



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

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

**ПРИКАЗ**

от "21" декабря 2017 г.

№ 1697/пф

Москва

**Об утверждении Изменения № 1 к СП 23.13330.2011  
«СНиП 2.02.02-85\* Основания гидротехнических сооружений»**

В соответствии с Правилами разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2016 г. № 624, подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038, пунктом 78 Плана разработки и утверждения сводов правил и актуализации ранее утвержденных строительных норм и правил, сводов правил на 2016 г. и плановый период до 2017 г., утвержденного приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 марта 2016 г. № 128/пр с изменениями, внесенными приказами Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 мая 2016 г. № 330/пр, от 2 августа 2016 г. № 538/пр, от 29 августа 2016 г. № 601/пр, от 9 января 2017 г. № 1/пр, **п р и к а з ы в а ю:**

1. Утвердить и ввести в действие через 6 месяцев со дня издания настоящего приказа прилагаемое Изменение № 1 к СП 23.13330.2011 «СНиП 2.02.02-85\* Основания гидротехнических сооружений», утвержденному приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 28 декабря 2010 г. № 824.

2. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры:

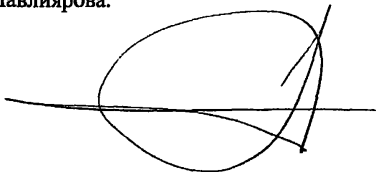
а) в течение 15 дней со дня издания приказа направить утвержденное Изменение № 1 к СП 23.13330.2011 «СНиП 2.02.02-85\* Основания

гидротехнических сооружений» на регистрацию в национальный орган Российской Федерации по стандартизации;

б) обеспечить опубликование на официальном сайте Минстроя России в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» текста утвержденного Изменения № 1 к СП 23.13330.2011 «СНиП 2.02.02-85\* Основания гидротехнических сооружений» в электронно-цифровой форме в течение 10 дней со дня регистрации свода правил национальным органом Российской Федерации по стандартизации.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Х.Д. Мавлярова.

Министр

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, loopy initial 'M' followed by a vertical stroke and a horizontal stroke, all contained within a horizontal line.

М.А. Менъ

УТВЕРЖДЕНО  
приказом Министерства строительства и  
жилищно-коммунального хозяйства  
Российской Федерации  
от «21» сентября 2017 г. № 1697/17Р

**ИЗМЕНЕНИЕ № 1 К СП 23.13330.2011**

**«СНИП 2.02.02-85\* ОСНОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ»**

Издание официальное

Москва 2017

*Дата регистрации 12 февраля 2018 г*

РОССТАНДАРТ  
ФГУП  
«СТАНДАРТИНФОРМ»  
Изменение № 1 к СП 23.13330.2011 «СНиП 2.02.02-85\* Основания  
гидротехнических сооружений»

Изменение № 1  
к СП 23.13330.2011  
ОКС 93.160

УТВЕРЖДЕНО и введено в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 21 декабря 2017 г.  
№ 1697/пр

Дата введения 2018-06-22

### Содержание

Дополнить наименованиями приложений Р и С в следующей редакции:

«Приложение Р (рекомендуемое) Лабораторные и полевые методы определения характеристик грунтов шельфа.....»  
Приложение С (рекомендуемое) Динамические характеристики грунтов.....».

### 2 Нормативные ссылки

Изложить в новой редакции:

#### «2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 5180–2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 12071–2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов

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

ГОСТ 19912–2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

ГОСТ 20276–2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 20522–2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 22733–2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности

ГОСТ 23278–2014 Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости

ГОСТ 25100–2011 Грунты. Классификация

ГОСТ Р 22.0.01–2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения

ГОСТ Р 22.1.02–95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения

СП 14.13330.2014 «СНиП II-7-81\* Строительство в сейсмических районах»  
(с изменением № 1)

СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83\* Основания зданий и сооружений»

СП 58.13330.2012 «СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения» (с изменением № 1)

В НАБОР

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «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 документа 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 утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.».

### 3 Термины и определения

Второй абзац. Заменить слова: «3.1 грунт:» на «3.1 водоупор: Слой грунта, водопроницаемостью которого можно пренебречь по сравнению с водопроницаемостью выше или ниже залегающего грунта, в котором имеет место фильтрация.

3.1а грунт:».

Пункт 3.14. Изложить в новой редакции:

«3.14 предельное равновесие системы «сооружение–основание»: Состояние системы, при котором незначительное увеличение внешней нагрузки или незначительное уменьшение прочностных свойств грунта приводит к нарушению установившегося равновесия, вызывает потерю устойчивости грунта со значительным нарастанием смещений, сопровождающуюся выпором грунта из-под подошвы сооружения.».

Пункт 3.18. Изложить в новой редакции:

«3.18 расчетная геомеханическая модель основания объекта: Совокупность расчетных грунтовых элементов в рассматриваемой области основания, построенная на базе инженерно-геологической модели.».

Пункт 3.19. Дополнить пунктом 3.19а в следующей редакции:

«3.19а суффозионная устойчивость: Сохранение частицами грунта своего первоначального положения при воздействии на них фильтрационного потока.».

Пункт 3.20. Изложить в новой редакции:

«3.20 суффозия: Перемещение фильтрационным потоком внутри грунта его отдельных частиц или их вынос, или растворение содержащихся в грунте водорастворимых структурообразующих минералов.».

Пункт 3.22. Исключить слова: «, проявляющемуся в виде механической или химической суффозии».

Пункт 3.23. Исключить слова: «под действием гравитационных сил».

### 4 Общие положения

Пункт 4.1. Первый абзац. Заменить слова «должно выполняться» на «следует выполнять».

Пункт 4.2. Девятый абзац. Заменить слово «естественной» на «существующей».

Пункт 4.3. Первый абзац. Заменить слова «должны выполняться» на «необходимо выполнять».

Пункт 4.5.1. Четвертый абзац. Заменить слова: «нарушений» на «отказа (деградации)».

Седьмой абзац. Заменить слова «поведение которых может» на «которые могут».

Последний абзац. Изложить в новой редакции:

«Откосы, расположенные в непосредственной близости от сооружений и в местах примыкания последних, следует рассчитывать на устойчивость по первой группе предельных состояний. Исключением являются случаи, когда потеря устойчивости таких откосов не приводит сооружение в состояние, непригодное к эксплуатации. В этих случаях расчеты откосов следует вести по второй группе предельных состояний.».

Пункт 4.7. Изложить в новой редакции:

«Наряду с детерминистическими методами расчета прочности оснований и устойчивости гидротехнических сооружений рекомендуется использовать вероятностные методы оценки их надежности и отказов в соответствии с СП 58.13330.».

Таблица 1. Исключить.

Пункт 4.12. Первый абзац. Заменить слова: «естественной природной» на «существующей».

### 5 Классификация грунтов и их физико-механические характеристики

Пункт 5.1. Четвертый абзац. Исключить слова: «оснований гидротехнических сооружений».

Пункт 5.2. Заменить слова «таблицы А.2 приложения А» на «таблицы 2 и приложения А».

Таблица 2. Изложить в новой редакции:

Таблица 2

Грунты	Физико-механические характеристики грунтов			
	Плотность сухого грунта (в массиве) $\rho_d$ , т/м <sup>3</sup>	Сопrotивление одноосному сжатию породных блоков в водонасыщенном состоянии $R_c$ , МПа	Сопrotивление одноосному растяжению породных блоков в водонасыщенном состоянии $R_{ct}$ , МПа	Модуль деформации грунта (в массиве) $E$ , МПа
<b>А Скальные</b>				
Магматические (граниты, диориты, порфириды и др.) Метаморфические (гнейсы, кварциты, кристаллические сланцы, мраморы и др.) Осадочные (известняки, доломиты, песчаники и др.)	2,5–3,0	Свыше 5	1,0 и выше	Свыше 2000
Осадочные (глинистые сланцы, аргиллиты, алевролиты, песчаники, конгломераты, мелы, мергели, туфы, гипсы и др.)	2,2–2,65	До 5 вклоч.	До 1,0	200–2000

В НАБОР

Б Нескальные Крупнообломочные (валунные, галечниковые, гравийные), песчаные Глинистые (супеси, суглинки и глины)	1,4–2,1  1,1–2,1	< 2	–  –	20–200  4–10
Примечание – В приложении А приведена классификация массивов скальных грунтов: по степени трещиноватости, водопроницаемости, деформируемости, выветрелости, по нарушению сплошности (разломы и трещины), по степени однородности, а также по льдистости скальных и нескальных грунтов и по степени цементации их льдом.				

Пункт 5.3. Шестой абзац. Заменить обозначение: « $W$ » на « $w$ ».

Восьмой абзац. Заменить обозначение: « $W_p$ » на « $w_p$ »; « $W_L$ » на « $w_L$ ».

Двенадцатый абзац. Заменить обозначение: « $I_d$ » на « $I_D$ ».

Шестнадцатый абзац. Заменить обозначение: « $\epsilon_s$ » на « $\epsilon_s l$ ».

Восемнадцатый абзац. Заменить слово: «солей» на «солей грунтов».

Двадцать пятый абзац. Заменить слова: «относительную деформацию морозного пучения» на «степень морозной пучинистости».

Двадцать седьмой абзац. Заменить слово: «грунта» на «грунта (объемную льдистость)».

Двадцать восьмой абзац. Заменить слово: «льдистость» на «объемную льдистость».

Пункт 5.4. Четвертый абзац. Заменить обозначение: « $s_u$ » на « $c_u$ ».

Дополнить абзацем в следующей редакции:

«показатель чувствительности  $S_t$ ;»

Тринадцатый абзац. Заменить слова « $s_u^d$ » на « $c_u^d$ ».

Шестнадцатый абзац. Дополнить абзацами в следующей редакции:

«потенциал разжижения при сейсмических воздействиях  $F_L$ ;

высоту капиллярного поднятия  $h_c$ ;».

Восемнадцатый абзац. Исключить.

Девятнадцатый абзац. Исключить.

Двадцатый абзац. Изложить в новой редакции:

«параметры трещин (модуль трещиноватости  $M$ , угол падения  $\beta$ , длину  $l$ , ширину раскрытия  $b$ );».

Двадцать пятый абзац. Заменить слова « $R_e$ » на « $R_t$ ».

Двадцать восьмой абзац. Исключить.

Тридцать третий абзац. Исключить.

Тридцать четвертый абзац. Исключить.

Тридцать пятый абзац. Исключить.

Пункт 5.5. Первый абзац. Заменить слова: «Там же указываются особенности» на «Состав необходимых характеристик следует назначать с учетом особенностей».

Пункт 5.6. Последнее предложение. Исключить.

Дополнить пунктом 5.6а в следующей редакции:

«5.6а Характеристики из числа перечисленных в 5.3 и 5.4, для определения которых отсутствуют методы, регламентированные действующими нормативными документами, при

соответствующем обосновании следует определять согласно требованиям опубликованных и апробированных отечественных методик.»

Пункт 5.7. Заменить слова: «должны конкретизироваться и детализироваться» на «следует конкретизировать и детализировать»; «инженерно-геологических» на «инженерно-геологических и расчетных».

Пункт 5.8. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

«5.8 Нормативные значения характеристик грунтов  $X_n$  должны устанавливаться на основе частных результатов полевых и лабораторных исследований, проводимых в условиях, максимально приближенных к условиям работы грунта в рассматриваемой системе «сооружение – основание». За нормативные значения  $X_n$  всех характеристик следует принимать их средние статистические значения.»

Последний абзац. Заменить слово: «нормальные» на «нормативные».

Дополнить новым абзацем в следующей редакции:

«При проектировании оснований морских стационарных сооружений на шельфе расчетные показатели песчаных грунтов ( $I_D$ ,  $E$ ,  $\varphi$ ) и глинистых грунтов текучей консистенции ( $OCR$ ,  $E$ ,  $c_u$ ) следует назначать с учетом их значений, полученных по результатам статического зондирования. Методики интерпретации результатов статического зондирования морских грунтов приведены в приложении Р».

Пункт 5.9. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

«5.9 Расчетные значения характеристик грунтов  $\text{tg}\varphi$ ,  $c$ ,  $c_u$ ,  $\rho$  и  $R_c$  для расчетов по предельным состояниям первой группы обозначаются  $\text{tg}\varphi_1$ ,  $c_1$ ,  $c_{u1}$ ,  $\rho_1$  и  $R_{c1}$ , второй группы –  $\text{tg}\varphi_2$ ,  $c_2$ ,  $c_{u2}$ ,  $\rho_2$  и  $R_{c2}$ . При определении расчетных значений  $\text{tg}\varphi_1$ ,  $c_1$ ,  $c_{u1}$ ,  $\rho_1$  и  $R_{c1}$  коэффициент надежности по грунту  $\gamma_g$  определяется при односторонней доверительной вероятности  $\alpha = 0,95$ ».

Второй абзац. Дополнить абзацем в следующей редакции:

«В тех случаях, когда для определения одноименных характеристик грунтов были использованы различные полевые и лабораторные методы, обоснование расчетных значений для целей проектирования следует выполнять путем обобщения и анализа всех полученных согласно ГОСТ 20522 результатов, с учетом данных статического зондирования, технических параметров сооружения и особенностей его взаимодействия с грунтовым основанием.»

Пункт 5.11. Первый абзац. Второе предложение. Исключить.

Пункт 5.12. Первый абзац. Исключить слова: «выполненных на стадии «проект»,».

Пункт 5.13. Дополнить пунктом 5.13а в следующей редакции:

«5.13а Определение характеристик влажности  $w$ , плотности  $\rho$ , плотности частиц  $\rho_s$ , показателей пластичности  $w_p$  и  $w_L$  необходимо выполнять в соответствии с ГОСТ 5180. Вычисление плотности скелета  $\rho_d$ , коэффициента пористости  $e$ , коэффициента водонасыщения  $S_r$ , числа пластичности  $I_p$ , показателя текучести  $I_L$  следует проводить согласно ГОСТ 25100.

Максимальную плотность песка  $\rho_{\text{max}}$  следует определять вибрационным методом в соответствии с приложением Р. При наличии в песке пылеватых и глинистых частиц свыше 15 % в программе лабораторных исследований могут быть назначены испытания по ГОСТ 22733. Рекомендуемый метод определения минимальной плотности песка  $\rho_{\text{min}}$  приведен в приложении Р.

Нормативные значения физических характеристик вычисляются путем статистической обработки частных результатов в соответствии с ГОСТ 20522. Расчетные значения всех



Продолжение Изменения № 1 к СП 23.13330.2011

показателей кроме  $\rho$  и  $\rho_d$  следует принимать равными нормативным. Для определения расчетного значения  $\rho_d$  используют расчетное значение  $\rho$  и нормативное значение  $w$ ».

Пункт 5.14. Изложить в новой редакции:

«5.14 Определение характеристик прочности грунтов в стабилизированном состоянии (в эффективных напряжениях)  $\text{tg}\varphi'$  и  $c'$  следует выполнять методом трехосного сжатия по консолидированно-дренированной схеме (ГОСТ 12248).

Определение прочности грунтов в нестабилизированном состоянии (сопротивление недренированному сдвигу  $c_u$ ) следует выполнять методом трехосного сжатия по неконсолидированно-недренированной (в особых случаях – по консолидированно-недренированной схеме)».

Дополнить пунктом 5.14а в следующей редакции:

«5.14а Для оснований и сооружений III–IV классов при соответствующем обосновании допустимо для определения  $\text{tg}\varphi'$  и  $c'$  использовать метод одноплоскостного среза по консолидированно-дренированной схеме (ГОСТ 12248) и (или) по консолидированно-недренированной схеме с измерением порового давления.

Для оснований и сооружений III и IV классов допускается при соответствующем обосновании для определения  $c_u$  использовать метод одноплоскостного среза по неконсолидированно-недренированной схеме («быстрый срез»).

Примечания

1 Характеристики прочности  $\text{tg}\varphi$  и  $c$  в нестабилизированном состоянии (в полных напряжениях) определяются в исключительных случаях только для специально обоснованных расчетных схем.

2 При определении значений  $\text{tg}\varphi'$ ,  $c'$  и  $c_u$  для инженерно-геологических схем допускается использовать методы статического зондирования и вращательного среза.»

Пункт 5.16. Первый абзац. Заменить обозначения: « $s_{II}$ » на « $c_{II}$ ».

Третий абзац. Заменить обозначения: « $s_{III}$ » на « $c_{III}$ ».

Пункт 5.17. Заменить обозначения: « $s_{III}$ » на « $c_{III}$ ».

Пункт 5.18. Второй и третий абзацы. Исключить.

Дополнить абзацем в следующей редакции:

«При проектировании искусственных оснований из крупнообломочных грунтов (галечников, горной массы и т. п.) кроме указанных выше характеристик следует по результатам лабораторных и полевых опытно-производственных испытаний определять допустимые диапазоны изменения гранулометрического состава, контрольных значений плотности сухого грунта и влажности грунта, укладываемого в основание. При определении деформационных характеристик и диапазонов изменения указанных выше параметров разрешается использование экспериментально обоснованных методов.»

Пункт 5.19. Изложить в новой редакции:

«5.19 Нормативные значения статического модуля деформации  $E_n$  нескальных грунтов следует определять по результатам полевых штамповых и прессиометрических опытов, а также по результатам компрессионных испытаний и (или) испытаний методом трехосного сжатия согласно требованиям ГОСТ 12248. Для грунтов оснований сооружений I и II классов проведение испытаний методом трехосного сжатия является обязательным.

Траектории нагружения образцов и методики обработки результатов испытаний должны учитывать историю нагружения грунтового массива (значение давления предуплотнения  $p'_c$  и степень переуплотнения грунта), диапазоны изменения напряжений в РГЭ и метод расчета или модельного исследования, для которых предназначены расчетные характеристики.

Примечание – В приложении Б приведен метод определения значений давления предуплотнения  $p'_c$  и степень переуплотнения грунта. Для грунтов шельфа при оценке степени их переуплотнения допустимо использовать результаты статического зондирования в соответствии с рекомендациями приложения Р.

В том случае, если ожидаемое максимальное давление на элемент основания превышает давление предуплотнения  $p'_c$ , следует определять не только вторичный  $E'_s$ , но и первичный  $E'_p$  модули деформации. Вторичный модуль  $E'_s$  определяется по компрессионной кривой в интервале напряжений от бытового на изучаемой глубине до  $p'_c$ . Первичный модуль  $E'_p$  определяется по компрессионной кривой в интервале напряжений от  $p'_c$  до максимального ожидаемого напряжения на изучаемой глубине.»

Дополнить пунктом 5.19а в следующей редакции:

«5.19а Нормативные значения  $E'_{p,n}$  и  $E'_{s,n}$  могут назначаться как постоянными, так и переменными по глубине.

Для оснований сооружений IV класса расчетные значения  $E$  допускается принимать по таблицам, приведенным в СП 22.13330, с введением коэффициента  $m_{ci}$ , принимаемого по приложению В.

Модуль деформации скальных, мерзлых грунтов на стадии обоснования инвестиций может быть определен с помощью сейсмоакустических методов.

Расчетные значения модулей деформации  $E'_s$  и  $E'_p$  следует принимать равными нормативным.»

Пункт 5.23. Изложить в новой редакции:

«Для обоснования безопасной и надежной работы системы «сооружение – основание» при динамических воздействиях необходимо определить:

величину динамического сопротивления недренированному сдвигу  $c_u^d$ ;

динамику роста избыточного порового давления в несвязных и связных грунтах в процессе динамического воздействия и величину избыточного порового давления после завершения динамического воздействия;

величину постциклической прочности грунтов (прочности грунтов после завершения динамического воздействия);

динамические модули сдвига  $G^d$ , объемного сжатия  $K^d$  и коэффициент демпфирования  $D^d$  в процессе динамического воздействия, которые необходимы для определения возникающих в грунте дополнительных деформаций и сдвигающих напряжений.

Под динамическими воздействиями следует понимать напряжения и деформации, возникающие в грунтовом основании при совместной работе системы «сооружение – основание» под действием сейсмических, волновых или ледовых нагрузок. Каждая из нагрузок характеризуется продолжительностью  $T$ , характерной частотой  $f$ , пиковыми значениями касательных напряжений  $\tau_{\max}$  и  $\tau_{\min}$ . Указанные характеристики – результат построения модели внешнего воздействия, существенно упрощающий реальный, негармонический и нерегулярный характер силового взаимодействия сооружения с грунтовым основанием.»

Пункт 5.26. Первый абзац. Заменить обозначение: « $s_n$ » на « $c_n$ ».

Формула и экспликация. Изложить в новой редакции:

$$\ll \frac{\operatorname{tg} \varphi_{cy}}{\operatorname{tg} \varphi} = 1 - \frac{\Delta U}{\sigma_{vo}}, \quad (3a)$$

где  $\Delta U$  – накопленное за время расчетного воздействия избыточное поровое давление;

## Продолжение Изменения № 1 к СП 23.13330.2011

$\sigma'_{vo}$  – эффективные напряжения при консолидации.».

Пункт 5.27. Последний абзац. Дополнить абзацем в следующей редакции:

«При обосновании могут быть использованы и другие расчетные модели.».

Пункт 5.31. Исключить.

Пункт 5.32. Изложить в новой редакции:

«5.32 Нормативные значения теплофизических характеристик следует определять по результатам полевых и лабораторных определений, расчетные значения следует принимать равными нормативным.».

Пункт 5.35. Первый абзац. Исключить слова: «, как правило.».

Второй абзац. Изложить в новой редакции:

«Расчетные значения характеристик прочности  $R_{cI}$  и  $R_{tI}$  следует определять в соответствии с указаниями ГОСТ 20522 при односторонней доверительной вероятности  $\alpha=0,95$ . Расчетные значения характеристик  $R_{cII}$ ,  $R_{tII}$ ,  $R_c$ ,  $m_{II}$  и  $R_t$ ,  $m_{II}$  принимаются равными их нормативным значениям.».

Пункт 5.37. Заменить слова: «(см. 5.15 и 5.16)» на «(см. 5.16 и 5.17)».

Пункт 5.38. Таблица 5. Строки 3 и 4. Изложить в новой редакции:

3	Скальные (массивные, крупноблочные, блочные, слоистые, плитчатые сильно и очень сильнотрещиноватые) с $15 < R_c < 50$ МПа; скальные слабобветрелые, слаботрещиноватые) с $5 < R_c < 15$ МПа	1,3	1,0	0,80	0,2	0,7	0,1	0,65	0,05	0,55	0,05	0,45	0,02	-0,10
4	Полускальные (плитчатые, тонкоплитчатые, средне-, сильно- и очень сильнотрещиноватые) с $R_c < 5$ МПа	1,0	0,3	0,75	0,15	0,65	0,05	0,55	0,03	0,50	0,03	0,45	0,02	-0,05

Пункт 5.40. Первый абзац. Дополнить предложением в следующей редакции:

«На предварительных стадиях проектирования при отсутствии прямых измерений скоростей волн допускается использовать данные таблицы С.1 приложения С.».

Пункт 5.42. Третий абзац. Заменить слово: «рекомендуется» на «необходимо».

Пункт 5.43. Первый абзац. Заменить слово: «арифметические» на «геометрические».

Пункт 5.45. Исключить.

Пункт 5.47. Заменить слово: «полускальных» на «скальных и полускальных»

## 6 Инженерно-геологическая и расчетная схематизация оснований

Пункт 6.1. Первый абзац. Заменить слова: «моделей (схем).» на «, геофильтрационных, теплофизических и других моделей (схем).».

Третий абзац. Изложить в новой редакции:

В НАБОР 8

«Расчетные модели используют при расчетах механической и фильтрационной прочности основания, устойчивости и напряженно-деформированного состояния (осадки, смещения) системы «сооружение – основание», разработке конструкций сооружений, при обосновании их технической надежности, экологической безопасности и экономической целесообразности.».

Пункт 6.2. Первый абзац. Заменить слова: «(схема) основания» на «(схема) основания, синтезирующая информацию о его строении и свойствах,»; «показателей» на «свойств».

Второй абзац. Изложить в новой редакции:

«Инженерно-геологическая модель должна быть представлена в виде набора карт, разрезов и срезом по различным характерным сечениям, отражающим необходимые для проектирования сооружения признаки и показатели грунтового массива основания. Для оснований наиболее ответственных объектов должна быть разработана объемная модель.».

Дополнить пунктами 6.2а и 6.2б в следующей редакции:

«6.2а Инженерно-геологическая модель должна обеспечить построение специализированных моделей основания, в первую очередь геомеханической и геофильтрационной. Неточности и ошибки при определении контуров ИГЭ в инженерно-геологической модели неизбежно понизят достоверность геомеханической и геофильтрационной моделей, поскольку контуры ИГЭ в них одни и те же. Поэтому инженерно-геологическая модель предполагает включение «избыточной информации и опережающей детальности» в целях выявления «слабого звена» в грунтовом основании.

Для геомеханической модели «слабыми звеньями» являются следующие факторы:

- а) наличие в основании сильнодеформируемых грунтов;
- б) наличие под различными частями фундамента грунтов с различными значениями модуля деформации;
- в) переменная мощность разнодеформируемых слоев в пределах одного фундамента;
- г) наличие потенциально сдвигоопасных слоев и прослоев (чаще всего влажных или обводненных грунтов глинистого состава: глин, суглинков, супесей) и др.

Для геофильтрационной модели «слабыми звеньями» являются:

- а) наличие сильноводопроницаемых слоев (гравий, галька, гравелистый песок и др.);
- б) наличие суффозионно неустойчивых грунтов,
- в) наличие минерализованных вод, агрессивных к бетонным и металлическим конструкциям, и др.

6.2б Размеры ИГЭ инженерно-геологической модели не должны быть намного меньше размеров конструктивных элементов фундамента сооружения. Исключение из этого правила составляют ИГЭ, выступающие в роли «слабых звеньев»: маломощные прослои глинистых грунтов (потенциальные плоскости сдвига), в слабопроницаемом основании наличие песчаных линз небольших размеров при наличии гидравлической связи между ними (пути фильтрации) и т. п.

Исходными материалами для построения инженерно-геологической модели должны служить:

- инженерно-геологические разрезы по данным бурения и геофизических исследований с указанием на них ИГЭ;
- база данных бурения с выделенными ИГЭ, абсолютными отметками их кровли и подошвы;

Продолжение Изменения № 1 к СП 23.13330.2011

- база данных определения физико-механических характеристик свойств грунтов выделенных ИГЭ;
- база данных результатов опытно-фильтрационных работ с указанием ИГЭ;
- таблицы нормативных характеристик свойств выделенных ИГЭ;
- выявленные тренды характеристик свойств грунтов в зависимости от глубины их залегания.».

Пункт 6.3 Первый абзац. Изложить в новой редакции:

«6.3 Расчетная геомеханическая (а также геофильтрационная и др.) модель (схема) основания должна представлять собой совокупность РГЭ, каждый из которых должен быть охарактеризован необходимым для расчетов (или экспериментов) набором характеристик. Разработка расчетных моделей должна основываться на инженерно-геологических схемах.»

Пункт 6.4. Первый абзац. Заменить слова: «с учетом» на «с требованиями»; «результаты» на «данные».

### 7 Расчеты устойчивости (несущей способности) оснований

Пункт 7.2. Таблица 6. Примечание 2. Исключить.

Пункт 7.6. Третий абзац. Второе предложение. Исключить.

Пункт 7.7. Формула (9). Заменить обозначение: « $s_{u,i}$ » на « $c_{u1}$ ».

Экспликация к формулам (7)–(10). Десятый абзац. Заменить обозначение и слова: « $s_{u,i}$ » на « $c_{u1}$ »; «в ССКЗ» на «в северной строительно-климатической зоне (ССКЗ)».

Пункт 7.9. Формула (15). Заменить обозначение: « $s_{u,i}$ » на « $c_{u1}$ ».

Шестой абзац. Заменить слова « $s_{u,i}$ » на « $c_{u1}$ ».

Седьмой абзац. Изложить в новой редакции:

« $\gamma'_c$  – коэффициент условий работы, учитывающий зависимость реактивного давления грунта с низовой стороны сооружения от горизонтального смещения сооружения при потере им устойчивости, принимаемый по результатам экспериментальных или теоретических исследований; при их отсутствии значение  $\gamma'_c$  принимается равным 0,7 (при специальном обосновании допускается принимать  $0,7 < \gamma'_c \leq 1,0$ );».

Пункт 7.10. Второй абзац. Заменить обозначение: « $e$ » на « $e_F$ ».

Заменить слова: «рекомендуемом приложении» на «приложении».

Пункт 7.11. Третий абзац. Заменить слова: «условий» на «условий, приведенных в».

Пункт 7.12. Исключить слова: «; во всех случаях».

Пункт 7.13. Заменить слова: «(приложение Е)» на «(приложение И)».

Пункт 7.14. Второй абзац. Изложить в новой редакции:

«Для численного моделирования разрушения при расчете НДС системы пропорционально увеличивают действующие на сооружение нагрузки или пропорционально уменьшают параметры внутреннего трения грунтов  $\text{tg } \varphi$  и  $c_1$ . О наступлении разрушения при таких расчетах следует судить по моменту резкого роста расчетных смещений, достижению критических деформаций либо отсутствию сходимости итерационного процесса решения нелинейной задачи. Достигнутый к моменту разрушения коэффициент перегрузки или коэффициент снижения прочности на сдвиг принимается в качестве коэффициента устойчивости.».

Пункт 7.15. Перечисление а). Заменить обозначение: « $s_{u,i}$ » на « $c_{u1}$ ».

Пункт 7.17. Девятый абзац. Исключить слово: «(косой)».

Пункт 7.21. Изложить в новой редакции:

«7.21 Оценку устойчивости сооружений на скальных основаниях, скальных откосов и склонов допускается, а в сложных случаях – рекомендуется также проводить на основе анализа результатов численного моделирования НДС системы «сооружение – основание». Для оценки устойчивости по НДС системы «сооружение – основание» для скальных оснований рекомендуется методика численного моделирования разрушения, аналогичная изложенной в 7.14.».

## 8 Фильтрационные расчеты основания

Пункт 8.1. Пятый абзац. Дополнить абзацами в следующей редакции:

«содержание в грунтовых водах в растворенном виде окислов марганца или железа в целях предотвращения разгрузки этих вод в дренажные устройства или выбора специальных дренажных конструкций, устойчивых к хемогенному коагуляту (заилению) нерастворимыми соединениями марганца или железа;

устойчивость к химической суффозии цементированных гипсом грунтов и иных содержащихся в грунте водорастворимых структурообразующих минералов;»

Пункт 8.2. Второй абзац. Заменить слова: «в расчетном створе.» на «в расчетном створе. Размеры расчетной области должны быть не меньше зоны, ограниченной радиусом «активной зоны» фильтрации:  $R_a \approx 2H_{\max}$ , где  $H_{\max}$  – максимальный напор на сооружении.»

Пункт 8.4. Второй абзац. Заменить слова: «контурной линии.» на «контурной линии (в отдельных случаях значения  $I_{est,m}$  допускается определять другими приближенными методами).».

Последний абзац. Исключить.

Пункт 8.5. Второй абзац. Изложить в новой редакции:

«в месте выхода (разгрузки) фильтрационного потока из толщи основания в нижний бьеф, дренажное устройство, борта и дно строительного котлована и т. п.».

Пункт 8.6. Первый абзац. Заменить слова «инженерно-геологические» на «инженерно-геологические и гидрологические».

Второй абзац. Изложить в новой редакции:

«Система дренажных и противофильтрационных мероприятий должна использоваться для предотвращения нарушения устойчивости склонов в нижних бьефах сооружений, бассейнов гидроаккумулирующих электростанций и бассейнов суточного регулирования, а также для предотвращения негативного влияния изменения гидрогеологического режима основания в процессе строительства и эксплуатации проектируемого гидротехнического сооружения (или его строительного котлована) на существующие сооружения, конструкции и инженерные коммуникации.».

Пункт 8.7. Исключить слово: «(преград)».

Пункт 8.8. Заменить слово: «преграды» на «устройства».

Пункт 8.12. Третий абзац. Заменить слово: «суффозии.» на «суффозии, наличии в грунтовых водах в растворенном виде окислов марганца или железа.».

## 9 Расчет местной прочности скальных оснований

Пункт 9.1. Последний абзац. Исключить.

Пункт 9.3. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

В НАБОР 11

«9.3 Критериями обеспечения местной прочности по площадкам, указанным в перечислениях а) и б) 9.2, являются условия:»

Пункт 9.6. Четвертый абзац. Изложить в новой редакции:

«При определении напряженного состояния основания следует учитывать выявленные анизотропные свойства грунта.»

## 10 Определение напряжений

Пункт 10.1. Дополнить пунктами 10.1а, 10.1б и 10.1в в следующей редакции:

«10.1а В целях уменьшения усилий в конструкциях или элементах сооружения при проектировании следует рассматривать возможность создания оптимального распределения контактных напряжений, предусматривая устройство выступов на подошве сооружений, уплотнения отдельных зон основания и соответствующую последовательность возведения и загрузки сооружения.»

10.1б При определении напряжений в основаниях следует применять численные методы механики сплошных сред. При этом должны соблюдаться требования 11.4.

Контактные напряжения следует вычислять по специальным программам, реализующим аналитические решения задачи или численные методы расчета (по напряжениям в окрестности контакта), либо используя методы внецентренного сжатия коэффициентов постели, экспериментальных эпюр.

10.1в При использовании численных методов допускается схематизация системы «сооружение – основание», позволяющая решать плоские задачи применительно к одному или нескольким плоским сечениям. Неоднородность расчетных сечений следует учитывать, представляя их состоящими из некоторого числа однородных областей. При необходимости пространственный характер работы системы следует учитывать с помощью экспериментальных или вычислительных методов механики сплошных сред.

Расчетную область сечения основания рекомендуется ограничивать по вертикали на глубине сжимаемого слоя  $H_c$ , определяемой согласно 11.6.2, а по горизонтали – на расстоянии не менее  $H_c$  от сооружения.»

Пункт 10.2. Заменить слова: «Контактные» на «В расчетах прочности конструкции контактные».

Пункт 10.4. Перечисление б). Изложить в новой редакции:

«б) при расчете сооружения по схеме пространственной задачи в качестве  $\eta$  принимается больший из двух показателей гибкости, вычисленных по формулам (26) и (27).

В формулах (26), (27)

$b, l$  – соответственно ширина и длина подошвы сооружения;

$I_x, I_y$  – моменты инерции расчетных элементов сооружения;

$\delta$  – ширина расчетного элемента по длине подошвы сооружения, принимаемая равной 1;

$\eta$  – параметр, определяемый по формуле

$$\eta = \frac{\pi E (1 - \nu_1^2)}{32 E_1 (1 - \nu^2)}; \quad (28)$$

где  $\nu, \nu_1$  – коэффициенты Пуассона грунта основания и материала сооружения соответственно;

$E, E_1$  – модули деформации грунта основания и упругости материала сооружения соответственно.»

Пункт 10.5. Первый абзац. Заменить обозначение: « $I_D$ » на « $I_D$ ».

Пункты 10.12–10.14. Исключить.

### 11 Расчет оснований по деформациям

Пункт 11.1. Второй абзац. Исключить слова: «, а при соответствующем обосновании – и на особые сочетания нагрузок.»

Дополнить пункт предложением в следующей редакции:

«Расчеты перемещений, от которых зависят прочность и устойчивость конструкций, следует выполнять также и на особые сочетания нагрузок.»

Пункт 11.2. Последний абзац. Заменить слово: «рекомендуется» на «следует».

Пункт 11.6.1. Восьмой абзац. Изложить в новой редакции:

« $E_{p,i}$  – модуль деформации  $i$ -го слоя грунта, определяемый по компрессионной кривой на участке первичного нагружения в соответствии с предложением В);».

Девятый абзац. Изложить в новой редакции:

« $E_{s,i}$  – модуль деформации  $i$ -го слоя грунта, определяемый аналогично по ветви повторного нагружения;»

Последний абзац. Заменить ссылку: «[5]» на «СП 22.13330».

Пункт 11.6.2. Четвертый абзац. Исключить слово: «максимальные».

Пункт 11.7.2. Десятый абзац. Заменить слова: «приложением И» на «приложением В».

Рисунок 1. Подрисовочная подпись. Заменить слова: « $K_1$  и  $K_2$ » на « $k_1$  и  $k_2$ »

### 12 Контроль качества подготовки оснований ГТС

Пункт 12.1. Заменить слова: «, и принятия его» на «и принятой».

Пункт 12.5. Заменить слова: «основания и определение характеристик грунтов» на «основания, определение характеристик грунтов и проверка его соответствия требованиям проекта».

Пункт 12.6. Второе предложение. Изложить в новой редакции:

«Необходимым приложением к акту приемки является документация по выполненным инженерно-геологическим изысканиям и исполнительным съемкам, в которой указаны фактические отметки поверхности и границы основания (или его участка) в плане.»

Пункт 12.8. Исключить.

Пункт 12.24. Дополнить абзацем в следующей редакции:

«Полученные данные наблюдений должны фиксироваться в журналах, где также следует отмечать наблюдающиеся во времени тенденции, выполнять сравнение фактических значений с критериальными показателями состояния основания (если данные показатели установлены по measurable параметру).».

Пункт 12.25. Второй абзац. Заменить слова: «депресссионной кривой» на «депресссионной поверхности».

### 13 Наблюдения за поведением оснований в процессе эксплуатации.

Пункт 13.3. Шестой абзац. Изложить в новой редакции:

«выявление направлений, периодичности, сезонности изменения наблюдаемой характеристики (например, открытия или смыкания трещин);».

Пункт 13.8. Третий абзац. Дополнить абзацем в следующей редакции:



«наблюдения за параметрами, связанными между собой причинно-следственными зависимостями (УВБ – пьезометрические уровни, противодавление – фильтрационный расход и т. д.) должны выполняться в течение как можно более короткого временного интервала».

Пункт 13.11. Второй абзац. Дополнить абзацем в следующей редакции:

«Требуется, по возможности, предусматривать периодическое выполнение вручную контрольных замеров тех параметров, регистрация значений которых проводится автоматически путем опроса приборов КИА.».

Последний абзац. Дополнить абзацем в следующей редакции:

«Для обеспечения достоверности показаний КИА, не требующей метрологической аттестации, необходимо проводить периодические проверки ее работоспособности.»

Пункт 13.14. Заменить слова: «пультам» на «пультам и приборам».

Пункт 13.15. Второй абзац. Заменить слова: «на нагрузки» на «и основания на нагрузки».

Третий абзац. Исключить.

Четвертый абзац. Исключить.

Пятый абзац. Исключить.

Дополнить абзацами в следующей редакции:

«Объем и периодичность натурных наблюдений и состав КИА, устанавливаемой на ГТС, должны определяться проектной документацией.

В полном объеме наблюдения по КИА должны продолжаться около 5 лет после наполнения водохранилища, пока деформации основания и характеристики фильтрационного потока не стабилизируются. После этого наблюдения могут проводиться по сокращенному числу точек и с меньшей частотой. Изменения в периодичности циклов измерений после выхода работы сооружения на установившийся режим и в отсутствие аномальных явлений или процессов должны проводиться только при соответствующем обосновании проектной или профильной научно-исследовательской организациями с учетом соответствия работы и технического состояния сооружений требованиям проекта, критериям безопасности, а также степени информативности получаемых данных наблюдений.».

Шестой абзац. Заменить слова: «В исключительных случаях, когда» на «Если»; «ликвидации» на «ликвидации (при необходимости ежедневно или несколько раз в сутки)».

Последний абзац. Исключить.

Пункт 13.16. Дополнить первым абзацем в следующей редакции:

«13.16 Результаты измерений должны заноситься в журналы наблюдений, оформляемые по утвержденной на стадии проекта форме (которая может корректироваться вместе с составом наблюдений). Следует выполнять фотофиксацию (видеосъемку) нарушений состояния основания и сооружения на проблемных участках. В журнале наблюдений следует документировать и признаки нарушения работоспособности приборов КИА.».

Следующий абзац. Заменить слова: «13.16 Первичная обработка» на «Первичная обработка».

#### **14 Инженерные мероприятия по обеспечению надежности оснований**

Пункт 14.3. Дополнить пунктом 14.3а в следующей редакции:

«14.3а Проект разработки глубокого котлована под сооружение в нескальных и полускальных (размываемых) грунтах должен предусматривать инженерные мероприятия (крепление откосов и дна, создание систем водопонижения и водоотведения и т. д.),

**Продолжение Изменения № 1 к СП 23.13330.2011**

предотвращающие повреждение откосной части и дна котлована атмосферными, поверхностными и грунтовыми водами.

Необходимость указанных мероприятий обосновывается по результатам анализа гидрометеорологических, гидрогеологических условий площадки строительства, физико-механических и фильтрационных характеристик грунтов основания, данных фильтрационных расчетов (выполненных с учетом требований раздела 8) и прогноза изменений гидрогеологического режима площадки на этапе строительства. Прогноз изменения гидрогеологического режима в процессе строительства сооружения следует выполнять путем математического моделирования фильтрационных процессов численными методами. При соответствующем обосновании допускается применение аналитических методов и результатов наблюдений по объектам-аналогам.

Поверхностные воды следует перехватывать системой открытых/закрытых дренажей, расположенных на прилегающей к котловану территории, в глубоких котлованах необходимо дополнительно устраивать системы сбора и транспортирования поверхностных вод с откосов, приуроченные к беремам.

Для определения необходимости применения мероприятий по предотвращению гидроразрыва (выпора) грунтов основания котлована должны быть выполнен расчет местной фильтрационной прочности грунта основания и проведена оценка влияния напорности водоносных горизонтов на условия производства работ. При разработке котлована в целях исключения гидроразрыва грунтов его основания следует предусмотреть устройство разгрузочных скважин, пионерных траншей и т. д. Разработка котлована должна вестись с применением способов и мероприятий, исключающих гидроразрыв грунтов дна котлована. К перечню предотвращающих мероприятий относятся устройство разгрузочных скважин, пионерных траншей и т. д. Конструкция крепления дна котлована выбирается из условия недопущения выпора грунтов основания и обеспечения работы строительной техники. На строительный период также предусматриваются мероприятия (в виде разгрузочных траншей, скважин и т. д.) по предотвращению гидроразрыва.

При необходимости уменьшения приточности к дренажу основания проектируются специальные противофильтрационные экраны из инертных, геосинтетических и иных маловодопроницаемых или водонепроницаемых материалов.

Устойчивость борта котлована будет обеспечена, если действующий градиент напора будет ниже критического градиента по местному фильтрационному выпору и контактному размыву. При оценке устойчивости борта котлована к фильтрационным деформациям следует обращать особое внимание на выклинивание в борт котлована прослойки грунтов, значительно (на несколько порядков) отличающихся от соседних грунтов по коэффициенту фильтрации. В указанных зонах при соответствующих гидродинамических условиях можно ожидать опасных фильтрационных деформаций. Конструкция крепления откосов выбирается из условия недопущения развития негативных суффозионных и эрозионных процессов в бортах котлована.

Инженерные мероприятия должны быть направлены на сохранение проектных габаритов котлована.

Все мероприятия должны назначаться с учетом длительности каждого этапа существования котлована: разработка, открытый котлован, строительство сооружения, засыпка пазух котлована.».

Пункт 14.15. Второй абзац. Заменить слова: «и т. д.» на «, армирование геосинтетическими материалами и т. д.».

В НАБОР

Пункт 14.17. Исключить слова: «, как правило,».

**Приложение А**

Таблица А.2. Наименование третьей графы. Заменить единицы измерений: «л/мин» на «л/(мин· м<sup>2</sup>)».

Вторая графа. Третья строка. Заменить диапазон: «0–3» на «0,3–3».

Таблица А.3. Дополнить абзацем в следующей редакции:

**«Классификация скальных грунтов по пределу прочности на одноосное сжатие**

По пределу прочности на одноосное сжатие  $R_c$  в водонасыщенном состоянии скальные грунты подразделяют на разновидности в соответствии с таблицей Б.1 ГОСТ 25100–2011.».

Таблица А.4. Дополнить таблицей А.4а в следующей редакции:

**Таблица А.4а – Классификация по характеру нарушения сплошности скального массива**

Характер нарушения сплошности массива	Мощность зоны дробления разломов или ширина трещин	Протяженность нарушения
Разломы I порядка – глубинные, сейсмогенные	Сотни и тысячи метров	Сотни и тысячи километров
Разломы II порядка – глубинные, несейсмогенные и частично сейсмогенные	Десятки и сотни метров	Десятки и сотни километров
Разломы III порядка	Метры и десятки метров	Километры и десятки километров
Разломы IV порядка	Десятки и сотни сантиметров	Сотни и тысячи метров
Крупные трещины V порядка	Св. 20 мм	Св. 10 м
Средние трещины VI порядка	10–20 мм	1–10 м
Мелкие трещины VII порядка	То же	0,1–1 м
Тонкие трещины VIII порядка	Менее 2 мм	Менее 0,1 м

Таблица А.5. Изложить в новой редакции:

**Таблица А.5 – Классификация по льдистости грунтов**

Разновидность грунта	Льдистость грунта за счет видимых ледяных включений $i_i$ , %	
	скального грунта	нескального грунта
Очень слабольдистый	До 0,1	До 3
Слабольдистый	0,1–0,5	3–20
Льдистый	0,5–1,0	20–40
Сильнольдистый	1–5	40–60
Очень сильнольдистый	Свыше 5	Свыше 60

Заголовок раздела «Классификация мерзлых нескальных грунтов по степени цементации их льдом». Исключить слово: «нескальных».

В НАБОР

Таблица А.6. Примечание. Заменить слова: «коэффициент водонасыщения.» на «коэффициент водонасыщения, д. е.; при  $t < 0$  и  $S_r \leq 0,15$  скальные, полускальные и крупнообломочные грунты классифицируются как морозные.»

### Приложение Б

Пункт Б.9. Формула Б.6. Заменить обозначение: « $c_v$ » на « $c_{v,i}$ ».

Пятый абзац. Изложить в новой редакции:

« $t_{90}$  – время 90 %-ной фильтрационной консолидации, мин.».

Пункт Б.22. Второй абзац. Заменить слова: «Такой анализ» на «Такая оценка».

Пункт Б.24. Первый и второй абзацы. Изложить в новой редакции:

«Б.24 Уровень статических сдвигающих напряжений задается в зависимости от глубины залегания рассматриваемого слоя, дополнительной пригрузки от сооружения, уровня внешних динамических воздействий.

Предварительно определяется сопротивление недренированному сдвигу  $c_u$  связных грунтов или параметры трения для несвязных грунтов в условиях квазистатического нагружения. Затем, при различных комбинациях нормализованной статической ( $\tau_\sigma/c_u$ ,  $\tau_\sigma/\sigma'_{vo}$ ) и динамической ( $\tau_{cy}/c_u$ ,  $\tau_{cy}/\sigma'_{vo}$ ) составляющих напряжений фиксируется число циклов нагружения, приводящее к разрушению грунта в условиях «закрытой» системы при перекрытом дренаже, что соответствует постоянству объема полностью водонасыщенного образца при сдвиге, как функции от предельного числа циклов при разрушении  $N_u$ ».

Третий абзац. Заменить обозначение: « $\frac{\tau_{cy}}{s_u} - f(N)$  или  $\frac{\tau_{экс}}{s_u} - f(N)$ » на « $\frac{\tau_{cy}}{c_u} - f(N)$  или

$\frac{\tau_{экс}}{c_u} - f(N)$ »; « $s_u$ » на « $c_u$ ».

Пункт Б.25. Дополнить пунктом Б.25а в следующей редакции:

«Б.25а При наличии в основании сооружения водонасыщенных несвязных грунтов следует проводить оценку возможного разжижения этих грунтов при сейсмических воздействиях. Критерий по разжижению грунтов, основанный на определении предельных сдвиговых динамических деформаций, определяется выражением

$$\gamma^{dyn} < \bar{\gamma}_{кр} \quad (\text{Б.11})$$

где  $\gamma^{dyn}$  – сдвиговые динамические деформации, определяемые по результатам оценки НДС системы «сооружение – основание»;

$\bar{\gamma}_{кр}$  – критические значения сдвиговых деформаций, определяемые по данным виброкомпрессионных исследований образцов грунта.

По этому критерию определяют зоны разжижения грунтов (зоны предельного состояния), допустимые значение и расположение которых устанавливаются на основе общего анализа совместной работы сооружения с грунтом основания.»

**Приложение В**

Изложить в новой редакции:

**«Приложение В  
Определение модулей деформации оснований для расчета перемещений  
сооружений»**

В.1 В зависимости от видов сооружений и схем расчета перемещений принимаются различные значения модулей деформации  $E_i(E_{p,i}, E_{s,i}), E_m$ .

За исходные принимают значения модулей грунтов, определенные наиболее достоверными методами: полевыми испытаниями статическими нагрузками в шурфах, дудках или котлованах с помощью штампов площадью 2500–5000 см, а также в скважинах или массиве с помощью плоского штампа или винтовой лопасти-штампа площадью 600 см или прессиометров (ГОСТ 20276), лабораторными испытаниями в приборах трехосного сжатия (ГОСТ 12248).

При определении модулей деформации грунтов методами статического или динамического зондирования (ГОСТ 19912) и лабораторными испытаниями в компрессионных приборах (ГОСТ 12248) при назначении исходных значений модулей деформации следует руководствоваться указаниями пунктов 5.3.5, 5.3.6 СП 22.13330.2011.

В.2 Модуль деформации  $i$ -го слоя  $E_i$  следует определять по формулам:

$$E_i = E'_i \beta_i m_{ci}, \quad (\text{В.1})$$

где  $E'_i$  – модуль деформации при первичном ( $E'_{p,i}$ ) или повторном ( $E'_{s,i}$ ) нагружении (в соответствующем диапазоне давлений от сооружения и веса грунта);

$$\beta_i = 1 - \frac{2\nu_i^2}{1 - \nu_i}; \quad (\text{В.2})$$

здесь  $\nu_i$  – коэффициент поперечного расширения грунта  $i$ -го слоя;

$m_{ci}$  – коэффициент условий работы, определяемый по формулам:

$$m_{ci} = \left( \frac{A}{A_0} \right)^{\frac{n_i}{2}} \text{ при } A \geq 675 \text{ м}^2; \quad (\text{В.3})$$

$$m_{ci} = 1 \text{ при } A \leq 300 \text{ м}^2;$$

при  $300 \text{ м}^2 < A < 675 \text{ м}^2$  определяется по линейной интерполяции, где  $A$  – площадь фундамента,  $\text{м}^2$ , определяемая для фундаментов с соотношением сторон  $l/b \leq 3$  как  $A = lb$ , а для фундаментов с соотношением  $l/b > 3$  как  $A = 3b^2$ ;

$A_0$  – площадь, равная  $1 \text{ м}^2$ ;

$n_i$  – параметр, определяемый по результатам испытаний  $i$ -го слоя грунта двумя штампами различных площадей  $A_1$  и  $A_2$  под одной и той же нагрузкой по формуле

$$n_i = 1 - \frac{2 \lg \left( \frac{\Delta s_{1,i}}{\Delta s_{2,i}} \right)}{\lg \left( \frac{A_1}{A_2} \right)}, \quad (\text{В.4})$$

## Продолжение Изменения № 1 к СП 23.13330.2011

здесь  $\Delta s_{1,i}$ ,  $\Delta s_{2,i}$  – приращения осадок штампов с площадями  $A_1$  и  $A_2$  от дополнительного давления по результатам испытаний  $i$ -го слоя.

При отсутствии данных штамповых испытаний допускается принимать следующие значения параметра  $n_i$  для грунтов:

- пылевато-глинистых ледниковых ..... 0,1–0,2;
- остальных пылевато-глинистых ..... 0,15–0,3;
- песчаных ..... 0,25–0,5.

Минимальные или максимальные из указанных значений  $n_i$  следует принимать, если сжимаемый слой основания определяется исходя из условий  $\sigma_{z,p} = 0,5\sigma_{z,g}$  или  $\sigma_{z,p} = 0,2\sigma_{z,g}$  соответственно (см. 11.6.2). При промежуточных значениях глубины сжимаемого слоя значения  $n_i$  принимают по линейной интерполяции.

В.3 Средний модуль деформации всего сжимаемого слоя  $E_m$ , а также среднее значение  $\nu_m$  следует определять по формулам

$$E_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{E_i}}, \quad (\text{B.5})$$

$$\nu_m = \sum_{i=1}^n \nu_i \frac{h_i}{H}, \quad (\text{B.6})$$

где  $E_i$  – то же, что в формуле (B.1);

$\nu_i$  – то же что в формуле (B.2);

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта;

$A_i$  – площадь эпюры вертикальных напряжений от давления  $p$  под подошвой сооружения в пределах  $i$ -го слоя грунта, определяемая по приложению К для глубины  $z_i$ , соответствующей середине  $i$ -го слоя.

### Приложение Г

Перечисление г). Третий абзац. Изложить в новой редакции:

«где  $I$  – момент инерции площади подошвы относительно оси подошвы.».

### Приложение Е

Пункт Е.7. Последний абзац. Заменить слова: «рекомендуемого приложения» на «приложения».

Дополнить свод правил приложениями Р и С в следующей редакции:

**«Приложение Р  
(рекомендуемое)**

### Лабораторные и полевые методы определения характеристик грунтов шельфа

В настоящем приложении приведены методики определения необходимых характеристик, для которых отсутствуют нормативные документы, а также некоторые

способы интерпретации данных статического зондирования, специально разработанные применительно к грунтам шельфа.

#### Содержание карбоната

Р.1 Карбонатность (содержание карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ ) входит в число необходимых для определения характеристик грунтов [1].

Р.2 Определение содержания  $\text{CaCO}_3$  в грунтах следует выполнять газометрическим методом, при котором фиксируют количество углекислого газа  $\text{CO}_2$ , выделившегося при разложении навески грунта 10 %-ным раствором соляной кислоты. Избыточное давление, генерируемое в закрытом сосуде при взаимодействии карбоната в грунте с соляной кислотой, пропорционально эквивалентному содержанию карбоната в образце. Испытания проводят с помощью манометрического кальциметра.

Р.3 Для определения содержания карбоната высушенную, измельченную и просеянную сквозь сито с размером ячеек 0,425 мм пробу грунта массой  $(1 \pm 0,01)$  г помещают в реактор прибора, где она реагирует с 20 мл 10 %-ного раствора соляной кислоты. После завершения реакции, которая продолжается 10 мин, измеряют избыточное давление и определяют содержание карбоната кальция в грунте с помощью калибровочной зависимости.

Примечание – Приблизительная оценка содержания карбоната может быть выполнена в соответствии с указаниями [1, таблица 6.5], если это допускает программа лабораторных исследований.

#### Максимальная и минимальная плотности песка

Р.4 Максимальная  $\rho_{d\max}$  и минимальная  $\rho_{d\min}$  плотности являются важнейшими характеристиками песчаного грунта, поскольку они входят в зависимость для определения степени плотности  $I_D$ :

$$I_D = (e_{\max} - e) / (e_{\max} - e_{\min}), \quad (\text{P.1})$$

где  $e_{\max}$ ,  $e_{\min}$ ,  $e$  – коэффициенты пористости в предельно-рыхлом, предельно-плотном и естественном сложении соответственно;

$$e = (\rho_s - \rho_d) / \rho_d, \quad (\text{P.2})$$

где  $\rho_s$  – плотность частиц грунта;

$\rho_d$  – плотность скелета грунта.

Р.5 Отбор образцов ненарушенного сложения в песчаных водонасыщенных грунтах практически невозможен. Поэтому отбирают образцы нарушенного сложения, в полевых условиях определяют природную влажность грунта и затем (по результатам статического зондирования) оценивают его степень плотности  $I_D$ . Для лабораторных исследований прочностных и деформационных свойств подобных грунтов требуется формирование искусственных образцов, состояние которых максимально соответствует условиям природного залегания. При этом величину природной плотности  $\rho_d$  вычисляют, используя результаты прямого определения  $\rho_{d\max}$  и  $\rho_{d\min}$  и аналитической оценки степени плотности  $I_D$ .

Р.6 Максимальная плотность несвязных грунтов может быть определена двумя методами: ударным и вибрационным. В большинстве случаев для песчаных грунтов, в которых суммарное содержание пылеватых и глинистых фракций в высушенном грунте не превышает 15 % по весу, вибрационный метод дает более высокие значения максимальной плотности. Для таких грунтов величину  $\rho_{d\max}$  следует определять вибрационным методом.

В НАБОР

## Продолжение Изменения № 1 к СП 23.13330.2011

Р.7 Методика определения заключается в вибрировании образца (высушенного или с природной влажностью) в металлической форме (стакане) диаметром 100 мм и высотой 100 мм, с пригрузом массой 7475 г, при частоте колебаний 60 Гц и амплитуде ускорений, изменяющейся ступенями. Время вибрирования на каждой ступени – 8 мин. После каждой ступени измеряют осадку образца. На следующих ступенях амплитуду ускорений повышают с шагом (1–1,5)g. Опыт продолжают до прекращения уплотнения образца или до начала его разуплотнения.

Максимальную плотность вычисляют делением массы грунта на его объем после уплотнения. Конечное значение максимальной плотности получают путем осреднения результатов нескольких испытаний.

Р.8 Минимальную плотность песка  $\rho_{dmin}$  следует определять одним из приведенных ниже методов. Суть испытания состоит в размещении образца высушенного грунта определенной массы в градуированном сосуде, с возможно меньшей плотностью. Испытание предусматривает три метода определения.

По методу А грунт осторожно помещают в сосуд с помощью воронки и/или совка.

По методу В на дно сосуда устанавливают вертикально отрезок металлической трубки, которую через воронку заполняют грунтом; затем трубку вертикально извлекают из сосуда в течение 2 с, при этом высыпавшийся из трубы грунт укладывается в форму практически с минимальной плотностью.

По методу С пробу грунта помещают в градуированный цилиндр, который закрывают крышкой. Цилиндр переворачивают, затем быстро возвращают в исходное положение и отмечают объем, который занял грунт.

Минимальную плотность вычисляют делением массы грунта на зафиксированный объем. Процедуру повторяют три раза с последующим осреднением результатов.

### Форма частиц песка

Р.9 Песчаные частицы размером более 2 мм следует отнести к одному из четырех стандартных типов формы: угловатая, полуугловатая, полуокруглая, округлая. Общая оценка соответствует той форме, которая приписана наибольшему числу частиц.

### Оценка качества образцов

Р.10 Ввиду существенных проблем, связанных с отбором качественных образцов ненарушенного сложения в водонасыщенных грунтах шельфа, для повышения достоверности результатов лабораторного определения прочностных и деформационных характеристик рекомендуется выполнять оценку качества образцов, предназначенных для испытаний. Оценка может быть качественной и количественной.

Качественную (визуальную) оценку следует выполнять путем анализа и интерпретации рентгеновских снимков образцов, в том числе находящихся в тонкостенных тубах.

Количественная оценка качества образца может быть выполнена посредством измерения объемной деформации грунта в результате приложения эффективных бытовых давлений (вертикального  $p'_{\text{во}}$  и горизонтального  $p'_{\text{го}}$ ), соответствующих глубине отбора образца. Для этого на стадии консолидации образца определяют параметр  $\Delta e/e_0$ :

$$\Delta e/e_0 = \varepsilon_{\text{vol}} (1 + e_0) / e_0, \quad (\text{P.3})$$

где  $\Delta e$  – изменение коэффициента пористости под действием приложенных давлений;



**Продолжение Изменения № 1 к СП 23.13330.2011**

$e_0$  – начальный коэффициент пористости образца;

$\epsilon_{vol}$  – объемная деформация, представляющая собой  $\Delta V/V$ , при реконсолидации под действием приложенных давлений.

Качество образца устанавливают в соответствии с таблицей Р.1.

**Таблица Р.1 – Оценка качества слабо- и среднепереплотненных образцов ненарушенного сложения**

Коэффициент переплотнения OCR	$\Delta e/e_0$ при $p'_{i0}$			
	1–2	До 0,04	0,04–0,07	0,07–0,14
2–4	До 0,03	0,03–0,05	0,05–0,10	Свыше 0,10
Качество образца	1 (отличное – очень хорошее)	2 (хорошее – удовлетворительное)	3 (плохое)	4 (очень плохое)
<p><b>Примечания</b></p> <p>1 Критерии, приведенные в настоящей таблице, основаны на результатах испытаний морских глинистых грунтов с глубины 0–25 м от поверхности дна, имеющих консистенцию от мягкопластичной до текучей. Для более твердых предуплотненных грунтов представленная оценка может рассматриваться только как ориентировочная.</p> <p>2 Критерии, приведенные в настоящей таблице, могут быть использованы для данных компрессионных опытов со ступенчатым приложением нагрузки только в тех случаях, когда нагрузка на каждой ступени выдерживается не более 3 ч. При более длительном выдерживании нагрузки для определения величины <math>\Delta e/e_0</math> потребуется установить момент завершения первичной консолидации под требуемой нагрузкой по графику <math>\epsilon = f(t)</math>.</p>				

**Интерпретация данных СРТ (статического зондирования) грунтов шельфа**

Р.11 Статическое зондирование является в условиях шельфа наиболее информативным методом исследования грунтов, результаты которого позволяют с помощью известных корреляционных зависимостей выполнить оценку практически всех основных параметров, в том числе и тех, которые невозможно определить иными средствами.

Р.12 Подразделение глинистых грунтов на разновидности и предварительную оценку плотности грунтов рекомендуется проводить по соотношению параметров СРТ: удельного сопротивления под конусом  $q_c$ , то же с учетом избыточного порового давления  $q_t$  и коэффициента трения  $f_s/q_c$  в соответствии с [1, рисунок М.1]. При отсутствии данных по избыточному поровому давлению допускается применение [1, рисунок М.1] для всех грунтов, за исключением слабых глинистых грунтов текучей консистенции.

Р.13 При определении деформационных и прочностных характеристик грунтового основания следует учитывать его природное напряженное состояние, характеризуемое коэффициентом переплотнения OCR. Для оценки OCR по результатам статического зондирования следует использовать эмпирические зависимости (Р.4) и (Р.5):

$$OCR = 0,38(\Delta u/p'_{i0} - 1)^{4/3}, \tag{Р.4}$$

где  $\Delta u = u_t - u_0$ ;

$p'_{i0}$  – эффективное бытовое давление в точке измерения.

Для малоизученных грунтов для оценки коэффициента переплотнения может быть использована формула

$$OCR = k (q_r - p_0) / p'_0, \tag{P.5}$$

где  $k$  – коэффициент, значение которого варьирует от 0,2 до 0,5 для грунтов от меньшей степени переуплотнения к большей;

$p_0$  – полное бытовое давление в точке измерения.

P.14 Величину степени плотности  $I_D$  рекомендуется определять по эмпирическим формулам:

- Балди (для среднесжимаемых песков):

$$I_D = (1/C_2) \ln [q_c / C_0(p'_0)^{C_1}], \tag{P.6}$$

где  $C_0, C_1, C_2$  – коэффициенты, определяемые, как правило, по корреляции СРТ-тестов с данными компрессионных испытаний;

- Ланселота:

$$I_D = -98 + 661g \frac{q_c}{\sqrt{p'_0}}. \tag{P.7}$$

P.15 Оценку величины модуля деформации песчаных грунтов следует выполнять преимущественно на основе корреляционных зависимостей, связывающих величину  $q_c$  с компрессионным модулем деформации  $M_0$ , соответствующим бытовому вертикальному эффективному напряжению в точке зондирования.

$M_0$  определяют по упрощенным зависимостям:

- для нормально уплотненных песков:

$$M_0 = 4q_c \text{ при } q_c < 10 \text{ МПа};$$

$$M_0 = 2q_c + 20 \text{ МПа при } 10 < q_c < 50 \text{ МПа};$$

- для переуплотненных песков при  $OCR > 2$ :

$$M_0 = 5q_c \text{ при } q_c < 50 \text{ МПа};$$

$$M_0 = 250 \text{ МПа при } q_c \geq 50 \text{ МПа}.$$

По величине  $M_0$  определяют компрессионный модуль деформации  $M$  с учетом веса сооружения  $\Delta p'$  в интервале напряжений от  $p'_0$  до  $(p'_0 + \Delta p')$ :

$$M = M_0 [(p'_0 + \Delta p'_0/2) / p'_0]^{1/2}. \tag{P.8}$$

Величину модуля деформации  $E$  определяют как  $E = \beta M$  или  $E = k M$ , где  $k \leq 1$  (рекомендуется принимать  $k = 0,75$ ).

P.16 Для глинистых грунтов рекомендуется использовать следующие соотношения, позволяющие оценить величину компрессионного модуля деформации  $M_0$  в зависимости от величины  $q_c$  и принадлежности грунта к той или иной классификационной группе (CL, ML, MH, SH или OH).

$$M = \alpha_m q_c, \tag{P.9}$$

- для низкопластичных глин CL:

$$q_c < 0,7 \text{ МПа} \quad 3 < \alpha_m < 8,$$

$$0,7 \text{ МПа} < q_c < 2,0 \text{ МПа} \quad 2 < \alpha_m < 5,$$

$$q_c > 2,0 \text{ МПа} \quad 1 < \alpha_m < 2,5;$$

- для низкопластичных пылеватых грунтов ML:

$$q_c > 2 \text{ МПа} \quad 3 < \alpha_m < 6,$$

$$q_c < 2 \text{ МПа} \quad 1 < \alpha_m < 3;$$

- для глинистых и пылеватых грунтов высокой пластичности MH, SH:

$$q_c < 2 \text{ МПа} \quad 2 < \alpha_m < 6;$$

- для органических пылеватых грунтов OL:

$$q_c < 1,2 \text{ МПа} \quad 2 < \alpha_m < 8;$$

для торфа и органических глинистых грунтов  $P_t$ , ОН:  $q_c < 0,7$  МПа

$$50 < w < 100 \quad 1,5 < \alpha_m < 4,$$

$$100 < w < 200 \quad 1 < \alpha_m < 1,5,$$

$$w > 200 \quad 0,4 < \alpha_m < 1,$$

где  $w$  – влажность, %.

Р.17 Для оценки прочности (сопротивления недренированному сдвигу  $c_u$ ) водонасыщенных глинистых грунтов шельфа используют зависимость:

$$c_u = (q_c - p_0) / N_k \quad (P.10)$$

где  $N_k$  – показатель конуса по эмпирическим данным.

Р.18 Для переуплотненных грунтов используют зависимость, связывающую характер изменения сопротивления недренированному сдвигу  $c_u$  по глубине с коэффициентом переуплотнения OCR:

$$c_u = \beta \cdot p'_0 \cdot OCR^m, \quad (P.11)$$

где  $\beta = c_u / p'_0$  нормально уплотненных грунтов ( $OCR = 1,0$ );

$p'_0$  – вертикальное эффективное напряжение на расчетной глубине;

$OCR = p'_c / p'_0$  – коэффициент переуплотнения;

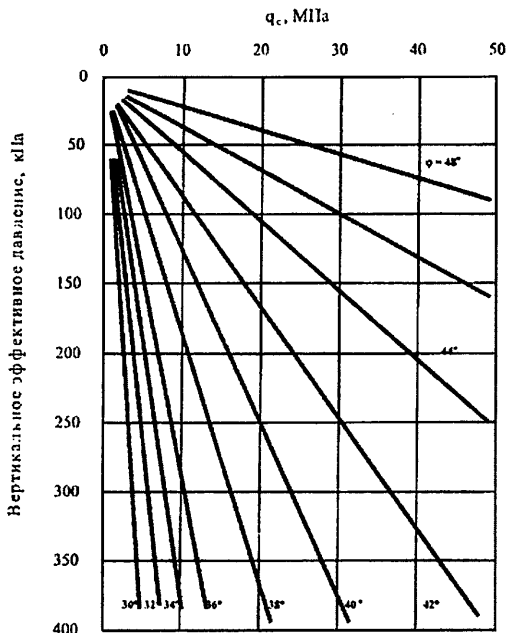
$p'_c$  – вертикальное напряжение преуплотнения;

$m$  – показатель степени.

Величина  $\beta$  изменяется в диапазоне  $0,2 < \beta < 0,5$ , а  $m$  – в диапазонах  $0,7 < m < 0,8$  при  $OCR > 2$  и  $0,8 < m < 1,0$  при  $OCR < 2$ .

Значения этих параметров определяют экспериментально по результатам опытов, таких как испытания в условиях прямого среза с предварительной рекомпрессией.

Р.19 Для определения угла внутреннего трения песка  $\varphi$  по величине сопротивления под конусом  $q_c$  и вертикального эффективного давления в точке измерения рекомендуется использовать номограмму, приведенную на рисунке Р.1.



**Рисунок Р.1 – Графический способ определения угла внутреннего трения  $\phi$  по величине сопротивления под конусом  $q_c$  и вертикального эффективного давления в точке измерения**

Следует иметь в виду, что согласно зарубежной практике прочность песков характеризуется только углом внутреннего трения  $\phi$  ( $c = 0$ ).

### Приложение С Динамические характеристики грунтов

С.1 Для расчетов сейсмостойкости системы «сооружение – основание» следует использовать динамические характеристики коэффициента Пуассона (поперечной деформации)  $\nu_{\text{дин}}$  и модуля деформации  $E_{\text{дин}}$ :

$$\nu_{\text{дин}} = \frac{(v_p^2 - 2v_s^2)}{2(v_p^2 - v_s^2)}, \quad (\text{С.1})$$

$$E_{\text{дин}} = 2\rho v_s^2 (1 + \nu_{\text{дин}}), \quad (\text{С.2})$$

где  $v_p$ ,  $v_s$  – скорость распространения продольных и поперечных волн соответственно;

$\rho$  – плотность.

С.2 На предварительных стадиях проектирования при отсутствии прямых измерений скоростей продольных и поперечных волн допускается использовать данные таблицы С.1, составленной путем обобщения материалов инженерной сейсморазведки. В таблице С.1 для основных видов горных пород асейсмических районов в естественном залегании (азрированных, водонасыщенных, мерзлых) приведены рекомендуемые средние значения и среднеквадратические отклонения ряда динамических характеристик, а также даны значения поправочных коэффициентов  $K_{\text{И1}}-K_{\text{И10}}$ , на которые следует умножать величины  $\bar{v}_p$  и  $\bar{v}_s$  для получения расчетных значений скорости волн при интенсивности землетрясений 7-10 баллов.

Пример – В основании плотины залегают крупнообломочные гравийно-галечниковые водонасыщенные грунты. Расчетная сейсмичность участка равна 8 баллов. Используя таблицу С.1, определяют расчетные значения  $v_p$  и  $v_s$ , м/с:

$$v_p = 2150 \cdot 0,75 = 1612,5 \text{ м/с}; \quad v_s = 500 \cdot 0,75 = 375 \text{ м/с}.$$

По формулам (С.1) и (С.2) определяют  $\nu_{\text{дин}}$  и  $E_{\text{дин}}$  ( $v_p$  и  $v_s$  – в метрах в секунду,  $\rho$  – в килограммах на кубический метр):

$$\nu_{\text{дин}} = (1612,5^2 - 2 \cdot 375^2) / 2(1612,5^2 - 375^2) \approx 0,47;$$

$$E_{\text{дин}} = 2 \cdot 2150 \cdot 375^2 (1 + 0,47) = 888\,890\,625 \text{ Па} \approx 889 \text{ МПа}.$$

Т а б л и ц а С.1 – Обобщенные сведения о динамических характеристиках грунтов верхней части разреза (ВЧР) в натуральных условиях, необходимые для расчетов сейсмостойкости системы «сооружение – основание»

Грунты	Состояние	$\bar{\rho}$ , г/см <sup>3</sup>	$\delta_p$ , г/см <sup>3</sup>	$\bar{v}_p$ , км/с	$\delta_{v_p}$ , км/с	$\bar{v}_s$ , км/с	$\delta_{v_s}$ , км/с	$\bar{v}_{дн}$	$\bar{E}_{дн}$ , МПа	$\Delta_{p,s}$	$K_{v7}$	$K_{v8}$	$K_{v9}$	$K_{v10}$
Насыпные грунты (пески, гравий, галька и др.)	Аэрированное	1,40	0,05	0,25	0,07	0,15	0,03	0,22	80	1,5	0,49	0,42	0,36	0,32
	Водонасыщенное	1,65	0,06	1,5	0,1	0,15	0,03	0,49	110	0,8	0,64	0,57	0,52	0,47
	Мерзлое	1,63	0,06	2,8	–	1,2	–	0,39	6520	0,6	0,70	0,64	0,59	0,54
<b>Глинистые грунты:</b>														
- супеси	Аэрированное	1,65	0,09	0,40	0,08	0,215	0,05	0,29	200	0,5	0,78	0,78	0,78	0,78
	Водонасыщенное	1,90	0,04	1,75	0,04	0,215	0,05	0,49	260	0,35	0,78	0,78	0,78	0,78
	Мерзлое	1,88	0,04	3,15	0,15	1,7	0,08	0,29	6560	0,25	0,85	0,81	0,77	0,74
- суглинки	Аэрированное	1,75	0,08	0,55	0,06	0,21	0,07	0,41	220	0,50	0,78	0,78	0,78	0,78
	Водонасыщенное	1,85	0,08	1,60	0,1	0,25	0,07	0,48	340	0,30	0,78	0,78	0,78	0,78
	Мерзлое	1,83	0,08	2,55	0,12	1,35	0,06	0,31	8740	0,25	0,85	0,81	0,77	0,74
- глины (четвертичного возраста)	Аэрированное	1,65	0,15	1,15	0,15	0,35	0,1	0,44	580	0,45	0,78	0,78	0,78	0,78
	Водонасыщенное	1,92	0,1	1,85	0,15	0,35	0,1	0,48	700	0,25	0,78	0,78	0,78	0,78
	Мерзлое	1,90	0,09	2,50	0,1	1,05	0,1	0,39	5820	0,25	0,85	0,81	0,77	0,74
- глины коренные (третичного возраста и старше)	Аэрированное	1,80	0,06	1,7	0,1	0,55	0,07	0,44	1570	0,1	0,78	0,78	0,78	0,78
	Водонасыщенное	2,10	0,05	2,2	0,1	0,70	0,06	0,44	2960	0,06	0,78	0,78	0,78	0,78
	Мерзлое	2,08	0,05	2,8	0,1	1,6	0,12	0,27	13520	0,06	0,96	0,95	0,94	0,92
- лессы и лессовидные суглинки	Аэрированное	1,50	–	0,8	0,1	0,25	0,05	0,44	270	0,5	0,78	0,78	0,78	0,78
	Водонасыщенное	2,00	–	1,65	0,07	0,30	0,02	0,48	530	0,3	0,78	0,78	0,78	0,78
	Мерзлое	1,95	–	2,6	0,07	1,3	–	0,33	8770	0,25	0,85	0,81	0,77	0,74
Пески чистые	Аэрированное	1,40	0,08	0,55	0,17	0,35	0,13	0,16	400	0,7	0,67	0,60	0,55	0,50
	Водонасыщенное	2,00	0,06	1,70	0,06	0,30	0,10	0,48	530	0,5	0,74	0,68	0,63	0,59
	Мерзлое	1,98	0,06	3,7	0,12	2,0	0,08	0,29	20430	0,25	0,85	0,81	0,77	0,74
Пески с примесью глины	Аэрированное	1,50	0,04	0,55	0,1	0,35	0,1	0,16	430	0,6	0,70	0,64	0,59	0,54
	Водонасыщенное	1,95	0,06	1,65	0,06	0,35	0,1	0,47	700	0,35	0,80	0,75	0,71	0,67

В НАБОР

Грунты	Состояние	$\bar{\rho}$ , г/см <sup>3</sup>	$\delta_p$ , г/см <sup>3</sup>	$\bar{v}_p$ , км/с	$\delta_{v_p}$ , км/с	$\bar{v}_s$ , км/с	$\delta_{v_s}$ , км/с	$\bar{V}_{лин}$	$\bar{E}_{лин}$ , МПа	$\bar{\Delta}_{p,s}$	$K_{7}$	$K_{8}$	$K_{9}$	$K_{10}$
Крупнообломочные гра- вийно-галечниковые грунты с песчаным заполнителем	Мерзлое	1,93	0,06	3,5	—	1,8	—	0,33	16630	0,25	0,85	0,81	0,77	0,74
	Аэрированное	2,0	0,08	0,9	0,12	0,50	0,1	0,28	1280	0,6	0,70	0,64	0,59	0,54
	Водонасыщенное	2,15	0,08	2,15	0,25	0,50	0,12	0,47	1580	0,35	0,80	0,75	0,71	0,67
	Мерзлое	2,13	0,08	4,2	0,2	2,35	0,1	0,28	30110	0,20	0,88	0,84	0,81	0,78
То же, с супесчаным заполнителем	Аэрированное	1,90	0,08	0,90	0,12	0,5	0,1	0,28	1220	0,5	0,74	0,68	0,63	0,59
	Водонасыщенное	2,10	0,07	1,7	0,2	0,5	—	0,45	1520	0,3	0,83	0,78	0,74	0,70
	Мерзлое	2,08	0,07	4,0	—	2,0	—	0,33	22130	0,2	0,88	0,84	0,81	0,78
То же, с суглинистым заполнителем	Аэрированное	1,95	0,08	0,95	0,12	0,45	0,1	0,36	1070	0,45	0,76	0,70	0,66	0,61
	Водонасыщенное	2,15	0,07	1,6	0,2	0,45	—	0,45	1260	0,3	0,83	0,78	0,74	0,70
	Мерзлое	2,13	0,07	3,6	—	1,8	—	0,33	18360	0,2	0,88	0,84	0,81	0,78
То же, с глинистым заполнителем	Аэрированное	2,0	0,08	1,0	0,1	0,4	0,1	0,4	900	0,45	0,76	0,70	0,66	0,61
	Водонасыщенное	2,18	0,07	1,35	0,2	0,4	—	0,45	1010	0,3	0,83	0,78	0,74	0,70
	Мерзлое	2,16	0,07	2,9	—	1,6	—	0,28	14160	0,2	0,88	0,84	0,81	0,78
Полускальные грунты: мергели, аргиллиты и др.	Аэрированное	2,30	0,2	2,5	0,2	1,20	0,2	0,35	8940	0,4	0,78	0,73	0,68	0,64
	Водонасыщенное	2,34	0,2	3,0	0,2	1,20	0,2	0,40	9440	0,3	0,83	0,78	0,74	0,70
	Мерзлое	2,32	0,2	3,5	0,2	1,65	0,2	0,36	17180	0,3	0,83	0,78	0,74	0,70
Скальные слаботрещинчатые грунты:														
- песчаники	Аэрированное	2,35	0,2	2,65	0,4	1,5	0,3	0,27	13430	0,3	0,83	0,78	0,74	0,70
	Водонасыщенное	2,42	0,15	3,15	0,5	1,5	0,3	0,35	14700	0,2	0,88	0,84	0,81	0,78
	Мерзлое	2,42	0,15	4,4	0,3	2,45	0,2	0,28	37190	0,2	0,88	0,84	0,81	0,78
- известняки	Аэрированное	2,65	0,15	3,15	0,5	1,75	0,4	0,28	20780	0,3	0,83	0,78	0,74	0,70
	Водонасыщенное	2,68	0,10	3,5	0,6	1,65	0,5	0,36	19850	0,2	0,88	0,84	0,81	0,78
	Мерзлое	2,68	0,10	5,0	0,4	2,5	0,2	0,33	44560	0,2	0,88	0,84	0,81	0,78
- гранитоиды	Аэрированное	2,60	0,10	3,95	0,5	2,30	0,45	0,25	34380	0,20	0,88	0,84	0,81	0,78
	Водонасыщенное	2,70	0,08	4,65	0,5	2,35	0,4	0,33	39660	0,10	0,94	0,92	0,90	0,88

В НАБОР

Грунты	Состояние	$\bar{\rho}$ , г/см <sup>3</sup>	$\delta_{\rho}$ , г/см <sup>3</sup>	$\bar{v}_p$ , км/с	$\delta_{v_p}$ , км/с	$\bar{v}_s$ , км/с	$\delta_{v_s}$ , км/с	$\bar{v}_{дин}$	$\bar{E}_{дин}$ , МПа	$\bar{\Delta}_{p,s}$	$K_{v7}$	$K_{v8}$	$K_{v9}$	$K_{v10}$
	Мерзлое	2,70	0,08	5,35	0,4	3,0	0,2	0,32	64150	0,05	0,97	0,96	0,95	0,94
Долериты, диабазы	Аэрированное	2,75	0,1	5,5	—	2,8	—	0,32	56920	0,15	0,91	0,88	0,85	0,83
	Водонасыщенное	2,75	0,1	5,7	—	2,9	—	0,33	61520	0,1	0,94	0,92	0,90	0,88
	Мерзлое	2,75	0,1	6,3	—	3,25	—	0,32	76680	0,05	0,97	0,96	0,95	0,94

**Примечания**

- 1 Мерзлое состояние грунтов соответствует температуре ниже минус 2 °С при степени льдонасыщения  $S_{лг} > 50 \%$ .
- 2 Для всех грунтов при интенсивности землетрясения ниже 7 баллов  $K_i = 1$ .
- 3 В талых скальных породах зоны поверхностного выветривания и разгрузки (ЗПВР) скорости волн приблизительно в два раза ниже, а в мерзлых – в 1,5 раза ниже, чем в породах глубже ЗПВР.
- 4 Засоленность грунтов не влияет на характеристики талых (немерзлых) грунтов, но обуславливает снижение значений  $v_p$ ,  $v_s$ ,  $E_{дин}$  в мерзлом состоянии.
- 5 Под аэрированным состоянием понимается состояние пород выше уровня грунтовых вод (УГВ).
- 6  $\bar{\Delta}_{p,s}$  – логарифмический декремент поглощения.
- 7  $K_v$  – коэффициент пересчета скорости волн при интенсивности землетрясений 7 баллов ( $K_{v7}$ ), 8 баллов ( $K_{v8}$ ) и т. д.
- 8 Знак «—» в настоящей таблице свидетельствует о том, что при малом числе выборок для указанного грунта значение среднеквадратического отклонения не определялось.

**Библиография**

Изложить в новой редакции:

**«Библиография**

[1] СП 11-114-2004 Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений».

В НАБОР

60