виды поверхностей сдвига, указанные в перечислениях б) и в), наиболее вероятны для сооружений, возводи­ мых в узких ущельях или имеющих заглубленную в основание подошву, в т. ч. для гравитационных и арочных пло­ тин. подпорных стен, на крутых склонах и т. д.. а также при ступенчатой подошве сооружения.

А.3.3 Выбор схемы нарушения устойчивости сооружения или откоса (склоне) и определение расчетных поверхностейсдвига следует делать, исходя из анализа инженерно-геологических структурных моделей, отражаю­ щих основные элементы трещиноватости скального массива (ориентировку, протяженность, мощность, шерохова­ тость трещин, их частоту и т. д.) и наличие ослабленных прослоев и областей.

При оценке устойчивости сквльных откосов необходимо иметь в виду, что характер их обрушения в значи­ тельной степени определяется геологическим строением (структурой) и геомеханическими характеристиками скального массива, на основании внвлизв которых делается расчетная схема и применяется метод расчета.

Для скальных откосов потенциально опасными являются поверхности ослабления скального массива (тре­ щины. слабые прослои, тектонические зоны и т. п.).

А.3.4 При оценке устойчивости опорных береговых массивов гидротехнических сооружений (например, арочных плотин) либо любых других скальных массивов при ломаной поверхности сдвига, где смещение массива может быть рассмотрено состоящим из перемещений в двух взаимно пересекающихся направлениях, необходимо рассматривать сдвиг под углом к ребрам ломаной поверхности (продольно-поперечный сдвиг).

Метод оценки устойчивости береговых упорных мвссивов должен основываться на следующих исходных положениях:

* расчетные опорные скальные блоки рассматриваются как неизменяемое твердое тело;
* в расчетах учитываются силы без учета их моментов:
* разложение главного вектора приложенных к блоку активных сил на составляющие производится на направления нормалей к плоскостям сдвига и линии их пересечения:
* условием, определяющим кинематику смещения массива, состоящего извиртуальных перемещений в двух взаимно пересекающихся направлениях, является направление главного вектора приложенных сил под углом к ребрам ломаной поверхности сдвига (продольно-поперечный сдвиг):
* условием для перехода от сдвига по граням двугранного угла вдоль линии их пересечения к сдвигу по одной из плоскостей является равенство нулю или отрицательное значение составляющей главного вектора приложен­ ных сил. нормальной к другой из плоскостей сдвига:
* надежность берегового упора определяется результатом расчета наименее устойчивого из выделенных блоков.

24

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

А.3.5 Оценку устойчивости сооружений не скальных основаниях, скальных откосах и склонах допускается также производить на основе анализа результатов расчетов напряженно-деформированного состояния системы основание — сооружение.

А.3.6 При расчете устойчивости сооружений и скальных склонов по схеме сдвига вдоль ребер ломаной поверхности (продольный сдвиг) наиболее часто встречается случвй сдвига расчетного блоке по двум плоскостям, образующим двутрвнный угол, в направлении вдоль его ребре. Данная расчетная схема применима для скального массива или сооружения, рассматриваемого как единое твердое тело. Силы, воздействующие на расчетный блок призмы обрушения в какой-либо точке или зоне, принимаются как действующие на весь блок в целом. При оценке по данной схеме устойчивости опорных береговых массивов гидротехнических сооружений (например, арочных пло­ тин) возможное смещение расчетного блока поперек призматической поверхности сдвига (поперек ребер) не учи­ тывается.

Величины, входящие в критериальное условие (формула (А.2). необходимо определять по формулам

£ « 7. (А.11)

Д. (А.12)

\* в L < \* V 0 \*u u \* < чн .Л > *\* £ а \* R g -*

### i-i

где *F. Я* — согласно формуле (А.2):

Г — активная сдвигающая сила (проекция равнодействующей расчетной нагрузки не направление сдвига):

— равнодействующая нормальных напряжений (сил), возникающих на <-м участке поверхности сдви­ га от расчетных нагрузок:

ftg— сила сопротивления, ориентированная против направления сдвига, возникающая от анкерных усилий, и т. д.;

л — число участков поверхности сдвига, назначаемое с учетом неоднородности основания по проч­ ностным и деформационным свойствам;

\*9 Фмии ci и./— расчетные значения характеристик скальных грунтов для нго участка расчетной поверхности сдви­ га. определяемые в соответствии с настоящим приложением;

*А,—* площадь *Fro* участка расчетной поверхности сдвига;

*Еа —* расчетная сила сопротивления упорного массива (обратной засыпки), определяемая согласно A.3.7.

А.3.7 Расчетное значение силы сопротивления упорного мвссива или обратных засыпок определятся по формуле

*\*\*яУ\*Ер.\** (А.1Э)

где *Ера* — расчетное значение силы пассивного сопротивления.

Для упорного массива, содержащего поверхности ослабления, по которым данный массив может быть сдви­ нут. значение *Ера* следует определять без учета характеристик tg 9 и с по упорной грани по формуле

где О — вес призмы выпора:

Otgju ♦

ф|Н

### ci. iiAcotVi.»

)

* **'**

соа(« ♦ ф, ,,}

(А.14)

*А* — площадь поверхности сдвига призмы выпора:

а — угол наклоне поверхности сдвига (плоскости ослабления) призмы выпора к горизонту; tg ф, „ и с, „ — расчетные значения характеристик грунтов по поверхности сдвига (выпора);

у^ — коэффициент условий работы, принимаемый в зависимости от соотношения модулей деформации

грунта упорного массива (обратной засыпки) £s и основания £, при:

£/£,г0.ву' «0.7;

### £4/£,s0.1y' » £,/£,.\*

0.1 < £4/£, < 0.8уё определяется линейной интерполяцией;

£г— давление покоя, определяемое по формуле

уft2 v (А.15)

2 1-v‘

где у— удельный вес грунта упорного массива (обратной засыпки):

v — коэффициент поперечной деформации грунта упорного массива: Л — высоте упора на контакте с сооружением или откосом.

П р и м е ч а н и я

1. Сопротивление упорного массива следует учитывать только в случае обеспечения плотного контакта сооружения или откоса с упорным массивом.
2. Силу *Ер а* следует принимать горизонтальной независимо от наклона упорной грани массива.

25

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

А.3.8 При расчете устойчивости сооружений и ска л ьныхоткосое(скло нов)посхеме сдвига с поворотом е пле­ не следует учитывать возможное уменьшение сопротивлений сдвигу *R* против значений сил, устанавливаемых в предположении поступательного движения.

А.3.9 Расчеты устойчивости сооружений и скальных откосов (склонов) по схеме поперечного сдвига следует производить путем расчленения призмы обрушения (сдвига) на взаимодействующие элементы.

Расчленение призмы обрушения (сдвига) на элементы следует производить в соответствии с характером поверхности сдвига, структурой скального массива призмы и распределением действующих на нее сил. В пределах каждого элемента по поверхности сдвига характеристики прочности скального грунте принимают постоянными.

Выбор направлений расчленения призмы обрушения (сдвига) на элементы и расчетного метода следует про­ изводить с учетом геологического строения массива. При наличии пересекающих призму обрушения (сдвига) поверхностей ослабления, по которым возможно достижение предельного равновесия призмы, плоскости раздела между элементами следует располагать по этим поверхностям ослабления.

Расчет устойчивости coop ужений и скальныхоткосов(склонов)по схеме поперечного сдвига вусловиях плос­ кой задачи следует производить в зависимости от выбранного направления расчленения призмы обрушения (сдви­ га) на взаимодействующие элементы по любому расчетному методу, удовлетворяющему условиям равновесия в предельном состоянии как для каждого расчетного элемента (группы элементов) призмы, так и для всей призмы обрушения (сдвига) в целом. Допускается использовать для расчетов устойчивости методы, не отвечающие в полной мере вышеприведенным условиям, однако данные методы должны быть проверены на практике и должны использоваться в тех пределах, когда результаты расчетов по ним согласуются с результатами расчетов устойчи­ вости по методам, удовлетворяющим всем условиям равновесия в предельном состоянии.

А.З.Ю Для оценки устойчивости сооружений не скальных основаниях и скальных откосах, относимых к I клас­ су. при сложных инженерно-геопогических условиях в дополнение к расчету следует проводить исследования на моделях.

При экспериментальных исследованиях в моделях оснований сооружений или скальных склонов в соответ­ ствии с механическими условиями подобия (пород натуры и материала модели) должны воспроизводиться также наиболее важные особенности натурного массива: структура скального массива, его неоднородность и анизотро­ пия деформационных и прочностных свойств. При этом в первую очередь должны находить отражение потенциаль­ но опасные нарушения (трещины, рвзломы и т. д.) натурного массива.

26

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение Б (обязательное)

## Проектирование оснований гидротехнических сооружений

Б.1 Расчеты оснований гидротехнических сооружений следует производить по двум группам предельных состояний.

Деление расчетов на две группы предельных состояний учитывает характер возможных последствий при достижении соответствующего предельного состояния.

Меньшая значимость возможных последствий при достижении предельных состояний второй группы по срав­ нению с предельными состояниями первой группы учитывается регламентацией соответственно и менее жестких расчетных условий. 8 связи сзтим в формуле (1 (принимаются следующие значения козффициентов надежности:

в) для первой группы предельных состояний:

* 1. у„для сооружений I. II. Ill и IV классов соответственно равен 1.25: 1.20:1,15 и 1,10;
	2. *чк* принимается равным:
		+ для основного сочетания нагрузок — 1,00:
		+ для особого сочетания нагрузок, включающих особые нагрузки повторяемостью один раз в 100 или менее лет, —1,00:
		+ для особого сочетания нагрузок, включающих особые нагрузки повторяемостью реже чем один раз в 1000 лет (в т. ч. сейсмические нагрузки уровня MP3). — 0.90:
		+ для особого сочетания нагрузок, включающих сейсмическую нагрузку на уровне проектного землетря­ сения и на уровне максимального расчетного землетрясения, следует принять равным соответственно 0.95 и 0.85 согласно СП 58.13330. СП 14.13330 и (3):
		+ для сочетания нагрузок в периоды строительства и ремонта — 0.95. б) для второй группы предельных состояний во всех случаях у„ » *ук* « 1.

Значения коэффициента гс регламентируются в зависимости от видов сооружений, оснований и расчетов в соответствующих разделах настоящего стандарта.

Б.2 Расчеты по первой группе предельных состояний должны быть произведены для исключения следую­ щих предельных состояний, соответствующих полной непригодности к эксплуатации

* потери основанием несущей способности, а сооружением — устойчивости:
* нарушений общей фильтрационной прочности нескальных оснований, а также местной фильтрационной прочности скальных и наскальных оснований в тех случаях, когда они могут привести к появлению сосредоточенных водотоков, локальным разрушениям основания и другим последствиям, исключающим возможность дальнейшей эксплуатации сооружения:
* нарушений противофильтрвционных устройств в основании или их недостаточно эффективной работы, вызывающих недопустимые потери воды из водохранилищ и каналов или подтопление и заболачивание террито­ рий. обводнение склонов и т. д.:
* неравномерных перемещений различных участков основания, вызывающих разрушения отдельных частей сооружений, недопустимые по условиям ихдвльнейшей эксплуатации (нарушение ядер, экранов и других противо­ фильтрвционных элементов земляных плотин и дамб, недопустимое раскрытие трещин бетонных сооружений, выход из строя уплотнений швов и т. п.).

По предельным состояниям первой группы следует также производить расчеты прочности и устойчивости отдельных элементов сооружений, в также расчеты перемещений конструкций, от которых зависит прочность или устойчивость сооружения в целом или его основных элементов (например, анкерных опор шпунтовых подпорных стен).

К первой группе предельных состояний должны быть отнесены также расчеты перемещений сооружений или их конструктивных элементов, поведение которых может приводить к невозможности эксплуатации технологичес­ ких систем объекта.

Откосы, расположенные в непосредственной близости от сооружений и в местах примыкания последних, должны рассчитываться на устойчивость по первой группе предельных состояний. Если потеря устойчивости таких откосов не приводит сооружение в состояние, непригодное к эксплуатации, то расчеты откосов производятся по второй группе предельных состояний.

Расчеты по второй группе предельных состояний должны быть произведены для исключения следующих предельныхсостояний, обусловливающих непригодность сооружений и ихоснованийкнормальной эксплуатации.

* нарушений местной прочности отдельных областей основания, приводящих к повышению противодавле­ ния. увеличению фильтрационного расхода, перемещений и наклона сооружений и др..
* проявлений ползучести и трещинообразоввния в грунтах:
* перемещений сооружений и грунтов в основании, приводящих к осложнениям в эксплуатации объекта:

27

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

* потери устойчивости склонов и откосов, вызывающей частичный завал канала или русла, входных отвер­ стий водоприемников и другие последствия. Если потеря устойчивости склонов может привести сооружение в состояние, непригодное к эксплуатации, то расчеты устойчивости таких склонов следует производить по предель­ ным состояниям первой группы.

8 случае, если расчеты местной прочности основания свидетельствуют о возможности потери несущей спо­ собности основания в целом, должны быть предусмотрены мероприятия по увеличению прочности основания или изменению конструкции системы сооружение — основание и произведены расчеты по первой группе предельных состояний.

Б.З При проектировании оснований гидротехнических сооружений, подверженных действию динамических (волновых, ветровых, ледовых, технологических, эксплуатационных, а также сейсмических) нагрузок, расчеты оснований следует производить с учетом в необходимых случаях динамического характера взаимодействия соору­ жений с основанием (используя, как правило, нелинейные модели грунтов) и возможного изменения свойств грун­ тов при динамических(циклических)воздействиях.

Расчет оснований гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия должен производиться в соответствии с требованиями 5.1.7 настоящего стандарта.

Б.4 Наряду с детерминистическими методами расчета прочности оснований и устойчивости гидротехничес­ ких сооружений рекомендуется использовать вероятностные методы оценки их надежности и отказов.

При оценке вероятности отквза системы сооружение — основание оценивается вероятность выполнения условия:

R-F\*>Os|Q). (Б.1)

При этом обобщенная сила предельного сопротивления *R* и обобщенное силовое воздействие *Fk.* соответ­ ствующее /t-му сочетанию нагрузок, рассматриваются как величины, имеющие случайный характер: (О) — норма­ тивный уровень отквза (потери прочности, устойчивости и т. д.)

Значения нормативных уровней вероятности отквза (потери устойчивости сооружения, прочности основа­ ния) [О), отнесенные к сроку службы сооружения Г0. допускается принимать на основе статистических данных по отказам (авариям) и повреждениям. При отсутствии таких данныхдопускается пользоваться данными таблицы Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 — Значения вероятности отказа (повреждения) устойчивости сооружения

|  |  |
| --- | --- |
| Класс гидротехнических сооружений | Вероятность |
| отказа (0|. год\*' | повреждения р •(. год'\* |
| Все сооружения 1 класса и сооружения II класса, входящие в состав напорного фронта | 1-10'\* | 1 КГ\* |
| Сооружения II класса, не входящие в состав напорного фронта, и со­ оружения III клвсса. входящие в состав напорного фронта | 1-10-\* | 5 1 О\*4 |
| Остальные сооружения III класса | 5-10'\* | 1 10\* |
| Сооружения IV класса | 1-10\*’ | 5-10\* |

Б.5 В проектах оснований сооружений должна быть предусмотрена программа мониторинга, обеспечиваю­ щая на основании натурных наблюдений оценку состояния системы сооружение — основание, а также оценку техноприродных процессов, в т. ч. влияющих на экологическую обстановку, оценку действенности принятых про­ ектом природоохранных мероприятий, проверку, уточнение, корректировку оценок и прогнозов, начиная со строи­ тельного периода и на весь срок службы сооружения. 8 программе мониторинга должно быть уделено повышенное внимание этапам строительства, вводу а эксплуатацию и эксплуатации до стадии стабилизации про­ цессов взаимодействия ГТС с природным комплексом. При необходимости программа мониторинга должна уточ­ няться на каждом этапе с учетом изменения реальных условий.

Б.6 Состав и объем натурных наблюдений должны назначаться в зависимости от класса сооружений, их

конструктивных особенностей и новизны проектных решений, геологических, гидрогеологических, геокриологи­ ческих. сейсмических условий, способа возведения и требований эксплуатации. В ходе наблюдений следует определять:

* осадки, крены и горизонтальные смещения сооружения и его основания.
* температуру грунта в основании и грунтовом сооружении:
* пьезометрические напоры воды в основании и грунтовом сооружении:
* расход воды, фильтрующейся через основание сооружения:
* химичесхий состав, температуру и мутность профильтровавшейся воды в дренажах, а также в коллекторах:
* эффективность работы дренажных и противофильтрационных устройств:
* напряжения и деформации в основании сооружения:
* поровое давление в основании сооружения:
* сейсмические воздействия на основание.

28

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Определение указанных показателей производится с использованием результатов инструментальных изме­ рений. В дополнение к инструментальным наблюдениям следует предусматривать и визуальные дляоперативного выявления внешних проявлений развития неблагоприятных процессов в основании и грунтовых сооружениях.

Б.7 При проектировании оснований сооружений I—III классов необходимо предусматривать установку КИА для проведения натурных наблюдений за состоянием сооружений и их оснований в процессе строительства и в период их эксплуатации как для оперативной оценки надежности отдельных элементов, твк и системы сооруже­ ние — основание в целом, своевременного выявления дефектов и повреждений а системе, предотвращения ава­ рий. улучшения условий эксплуатации, а также для оценки правильности принятых методов расчета, их совершенствования. Для сооружения IV клвсса и их оснований следует предусматривать геодезические и визуаль­ ные наблюдения.

Состав и объем установки КИА не сооружениях и их основаниях должны определяться проектом натурных наблюдений и исследований, который составляется проектной организацией не всех стадиях проектирования и является неотъемлемой частью проекта сооружения.

П р и м е ч а н и я

1. Установке КИА не сооружениях IV класса и их основаниях требуется при обосновании в сложных инженер­ но-геологических условиях и при использовании новых конструкций сооружений.
2. Для сооружений IV класса инструментальные наблюдения допускается ограничить наблюдениями за фильтрацией в основании, осадками и смещениями сооружения и его основания.

6.8 При проектировании оснований гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены инженер­ ные мероприятия по охране окружающей среды, в т. ч. по защите прилегающих территорий от затопления и подтоп­ ления. загрязнения подземных вод промышленными стоками, а также по предотвращению оползней береговых склонов и др. процессов, способных вызвать негативные явления в береговых примыканиях ГТС и в водохранили­ ще (непроектную волну, переполнение выше ФПУ и т. п.). а также повреждение основных сооружений напорного фронта.

Б.9 Экологическое обоснование проекта обустройства основания гидротехнических сооружений должно включать разработку комплекса природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации сооружений, предусматривающих непревышение допустимого уровня антропогенного вмешательства в природную среду и гарантирующих сохранность природной среды, а также предотвращение в ней негативных деструктивных процес­ сов. Территорией, рассматриваемой в проекте, является район расположения основныхсооружений и область вли­ яния водохранилища и нижнего бьефа ГТС. Следует также предусмотреть мероприятия, ведущие к улучшению экологической обстановки по сравнению с естественной природной {создание зон рекреации, рекультивации земель и вовлечение их в хозяйственную деятельность человека и т. д.). Особое внимание этим вопросам должно быть уделено при возведении сооружений, образовании водохранилищ ит. п. в условиях карстующихся и многолет- немерзлых грунтов.

При проектировании оснований ГТС следует руководствоваться законодательными актами и нормативными документами согласно 5.1 нестоящего стандарте, устанавливающими требования к охране природной среды при инженерной деятельности.

Б.Ю Материалы, используемые при строительстве (привозные или местные — грунтовые, льдокомпозит­ ные), химические добавки и реагенты проходят санитарную и экологическую экспертизу каксамихматеривлов. таки результатов их воздействия на человека и природную среду.

29

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение В (рекомендуемое)

## Основные расчетные положения при проектировании гидротехнических сооружений

В.1 Назначение класса гидротехнических сооружений

В.1.1 Гидротехнические сооружения в зависимости от их высоты и типа грунтов основания, социально-эконо­ мической ответственности и последствий возможных гидродинамических аварий следует подразделять на классы.

В.1.2 Класс гидротехнического сооружения следует назначать в соответствии с таблицей В.1.

в. 1.3 Заказчик проекта гидротехнического сооружения вправе своим решением повысить класс сооруже­ ния по сравнению с указанным в таблице в.1. Класс основных гидротехнических сооружений следует принимать равным наиболее высокому его значению согласно таблице В.1

8 1.4 Класс второстепенных гидротехнических сооружений следует принимать на единицу ниже класса основных сооружений данного гидроузла, но не выше III класса.

В 1.5 Временные сооружения следует откосить к IV классу. Если разрушение этих сооружений может вызвать последствия катастрофического характера или значительную задержку возведения основных сооруже­ ний I и II классов, то их необходимо относить при надлежащем обосновании к III классу.

В. 1.6 Класс водоподлорных гидротехнических сооружений гидравлических и гидроаккумулирующих элек­ тростанций следует назначать с учетом их функции защитных сооружений для территории и объектов, располо­ женных в нижнем бьефе (таблица 8.1).

В.1.7 Класс основных гидротехнических сооружений комплексного гидроузла, обеспечивающего одновре­ менно потребности нескольких участников водохозяйственного комплекса (энергетика, транспорт, мелиорация, водоснабжение, борьба с наводнениями и пр.). следует устанавливать по сооружению, отнесенному к более высокому классу.

8.1.6 При совмещении в одном сооружении двух или нескольких функций различного назначения (напри­

мер. причальных с оградительными функциями) клвсс следует устанавливать по сооружению, отнесенному к более высокому классу.

в.1.9 Клвсс основных сооружений, входящих в состав напорного фронта, следует устанавливать по соору­ жению. отнесенному к более высокому классу.

В. 1.10 Класс основных гидротехнических сооружений гидроэлектростанции установленной мощностью

менее 1.0 млн кВт. определяемый по таблице В.1. следует повышать на единицу в случае, если эти электростан­ ции изолированы от энергетических систем и обслуживают крупные населенные пункты, промышленные пред­ приятия. транспорт и др. потребителей или обеспечивают теплом, горячей водой и паром крупные населенные пункты и промышленные предприятия.

в.1.11 При пересечении или сопряжении гидротехнических сооружений, которые могут быть отнесены к разным классам, следует для всех сооружений принимать класс более ответственного сооружения.

В.2 Нагрузки, воздействия н их сочетания

8.2.1 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения следует подразделять на постоянные, вре­ менные (длительные, кратковременные) и особые.

* + 1. Перечень нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения приведен в приложении Д.
		2. Перечень нагрузок и воздействий и их сочетаний, подлежащих учету при расчетах отдельных видов гидротехнических сооружений, следует принимать по соответствующим нормативным документам.
		3. Гидротехнические сооружения следует рассчитывать на основные и особые сочетания нагрузок и

воздействий.

В.2.5 Основные сочетания включают в себя постоянные и временные (длительные, кратковременные) нагрузки и воздействия.

8.2.6 Особые сочетания включают в себя постоянные, временные (длительные, кратковременные) и одну (одно) из особых нагрузок и воздействий.

В.2.7 Нагрузки и воздействия необходимо принимать в наиболее неблагоприятных, но реальных для рас­ сматриваемого расчетного случая сочетаниях, отдельно для строительного и эксплуатационного периодов и рас­ четного ремонтного случая.

в.2.6 При проектировании речных гидроузлов нагрузки от давления воды на сооружения и основания и силовое воздействие фильтрующейся воды (см. приложение Д) должны определяться для двух расчетных случа­ ев расходе воды: основного и поверочного.

8.2.9 Указанные нагрузки, соответствующие пропуску расхода воды основного расчетного случая, опреде­ ляют при НЛУ воды в верхнем бьефе. Их следует учитывать в составе основного сочетания нагрузок и воздей­ ствий.

В.2.10 Для гидроузлов, через которые пропуск расхода воды основного расчетного случаяосуществляется при уровнях верхнего бьефа, превышающих НПУ. соответствующие им нвгрузки и воздействия также следует учи­ тывать в составе основного сочетания нагрузок и воздействий.

30

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

В.2.11 Нагрузки от давления воды на сооружения и основания и силовое воздействие фильтрующейся воды, соответствующие пропуску расхода воды поверочного расчетного случая, должны определяться при ФПУ воды в верхнем бьефе и учитываться в составе особого сочетания нагрузок и воздействий.

В.2.12 В проектной документации и в декларации безопасности проектируемых гидротехнических сооруже­ ний речных гидроузлов должны быть приведены сведения о допустимых повреждениях при пропуске максималь­ ного расхода воды основного и поверочного расчетных случаев.

В.2.13 В строительный период следует учитывать возможность повышения уровня воды против расчетного из-за возникновения заторных и эажорных явлений.

В.2.14 Для сооружений, предназначенных для борьбы с наводнениями, нагрузки и воздействия, соответству­ ющие уровням, превышающим расчетные, следует учитывать в составе особого сочетания нагрузок и воздействий.

В.З Обоснование надежности и безопасности гидротехнических сооружений

В.3.1 Для обоснования надежности и безопасности гидротехнических сооружений должны быть произведе­ ны расчеты гидравлического, фильтрационного и температурного режимов, а также напряженно-деформированно­ го состояния системы сооружение — основание на основе применения современных главным образом численных методов механики сплошной среды с учетом реальных свойств материалов и пород оснований.

В.3.2 Обеспечение надежности системы сооружение — основание должно обосновываться результатами расчетов по методу предельных состояний их прочности {в т. ч. фильтрационной), устойчивости, деформаций и смещений.

В.3.3 Расчеты необходимо производить по двум группам предельных состояний:

* по первой группе (потеря несущей способности и /или полная непригодность сооружений, их конструкций и оснований к эксплуатации) — расчеты общей прочности и устойчивости системы сооружение — основание, общей фильтрационной прочности оснований и грунтовых сооружений, прочности отдельных элементов сооружений, раз­ рушение которых приводит к прекращению эксплуатации сооружений: расчеты перемещений конструкций, от кото­ рых зависит прочность или устойчивость сооружений в целом и др..
* по второй группе (непригодность к нормальной эксплуатации) — расчеты местной, в т. ч. фильтрационной, прочности оснований и сооружений, перемещений идвформаций. образования или раскрытиятрещин и строитель­ ных швов: расчеты прочности отдельных элементов сооружений, неотносящиеся к расчетам по предельным состо­ яниям первой группы.

В.3.4 При расчетах гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований надлежит соблюдатьследую- щее условие, обеспечивающее недопущение наступления предельных состояний:

***R\_***

*Уя*

где т№ — коэффициент сочетания нагрузок, принимаемый равным. в) при расчетах по первой группе предельных состояний:

* + для основного сочетания нагрузок — 1,00;

(В.1)

- для особого сочетания нагрузок, включающих особые нагрузки повторяемостью один раз в 100 или менее лет —1.00;

* + для особого сочетания нагрузок, включающих особые нагрузки повторяемостью реже, чем один раз в 1000 лет — 0.90.
	+ для особого сочетания нагрузок, включающих сейсмическую нвгрузку на уровне проектного землетря­ сения и максимального расчетного землетрясения следует принять равным соответственно 0.95 и 0.65 согласно СП 58.13330. [3|;

б) при расчетах по второй группе предельных состояний — 1.00.

П р и м е ч а н и е — 8 основное сочетание нагрузок и воздействий е период нормальной эксплуатации, как правило, включают временные кратковременные нагрузки годовой вероятностью более 0.01.

*F* — расчетное значение обобщенного силового воздействия (сила, момент, напряжение), деформации или другого параметра, по которому производится оценка предельного состояния, определенное с учетом коэффициента надежности по нагрузке *it:*

*R* — расчетное значение обобщенной несущей способности, деформации или другого параметра (при рас­ четах по первой группе предельных состояний — расчетное значение, при расчетах по второй группе предельных состояний — нормативное значение), устанавливаемого нормами проектирования отдель­ ных видов гидротехнических сооружений, определенное с учетом коэффициентов надежности по мате­ риалу 7п или грунту 7р и условий работы ус:

Гл— коэффициент надежности по ответственности сооружения, принимаемый:

а) при расчетах по предельным состояниям первой группы для классов сооружений: I — 1,25.

II— 1.20:

III —1.15;

IV— 1.10;

31

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

6} при расчетах по предельным состоянием второй группы — 1.00.

При расчете устойчивости естественных склонов значение определяется:

* как для сооружения, которое может прийти в непригодное для эксплуатации состояние в случае разруше­ ния склона.
* в остальных случаях — 1.00.

Расчетное значение нагрузки следует определять путем умножения нормативного значения нагрузки на соответствующий коэффициент надежности по нагрузке *тр*

Нормативные значения нагрузок следует определять по нормативным документам на проектирование

отдельных видов гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований.

Значения коэффициентов надежности по нагрузке у,при расчетах по предельным состояниям первой группы определяются в соответствии с приложением £.

Значения коэффициентов надежности по материалу ут и грунту у . применяемых для определения расчетных сопротивлений материалов и характеристик грунтов, устанавливаются соответствующими нормами проектирова­ ния отдельных видов гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований

Значения коэффициента условий работы уе. учитывающего тип сооружения, конструкции или основания, вид материала, приближенность расчетных схем, вид предельного состояния и др. факторы, устанавливаются норма­ тивными документами на проектирование отдельных видов гидротехнических сооружений, их конструкций и осно­ ваний. Коэффициенты ут. у9 и ус применяются в определении расчетного значения Я.

Расчеты гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований по предельным состояниям второй груп­

пы должны производиться с коэффициентом надежности по нагрузке уу. а также с коэффициентами надежности по материалу уж и грунтуу?. равными 1.0. кроме случаев, установленных нормативными документами на проектирова­ ние отдельных видов гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований.

в.3.5 Гидротехнические сооружения, их конструкции и основания надлежит проектировать таким образом, чтобы условие недопущения наступления предельных состояний согласно формуле (В.1 )собпюдалосьна всех эта­ пах их строительства и эксплуатации, в т. ч. и в конце назначенного срока их службы.

* + 1. Назначенные сроки службы основных гидротехнических сооружений в зависимости от их класса дол­ жны быть не менее расчетных сроков службы, которые принимают равными:
* для сооружений I и II классов — 100 лет;
* для сооружений III и IV классов — 50 лет.

При надлежащем технико-экономическом обосновании назначенный срок службы отдельных конструкций и элементов сооружения, разрушение которых не влияет на сохранность напорного фронта гидроузла, допускается уменьшать. При этом проектом должны быть предусмотрены технические решения, обеспечивающие восстанов­ ление разрушенных и ремонт поврежденных конструкций и элементов сооружения.

* + 1. Расчеты конструкций и сооружений следует производить с учетом нелинейных и неупругих деформа­ ций. влияния трещин и неоднородности материалов, изменения физико-механических характеристик строитель­ ных материалов и грунтов основания во времени, поэтапности возведения и нагружения сооружений.

8.3.6 Оценка надежности и безопасности гидротехнических сооружений осуществляется с использованием метода предельных состояний. Выбор предельных состояний и методов расчета гидротехнических сооружений осуществляется в соответствии с нормами проектирования отдельных видов сооружений и конструкций.

* + 1. В целях более полного раскрытия неопределенностей по факторам, определяющим надежность и безопасность гидротехнических сооружений и конструкций, уточнения расчетных характеристик и расчетных схем, сочетаний нвгруэоки воздействий, а также предельных состояний и оптимизации проектирования по методу предель­ ных состояний допускается применять вероятный анализ для обоснования принимаемых технических решений системы сооружение — основание.
		2. вероятностную оценку допускается осуществлять в целях более полного раскрытия неопределеннос­ тей по факторам, определяющим надежность и безопасность сооружений и конструкций, уточнения расчетных характеристик, схем, сочетаний нагрузок и воздействий, в также предельных состояний.

Для напорных гидротехнических сооружений I—111 классов расчетные значения вероятностей возникновения аварий не должны превышать значения, приведенные в таблице 8.1.

Т а б л и ц а 8.1 — Допускаемые значения вероятностей возникновения аварий на напорных гидротехнических сооружениях I—III классов, год\*1

|  |  |
| --- | --- |
| Класс гидротехнического сооружения | Вероятность возникновения аварии |
| I | 5-10-5 |
| II | 5-1СГ\* |
| III | 3-10°  |

* + 1. Основные технические решения, определяющие надежность и безопасность гидротехнических сооружений I и II классов, наряду с расчетами должны обосновываться научно-исследовательскими, е т. ч. экспери­ ментальными. работами, результаты которых следует приводить в составе проектной документации.

32

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение Г (обяэегелькое)

## Классы гидротехнических сооружений

Т а б л и ц а Г.1 — Класс основных гидротехнических сооружений в зависимости от их высоты и типа грунтов оснований

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сооружения | Тип грунтовОСМОММИЯ | Высота сооружений, м. при их классе |
| • | II | III | IV |
| 1 Плотины из грунтовых материалов | А | >80 | 50—80 | 20—50 | <20 |
| Б | >65 | 35—65 | 15—35 | < 15 |
| 8 | >50 | 25—50 | 15—25 | < IS |
| 2 Плотины бетонные, железобетонные: подвод- ные конструкции зданий гидростанций.другие бетонные сооружения, участвующие в создании напорного фронта | А | > 100 | 60—100 | 25—60 | <25 |
| Б | >50 | 25—50 | 10—25 | < 10 |
| 8 | >25 | 20—2S | 10—20 | < 10 |
| 3 Подпорные стены | А | >40 | 25—40 | 15—25 | < 15 |
| Б | >30 | 20—30 | 12—20 | < 12 |
| 8 | >25 | 18—2S | 10—18 | < 10 |

П р и м е ч а н и я

* + - 1. Грунты. А — скальные: Б — песчаные, крупнообломочные и глинистые в твердом и полутвердом состо­ яниях: В — глинистые водонасыщенные в пластичном состоянии.
			2. Высоту гидротехнического сооружения и оценку его основания следует принимать поданным проекте.

Т а б л и ц а Г.2 — Класс основных гидротехнических сооружений в зависимости от их социально-экономической ответственности и условий эксплуатации

|  |  |
| --- | --- |
| Объекты гидротехнического строительства | Класс сооружений |
| 1 Подпорные сооружения гидроузлов при объеме водохранилища, млн м3; |  |
| > 1000 | 1 |
| 200—1000 | II |
| SO—200 | III |
| <50 | IV |
| 2 Гидротехнические сооружения гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций установленной мощностью. М8т: |  |
| > 1000 | 1 |
| 300—1000 | II |
| 10—300 | III |
| < 10 | IV |

33

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Т а б л и ц а Г.З — Класс гидротехнических сооружений а зависимости от последствий возможных гидродинами­ ческих аварий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс гидро­технических сооружений | Число постоянно проживавших людей, которое могут пострадать от а&арии гидротехмичес «их сооружений.человек | Число людей, условия жизнедеятельности которых могу? быть порушены при аварии гидротехнических сооружений.человек | Размер возможною материальною ущерба без учетаубытков владельца гидротехнических сооружений, или.МРОТ | Характеристика территории распространения чрезвычайной ситуации, возникшей в результате аварии гидротехнических сооружений |
| I | >3000 | > 20000 | > 50 | 8 пределах территории двух и более субъектов РФ |
| II | 500—3000 | 2000—20000 | 10— SO | 8 пределах территории одного субъекта РФ (Двух и более муниципальных обра­ зований) |
| III | < 500 | <2000 | 1 — 10 | 8 пределах территории одного муници­ пального образования |
| IV | — | — | < 1 | 8 пределах территории одного муници­ пального образования |
| П р и м е ч а н и й 1. возможный ущерб от аварии гидротехнических сооружений определявтсй на момент разработки проекта.
2. МРОТ — минимальный размер оплаты труда по законодательству Российской Федерации, действую­ щему на момент разработки проекта.
 |

34

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение Д (рекомендуемое)

## Перечень нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения

Д.1 Постоянные и временные (длительные и кратковременные) нагрузки и воздействия Д.1.1 Собственная месса конструкции и сооружения.

Д.1,2 Масса постоянного технологического оборудования (затворов, турбоагрегатов, трансформаторов

и др.). место раслоложения которого на сооружении не изменяется а процессе эксплуатации.

Д.1.Э Давление воды непосредственно на поверхность сооружения и основания, силовое воздействие фильтрующейся воды, включающее в себя объемные силы фильтрации и взвешивания в водонасыщенных частях сооружения и основания и противодавление на границе водонепроницаемой части сооружения при нормальном подпорном уровне, соответствующем максимальным расходам воды расчетной вероятности превышения основно­ го расчетного случая и нормальной работе лрогиеофильтрвционных и дренажных устройств.

Д.1.4 Масса грунта и его боковое давление: горное давление: давление грунта, возникающее вследствие деформации основания и конструкции, вызываемой внешними нагрузками и температурными воздействиями.

Д.1.5 Давление от намытого золошлакового, шламового и т. л. материале. Д.1.6 Давление отложившихся наносов.

Д.1.7 Нагрузки от предварительного напряжения конструкций.

Д.1.8 Нагрузки, вызванные избыточным поровым давлением незавершенной консолидации в водонасыщен- ном грунте при нормальном подпорном уровне и нормальной работе лротивофильтрационных и дренажных устройств.

Д.1.9 Температурные воздействия строительного и эксплуатационного периодов, определяемые для одного года со средней амплитудой колебания среднемесячных температур наружного воздуха.

Д.1.10 Нагрузки от перегрузочных и транспортных средств и складируемых грузов, а также др. нагрузки, свя­ занные с эксплуатацией сооружения.

Д.1.11 Нагрузки и воздействия от максимальных волн в расчетном шторме с частой повторяемостью.

Д.1.12 Нагрузки и воздействия от ледяного покроев максимальной толщины и прочности с частой повторяе­ мостью.

Д.1.13 Нагрузки от судов (вес. навал, швартовные и ударные) и от плавающих тел. Д.1.14 Снеговые и ветровые нагрузки.

Д.1.15 Нагрузки от подъемных и других механизмов (мостовых и подвесных кранов и т. п.)

Д.1.16 Давление от гидравлического удара в период нормальной эксплуатации.

Д.1.17 Динамические нагрузки при пропуске расходов по безнапорным и напорным водоводам при нормаль­ ном подпорном уровне.

Д.2 Особые нагрузки и воздействия

Д.2.1 Давление воды непосредственно не поверхности сооружения и основания: силовое воздействие фильтрующейся воды, включающее объемные силы фильтрации и взвешивания в водонасыщенных частях соору­ жения и основания и противодавление на границе водонепроницаемой части сооружения, нагрузки, вызванные избыточным поровым давлением незавершенной консолидации а водонасыщенном грунте, при форсированном уровне верхнего бьефа, соответствующем максимальным расходам воды расчетной вероятности превышения поверочного рвсчетного случая и при нормальной работе лротивофильтрационных или дренажных устройств или при нормальном подпорном уровне верхнего бьефа, соответствующем максимальным расходам воды расчетной вероятности основного расчетного случая и нарушения нормальной работы лротивофильтрационных или дренаж­ ных устройств (взамен Д.1.3 и Д.1.8).

Д.2.2 Температурные воздействия строительного и эксплуатационного периодов, определяемые для года с наибольшей амплитудой колебания среднемесячных температур наружного воздуха (взамен Д.1.9).

Д.2.Э Нагрузки и воздействия от максимальных волн в расчетном шторме с редкой повторяемостью (взамен

Д-1.11).

Д.2 4 Нагрузки и воздействия от ледяного покрова максимальной толщины и прочности с редкой повторяе­ мостью или прорыве заторов при зимних пропусках воды в нижний бьеф для плотин или других сооружений, участ­ вующих в создании напорного фронта (взамен Д.1.12).

Д.2.5 Давление от гидравлического удара при полном сбросе нагрузки (взамен Д.1.16).

Д.2.6 Динамические нагрузки при пропуске расходов по безнапорным и напорным водоводам при форсиро­ ванном уровне верхнего бьефа (взамен Д.1.17).

Д.2.7 Сейсмические воздействия.

Д.2.8 Динамические нагрузки от взрывов.

Д.2.9 Гидродинамическое и взвешивающее воздействия, обусловленные цунами.

35

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение £ (обязательное)

### Значения коэффициента надежности по нагрузке уу при расчетах по предельным состояниям первой группы

Т а б л и ц е £.1 — Значения коэффициента надежности по нагрузке у,при расчетах по предельным состояниям первой группы

|  |  |
| --- | --- |
| Нагрузки и воздействия | Значения коэффициенте надежности по нагрузке у, |
| Давление воды непосредственно на поверхности сооружения и основания; силовое воздействие фильтрующей воды; волновое давление; пороеое давление | 1.0 |
| Гидростатическое давление подземных вод на обделку тоннелей | 1.1 (0.9) |
| Собственный вес сооружения (без веса грунта) | 1.05 (0.95) |
| Собственный вес обделок туннелей | 1.2 (0.8) |
| 8ес грунта (вертикальное давление от веса грунта) | 1.1 (0.9) |
| Боковое давление грунта (см. примечания 2 и 3 к таблице) | 1.2 (0.8) |
| Давление наносов | 1.2 |
| Давление от намытого золошлакового, шламового и т. п. материала | 1.0 |
| Нагрузки от подъемных перегрузочных и транспортных средств | 1.2 |
| Нагрузки от навалочных грузов | 1.3 (1.0) |
| Нагрузки от людей, складируемых грузов и стационарного технологического оборудо­ вания. снеговые и ветровые нагрузки | По СП 20.13330 |
| Нагрузки от предварительного напряжения конструкций | 1.0 |
| Нагрузки от судов (вес. навал, швартовые и ударные) | 1.2 |
| Ледовые нагрузки | 1.1 |
| Усилия от температурных и влажностных воздействий, принимаемых по справочным и литературным данным | 1.1 |
| Сейсмические воздействия | 1.0 |
| Нагрузки от подвижного состава железных и автомобильных дорог | По СП 3S.13330 |
| Нагрузки, нормативные значения которых устанавливаются на основе статистичес­ кой обработки многолетнего ряда наблюдений, экспериментальных исследований, фак­ тического измерения с учетом коэффициента динамичности | 1.0 |
| П р и м е ч а н и я 1. Указанные в скобках значения коэффициента надежности по нагрузке у, относятся к случаям, когда при­ менение минимального значения коэффициента приводит к невыгодному звгружению сооружения.
2. Коэффициент надежности по нагрузке г,следует принимать равным единице для всех грунтовых нагру­ зок и собственного веса сооружения, вычисленных с применением расчетных значений характеристик грунтов (удельного веса и характеристик прочности) и материалов (удельного веса бетона и др.). определенных а соот­ ветствии со строительными нормами и правилами проектирования основания и отдельных видов сооружений.
3. Значение коэффициента надежности по нагрузке у,» 1.2 (0.8) для нагрузок бокового давления грунта следует применять при использовании нормативных значений характеристик грунта.
 |

36

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение Ж (обязательное)

### Подземный контур

Ж.1 Подземный контур бетонных и железобетонных плотин на нескальных основаниях а зависимости от инженерно-геологических и геокриологических условий проектируется из следующих конструктивных элементов:

* понур:
* вертикальная преграда в виде шпунте, зуба или лротивофильтрвционной завесы:
* дренаж горизонтальный или вертикальный.

Ж.2 Рассматриваются следующие основные схемы подземного контура:

* схеме 1 — бездренажные фундаментная плита и понур;
* схема 2 — горизонтальный дренаж фундаментной плиты;
* схеме 3 — горизонтальный дренаж под фундаментной плитой и понуром:
* схема 4 — вертикальная преграда, пересекающая водопроницаемое основание на всю его глубину;
* схеме S — сочетание из понура, вертикальной преграды, не доходящей до водонепроницаемого слоя, и дренажа, устраиваемого за вертикальной преградой.

При наличии в основании плотины перемежающихся слоев песчаных и глинистых грунтов, а также напорных грунтовых вод следует рассматривать целесообразность устройства в подземном контуре плотины, кроме дренажа под фундаментной плитой глубинных дренажных скважин.

Ж.Э Схему 1 следует применять при расположении плотины на песчаных грунтах и глубоком (более 20 м) залегании водоупорв е случаях, если общая устойчивость сооружения обеспечивается без специальных мер по снижению фильтрационного давления, а по условию фильтрационной устойчивости грунтов основания требуется предусматривать удлиненный подземный контур. В остальных случаях при указанных геологических условиях над­ лежит применять схему 2.

Схему 3 следует применять при наличии в основании глинистых грунтов, требующих дпя обеспечения устой­ чивости сооружения на сдвиг применения анкерного понура. При этом является обязательным устройство лонурно- го шпунта или зуба.

Схему 4 следует применять при залегании водоупора на глубине не более 20 м. В этом случае понур допуска­ ется не предусматривать.

Схему 5 следует применять для плотин с напором бопее Юм. возводимых на средних по проницаемости грун­

тах.

37

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение И (обязательное)

### Фильтрационные расчеты оснований

И.1 При проектировании оснований гидротехнического сооружения необходимо обеспечивать фильтраци­ онную прочность грунтов оснований, устанавливать допустимые по технико-экономическим показателям фильтра­ ционные рвсходы и противодавление фильтрующейся воды на подошву сооружения.

8 зависимости от конструктивного обустройства подземного контура сооружения и гидрогеологических характеристик оснований надлежит определять:

* формусвободной поверхности и распределение напора фильтрационного потока вдоль подземного конту­ ра сооружения в каждом из выбранных сечений {створов) расчетной области основания;
* рвсходы и градиенты напора фильтрационного потока внутри расчетной области основания, особенно в местахсолряжений расчетных грунтовых элементов (РГЭ)с резко отличающимися фильтрационными свойствами, и на участках разгрузки потока (при высвчивании на откосы, в дренажные устройства и т. л.);
* силовое воздействие фильтрационного потока на массив грунта основания;
* общую и местную фильтрационную прочность грунтов в основании, причем общую фильтрационную проч­ ность следует оценивать лишь для нескальных грунтов основания, в местную — для всех классов грунтов;
* конструкцию и характеристики дренажного и противофильтрационного обустройства основания сооруже­ ния. а также схемы размещения в нем измерительной и регистрирующей аппаратуры, с помощью которой следует контролировать параметры фильтрационных потоков (полей) и суффоэионную устойчивость грунтов.

И.2 Исходные для расчетовусловия формирования фильтрационных полей в выбранных створах основания надлежит определять путем моделирования фильтрационного потока не физических, аналоговых или численных моделях, позволяющих получать картину распределения напора и град иент-скоростные характеристики потока как в области ламинарной фильтрации, так и при необходимости при квадратичном режиме течения фильтрующейся воды.

По результатам моделирования должна быть установлена «активная зона» основания, за пределами кото­ рой возможное изменение характеристик слагающих его грунтов существенно не повлияет на условия формирова­ ния фильтрационного поля в расчетном створе. 8 простых, поддающихся несложной схематизации, случаях допускается производить фильтрационные расчеты аналитическими методами.

Расчеты и моделирование фильтрационного потока должны осуществляться на базе данных, полученных при инженерных изысканиях, и достаточно пол но отражающих геологическую структуру грунтового массива основа­ ния. с выделением в нем наиболее характерных по своим фильтрационным свойствам участков, попадающих в

«активную зону» области фильтрации, учитывая возможное изменение этих свойств во времени (вследствие уве­ личения или уменьшения напряжений и деформаций в грунтовой толще основания, криогенных и микробиологи­ ческих процессов и т. п.).

И.З При выполнении фильтрационных рвсчетовосноввния (см. И.1) необходимо учитывать дополнительное обводнение верхних мелкозернистых слоев грунтовой толщи (выше поверхности депрессии)вследствие образова­ ния в них пассивной «капиллярной каймы», непосредственно связанной с зоной полного водонасыщения и участву­ ющей в формировании фильтрационного потока в основании. Для этого следует использовать данные, приведенные в таблице И.1.

Т а б л и ц а И.1 — Значения высоты пассивного зависания «капиллярной каймы»

|  |  |
| --- | --- |
| вид грунта в зоне капиллярного аодоудержамия | Высота пассивного зависания «капиллярной каймы» *Н* , м |
| Песок среднеэернистый | 0.12—0.35 |
| Песок мелкозернистый | 0.35—1.00 |
| Супесь | 1.00—3.00 |
| Суглинок | 3.00—6.00 |
| Глина легкая | 6.00—12.00 |

И.4 Фильтрационную прочность основания следует оценивать с учетом сопоставления полученных в результате моделирования характеристик фильтрационных полей (градиенты напора, скорости фильтрации) с их критическими значениями согласно 6.20 и 6.33 настоящего стандарта.

Если в основании сооружения залегают несквльные грунты, то необходимо также определять общую фильтрационную прочность, исходя из условия формулы (1) настоящего стандарта. При этом параметр *F*в полага­ ется равным осредненному градиенту нвлорв *1лит* вдоль подземного контура сооружения, определяемому для

36

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

сооружений 1и II классов по методу удлиненной контурной линии. За параметр *R0* принимается расчетный критичес­ кий градиент напора /егп|. численные значения которого приведены в разделе 6.

Коэффициенты надежности и ук следует принимать по разделу 5 настоящего стандарта по первой группе предельных состояний. Коэффициент ус в этом случае равен единице.

Значения / *(т* для оснований I и II классов следует определять по методу удлиненной контурной линии.

8 отдельных случаях значения *1вит* допускается определять др. приближенными методами

И 5 Местную фильтрационную прочность нескального основания, которая, в отличие от общей, обусловлена исключительно конкретными проявлениями (видами) нарушения суффоэионной устойчивости грунтов, необходи­ мо определять только в следующих областях основания:

* вместе выхода (разгрузки) фильтрационного потока из толщи основания в нижний бьеф, дренажное устрой­ ство и т. п..
* в прослойках суффозионно-неустойчивых грунтов;
* в местах с большим падением напора фильтрационного потока, например при обтекании подземных пре­

град;

* на участках контакта грунтов с существенно разными фильтрационными свойствами и структурой.

Местную фильтрационную прочность нескального основания оценивают исходя из общего условия по фор­

муле (1) настоящего стандарте, полагая F0 и Я4 равными местному градиенту напора 7вые рассматриваемой облас­ ти основания и местному критическому градиенту напора определяемым согласно И.5.

Местную фильтрационную прочность скального основания надлежит оценивать аналогичным обрезом исхо­ дя из условия формулы (1) настоящего стандарта, в котором параметры F0 и R0 принимаются равными соответ­ ственно средней скорости движения воды в трещинах массива основания У#4(/и критической скорости движения воды в трещинах *V*оп**C**р**r**е**J**деляемыми по указаниям в соответствии с И.5.

Коэффициенты г„. *iK* и *te* при оценках местной прочности принимаются такими же. как при расчетах общей

фильтрационной прочности.

И.6 При выборе системы дренажного и противофильтрвционного обустройства основания проектируемого сооружения необходимо учитывать условия его эксплуатации и требования по охране окружающей среды в части подтопления, заболачивания прилегающей территории, активизации карстово-суффозионных процессов и т. п.

И.7 Устройство противофильтрационных завес (преград) обязательно в тех случаях, когда основание сло­ жено фильтрующими слабо водоустойчивыми и быстрорастворимыми, а также суффозионно неустойчивыми грун­ тами (гипс, ангидрит, каменная соль, засоленные и загипсованные, а также сильноразнозернистые грунты и т. д ). При водостойких, несуффозионных грунтах наличие завесы должно быть дополнительно обосновано. При обосно­ вании необходимости устройстве противофильтрационных завес а мерзлых грунтах следует учитывать следую­ щее; в проекте оснований сооружений должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие предотвращение в процессе строительства снижения принятых а расчетах прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик грунтов основания за счет промерзания, выветривания, разуплотнения и разжижения грунтов, а так­ же исключающие возможность фильтрации напорных вод через дно котлована и его непроектное затопление.

И.8 Противофильтрационные преграды (завесы, понуры, экраны) должны выполняться из малопроницае­ мых материалов, коэффициент фильтрации которых как минимум в 20 раз меньше коэффициента фильтрации основания. Толщина противофильтрационной завесы должна обеспечивать непревышение критического градиента, определяющего фильтрационную прочность самой завесы. На участках сопряжения завесы с подошвой сооружения в целях уменьшения градиентов напора фильтрационного потока в этом месте и дополнительного уплотнения грунта для предотвращения его суффозии в проекте следует предусматривать местное усиление завесы.

И.9 При близком звлегании слабопроницаемых грунтов противофильтрвционную завесу следует, как прави­ ло, сопрягать с водоупором: при глубоком залегании водоулора рассматривается висячая завеса.

Параметры противофильтрационной завесы (глубина, длина, толщина и местоположение в основании сооружений) следует обосновывать расчетом или результатами экспериментальных исследований. Для сооруже­ ний ill и IV классов вместо расчетов допускается использовать аналоги.

И.10 При проектировании скальных оснований высоких бетонных плотин следует учитывать, что под напор­ ной тренью в процессе подъема уровня верхнего бьефа (УВБ)может возникнуть зона разуплотнения значительных размеров с разрывом противофильтрационной завесы, многократным увеличением фильтрационных расходов, а также с заметным увеличением противодавления. 8 связи с этим в проекте должны быть оценены размеры этих зон и предусмотрены технические и технологические решения, обеспечивающие возможность восстановления требуе­ мой водонепроницаемости завесы как а процессе строительства и подъема УВБ. так и в процессе эксплуатации сооружения.

И.11 В месте сопряжения противофильтрационных устройств грунтовых плотин со скальными грунтами основания или берегами в проектах следует предусмотреть укладку и уплотнение грунта, устойчивого ксуффозии и способного копьматироввть трещины в скале

И.12 В проектах оснований водолодпорных сооружений в качестве мероприятия поснижению противодавле­ ния предусматриваются разного вида дренажные устройства. В скальных основаниях дренаж следует располагать со стороны напорной грани сооружения, а при недостаточной эффективности работы такого дренажа — в средней чести его подошвы.

39

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Местоположение дренаже и его размеры следует определять исходя из требований необходимого снижения фи льтрвционного противодавления на подошву сооружения и обеспечения допустимых значений выходных гради­ ентов напоре, не приводящих к нарушение фильтрационной прочности грунтов основания, е в ССКЗ — с учетом теплового режима системы основание — сооружение.

Отказ от устройстве дренажа основания допускается при наличии в основании грунтов, подверженных хими­ ческой или механической суффозии.

И. 13 При проектировании лротивофильтрационной завесы в нескальном основании следует принимать сле­ дующие критические градиенты напора:

* + в инъекционной завесе:

а) в гравийных и галечниковых грунтах — 7.5; 6} в песках крупных и средней крупности — 6.0. в) в мелких песках — 4.0:

* + в завесе (диафрагме), сооружаемой способом «стена в грунте», в грунтах с коэффициентами фильтрации до 200 м/сут в зависимости от материала и длительности ее эксплуатации — по таблице Д.2. в которой также приве­ дены харвктеристики материалов, используемые при расчетах механической прочности завесы.

Т а б л и ц е И.2 — Расчетные значения характеристик

|  |  |
| --- | --- |
| Материал завесы | Расчетные значения характеристик |
| Критический градиент напора / | Предел прочности на одноосное сжатие *R .* МПа | Модуль деформации*£.* МПа | Коэффициент поперечной деформации |
| Бетон | 180 | 11.5 | 22 10’ | 0.20—0.22 |
| Гпиноцементобетон | 150 | 1.0—2.0 | 300—500 | 0.35—0.37 |
| Глиноцементный раствор | 125 | 1.0—2.0 | 30—50 | 0.37—0.40 |
| Комовая глина | 40 | — | 20—25 | 0.32—0.38 |
| Заглинизироввнный грунт | 25 | — | 15—20 | 0.30—0.35 |

П р и м е ч а н и е — Для временных завес значения критических градиентов напора допускается увели­ чивать на 25 %.

И.14 При проектировании лротивофильтрационной цементационной завесы в скальном основании следует

принимать критический градиент напора /сге завесе е зависимости от удельного водопоглощения е пределах заве­ сы *qe* по таблице И.З.

Т а б л и ц а И.З — Критический градиент напора в завесе

|  |  |
| --- | --- |
| Удельное аодологлощеиие скальною трумта в завесе п/(мин - и2) | Критический градиент напора е завесе |
| <0.02 | 3S |
| 0.02—0.05 | 2S |
| >0.05 | 15 |

в случае, если завеса (одна или в сочетании сдр. лротивофильтрационными устройствами) также защищает от выщелачивания содержащиеся в основании растворимые грунты, допустимое удельное водопоглощение следу­ ет обосновывать либо расчетами, либо экспериментальными исследованиями.

Проницаемость лротивофильтрационной завесы должна быть меньше проницаемости грунта основания не менее чем в 20 раз.

И.15 Для предотвращения выпора грунта на участках, где фильтрационный поток с градиентами напора, близкими к единице, выходит на поверхность основания, в проекте необходимо предусматривать проницаемую пригрузку или разгрузочный дренаж. Материал пригрузки должен подбираться по принципу обратного фильтра для защиты грунта основания от контактной суффозии.

Необходимая толщина пригрузки определяется исходя из условия недопущения фильтрационного выпора грунта.

40

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение К (обязательное)

### Расчет оснований и грунтовых сооружений по деформациям

К.1 Расчет оснований и грунтовых сооружений (плотин и др.) по деформациям необходимо производить в целях обоснования конструкции системы сооружение — грунтовое основание или ее элементов, перемещения которых (определенные расчетом осадки, горизонтальные смещения сооружений, крены и пр.) не должны превос­ ходить нормируемые критерии, гарантирующие по этому фактору нормальные условия их эксплуатации, обеспечи­ вающие техническую надежность и долговечность гидротехнических сооружений. При этом прочность и трещиностойкость конструкции подтверждаются расчетом, учитывающим усилия, которые возникают при взаимо­ действии сооружения с основанием.

Расчет сооружений по деформациям должен производиться на основные сочетания нагрузок, а при соответ­ ствующем обосновании — и на особые сочетания нагрузок с учетом характера их действия в процессе строитель­ ства и эксплуатации сооружения (последовательности и скорости возведения сооружения, графика наполнения водохранилища и т. д.).

Перемещения оснований сооружений, происходящие в процессе строительства, допускается не учитывать, если они не влияют на эксплуатационную пригодность сооружения.

К.2 Расчет оснований по деформациям необходимо производить по первой или второй группе предельных состояний (см. 5.4.1 и 5.4.2 настоящего стандарта). Он включает расчетный прогноз деформаций основания и сооружения при их совместной работе и проверку выполнения условия формулы (1). в котором принимается Р0 » S и!?0 > Su.rfleS— совместная деформация основания и сооружения (осадки, горизонтальные перемещения, крены и др.), — предельное значение совместной деформации основания и сооружения, устанавливаемые по

* 1. —11.10 настоящего стандарта.

Коэффициенты тп и ук принимаются в соответствии с 5.3 настоящего стандарта, коэффициент^ ео всех слу­ чаях принимается равным единице.

Проектные значения деформаций S используются также для анализа поведения систем основание — соору­ жение при оценках их надежности а период эксплуатации. При этом значения S определяются в более широком диа­ пазоне нагрузок, чем эксплуатационные.

К.З Предельные значения совместной деформации основания и сооружения ftQ \* Suустанавливают исходя из необходимости соблюдения:

* + - технологических требований к деформациям сооружения, включая требования к нормальной эксплуатации оборудования:
		- требований к прочности, устойчивости и трещиностойкости конструкций, включая общую устойчивость сооружения.

При назначении *R0* » S„ необходимо учитывать допускаемую разность осадок между секциями и частями сооружений, не приводящую к нарушению нормальной работы межсекционных швов, возможность перелива воды через гребень плотины, нарушения нормальной эксплуатации связанных с сооружением коммуникаций и т. п.

К.4 Значения совместной деформации *F0* » S вформуле (1 )следует определять, используя расчетные мето­ ды механики сплошной среды, исходя из условий совместной работы сооружения и основания. При этом должны быть в достаточной степени учтены реальные особенности работы системы сооружение — основание: простран­ ственный характер деформирования, нелинейная связь между напряжениями и деформациями, последователь­

ность возведения сооружения и приложения нагрузок, процессы консолидации и ползучести.

При этом определение деформаций сооружения и основания в зависимости от их класса и этапа проектиро­ вания следует производить как упрощенными (инженерными) методами расчета, регламентированными а К.5—К.7 настоящего приложения, так и вычислительными методами, базирующимися на более детальной схематизации системы сооружение — основание и на использовании более совершенных математических моделей грунта (нели­ нейных. упругопластических. в т. ч. учитывающих многофаэность, реологические свойства грунтов и т. д.).

Значения деформаций сооружений и их оснований в период эксплуатации следует определять с учетом раз­ вития процессов консолидации и ползучести грунтов. При этом надлежит использовать указанные выше вычисли­ тельные методы. На предварительных стадиях проектирования и для сооружений III и IV классов определение нествбилизированных значений деформации допускается производить упрощенными (инженерными) методами, например на основе решений одномерных задач консолидации и ползучести.

В тех случаях, когда для определения деформаций обязательным является использование нескольких ука­ занных методов (К.6 и К.7). формула (1) выводится для всех этих случаев.

К.5 Расчетная схема системы сооружение — основание должна разрабатываться с учетом факторов, опре­ деляющих напряженное состояние и деформации основания и сооружения (конструктивных особенностей соору­ жения. технологии его возведения, характера сложения и свойств грунтов основания, возможности их изменения в процессе строительства и эксплуатации сооружения, характера внешних воздействий и т. п.).

41

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Расчеты деформаций системы сооружение — основание в необходимых случаях следует производить для условий пространственной задачи. Для сооружений, длина которых превышает ширину более чем в три раза, расче­ ты допускается производить для условий плоской деформации. 8 случае, если ширина сооружения превышает тол­ щину сжимаемой толши *Не,* определенную no К.6. в два раза и более, допускается расчет осадок производить для условия одномерной (компрессионной) задачи.

К.6 Определение суммарных осадок в в зависимости от класса и этапа проектирования сооружений, распо­ ложенных на нескальных основаниях, следует производить методом послойного суммирования и вычислительны­ ми методами в соответствии с К.4.

На предварительных стадиях проектирования (для сооружений III и IV классов — на всех стадиях проектиро- вания)для определения значений s допускается ограничиться методом послойного суммирования. При этом осно­ вание сооружения следует схематизировать линейно-деформируемым полупространством с условным ограничением сжимаемой толщи *Не.* определяемой с учетом следующих условий:

* + - при ширине подошвы сооружения 6 £ 20 м — по нормам проектирования гражданских сооружений:
		- при О > 20 м — из условия *atp* \* 0.5(Tfl2). где *о*гр— вертикальные напряжения от внешней нагрузки на нижней границе сжимаемой толщи грунта (суммарные напряжения от сооружения, соседних зданий и сооружений, от боковых пригрузок и т. д.. возникающие после начала возведения сооружений), о^2| — максимальные верти­ кальные напряжения в грунте до строительства сооружения.

При расположении нижней границы слоя в грунте с £ < S МПа или при залегании такого грунта непосредствен­ но ниже этой границы грунт включается в сжимаемую толщу. Нижнюю границу сжимаемого слоя в этом грунте сле­ дует определять исходя из условия *огр* ■ 0.2о^3>.

При залегании грунтов с модулем деформации £ *>* 200 МПа в пределах *Нс* глубина сжимаемой толщи ограни­

чивается кровлей этого грунта.

Значения напряжений должныопределягься с учетом фильтрационных сил и взвешивающего действия воды ниже уровня грунтовых вод.

К.7 Крен (наклон) сооружений следует определять в случаях несимметрично приложенной нагрузки в преде­ лах площади подошвы сооружения и пригрузки основания вне подошвы сооружения, влияния соседних фундамен­ тов. в также при неоднородности грунтового основания.

Определение суммарных кренов >е зависимости от класса и этапа проектирования сооружений, расположен­ ных на нескальных основаниях, должно производиться как упрощенными методами расчета, так и вычислительны­ ми методами. На предварительных стадиях проектирования (для сооружений III и IV классов — на всех стадиях проектирования) для определения значений /(при достаточнооднородных или горизонтально-слоистых основани­ ях) допускается ограничиться использованием упрощенных методов расчета, в которых крен определяется с использованием осредненных характеристик основания и сооружения. При существенно неоднородных основани­ ях определение суммарного крена должно выполняться только вычислительными методами, с учетом влиянияпри­ грузок и соседних фундаментов.

К.8 Расчет горизонтальных перемещений сооружений на нескальных основаниях и элементов сооружения, воспринимающих горизонтальную нагрузку (например, подпорные стены, здания ГЭС. анкерные устройства), сле­ дует производить вычислительными методами, учитывающими развитие областей пластических деформаций, в соответствии с К.4.

К.9 Расчет осадок и горизонтальных перемещений плотин из грунтовых материалов и оснований и их изме­ нения во времени следует производить в соответствии с приложением Ж . Деформации скального основания, при этом, как прввило. можно не учитывать.

К.10 Расчет перемещений бетонных и железобетонных сооружений, возводимых на скальных основаниях, как правило, следует производить только для сооружений I класса.

При расчете перемещений, если отношение ширины напорного фронта сооружения £>„ к напору на сооруже­ ние Нсостввляетб^/л < S. следует рассматривать пространственную задачу, если *b^hzS* — плоская. Условная тол­ щина деформируемого слоя основания в расчетах принимается равной ширине подошвы сооружения *Ь.*

На ствдии технико-экономического обоснования строительства скальное основание допускается рассматри­ вать в виде линейно-деформируемой среды.

42

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

Приложение Л (обязательное)

### Расчет осадок плотин. Основные положения

Л.1 Расчет осадок тела и основания плотины следует производить при выборе конструкции и технологии производства работ, а также для определения требуемого строительного подъема плотины и уточнения объема работ по сооружению плотины.

Расчет осадок плотины следует производить в каждом характерном ее поперечном сечении по нескольким вертикалям, проходящим в элементах плотины из различных материалов (ядро, экрвн. призма и т. д,),

Л. *1* Для плотин I и II классов расчет осадок и их изменения во времени следует производить на основании результатов экспериментальных исследований сжимаемости грунтов с учетом напряженно-деформированного состояния плотин. Поровое давление, ползучесть грунта, его просадочностъ и набухание при повышении влаж­ ности в период эксплуатации необходимо учитывать в зависимости от их наличия.

Напряженно-деформированное состояние плотин, возводимых в ССКЗ. следует определять с учетом тем­ пературного режима грунтов плотины и ее основания.

Для плотин III и IV классов допускается производить расчет осадок по приближенным зависимостям с использованием значений модулей деформаций по аналогам.

43

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### Библиография

1. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»
2. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент обезопасности зданий и сооруже­ ний»
3. СНиП 11-7—81\* Строительство а сейсмических работах

44

## ГОСТ Р 55260.1.2—2012

### УДК 624.1:006.354 ОКС 93.160

**58.5200**

**Ключевые слова: сооружения ГЭС гидротехнические, основания, проектирование, строительство, эко плуатация. требования безопасности.**

45

Редактор Г.в. *Зотова*

Технический редактор *в.Н. Прусакова* Корректор *М.С. Квбашова* Компьютерная верстка *Е.Д-* Черепковой

Сдано а набор 17.10.201\*- Подписано а печать 15.12.2014. Формат 60 х 84Г арии тура Ариел Усп. пач. л. 5.S6. Уч.-иад. л. 5.00. Тираж 39 эк». Эак. 4947.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ». 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

[www.gos**1**inlo.tu](http://www.gos1inlo.tu/) infoQgostinfo.iu