МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

ПРИКАЗ

от "16" декабря 2016 г. № 981/пр

Москва

Об утверждении свода правил «Объекты строительные повышенной ответственности. Правила сейсмического микрорайонирования»

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 36 Плана разработки и утверждения сводов правил и актуализации ранее утвержденных сводов правил, строительных норм и правил на 2015 г. и плановый период до 2017 г., утвержденного приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 июня 2015 г. № 470/пр с изменениями, внесенными приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 14 сентября 2015 г. № 659/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 прилагаемый свод правил «Объекты строительные повышенной ответственности. Правила сейсмического микрорайонирования».

2. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры в течение 15 дней со дня издания приказа направить утвержденный свод правил «Объекты строительные повышенной ответственности. Правила сейсмического микрорайонирования» на регистрацию в национальный орган Российской Федерации по стандартизации.

gost.e-ecolog.ru

3. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры обеспечить опубликование на официальном сайте Минстроя России в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» текста утвержденного свода правил «Объекты строительные повышенной ответственности. Правила сейсмического микрорайонирования» в электронно-цифровой форме в течение 10 дней со дня регистрации свода правил национальным органом Российской Федерации по стандартизации.

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

И.о. Министра Е.О. Сиэрра

УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства строительства и
жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации
от «16» декабря 2016 г. № 981/пр

ОБЪЕКТЫ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПОВЫШЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ. ПРАВИЛА СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

Издание официальное

Москва 2016

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ **СП 283.1325800.2016**

ОБЪЕКТЫ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПОВЫШЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ.

Правила сейсмического микрорайонирования

Издание официальное

Москва 2016

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ – Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом архитектуры, строительства и градостроительной политики Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 981/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 2016

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения ....

2 Нормативные ссылки ....

3 Термины и определения ....

4 Общие положения ....

5 Инженерно-геологические исследования ....

6 Инструментальные геофизические исследования ....

7 Расчеты параметров сейсмических воздействий ....

8 Результаты сейсмического микрорайонирования ....

Приложение А (справочное) Определение скоростей поперечных волн по инженерно-геологическим данным ....

Приложение Б (справочное) Коэффициенты отклонения от линейности ....

Библиография ....

Введение

В настоящем своде правил установлены требования в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1] и применены единые методы определения эксплуатационных характеристик и методов оценки.

Применяемые на практике при изыскательских работах методики сейсмического микрорайонирования (СМР) в настоящее время устарели. В частности, это относится к СМР особо опасных объектов (ООО). Настоящий свод правил развивает методики СМР ООО на новой научно-методической основе с использованием параметров сейсмических воздействий и грунтовой толщи, непрерывно распределенных в пространстве. Это позволяет уточнить сейсмические нагрузки на сооружения, повысить сейсмическую безопасность и сэкономить средства.

Работа выполнена авторским коллективом сотрудников Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (руководитель разработки – директор ИФЗ РАН д-р физ.-мат. наук *С.А. Тихоцкий*, ответственный исполнитель – д-р физ.-мат. наук *А.С. Алешин*, исполнители – *В.В. Погребченко*, *С.Н. Никитин*).

СВОД ПРАВИЛ

ОБЪЕКТЫ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПОВЫШЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ.

Правила сейсмического микрорайонирования

High critical building objects. Rules of seismic microzonation

Дата введения — 2017–06–17

1 Область применения

Настоящий свод правил распространяется на работы по оценке сейсмической опасности при строительстве и эксплуатации площадных, сосредоточенных, линейных объектов, которые относятся к особо опасным, технически сложным и уникальным объектам [далее – особо опасные объекты (ООО)], определенным согласно [2, статья 48.1, часть 1, пункты 3–6, 9–14, часть 2].

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 20522–2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 25100–2011 Грунты. Классификация

ГОСТ Р 22.0.03–95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения

ГОСТ Р 22.1.06–99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования

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

СП 47.13330.2012 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

СП 151.13330.2012 Инженерные изыскания для размещения, проектирования и строительства АЭС (в двух частях)

Издание официальное

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

В настоящем своде правил применены термины по [2], ГОСТ 25100, ГОСТ 20522, ГОСТ 26883, ГОСТ Р 22.0.03, СП 14.13330, СП 151.13330, СП 47.13330, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **виброразжижение:** Потеря несущей способности водонасыщенных дисперсных грунтов при сильных динамических воздействиях.

3.2 **грунтовые категории:** Категории грунтов по сейсмическим свойствам.

3.3 **грунтовый коэффициент:** Коэффициент, учитывающий изменение амплитуды исходного сейсмического воздействия вследствие локальных геологических условий.

3.4 **интенсивность сейсмических воздействий:** Величина сейсмических воздействий, измеряемая либо в макросейсмических баллах, либо в инструментальных характеристиках.

3.5 **инструментальные характеристики сейсмических воздействий:** Амплитуда ускорений (а также скоростей смещений и смещений), период и длительность сейсмических воздействий.

3.6 **микросейсмы:** Хаотические колебания земной поверхности малой амплитуды, вызываемые природными и техногенными причинами.

3.7 **нелинейные свойства грунтов:** Свойства грунтов, определяемые нелинейной зависимостью напряжений и деформаций.

3.8 **площадной строительный объект:** Строительный объект площадью более 1 км^2.

3.9 **попикетная таблица:** Таблица, определяющая приращение сейсмической интенсивности с привязкой к пикету трассы линейного объекта.

3.10 **приращение сейсмической интенсивности:** Добавка к фоновому или исходному значению сейсмической интенсивности, в зависимости от локальных геологических условий.

3.11 **сейсмическая жесткость:** Произведение скорости поперечной волны в грунте на плотность грунта.

3.12 **сейсмическое воздействие:** Движение грунта, вызванное природными или техногенными факторами.

3.13 **сейсмогрунтовая модель:** Инженерно-геологическая модель грунта, дополненная сейсмическими параметрами каждого инженерно-геологического элемента.

3.14 **сильное сейсмическое воздействие:** Сейсмическое воздействие, при котором изменяются сейсмические свойства грунта (для дисперсных грунтов при интенсивности обычно более 8 баллов или при максимальном ускорении более 0.25g).

3.15 **скоростная инверсия:** Уменьшение скорости сейсмических волн с глубиной.

3.16 **сосредоточенный строительный объект:** Строительная площадка размерами менее 1 км^2.

3.17 **спектральные характеристики грунтовой толщи:** Спектры Фурье, спектры реакции и коэффициенты динамичности грунтового массива.

3.18 **средние грунтовые условия:** Параметры грунта, к которым отнесены значения сейсмичности на картах ОСР или ДСР.

4 Общие положения

4.1 Сейсмическое микрорайонирование (СМР) является частью инженерно-геологических и инженерно-геотехнических изысканий на площадках строительства ООО.

4.2 Работы по СМР в составе инженерно-геологических изысканий могут выполнять организации, имеющие разрешительные документы в соответствии с [2], [3] и уставом конкретной саморегулируемой организации.

4.3 СМР выполняют в целях количественной оценки влияния местных условий (состав и свойства грунтов, особенности рельефа, наличие опасных геологических явлений и др.) на сейсмичность с указанием изменения интенсивности в баллах и/или инструментальных параметров сейсмических колебаний.

Перечень определяемых параметров расчетных сейсмических воздействий, включающий в себя интенсивность в баллах, пиковое ускорение, преобладающий период и длительность колебаний, спектр реакции, коэффициент динамичности, акселерограммы, грунтовые коэффициенты и др., установлен с учетом используемых методов расчетов и приведен в задании на проведение изысканий.

4.4 Параметры сейсмических колебаний соответствуют распределению сейсмических свойств грунтов (7.6, 7.10–7.12) на площадке изысканий, полученных в результате комплексных геолого-геофизических работ.

4.5 Выделяют следующие объекты СМР:

- сосредоточенные, характеризуемые одним значением исходной сейсмической интенсивности по карте ОСР;

- площадные, для которых может быть более одного значения исходной сейсмичности;

- линейные.

В зависимости от типа объекта устанавливают состав и объем работ по СМР.

4.6 В результате работ по СМР для площадных и сосредоточенных объектов должна быть составлена карта СМР, а для линейных – попикетная таблица, как аналог карты.

4.7 Масштаб карты СМР площадных и сосредоточенных объектов в зависимости от категории сложности инженерно-геологических условий, устанавливаемой нормативными документами для соответствующих видов строительства, и площади СМР принимают по таблице 4.1.

Таблица 4.1

Категория сложности инженерно-геологических условий	Масштаб при площади объекта, км^2			
	Более 100	От 10 до 100	От 1 до 10	Менее 1
I	1:25 000	1:25 000	1:10 000	1:1000
II	1:25 000	1:10 000	1:5000	1:1000
III	1:10 000	1:10 000	1:5000	1:1000

4.8 Шаг по расстоянию в пикетной таблице соответствует расстоянию между скважинами вдоль трассы ЛСО.

4.9 Параметры исходной сейсмичности на площадках ООО определяют по результатам ДСР. При отсутствии ДСР допускается уточнять исходную сейсмичность на основе сбора и анализа материалов по геологическому строению, тектонике, геофизическим полям, сейсмологии, сейсмостатистике и др. с составлением карт (схем) зон возможных очагов землетрясений более крупного масштаба, чем карты ОСР [4].

4.10 При СМР ООО используют модели грунтовой толщи, учитывающие как упругие, так и неупругие свойства грунта при сильных сейсмических воздействиях.

5 Инженерно-геологические исследования

5.1 Инженерно-геологические исследования являются главным элементом комплексных работ на площадке СМР.

5.2 Основные задачи, решаемые при инженерно-геологических исследованиях в комплексе работ по СМР на площадках и трассах строительства, заключаются:

а) в изучении строения геологического разреза;

б) определении физико-механических свойств грунтов;

в) изучении неблагоприятных геологических процессов и явлений;

г) построении инженерно-геологической модели грунтов.

5.3 Основными методами изучения инженерно-геологических свойств грунтового массива являются:

а) бурение скважин на глубину не менее 30 м;

б) исследование физических и физико-механических свойств грунтов лабораторными и полевыми методами.

5.4 Число точек наблюдения, приходящихся на 1 км^2 площади при инженерно-геологических исследованиях, включающих в себя также геофизические наблюдения, составляет не менее двух на 1 км^2 площади и обосновывается в программе работ.

5.5 Для составления адекватной модели грунтовой толщи необходимо в пределах выделенных по карте инженерно-геологического районирования площадок ООО или по трассе ЛСО квазиоднородных таксонов иметь данные по не менее чем одной скважине, достигающей границу достаточно жестких пород с сейсмической жесткостью R не менее 2000 т/(м^2·с).

5.6 Слоистость грунтовой толщи при инженерно-геологических изысканиях определяют по данным бурения и геофизических методов. При лабораторных и полевых методах изучения грунтов определяют физические и физико-механические (деформационные и прочностные) параметры каждого инженерно-геологического элемента.

5.7 При СМР в рамках инженерных изысканий на площадках и вдоль трасс ООО помимо сейсмической опасности учитывают также «геологическую» опасность, т. е. опасность активизации геологических явлений в связи с сейсмическими воздействиями.

К опасным геологическим явлениям относятся:

а) наличие на площадке изысканий тектонических разрывов;

б) карстовые проявления;

в) неустойчивость склонов;

г) разжижение и просадки грунта при сильных сейсмических воздействиях;

д) предпостроечное замачивание просадочных грунтов;

е) мерзлотные процессы в дисперсных грунтах.

5.8 Все разнообразие грунтовых условий при наличии опасных геологических процессов разделяют на две категории – худшие и нормальные.

К худшим грунтовым условиям относятся:

а) площадки, сложенные мерзлыми грунтами, с возможным оттаиванием;

б) участки вблизи тектонических нарушений, перекрытых слоем рыхлых осадков незначительной (не более 10 м) мощности;

в) участки, представленные скоростными разрезами, с резким контрастом свойств рыхлого чехла, лежащего на скальном основании, и способствующими образованию резонансных явлений;

г) участки на крутых склонах;

д) обводненные участки проявления опасных геологических явлений (обводнение, как правило, способствует активизации опасных геологических процессов).

5.9 Для районов с сейсмической интенсивностью I = 7 баллов склоновые процессы весьма вероятны в худших условиях при углах более 16°, нормальных – при углах менее 16°. Для районов с сейсмической интенсивностью I = 8 баллов склоновые процессы весьма вероятны в худших условиях при углах более 10,5°, нормальных – при углах менее 10,5°. Для районов с сейсмической интенсивностью I = 9 баллов склоновые процессы весьма вероятны в худших условиях при углах более 5°, нормальных – для углов менее 5°.

5.10 Для участков с сейсмической жесткостью R > 200 т/(м^2·с) с худшими условиями при использовании оценки сейсмической интенсивности макросейсмическими баллами сейсмическую интенсивность повышают на 1 балл.

5.11 Оценка возможности разжижения на участке СМР с сейсмической жесткостью R < 200 т/(м^2·с) может быть сделана на основе следующих критериев:

а) инженерно-геологические – возраст, состав, обводненность;

б) сейсмологические – магнитуда, максимальное ускорение, инвариант (a_{max}·$d_{0,5}$) > 1300 см·с, где $d_{0,5}$ – длительность на уровне 0,5 от максимума;

в) геотехнические – пенетрационные показатели N, q, снижение пенетрационных показателей в присутствии вибрации, корреляция пенетрационных показателей и магнитуд, N и q – показатели динамического и статического зондирования;

г) сейсморазведочные – по значению скорости поперечных волн V_S < 150м/с и V_P/V_S > 10;

д) лабораторные – по отношению порового давления к среднему.

На участках возможного виброразжижения параметры сейсмических воздействий не изменяются, но на них следует проводить специальные технические мероприятия, обеспечивающие сейсмическую устойчивость грунтов.

5.12 Одним из таких технических мероприятий на участках распространения просадочных грунтов является предпостроечное замачивание. Искусственное замачивание устраняет возможные осадки, но в первое время после его проведения существенно ухудшает сейсмические свойства лессовых грунтов и значительно (на 2

балла) повышает сейсмическую интенсивность. Процесс формирования устойчивых в сейсмическом отношении массивов протекает довольно медленно, и существует значительный риск разрушений именно в этот период.

5.13 На участках проведения технических мероприятий по усилению грунтов оснований следует проводить мониторинговые наблюдения с частотой не менее один раз в год.

5.14 На участках распространения многолетнемерзлых дисперсных грунтов необходимо оценивать такие параметры дисперсных грунтов, как скорости поперечных волн и их плотности, в талом состоянии. Если это невозможно осуществить в процессе полевых сейсморазведочных наблюдений, следует воспользоваться методикой оценки упругих скоростей с помощью корреляционных соотношений с деформационными характеристиками согласно приложению А.

5.15 Основным результатом инженерно-геологических изысканий на площадке и по трассе ООО является построение инженерно-геологических моделей массива пород на расчетную глубину не менее 30 м в дисперсных грунтах и до глубины залегания пород с сейсмической жесткостью $R > 2000$ т/(м^2·с) в случае наличия их в верхней 30-метровой толще.

Модель в данном случае – это представление грунтовой толщи системой плоско-параллельных слоев, адекватно отображающих амплитудно-частотные характеристики грунтового массива толщиной 30 м.

5.16 Картирование опасных геологических процессов необходимо осуществлять в окрестности ООО. При определении конкретного удаления от площадки СМР следует пользоваться указаниями ГОСТ Р 22.1.06. Необходимость выполнения этого требования обусловлена возможностью развития опасных явлений, т. е. если они отмечены в окрестности, то существует вероятность их проявления в будущем непосредственно на площадке.

6 Инструментальные геофизические исследования

6.1 Инструментальные геофизические исследования проводят в целях получения данных о сейсмических свойствах грунтовой толщи. При этом решают следующие задачи:

- получение сейсмических разрезов грунтовой толщи;

- определение мощности дисперсных грунтов;

- сопоставление инженерно-геологических и сейсмических разрезов;

- изучение спектральных характеристик грунтовой толщи;

- оценка влияния рельефа на параметры сейсмических колебаний;

- оценка влияния на параметры сейсмических колебаний тектонических разрывных нарушений, расположенных в пределах территории изысканий или в непосредственной близости от нее.

6.2 Комплекс инструментальных геофизических исследований обязательно включает в себя применение сейсморазведочных и сейсмологических методов, в том числе регистрацию микросейсм, и может быть дополнен другими геофизическими методами (электроразведкой, различными видами каротажа и др.).

6.3 Состав комплексных инструментальных геофизических исследований, необходимых для решения перечисленных выше задач, устанавливают в соответствии с программой изысканий на площадке и вдоль трасс линейных объектов.

6.4 Сейсмологические наблюдения сетью временных сейсмостанций проводят в активных сейсмических регионах. В регионах с малой сейсмической активностью такие наблюдения требуют длительного времени, часто малоэффективны, и поэтому заменяются наблюдениями за микросейсмами от природных и техногенных источников [5].

6.5 Метод регистрации микросейсм применяют как для оценки приращений сейсмической интенсивности, так и для получения резонансных характеристик грунтов путем регистрации и определения преобладающих периодов и амплитудного уровня микроколебаний в различных типах грунтовых условий.

6.6 При регистрации и обработке микросейсмических колебаний используют известный способ Накамуры. При этом для оценки резонансных частот грунтовой толщи используют метод спектральных отношений амплитуд горизонтальной компоненты к его вертикальной компоненте. Для слоя на полупространстве основную резонансную частоту f оценивают по частоте максимума передаточного отношения H/V, $f = V_S/4H$, где V_S и H – скорость поперечных волн и мощность слоя.

6.7 Сейсморазведочные работы являются основными в комплексе, поскольку при них решаются наиболее важные из перечисленных выше задач. Большинство сейсморазведочных работ при СМР осуществляется с использованием метода

преломленных волн (МПВ) [6].

6.8 В ряде случаев работы МПВ характеризуется низкой эффективностью и малой глубиной исследований вследствие:

1) слабой дифференцированности скоростных разрезов;

2) наличия инверсных слоев.

Для повышения эффективности сейсморазведки в этом случае необходимо применять другие методики наблюдений, в частности методику высокоразрешающей сейсморазведки на поперечных SH-волнах.

6.9 Сейсмический каротаж используют для наблюдений за распространением поперечных волн в вертикальном направлении в грунте вблизи пробуренных скважин. Сейсмический каротаж позволяет наиболее детально расчленять грунтовый массив и определять скоростной разрез.

6.10 При вертикальном сейсмическом профилировании в околоскважинном пространстве регистрируется все волновое поле с помощью одно-двух-трехкомпонентных сейсмоприемников, располагаемых в одной скважине, при этом получается скоростной разрез в поперечных различно поляризованных (SH и SV) и продольных (P) волнах.

6.11 Межскважинное сейсмоакустическое просвечивание применяют для получения в межскважинном пространстве томографического отображения полей поперечных и продольных волн, в том числе в основании существующих сооружений, выделения участков развития карстовых форм, тектонических нарушений, наличия в разрезе неоднородностей различной природы.

6.12 Участки пересечений районируемой площадки тектоническими разрывами следует изучать комплексом геолого-геофизических методов. Зоны тектонических разрывов с пониженной сейсмической жесткостью выделяются соответствующим повышением сейсмической интенсивности.

6.13 Методика спектрального анализа поверхностных волн (SASW, MASW) позволяет оперативно определять параметры скоростного разреза по поперечным волнам до глубин порядка 30–50 м.

6.14 Электроразведочные методы наиболее эффективны при решении задачи определения мощности рыхлого чехла и глубины скального массива. Эту задачу можно решать с помощью методов вертикального электрического зондирования и

зондирования методом становления электромагнитного поля в ближней зоне. Последний метод можно считать наиболее подходящим для выявления разрывных нарушений.

6.15 Одной из основных задач СМР на площадке сосредоточенного объекта является построение сейсмогрунтовой модели, которую создают на основе инженерно-геологической модели с добавлением для каждого инженерно-геологического элемента значения скорости поперечных волн V_S. Таким образом, важнейшей физико-механической характеристикой каждого i-го инженерно-геологического элемента грунта при СМР являются скорости поперечных волн V_i и плотности ρ_i, точнее их произведение – сейсмическая жесткость R_i. Скорости поперечных волн каждого инженерно-геологического элемента определяют по данным сейсморазведки. При этом важно правильно сопоставить данные инженерно-геологического расчленения разреза с данными сейсморазведочных наблюдений.

6.16 Данные сейсмологических наблюдений (землетрясений или микросейсм) являются весьма полезными при оценке влияния рельефа на результаты СМР.

6.17 В исключительных случаях, когда сейсморазведочные наблюдения по определенным обоснованным причинам не проводились, допускается значения скоростей поперечных волн оценивать с использованием косвенных приемов на основе связи деформационно-прочностных характеристик, с одной стороны, и параметров упругих свойств – с другой (пример такого подхода приведен в приложении А, возможно использование других известных в технической литературе связей).

6.18 Для характеристики сейсмических свойств массива грунтов, влияющих на параметры сейсмических воздействий, принимают значения средних плотностей, средних скоростей поперечных волн и сейсмических жесткостей, определяемые по формулам:

$$\rho_{сред} = \Sigma\rho_{ih_i} / \Sigma h_i; \quad (6.1)$$

$$V_{сред} = \Sigma h_i / (\Sigma h_i / v_i); \quad (6.2)$$

$$R_{сред} = \rho_{сред} \cdot V_{сред}. \quad (6.3)$$

Расчетная мощность грунта $H = \Sigma h_i$ должна соответствовать 30 м и более в дисперсных породах или мощности до границы с $R > 2000$ т/(м^2 ·с) в случае ее наличия в верхней 30-метровой толще разреза.

6.19 При СМР площадных объектов и вдоль трасс ЛСО важнейшей задачей является составление сейсмогрунтовых моделей, различающихся реакцией грунтовой толщи на сейсмические воздействия, подходящие к ним со стороны упругого (скального) полупространства. Каждый отдельный участок районируемой территории характеризуется набором параметров сейсмических воздействий, определяемых совокупным влиянием как исходного сейсмического воздействия, так и локальными свойствами грунтовой толщи.

7 Расчеты параметров сейсмических воздействий

7.1 Исходные сейсмические воздействия на площадках ООО либо определяют при работах по ДСР для площадных объектов, либо проводят работы по уточнению исходной сейсмичности сосредоточенного объекта в рамках СМР, но с использованием материалов ДСР (статьи, схемы, карты и т. п.).

7.2 Исходное сейсмическое воздействие выражается либо в макросейсмических баллах, либо в инструментальных характеристиках – в значениях максимальных ускорений, преобладающих периодов (частот) и длительностей.

7.3 Интенсивность исходных сейсмическсих воздействий относится к референтным грунтам с сейсмической жесткостью $R = 2000$ т/(м^2·с) В том случае, когда интенсивность сейсмических воздействий выражается в баллах, значения исходной сейсмичности определяются по картам ОСР и ДСР с уменьшением на 1 балл.

7.4 Расчеты параметров сейсмических воздействий включают в себя учет влияния локальных грунтовых, а также гидрогеологических, геоморфологических, тектонических и других условий на интенсивность и спектральные характеристики сейсмических воздействий.

7.5 При расчете интенсивности возможно использование двух типов моделей связи параметров грунтов с параметрами сейсмических воздействий:

1) основанную на понятиях макросейсмического балла и его приращений;

2) использующую для описания сейсмических воздействий непрерывные физические величины – максимальные ускорения, периоды и длительности сейсмических воздействий.

7.6 Для СМР использование макросейсмического балла предполагает локальные, грунтовые и гидрогеологические условия учитывать приращением к значению исходной

сейсмической интенсивности в баллах (долях балла). Приращение балла рассчитывают по формуле сейсмических жесткостей следующим образом:

$$\Delta I = 2{,}5 \lg b\, R_0/(R_1 + R_0), \qquad (7.1)$$

где R – сейсмическая жесткость расчетной мощности грунта, определяемой согласно 6.9;

индексы 0 и 1 сейсмической жесткости R относятся соответственно к референтному и исследуемому грунту;

b – максимум коэффициента динамичности β_i.

7.7 Нулевые приращения сейсмической интенсивности определяют значениями сейсмической жесткости референтного грунта $R_0 = 2{,}5$ т/м^3 · 800 м/с = 2000 (т/м^2·с), что исключает их изменение при сильных (более 8 баллов) сейсмических воздействиях.

7.8 В том случае, когда сейсмические воздействия характеризуются инструментальными величинами, исходные сейсмические воздействия в виде спектров реакции, коэффициентов динамичности и акселерограмм возможных землетрясений определяют по результатам ДСР.

7.9 Влияние грунтовых условий на параметры сейсмических воздействий, учитываются посредством грунтовых коэффициентов. Для этого значения ускорений, характеризующих исходную сейсмичность, умножают на грунтовые коэффициенты двух видов соответственно для короткопериодной F_a и длиннопериодной части спектра F_v. Граница между короткопериодной и длиннопериодной частью спектра установлена периодом 0,3 с.

7.10 Зависимость грунтовых коэффициентов F_a от сейсмической жесткости R в линейном диапазоне воздействий (ускорение исходных воздействий $S \leq 0{,}25g$) рассчитывают в аналитическом виде по формуле

$$\lg F_a = -0{,}4 \lg R + 1{,}32. \qquad (7.2)$$

Аналогичным способом получается выражение для грунтовых коэффициентов F_v:

$$\lg F_v = -0{,}6 \lg R + 2. \qquad (7.3)$$

В обоих выражениях размерность сейсмической жесткости R вычисляется в тоннах на квадратный метр в секунду [т/(м^2·с)].

7.11 При ускорениях исходных воздействий $S > 0{,}25g$ грунтовые коэффициенты умножаются на коэффициенты отклонения от линейности K, определяемые по таблице Б.1.

7.12 Учет спектральных особенностей грунтовых толщ и расчет соответствующих акселерограмм осуществляют с использованием программы NERA (или аналогичных), где в качестве входных данных помимо исходных акселерограмм используют полученные при СМР районируемых площадок параметры моделей грунтовой толщи (скорости поперечных волн, плотности, мощности, а также данные о нелинейных свойствах каждого слоя), а выходными данными являются спектры реакции, коэффициенты динамичности и акселлерограммы, учитывающие локальные условия районируемой площадки.

8 Результаты сейсмического микрорайонирования

8.1 В состав отчетных материалов по СМР входят:

а) отчет, содержащий подробное описание и результаты проведенных работ;

б) текстовые и графические приложения (графики, таблицы, разрезы и др.);

в) карта СМР или попикетная таблица (для линейного объекта).

8.2 Текст отчета должен содержать следующие разделы:

- введение;
- общие сведения о районе работ;
- сведения об исходной сейсмичности;
- инженерно-геологические условия территории;
- результаты геофизических работ;
- расчеты спектральных характеристик и акселлерограмм;
- СМР по комплексу методов;
- выводы и рекомендации;
- список использованных опубликованных и фондовых материалов;
- текстовые и графические приложения.

Приложение А

(справочное)

Определение скоростей поперечных волн по инженерно-геологическим данным

Наряду с непосредственным измерением скоростей поперечных волн в практике СМР разработан и внедрен способ оценки значений скоростей V_S с использованием косвенных приемов. Данный способ основан на связи деформационных и упругих характеристик грунтов. Деформационные характеристики определяют при проведении инженерно-геологических изысканий. Деформационные свойства грунта оцениваются модулем общей деформации или сцеплением.

Для связи модуля деформации $E_{деф}$ и скорости поперечных волн V_S используют соотношение:

$$\lg V_S = 0{,}6 \lg E_{деф} + 1{,}55, \qquad (А.1)$$

где V_S измерено в метрах в секунду, $E_{деф}$ – в мегапаскалях.

Определение скорости поперечных волн V_S дисперсных грунтов через значения сцепления C приведено в [7].

Для скальных пород, как правило, вместо модуля деформации используют величину предела на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$:

$$V_S = \sqrt{\frac{160\sigma_{сж}}{\rho}}, \qquad (А.2)$$

при этом если выразить $\sigma_{сж}$ в паскалях, а ρ в килограммах на кубический метр, получают V_S в метрах в секунду.

Приложение Б

(справочное)

Коэффициенты отклонения от линейности

Таблица Б.1 – Коэффициенты отклонения от линейности *K*

Сейсмическая жесткость, т/(м^2·с)	Ускорение исходного сейсмического воздействия, *g*				
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25
200	1	0,7	0,5	0,45	0,4
600	1	0,9	0,75	0,7	0,6
1300	1	1	0,9	0,85	0,8
2000	1	1	1	1	1

Библиография

[1] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

[2] Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации»

[3] Федеральный закон от 1 декабря 2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях»

[4] РБ-019–01 Оценка сейсмической опасности участков размещения ядерно- и радиационно опасных объектов на основании геодинамических данных

[5] РСН 65–87 Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ

[6] РСН 66–87 Инженерные требования для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Сейсморазведка

[7] Методические рекомендации по определению состава, состояния и свойств грунтов сейсмоакустическими методами. – М.: Изд. ЦНИИС, 1985. – 65 с.

gost.e-ecolog.ru