

РАСЧЕТ ЗОНЫ ЧС ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

Расчет зоны ЧС при землетрясениях

Цель работы

1. Изучить методику расчета зон ЧС при землетрясениях.
2. Провести оценку обстановки при землетрясении по заданному варианту.

Общие положения

Ежегодно в мире отмечается около миллиона землетрясений. На их долю приходится 60 % всех жертв стихийных бедствий.

Большинство землетрясений отмечается в сейсмически активных зонах, среди которых на юге страны – Крым и Кавказ; в Южной Сибири – Тянь-Шань и Памир; на Дальнем Востоке – Камчатка и Курильские острова.

Землетрясения могут распространяться на значительных территориях, которые в отдельных случаях достигают 4 млн. км².

Основные поражающие факторы землетрясений:

- смещение, колебания или вибрация почвогрунтов от сейсмических волн и тектонических движений земной коры;

- коробление, уплотнение, проседание, трещины и разломы в скальных породах.

Исследования показали, что решающими факторами, определяющими величину ущерба в сейсмоопасных зонах, являются: сила волн, достигающих поверхности; продолжительность сейсмических колебаний; близость к сбросу или зоне разломов; инженерно-геологические характеристики почвогрунтов в районе застройки; конструктивные особенности зданий и сооружений и т.д.

Отмечающаяся во всем мире тенденция урбанизации в пределах и вблизи районов сейсмической опасности ведет к увеличению ущерба и числа жертв.

Определения и классификация

Землетрясение – это внезапное освобождение потенциальной энергии земных недр, которое приобретает форму ударных волн и упругих колебаний (сейсмические волны), распространяющиеся в земле во всех направлениях (рис. 1).

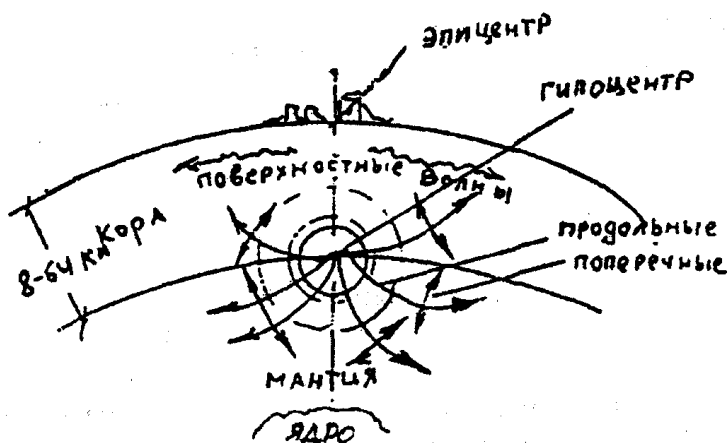


Рис. 1. Схема развития землетрясения

По месту возникновения различают: краевые и внутриплитовые (внутренние) землетрясения;

по генезису: тектонические, вызванные наполнением водохранилищ, вызванные вулканической деятельностью;

по характеру опасности: колебание грунта, подвижки по разрывам, цунами и сейши, вторичные опасности.

Очаг землетрясения – область возникновения подземного удара, представляет собой

некоторый объем в толще земли, в пределах которого происходит процесс высвобождения накапливающейся длительное время энергии.

Гипоцентр – точка, условно выделенная в центре очага землетрясения.

Эпицентр – проекция гипоцентра на поверхность земли.

Сейсмические волны – колебания, распространяющиеся в земле от очага землетрясения, взрывов и других источников.

Интенсивность землетрясения – некоторый качественный показатель последствий землетрясения в определенном месте, характеризующий размер ущерба, количество жертв и характер восприятия людьми воздействия поражающих факторов. Измеряется в баллах.

Магнитуда – мера общей энергии волн, определяется из наблюдений на сейсмических станциях и выражается в относительных единицах. Самое сильное землетрясение имеет магнитуду не более 9 баллов.

Методика оценки обстановки и степени разрушений при землетрясениях

1. Определяем энергию, выделяющуюся при землетрясении (Дж),

$$E = 10^{(5,24 + 1,44 M)} \text{ (Дж)}, \quad (1)$$

где M – магнитуда (мощность землетрясения, выраженная максимальной амплитудой смещения почвы в мм на расстоянии 100 км и измеряемая в баллах по шкале Рихтера (0-9) и равная

$$M = \frac{\lg E - 5,24}{1,44} \quad (2)$$

2. Определяем интенсивность землетрясения J (энергия на поверхности земли) – колебания грунта у поверхности земли, – которая измеряется по шкале MSK-64 в баллах (0-12) шкала Меркалли.

а) максимальная интенсивность в эпицентре землетрясения (J_0) определяется по формуле

$$J_0 = 1,5M - 3,5 \lg h + 3, \quad (3)$$

где h – глубина гипоцентра землетрясения км;

Если глубина гипоцентра неизвестна, она принимается равной 20 км ($h = 20$ км).

б) интенсивность землетрясения на расстоянии от его эпицентра (эпицентральное расстояние) для однотипного грунта определяется по формуле

$$J_0 = 1,5M - 3,5 \lg \sqrt{R^2 + h^2} + 3 \quad (4)$$

в) реальную интенсивность (J_p) землетрясения, учитывающую влияние типа грунта под застройкой и на остальной окружающей местности, можно определить по формуле

$$J_p = J_0 - (\Delta J_0 - \Delta J) \quad (5)$$

где ΔJ – приращение балльности для грунта, на котором построено здание (по сравнению с гранитом); ΔJ_0 – приращение балльности для грунта в окружающей местности.

Таблица 1

Величины ΔJ и ΔJ_0

№	Тип грунта	ΔJ и ΔJ_0
1.	Гранит	0
2.	Известняк	0,52
3.	Щебень, гравий, галька	1,36
4.	Полускальные грунты (гипс)	0,92
5.	Песчаные	1,6
6.	Глинистые	1,61
7.	Насыпные	2,6

3. Определяем расстояние от эпицентра, на котором возможно возникновение колебаний определенной интенсивности,

$$R = h\sqrt{10^{0.57(J_0 - J_\delta)} - 1}, \text{ км} \quad (6)$$

4. Определяем время прихода продольных сейсмических волн (I фаза землетрясения)

$$t_I = \frac{\sqrt{R^2 + h^2}}{V_{np.}}, \text{ с} \quad (7)$$

где $V_{np.}$ – средняя скорость распространения продольных волн, км/с (для гранита $V_{np.} = 6,9$ км/с, осадочных пород $V_{np.} = 6,1$ км/с). Здания получают незначительные повреждения.

5. Определяем время прихода поверхностных сейсмических волн (главная фаза землетрясения (2 фаза):

$$t_{II} = \frac{h}{V_{np.}} + \frac{R}{V_{пов.}}, \text{ с} \quad (8)$$

где $V_{пов.}$ – средняя скорость распространения поверхностных волн (для гранита $V_{пов.} = 5,6$ км/с; щебень, гравий, галька – 1,5 км/с; песчаный грунт – 1,2 км/с; глинистый грунт – 1 км/с; насыпной грунт – 0,35 км/с).

Здания получают определенную степень разрушения

Интервал времени от наступления первой фазы землетрясения до наступления главной фазы (Δt) следующий:

$$\Delta t = t_{II} - t_I \quad (9)$$

Таблица 2

Степени разрушения зданий и сооружений при землетрясениях

Интенсивность (J), (шкала MSK, балл)	Тип землетрясения	Магнитуда	Последствия разрушения
4	Среднееумеренное	3	Разрушение остекления, ощущаются толчки в помещениях
5-6	Сильное	5	Средние разрушения деревянных зданий, слабые - кирпичных
7	Очень сильное	5,5-6	Сильные разрушения деревянных зданий, средние - кирпичных
8	Разрушительное	6-6,5	Сильные разрушения кирпичных и промышленных зданий, трещины в почве
9	Опустошительное	7	Сильные разрушения любых зданий, разрыв коммуникаций
10	Уничтожающее	7,5	Обвалы, разрушение магистралей
11-12	Катастрофическое, абсолютное	8-9	Полное разрушение зданий, оползни, обвалы. Изменение течения рек и рельефа

Таблица 3

Энергия землетрясений (Дж) и радиусы районов сильных сотрясений грунта, км

M, магнитуда	Длительность сотрясения, с	Радиус района, км	E, Дж
8-8,9	30-90	80-160	$>10^{17}$
7-7,9	20-50	50-120	$3,7*10^{16}$
6-6,9	10-30	20-80	$1,0*10^{15}$
5-5,9	2-15	5-30	$2,7*10^{13}$
4-4,9	0-5	0-15	до $6,0*10^{11}$