ПНИИИС Госстроя СССР

Руководство

по изучению глинистых грунтов при инженерных изысканиях для целей сейсмического микрорайонирования

МОСКВА 1984

gost.e-ecolog.ru

Производственный
и научно-исследовательский институт
по инженерным изысканиям в строительстве
(ПНИИИС) Госстроя СССР

РУКОВОДСТВО
по изучению глинистых грунтов при инженерных изысканиях для целей сейсмического микрорайонирования

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1984

УДК 624.131.22

Рекомендовано к изданию решением секции Геофизики и инженерной сейсмологии Научно-технического совета ПНИИИС.

Руководство по изучению глинистых грунтов при инженерных изысканиях для целей сейсмического микрорайонирования /ПНИИИС.–М.: Стройиздат, 1984. – 16 с.

Содержит основные сведения по общей направленности и последовательности инженерных изысканий при сейсмическом микрорайонировании на глинистых грунтах. Приведен рациональный комплекс геологогеофизических методов, позволяющих дать оценку сейсмической интенсивности в районах развития глинистых образований.

Для инженерно-технических работников проектно-изыскательских организаций.

Разработано ПНИИИС Госстроя СССР (д-р геол.-минерал. наук Н.И. Кригер, канд. геол.-минерал. наук Ю.И. Баулин, канд. техн. наук А.С. Бекасов, инженеры А.В. Герасимов, С.Г. Миронюк и А.Г. Петров).

Табл. 5.

Р $\frac{3202000000-474}{047(01)-84}$ Инструкт.-нормат., II вып. –72 –83

© Стройиздат, 1984

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Руководство составлено к главе СНиП II-7-81 "Строительство в сейсмических районах" и предназначено для организаций, проводящих инженерные изыскания для строительства промышленных и гражданских сооружений в сейсмических районах, сложенных глинистыми грунтами с числом пластичности более 17. На районы развития вечномерзлых грунтов, а также объекты проектируемых, строящихся и эксплуатируемых гидротехнических и энергетических сооружений Руководство не распространяется.

1.2. В Руководстве рассматриваются коренные (невыветрелые) глины и их элювий разной мощности и степени выветрелости и покровные глинистые образования различного генезиса (за исключением типичного лесса и илов).

1.3. Одна из основных задач инженерных изысканий в сейсмических районах состоит в получении данных для уточнения величины сейсмических воздействий от ожидаемых землетрясений на промышленные и гражданские сооружения. Эта задача решается на основе комплексных работ по сейсмическому микрорайонированию (СМР), под которым понимается:

количественная оценка приращения сейсмического балла ΔJ и определение спектральных характеристик колебаний грунтов в зависимости от инженерно-геологических, гидрогеологических и геоморфологических условий на строительных площадках;

прогноз изменения этих параметров при застройке территории и эксплуатации зданий и сооружений.

1.4. Подлежащий уточнению исходный (фоновый) балл определяется по карте сейсмического районирования территории СССР или по карте детального сейсмического районирования, если таковая имеется для территории, на которой расположен участок исследований.

1.5. Исходный (фоновый) балл относится к средним грунтовым условиям в соответствии с главой СНиП II-7-81 "Строительство в сейсмических районах".

Коренные глины практически всегда характеризуют средние грунтовые условия, если не служат водоупором верхнего водоносного горизонта. Покровные глинистые образования характеризуют средние грунтовые условия в тех случаях, когда их мощность составляет не менее 10 м при залегании кровли водоносных отложений на глубине более 8 м.

2. СЕЙСМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

1.5. Для обоснованной оценки ΔJ на строительных площадках необходимо иметь данные о сейсмических свойствах грунтов и их изменении в плане и по глубине.

Для изучения сейсмических свойств грунтов применяется комплекс полевых и лабораторных инженерно-геологических, гидрогеологических и инструментальных геофизических методов.

2.2. Сейсмические свойства грунтов характеризуются следующими параметрами: скоростями распространения продольных v_p и поперечных v_s волн, а при отсутствии данных о v_s – скоростями поверхностных волн v_R; коэффициентами (или декрементами) поглощения продольных (α_p или θ_p) и поперечных (α_s или θ_s) волн.

2.3. Скорости сейсмических волн в упругой однородной среде не зависят от частоты регистрируемых колебаний. Коэффициенты волн прямо зависят от частоты. Эта зависимость для α_p и α_s близка к линейной. Для фиксированной частоты величина α_s в два-три раза пре-

вышает α_p. Декременты поглощения волн, характеризующие поглощение энергии на участке пути, равном длине волны, в первом приближении от частоты не зависят.

2.4. В общем случае в толще глинистых грунтов могут быть выделены три основных горизонта, в которых грунты различаются по сейсмическим свойствам:

покровные глинистые образования различного генезиса (делювиальные, пролювиальные, аллювиальные и др.);

элювий коренных глин;

коренные глины (преимущественно морские, дочетвертичного возраста).

В пределах выделенных горизонтов сейсмические свойства глинистых грунтов могут варьироваться в зависимости от минералогического состава, характера структурных связей, текстуры, плотности, влажности и других факторов.

2.5. Прочность структурных связей оказывает наиболее значительное влияние на сейсмические свойства глинистых грунтов. При нарушении структурных связей в коренных глинах значения сейсмических скоростей могут уменьшаться в два-три раза.

2.6. Особенностью глинистых грунтов является низкая водопроницаемость, благодаря чему они служат водоупором и определяют гидрогеологические условия исследуемой территории.

Грунтовые воды, как правило, приурочены к коре выветривания коренных глин, к покровным глинам и другим поверхностным образованиям. Уровень грунтовых вод в глинистых образованиях выражен нечетко и может не являться для продольных сейсмических волн резкой преломляющей границей.

Значения v_s в покровных глинистых образованиях, залегающих в зоне водонасыщения, обычно ниже, чем в аналогичных грунтах, залегающих в зоне аэрации.

2.7. При расчете ΔJ по способу сейсмических жесткостей для водонасыщенных грунтов следует использовать значения v_s, так как поперечные волны более чувствительны к сдвиговым деформациям, чем продольные.

2.8. Для скоростей распространения сейсмических волн глинистые грунты в большинстве случаев являются градиентными средами. Для них характерно возрастание скоростей с глубиной. Наибольшие вертикальные градиенты скорости имеют элювий коренных глин и покровные глинистые образования, наименьшие – коренные глины.

2.9. Скорости распространения сейсмических волн в покровных глинистых образованиях, вследствие их невыдержанности по составу и физико-механическим характеристиками в горизонтальном и вертикальном направлении могут значительно изменяться в пределах одной строительной площадки. Скоростные характеристики и параметры затухания коренных глин обычно более выдержаны по площади и глубине.

Пределы изменения сейсмических характеристик глинистых грунтов приведены в табл. 1.

2.10. Количественные соотношения между сейсмическими и инженерно-геологическими характеристиками глинистых грунтов устанавливаются экспериментальным путем в виде корреляционных зависимостей. Приведенные в специальной литературе для глинистых грунтов зависимости могут быть использованы для оценки характеристик по данным сейсмоакустических измерений прил. 4 Инструкции по применению сейсморазведки в инженерных изысканиях для строительства (РСН 45-77) – М.: Госстрой РСФСР, 1977, но при этом рекомендуется проверять пригодность той или иной формулы для данного района путем проведения контрольных измерений и в случае необходимости вводить соответствующие поправки.

2.11. При нарушении водного режима на застраиваемых участках может иметь место набухание глинистых грунтов верхней части разреза, что

Таблица 1

Горизонт	Скорость распространения продольных волн v_p, м/с	Скорость распространения поперечных волн v_s, м/с	$\frac{v_s}{v_p}$	Эффективный коэффициент затухания волн, м	
				продольных α_p для $f = 80-110$ гц	поперечных α_s для $f = 30-50$ гц
Покровных глинистых образований различного генезиса в зоне глубиной 1–5 м:					
аэрации	450–700	150–300	0,3–0,4	0,1–0,3	0,1–0,2
водоносности	1100–1400	110–260	0,1–0,2	–	
Элювия коренных глин (дисперсный и обломочный элювий) в зоне глубиной 5–10 м:					
аэрации	800–1300	250–500	0,3–0,4	0,035–0,3	0,035–0,3
водоносности	1200–1600	200–500	0,15–0,3	—	—
Трещинного элювия и коренных глин в зонах глубиной, м:					
5–10	1500–2000	450–700	0,3–0,35	0,01–0,055	—
10–20	1900–2500	650–850	0,3–0,35	—	—

приводит к уменьшению значений скоростных характеристик, возрастанию амплитуд смещений при сейсмических воздействиях и увеличению ΔJ в соответствии с меняющимися значениями влажности и объемной массы грунта.

Набухание грунтов влечет за собой нарушение водонесущих подземных коммуникаций и дополнительные утечки воды, что приводит к ухудшению свойств грунтов и увеличению разрушительного эффекта землетрясений.

Величина набухания зависит от внешнего давления и определяется глубиной залегания горизонта глинистых грунтов. Мощность поверхностного слоя, в пределах которого возможно набухание грунта, достигает 4–6 м.

2.12. При влажности, превышающей влажность на границе раскатывания ($W > W_p$), в глинах возможно образование сейсмических деформаций и активизация склоновых процессов даже при невысокой интенсивности сейсмических колебаний.

Развитию процессов деформаций при сейсмических воздействиях благоприятствуют следующие условия:

крутизна склонов более $30–35^{\circ}$;

наличие форм рельефа, способствующих сбору поверхностных вод и инфильтрации их в грунт;

большое количество ходов землероев, корней растений, усадочных или других трещин и прочие нарушения почвенного покрова;

выходы подземных вод, приуроченных к трещинам в коренных глинах или к контактам коренных глин, и коры выветривания;

техногенные нарушения рельефа и гидрогеологического режима, перегрузка склона отвалами пород или строениями; устройство нагорных канав, арыков и каналов без надежной гидроизоляции и т.д.

3. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ИЗУЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Инженерно-геологические и гидрогеологические методы

3.1. Инженерно-геологическое обследование проводится после сбора фондовых материалов о геолого-литологическом и геоморфологическом строении, гидрогеологических условиях и свойствах грунтов района работ. В процессе маршрутных наблюдений намечаются: количество и направление инженерно-геологических и геофизических профилей, количество и вид горных выработок, места расположения пунктов сейсмологических наблюдений. В процессе инженерно-геологического обследования делается описание обнажений, расчисток и т.п., а также мочажин и источников.

3.2. Для расчленения грунтовых толщ в пределах намеченных участков на инженерно-геологические элементы по составу и свойствам грунтов осуществляется бурение скважин и проходка шурфов с отбором монолитов и проб с нарушенной структурой. Глубина выработок (в среднем 20 м) определяется положением уровня грунтовых вод и глубиной залегания кровли коренных глин. Количество монолитов и проб с нарушенной структурой должно быть таким, чтобы каждый инженерно-геологический элемент и каждый исследуемый параметр грунтов в нем обосновывался не менее чем шестью пробами (см. главу СНиП II-15-74 "Основания зданий и сооружений").

3.3. При изучении и опробовании элювия глин следует различать снизу вверх над массивами монолитных коренных глин три возможные зоны выветривания: трещинную, обломочную и дисперсную.

Таблица 2

Горизонт	Плотность грунта γ, г/см^3	Плотность скелета $\gamma_{ск}$, г/см^3	Естественная влажность W, %	Пористость n, %	Сцепление C, МПа	Угол внутреннего трения φ, град	Модуль деформации E, мПа
Покровных глинистых образований в зонах:							
аэрации	1,80–2,0	1,40–1,70	16–27	35–45	0,02–0,275	7 – 29	6,0–18,0
водоносности	1,85–2,0	1,40–1,65	20–32	39–48	0,007–0,095	7 – 24	–
Элювия коренных глин (дисперсный и обломочный элювий) в зонах:							
аэрации	1,85–1,90	1,50–1,55	23–25	40–50	0,022–0,04	–	10,0–16,0
водоносности	1,75–1,90	1,30–1,60	22–35	42–52	0,001–0,17	6–35	–
Горизонт трещинного элювия	2,0 –2,1	1,60–1,85	14–24	34–42	0,035–0,214	9–20	36,0–65,0
Горизонт коренных глин	2,20–2,30	1,70–1,90	16–21	24–30	0,18–0,4	10–15	–

При описании трещинной и обломочной зон коры выветривания глин определяется ширина, длина, азимуты падения и простирания трещин, а также модуль трещиноватости и коэффициент трещинной пустотности. При изучении склонов особое внимание уделяется соотношению между плоскостями основной трещиноватости в глинах и положением дневной поверхности.

3.4. Гидрогеологические исследования проводятся с целью установления положения уровня грунтовых вод, мощности водоносного слоя и контуров обводненных зон, условий залегания и характера обводненности в пределах обследуемой территории и прогнозирование возможных изменений гидрогеологической обстановки.

3.5. Цель лабораторных работ – определение физических и механических свойств грунтов для последующего расчленения их на инженерно-геологические элементы.

В лаборатории определяются следующие физические свойства грунтов: естественная влажность W и степень влажности G, плотность грунта γ и скелета грунта $\gamma_{ск}$, пределы пластичности W_p и $W_т$, число пластичности J_p, консистенция B.

Механические свойства, определяемые в лаборатории, следующие: сцепление C, угол внутреннего трения φ, модуль деформации E, временное сопротивление сжатию R_c для глин с низкой влажностью, набухание $\delta_н$.

Пределы изменения основных инженерно-геологических характеристик глинистых грунтов для горизонтов, различающихся по сейсмическим свойствам, приведены в табл. 2.

Электроразведочные методы

3.6. Электроразведка на объектах сейсмического микрорайонирования применяется как вспомогательный метод при решении задач инженерно-геологического картирования. Применение электроразведки позволяет снизить объем горно-буровых работ. Одновременно электроразведка служит источником дополнительной информации о состоянии и свойствах глинистых грунтов в естественном залегании.

3.7. Основным методом электроразведки является метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). Применение метода ВЭЗ для расчленения толщи глинистых грунтов основано на различии величины удельных электрических сопротивлений (УЭС) коренных глин, их элювия и покровных глинистых образований.

Коренные глины характеризуются относительно низкими (единицы Ом·м) значениями УЭС, которые могут изменяться лишь при нарушении структурных связей. Значения УЭС в покровных глинистых образованиях и глинах коры выветривания существенно изменяются в зависимости от плотности и влажности грунта и от минерализации поровых растворов.

Метод ВЭЗ также позволяет охарактеризовать степень трещиноватости элювия коренных глин.

3.8. Исследования методом ВЭЗ рекомендуется проводить по инженерно-геологическим и сейсморазведочным профилям с шагом, равным или кратным базе расстановки сейсмоприемников, а также в пунктах сейсмологической регистрации. Величина разносов питающих электродов определяется глубиной залегания кровли коренных глин или скальных пород.

В качестве измерительной аппаратуры используются автокомпенсаторы АЭ-72 или ЭСК-1.

3.9. Для получения данных об УЭС исследуемых грунтов проводятся параметрические наблюдения в горных выработках и на образцах грунтов с ненарушенной структурой.

Сейсмоакустические методы

3.10. Сейсмоакустические исследования являются необходимым этапом комплексных геолого-геофизических работ по сейсмическому микрорайонированию и проводятся непосредственно вслед за инженерно-геологическими и электроразведочными исследованиями или параллельно с ними.

Обоснованием планирования видов и объемов сейсмоакустических исследований служат материалы инженерно-геологической съемки и электроразведки.

3.11. Основная задача, стоящая перед сейсмоакустическими методами, заключается в определении сейсмических свойств глинистых грунтов (в первую очередь скоростей распространения упругих волн) для оценки приращения сейсмической интенсивности по способу сейсмических жесткостей.

С помощью сейсмоакустических методов уточняются границы распространения отдельных литологических разностей, устанавливаются корреляционные связи между упругими, прочностными и деформационными характеристиками пород, оценивается степень трещиноватости, неоднородности и анизотропности пород, изучается гидрогеологическая обстановка участка.

3.12. Для решения перечисленных задач применяются следующие виды сейсмоакустических исследований:

сейсморазведка на дневной поверхности;

сейсмический каротаж и вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП);

ультразвуковой каротаж (УЗК);

полевые и лабораторные ультразвуковые исследования образцов и монолитов.

3.13. Сейсморазведочные наблюдения должны обеспечивать регистрацию продольных, поперечных и поверхностных волн и давать возможность изучения скоростей их распространения и параметров затухания.

3.14. Основным методом наземной сейсморазведки является корреляционный метод преломленных волн (КМПВ), так как он позволяет изучать не только слоистые, но и градиентные скоростные разрезы.

3.15. С помощью наземной сейсморазведки проводятся:

изучение скоростного строения разреза до глубины 20–30 м;

определение мощности покровных глинистых образований, коры выветривания глин, глубины залегания и конфигурации кровли коренных глин;

определение конфигурации оползневых тел;

определение глубины залегания грунтовых вод;

оценка физико-механических свойств глинистых грунтов.

3.16. При наземной сейсморазведке в качестве регистрирующей аппаратуры используются многоканальные сейсморазведочные станции с осциллографической или магнитной записью "Поиск 1-6/12 АСМ ОВ", "Поиск 1-24 МОВ ОВ", СМП-24 и др. или портативные одноканальные сейсмические установки. Сейсмические колебания возбуждаются ударами или взрывами. Основной способ возбуждения ударный. Для приема колебаний применяются серийные сейсмоприемники типа СВ-130 и СГ-110.

Для регистрации продольных и поперечных волн необходимо проводить наблюдения на одних и тех же участках профиля по системе Z–Z и Y–Y.

3.17. Сейсмические наблюдения выполняются в виде продольного сейсмического профилирования, отдельных сейсмических зондирований или комбинаций той или другой модификации. Плотность сети наблюдений обусловливается размерами изучаемой территории и сложностью геологического строения.

Системы наблюдений должны обеспечивать получение встречных и нагоняющих взаимоувязанных годографов.

3.18. Интерпретация данных сейсморазведки заключается в построении скоростных разрезов, выделении сейсмических границ, их увязке с геологическими границами, вычислении сейсмических жесткостей и оценке физико-механических свойств грунтов по сейсмическим характеристикам.

Наличие сейсмических границ может быть обусловлено как сменой литологического состава грунтов, так и изменением степени выветрелости, трещиноватости или влагонасыщенности в пределах одного литологического комплекса.

3.19. Сейсмический каротаж и ВСП являются вспомогательными методами и применяются для определения средних и пластовых скоростей, уточнения конфигурации сейсмических границ в околоскважинном пространстве, изучения особенностей формирования волнового поля в вертикальном направлении.

Сейсмические наблюдения в горных выработках особенно эффективны при изучении геологических разрезов, содержащих слои с пониженными скоростями.

3.20. При сейсмическом каротаже и ВСП используется та же аппаратура, что и при наземной сейсморазведке. Для регистрации упругих колебаний применяются специальные скважинные зонды, снабженные прижимным устройством, осуществляющим надежный контакт зонда со стенкой скважины. Возбуждение упругих колебаний ударное.

3.21. Результаты сейсмического каротажа и ВСП представляются в виде диаграмм изменения средних и пластовых скоростей с глубиной. Соответствие полученных значений скоростей тем или иным грунтам устанавливается путем сопоставления с данными бурения.

3.22. Ультразвуковые наблюдения проводятся с целью детального изучения скоростных характеристик и параметров затухания глинистых грунтов. Использование высокочастотных колебаний (десятки и сотни кГц) позволяет проводить измерения на малых базах (10–20 см), поэтому ультразвуковые наблюдения являются основными при лабораторных исследованиях.

При полевых исследованиях ультразвуковой метод используется преимущественно для изучения расчисток, обнажений, шурфов и т.п. и реже для УЗК скважин, т.к. этот последний вид работ в глинах технически сложно выполним и не всегда дает надежные результаты.

3.23. В качестве измерительной аппаратуры для полевых и лабораторных ультразвуковых исследований применяются серийные импульсные сейсмоскопы С-70, дефектоскопы УКБ-1, УК-1 ОП, ДУК-20 и модернизированные испытатели кабельных линий Р5-5, Р5-9, снабженные пьезопреобразователями с собственной частотой от 25 до 200 кГц.

3.24. Интерпретация данных ультразвуковых исследований заключается в выделении интервалов глубин, характеризующихся близкими значениями акустических параметров и установлении по их совокупности количественных связей с инженерно-геологическими свойствами грунтов.

Полученные в результате ультразвуковых исследований истинные значения скоростей распространения упругих волн используются для уточнения данных наземных и скважинных сейсмических методов.

Инженерно-сейсмологические методы

3.25. Основным способом определения ΔJ в пределах участков распространения глинистых грунтов являются сейсмологические наблюдения за слабыми землетрясениями и взрывами.

3.26. Для определения количественных параметров сейсмических колебаний глинистых грунтов при землетрясениях организуется сеть вре-

Таблица 3

Прибор, тип или марка	Способ регистрации	Количество накала	Скорость развертки	Тип носителя информации и его ширина, мм	Полоса частот, Гц	Источник питания, В	Габариты, мм	Масса, кг
Осциллограф светолучевой Н-700	Гальванометрический	6–14	2,5, 10,40, 160, 640, 2500 мм/мин	Осциллографная бумага, 120	В зависимости от гальванометра	27	470x240x290	18
ОСБ-У1М	То же	6	15, 30, 60, 120, 240, 480 мм/мин	То же, 280	То же	127 220	670x435x355	45
ОСБ-1М	"	6	0,15–120 мм/мин	" 120	"	220	470x240x290	16
Н-010	"	30	1, 2, 5, 10, 25, 100, 250, 1000, 2500 мм/мин	" 300	"	27	455x420x425	33
Осциллограф инженерно-сейсмический ИСО-П	"	6	5, 10 мм/мин	Фотопленка	До 25	Автономное	455x240x380	13,5

Продолжение табл. 3

Прибор, тип или марка	Способ регистрации	Количество накала	Скорость развертки	Тип носителя информации и его ширина, мм	Полоса частот, Гц	Источник питания, В	Габариты, мм	Масса, кг
Осциллограф перопишущий Н-002	Гальванометрический с тепловым пером	3	30, 60, 120, 240	Теплочувствительная бумажная лента, 305	0–8	220	590x440x210	35
Станция записи землетрясений СЗЗ-П	Магнитный аналоговый	6	46	Магнитный барабан, 50	0,1–5	12	500x500x550	30
Аппаратурный комплекс "Земля"	То же	4	1 мм/с	Магнитная пленка "Свема", тип И/В-4409-35	0,5–7,5	12	630x390x180	22
АСС-3М	"	3	0,5 мм/с	То же, тип И/В 4409-25	0,5–20	12 6,3	600x500x250	38
АСС-6/12	"	16	0,5–2 мм/с	То же	0,5–64	12 6,3	–	45

Таблица 4

Прибор, тип или марка	Диапазон измеряемых амплитуд, доли м	Рабочий диапазон частот, Гц	Чувствительность, м/с	Габариты, мм
Сейсмоприемники:				
СМ-2	$10^{-7} - 3 \cdot 10^{-3}$	0,7 – 200	39	220х х165х х140
СМ-3	$10^{-7} - 5 \cdot 10^{-3}$	0,5 – 200	24	230х х165х х140
С-5-С	$10^{-7} - 15 \cdot 10^{-3}$	0,2 – 200	16	355х х130х х147
ВЭГИК	$10^{-7} - 2 \cdot 10^{-3}$	1 – 50	20	300х х135х х120
ОСП	$10^{-5} - 100 \cdot 10^{-3}$	0,7 – 40	4	140х х102
Трехкомпонентный пьезоэлектрический акселерометр АПТ-1	$10^{-4} - 2$ с^2	0,15 – 500	0,5·130	

менных сейсмологических станций. Размещение пунктов сейсмологической регистрации осуществляется с учетом предварительных инженерно-геологических и геофизических данных. На каждом из характерных участков, выделенных на основании этих данных, рекомендуется располагать от одного до трех пунктов регистрации. Продолжительность наблюдений зависит от сейсмической активности района.

3.27. Регистрация землетрясений производится сейсмологической аппаратурой с идентичными параметрами сейсмических каналов. Характеристики некоторых типов осциллографов и регистраторов, применяемых при регистрации сейсмических колебаний, приведены в табл. 3, а сейсмоприемников – в табл. 4. В зависимости от конструктивных особенностей аппаратуры наблюдения могут проводиться как в ждущем режиме, так и в режиме постоянной регистрации. При детальном изучении волнового поля регистрируются две (X , Y) или три (X , Y , Z) составляющих колебаний. В отдельных случаях возможна регистрация одной составляющей (горизонтальной).

3.28. Сейсмологические методы используются для изучения спектральных характеристик колебаний грунтов в диапазоне частот от 0,5 до 10 Гц.

Спектры колебаний рассчитываются либо вручную, путем сплошного промера амплитуд и соответствующих им периодов (Инструкция по динамическим измерениям на сейсмограммах. В кн.: Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 5. М.: АН СССР, 1961), либо на ЭВМ по специальным программам.

Преобладающий период или частотный состав колебаний на исследуемом участке определяется как результат отношения осредненных спектров на данном участке к спектру на эталонном участке. Полученные характеристики описывают резонансные и интерференционные явления.

3.29. Величина ΔJ рассчитывается либо по средним значениям максимальных амплитуд преобладающих периодов на изучаемом $(\bar{A}_i)$ и эталонном $(\bar{A}_0)$ участках:

$$\Delta J = 3{,}32 \lg \frac{\bar{A}_i}{\bar{A}_0},$$

либо по средним значениям спектральных плотностей:

$$\Delta J = 3{,}32 \lg \frac{\bar{\Phi}_i(\Delta f)}{\bar{\Phi}_0(\Delta f)},$$

где $\bar{\Phi}_i$ и $\bar{\Phi}_0$ – средние значения спектральных плотностей в заданном интервале частот (Δf) соответственно на изучаемом и эталонном участках.

При резких различиях в спектрах колебаний на изучаемых участках следует проводить раздельную оценку ΔJ для низкочастотного (0,5–2 Гц), среднечастотного (2,5–4 Гц) и высокочастотного (> 4 Гц) интервала частот.

3.30. В глинистой толще, залегающей на скальных, полускальных или галечниковых грунтах, могут возникать резонансные эффекты, величина которых в общем случае зависит от мощности толщи, длины сейсмической волны и соотношения сейсмических жесткостей в глинистых и подстилающих грунтах.

Наибольшие значения ΔJ за счет резонанса наблюдаются при воздействии поперечных волн (до +2 баллов), наименьшие – при воздействии продольных волн (+0,5 балла).

Мощность резонирующей толщи колеблется от 10 до 100 м.

3.31. В районах со слабой сейсмичностью для определения ΔJ допускается использование удаленных взрывов. При отсутствии инструментальных наблюдений ориентировочное значение ΔJ может быть получено на основе инженерно-геологических данных в соответствии с табл. 5,

Таблица 5

Характеристика грунта	Уточненная интенсивность (в баллах) при сейсмичности района			
	6	7	8	9
Покровные глинистые образования при:				
$H > 10$ м; $h > 8$ м	6	7	8	9
$H > 10$ м; $h < 4$ м	7	8	9	>9
Элювий коренных глин при $H > 10$	7	8	9	>9
Коренные глины	6	7	8	9

в которой приведено изменение сейсмической интенсивности глинистых грунтов в зависимости от мощности толщи H и глубины кровли водоносных отложений h .

4. ОТЧЕТНОСТЬ

4.1. Результаты исследований представляются в виде отчета, содержащего сведения о сейсмических свойствах грунтов, их связях с инженерно-геологическими характеристиками и способах оценки приращений сейсмического балла.

4.2. К отчету прилагаются следующие графические и табличные материалы:

обзорная карта участка работ;

схема расположения пунктов инструментальных геофизических наблюдений и горных выработок;

инженерно-геологические, геосейсмические и геоэлектрические разрезы;

графики и таблицы результатов полевых и лабораторных испытаний грунтов;

таблицы расчета сейсмических жесткостей, резонансных свойств верхней части разреза, приращения сейсмического балла;

спектральные характеристики землетрясений и взрывов, зарегистрированных в различных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях.

4.3. Перечисленные материалы служат основой для составления карты сейсмического микрорайонирования и прогнозной карты изменения инженерно-сейсмической обстановки исследуемой территории в результате процессов техногенеза масштаба 1:25000 и крупнее.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения	3
2. Сейсмические свойства глинистых грунтов	3
3. Методика и техника изучения сейсмических свойств	6
Инженерно-геологические и гидрогеологические методы	6
Электроразведочные методы	8
Сейсмоакустические методы	9
Инженерно-сейсмологические методы	10
4. Отчетность	15

ПНИИИС Госстроя СССР

РУКОВОДСТВО
по изучению
глинистых грунтов
при инженерных
изысканиях
для целей
сейсмического
микрорайонирования

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Л. Г. Бальян
Редактор Н.В. Лосева
Младший редактор Н.А. Угарова
Технический редактор И.В.Берина
Корректор Е.Р. Герасимюк
Н/К

Подписано в печать 27.04.84 Т-20266. Формат 84x108/32
Бумага офсет № 2 Печать офсетная Набор машинописный
Печ.л. 0,5 Усл.печ.л. 0,84 Усл.кр-отт 1.05 Уч. изд.л. 0,96
Тираж 5000 экз. Изд. № XII-9673 **Заказ 2766** Цена 5 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

ЦИТП, 125878, ГСП, Москва, А-445, ул. Смольная, 22

gost.e-ecolog.ru