Министерство образования и науки Украины

Кафедра гражданской защиты

населения и территорий

Расчетно-графическая работа

По предмету «Гражданская защита»

Севастополь, 2009 г.

**Землетрясения** — подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами) или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушением подземных полостей горных выработок). Небольшие толчки могут вызывать также подъём лавы при вулканических извержениях.

Ежегодно на всей Земле происходит около миллиона землетрясений, но большинство из них так незначительны, что они остаются незамеченными. Действительно сильные землетрясения, способные вызвать обширные разрушения, случаются на планете примерно раз в две недели. К счастью, большая их часть приходится на дно океанов, и поэтому не сопровождается катастрофическими последствиями (если землетрясение под океаном обходится без цунами).

Землетрясения наиболее известны по тем опустошениям, которые они способны произвести. Разрушения зданий и сооружений вызываются колебаниями почвы или гигантскими приливными волнами (цунами), возникающими при сейсмических смещениях на морском дне.

Причиной землетрясения является быстрое смещение участка земной коры как целого в момент пластической (хрупкой) деформации упруго напряженных пород в очаге землетрясения. Большинство очагов землетрясений возникает близ поверхности Земли. Само смещение происходит под действием упругих сил в ходе процесса разрядки - уменьшения упругих деформаций в объёме всего участка плиты и смещения к положению равновесия. Землетрясение представляет собой быстрый (в геологических масштабах) переход потенциальной энергии, накопленной в упругодеформированных (сжимаемых, сдвигаемых или растягиваемых) горных породах земных недр, в энергию колебаний этих пород (сейсмические волны), в энергию изменения структуры пород в очаге землетрясения. Этот переход происходит в момент превышения предела прочности пород в очаге землетрясения.

Предел прочности пород земной коры превышается в результате роста суммы сил, действующих на неё:

1. Силы вязкого трения мантийных конвекционных потоков о земную кору;

2. Архимедовой силы, действующей на легкую кору со стороны более тяжелой пластичной мантии;

3. Лунно-солнечных приливов;

4. Изменяющегося атмосферного давления.

Эти же силы приводят и к возрастанию потенциальной энергии упругой деформации пород в результате смещения плит под их действием. Плотность потенциальной энергии упругих деформаций под действием перечисленных сил нарастает практически во всем объёме плиты (по-разному в разных точках). В момент землетрясения, потенциальная энергия упругой деформации в очаге землетрясения быстро (почти мгновенно) снижается до минимальной остаточной (чуть ли не до нуля). Тогда как в окрестностях очага за счёт сдвига во время землетрясения плиты как целого упругие деформации несколько увеличиваются. Поэтому и случаются часто в окрестностях главного повторные землетрясения — афтершоки. Точно так же малые «предварительные» землетрясения — форшоки — могут спровоцировать большое в окрестностях первоначального малого землетрясения. Большое землетрясение (с большим сдвигом плиты) может вызвать последующие индуцированные землетрясения даже на удаленных краях плиты.

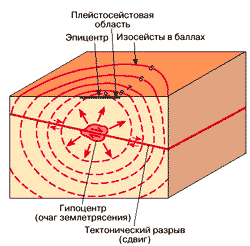
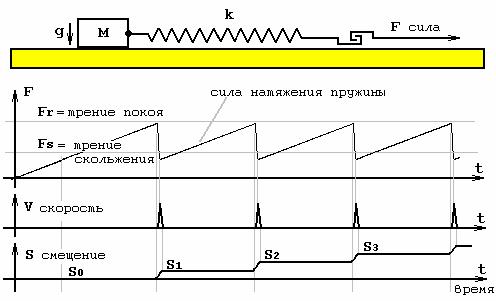
Из перечисленных сил первые две намного больше 3-ей и 4-й, но скорость их изменения намного меньше, чем скорость изменения приливных и атмосферных сил. Поэтому точное время прихода землетрясения (год, день, минута) определяется изменением атмосферного давления и приливными силами. Тогда как гораздо большие, но медленно меняющиеся силы вязкого трения и Архимедовой силы задают время прихода землетрясения (с очагом в данной точке) с точностью до столетий и тысячелетий.

Глубокофокусные землетрясения, очаги которых располагаются на глубинах до 700 км от поверхности, происходят на конвергентных границах литосферных плит и связаны с субдукцией.

Сейсмические волны, порождаемые землетрясениями, распространяются во все стороны от очага подобно звуковым волнам. Точка, в которой начинается подвижка пород, называется фокусом, очагом или гипоцентром, а точка на земной поверхности над очагом — эпицентром землетрясения. Ударные волны распространяются во все стороны от очага, по мере удаления от него их интенсивность уменьшается.

Скорости сейсмических волн могут достигать 8 км/с.

**Модель землетрясения**



### Типы сейсмических волн

Сейсмические волны делятся на волны сжатия и волны сдвига.

* Волны сжатия, или продольные сейсмические волны, вызывают колебания частиц пород, сквозь которые они проходят, вдоль направления распространения волны, обуславливая чередование участков сжатия и разрежения в породах. Скорость распространения волн сжатия в 1,7 раза больше скорости волн сдвига, поэтому их первыми регистрируют сейсмические станции. Волны сжатия также называют первичными (P-волны). Скорость P-волны равна скорости звука в соответствующей горной породе. При частотах P-волн, больших 15 Гц, эти волны могут быть восприняты на слух как подземный гул и грохот.
* Волны сдвига, или поперечные сейсмические волны, заставляют частицы пород колебаться перпендикулярно направлению распространения волны. Волны сдвига также называют вторичными (S-волны).

Существует ещё третий тип упругих волн — длинные или поверхностные волны (L-волны). Именно они вызывают самые сильные разрушения.

### Измерение силы и воздействий землетрясений

Для оценки и сравнения землетрясений используются шкала магнитуд и шкала интенсивности.

### Шкала магнитуд

Шкала магнитуд различает землетрясения по величине магнитуды, которая является относительной энергетической характеристикой землетрясения. Существует несколько магнитуд и соответственно магнитудных шкал: локальная магнитуда (ML); магнитуда, определяемая по поверхностным волнам (Ms); магнитуда, определяемая по объемным волнам (mb); моментная магнитуда (Mw).

Наиболее популярной шкалой для оценки энергии землетрясений является локальная шкала магнитуд Рихтера. По этой шкале возрастанию магнитуды на единицу соответствует 32-кратное увеличение освобождённой сейсмической энергии. Землетрясение с магнитудой 2 едва ощутимо, тогда как магнитуда 7 отвечает нижней границе разрушительных землетрясений, охватывающих большие территории. Интенсивность землетрясений (не может быть оценена магнитудой) оценивается по тем повреждениям, которые они причиняют в населённых районах.

Интенсивность является качественной характеристикой землетрясения и указывает на характер и масштаб воздействия землетрясений на поверхность земли, на людей, животных, а также на естественные и искусственные сооружения в районе землетрясения. В мире используется несколько шкал интенсивности: в США — Модифицированная шкала Меркалли (MM), в Европе — Европейская макросейсмическая шкала (EMS), в Японии — шкала Шиндо (Shindo).

#### Шкала Медведева-Шпонхойера-Карника (MSK-64)

12-бальная шкала Медведева-Шпонхойера-Карника была разработана в 1964 году и получила широкое распространение в Европе и СССР. С 1996 года в странах Европейского союза применяется более современная Европейская макросейсмическая шкала (EMS). MSK-64 лежит в основе СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» и продолжает использоваться в России и странах СНГ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Балл** | **Сила землетрясения** | **Краткая характеристика** |
| 1 | Не ощущается. | Отмечается только сейсмическими приборами. |
| 2 | Очень слабые толчки | Отмечается сейсмическими приборами. Ощущается только отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя в верхних этажах зданий, и очень чуткими домашними животными. |
| 3 | Слабое | Ощущается только внутри некоторых зданий, как сотрясение от грузовика. |
| 4 | Умеренное | Распознаётся по лёгкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды и оконных стёкол, скрипу дверей и стен. Внутри здания сотрясение ощущает большинство людей. |
| 5 | Довольно сильное | Под открытым небом ощущается многими, внутри домов — всеми. Общее сотрясение здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Трещины в оконных стёклах и штукатурке. Пробуждение спящих. Ощущается людьми и вне зданий, качаются тонкие ветки деревьев. Хлопают двери. |
| 6 | Сильное | Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Картины падают со стен. Отдельные куски штукатурки откалываются. |
| 7 | Очень сильное | Повреждения (трещины) в стенах каменных домов. Антисейсмические, а также деревянные и плетневые постройки остаются невредимыми. |
| 8 | Разрушительное | Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются. |
| 9 | Опустошительное | Сильное повреждение и разрушение каменных домов. Старые деревянные дома кривятся. |
| 10 | Уничтожающее | Трещины в почве иногда до метра шириной. Оползни и обвалы со склонов. Разрушение каменных построек. Искривление железнодорожных рельсов. |
| 11 | Катастрофа | Широкие трещины в поверхностных слоях земли. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти полностью разрушаются. Сильное искривление и выпучивание железнодорожных рельсов. |
| 12 | Сильная катастрофа | Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникновение водопадов, подпруд на озёрах, отклонение течения рек. Ни одно сооружение не выдерживает. |

Землетрясение начинается с разрыва и перемещения горных пород в каком-нибудь месте в глубине Земли. Это место называется очагом землетрясения или гипоцентром. Глубина его обычно бывает не больше 100 км, но иногда доходит и до 700 км. Иногда очаг землетрясения может быть и у поверхности Земли. В таких случаях, если землетрясение сильное, мосты, дороги, дома и другие сооружения оказываются разорванными и разрушенными

Участок земли, в пределах которого на поверхности, над очагом, сила подземных толчков достигает наибольшей величины, называется эпицентром.

В одних случаях пласты земли, расположенные по сторонам разлома, надвигаются друг на друга. В других — земля по одну сторону разлома опускается, образуя сбросы. В местах, где они пересекают речные русла, появляются водопады. Своды подземных пещер растрескиваются и обрушиваются. Бывает, что после землетрясения большие участки земли опускаются и заливаются водой. Подземные толчки смещают со склонов верхние, рыхлые слои почвы, образуя обвалы и оползни. Во время землетрясения в Калифорнии в 1906 году образовалась глубокая трещина на поверхности. Она протянулась на 450 километров.

Понятно, что резкое перемещение больших масс земли в очаге должно сопровождаться ударом колоссальной силы. За год люди могут ощущать около 10 000 землетрясений. Из них примерно 100 бывают разрушительными.

**Как предупредить землетрясение**

Оказывается землетрясения можно предупредить. Для этого используется сеть с автоматическими датчиками. Расстояния между датчиками составляет около трех тысяч километров. Датчики регистрируют поле на тех частотах, на которых это поле чувствуют животные. Далее эти датчики передают всю информацию на центральный пункт. На центральном пункте все данные обрабатываются, что позволяет определить место и время будущего землетрясения.

Сегодня землетрясения уносят десятки тысяч жизней. Эта проблема существует почти повсеместно. Современные приборы могут определить начало катастрофы за пятнадцать секунд, что совсем не мало. Ведь за это время можно обесточить район бедствия.

Ранее встречались попытки использования животных, которые чувствуют приближение землетрясения за несколько часов до его начала. Также известен случай, когда человек определял время землетрясения с точностью до двух часов, чувствуя колебания почвы босыми ногами. Очень странно повела себя собака, которая не захотела возвращаться с прогулки домой и вела себя очень беспокойно. Землетрясение произошло, но люди, предупрежденные хозяином собаки, не пострадали. Как позже признался хозяин, собака уже пережила землетрясение на Камчатке, поэтому ее поведение его не удивило.

Ученые разных стран долгое время пытались выяснить, что чувствуют животные. В эксперименте принимали участие несколько собак, аквариумные рыбки и морской рак. Данные, полученные от животных в большинстве случаев подтверждались. Удалось даже предупредить несколько землетрясений.

В результате двухлетнего эксперимента была получена формула, с помощью которой датчики могут с поразительной точностью установить время и эпицентр землетрясения.

В ходе тестирования станции предупреждения было установлено, что ошибки, возникающие при установлении силы землетрясения, составляют примерно половину балла, а точно расположения эпицентра равна 98%.

**Задача**

Вследствие влияния землетрясения на промзону предприятия с одним зданием произошло полное его разрушение. КЧС объекта, штаб ликвидации, вместе со спасательными формированиями прибыли на место аварии, определены причины и масштабы разрушения здания. Аварийно-спасательные команды приступили к разработке завалов.

Комиссия по ЧС организует всестороннее обеспечение СиДНР, используя для этого финансовые и материальные резервы объекта. При их возможном недостатке осуществляет пополнение, по заявкам, подающимся на основании расчетов членов КЧС и служб ГЗН объекта через соответствующие службы КТЭБ и ЧС города.

Необходимо организовать работы и обеспечить материальными и производственными ресурсами.

Здание относится к зоне разрушения Д5 – полное разрушение здания в соответствии с международной модифицированной сейсмической шкале MMSK – 86. Количество людей под завалами 5 человек. Резервный фонд составляет 163 тыс. грн. Длина, ширина и высота здания 30м, 26м и 26м соответственно. Расстояние до полигона ТБО составляет 20км. Производственное здание смешанного типа.

**Решение:**

1. Определим параметры завала:

Азав. (длина завала) = 30м.

Азав. = 2L+A, где L – дальность разлета обломков.

L== 26/3= 8,7м.



Азав. = 2∙8,7м + 30м = 47,4м

Взав. (ширина завала) = 26м

Взав. = 2L+В = 2∙8,7м + 26м = 43,4м

h (высота завала)= γ\*H/(100+K\*H)=22\*26/(100 + 0,5 \* 26) = 572/113 = 5,1 м.

Определим структуру завала по весу обломков:

Таблица 1. СТРУКТУРА ЗАВАЛА ПО ВЕСУ ОБЛОМКОВ(%)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип здания | Тип обломков по весу | | | |
| Очень крупные,  больше 5т. | Крупные, от 2 до 5т. | Средние, от 0,2 до 2 т. | Мелкие, до 0,2т. |
| Производственное здание смешанного типа | 10 | 40 | 40 | 10 |

1. Определим структуру завала по составу строительных элементов:

Таблица 2. СТРУКТУРА ЗАВАЛА ПО СОСТАВУ ЭЛЕМЕНТОВ(%)

|  |  |
| --- | --- |
| Состав элементов | Производственное здание из крупных панелей |
| Обломки железобетонных и бетонных конструкций | 80 |
| Деревянные конструкции | 3 |
| Металлические конструкции | 10 |
| Строительный мусор | 7 |

1. Расчет сил и средств:

Определяем количество групп для механизированного разбора завала по формуле

Nмр = W / P\*T = 2308,1/ 15\*72 = 2 группы

W зав = γ \* Азав \* Взав \* h/ 100 = 22 \*47,4\*43,4\*5,1/100 = 2308,1

Т = 72 часа - 3 смены по 8 часов, всего работы на 3 суток.

Р = 15 м3/ч

В одной группе механизированного разбора завала находится 20 человек. Необходимо следующее количество техники на 2 группы: 2 крана (10т), 4 грузовых КамАЗов , 2 бульдозера, 2 экскаватора, 2 осветительных станции, 2 компрессора и 2 электросиловых установки.

Каждой механизированной группе помогает разбирать завал и группы ручной разборки.

Звенья ручной разборки рассчитывают по формуле:

Np.p = n \* k \* N м.p

Np.p = 3 \* 3 \* 2 = 18 звеньев ручной разборки

18 \* 5=90 человек ручной разборки, работающие посменно в течение 3 суток.

Рассчитаем материальные затраты на наем рабочей силы:

1 смена – 40 грн., питание **-** 25 грн. Следовательно:

Ручная разборка = 90 \* (40+25) \* 3 = 17550 грн.

Механизированная разборка = (3\*40) \* (40+25) \* 3 = 23400 грн.

**Итого материальных затрат: 17550 + 23400 = 40950 грн.**

1. Рассчитаем расход топлива на технику:

Стоимость дизельного топлива 7 грн. за литр.

* Рассчитаем расходы на работу крана.

Кран предназначен для подъема обломков, вес которых больше 5т.

Процент работы крана = 90%

Рассчитаем общее время работы крана = 72ч. \* 0,9 = 64,8 часов

Рассчитаем общее количество топлива, необходимое для крана на все время работы = 64,8ч \* 8,4л/ч = 544,32 л

Определим общие денежные затраты на топливо для 2 кранов = 544,32\*7\*2 = 7620,48 грн.

* Рассчитаем расходы на работу бульдозера.

Общее время работы бульдозера = 72 часов

Рассчитаем общее денежные затраты на топливо для 2-х бульдозеров = 72ч \* 35л/ч \* 7грн \* 2 = 35280 грн

* Рассчитаем денежные затраты на топливо для 2-х экскаваторов = 72ч \* 14л/ч \* 7грн \* 2 = 14112 грн.
* Рассчитаем денежные затраты на топливо для 2-х осветительных станций = 7ч \* 3 суток \* 2л/ч \* 7 грн. \* 2 = 588 грн.
* Рассчитаем денежные затраты на топливо для 2-х компрессоров = 72ч \* 6л/ч \* 7грн \* 2 = 6048 грн.
* Рассчитаем денежные затраты на топливо для 2-х электросиловых установок = 72ч \* 2л/ч \* 7грн \* 2 = 2016 грн.
* Рассчитаем расходы на работу 4 грузовых КамАЗов.

Количество рейсов = Wзав. / 8 м3  = 2308,1/ 8 = 289 рейсов \* 2 = 578 рейсов необходимо для разбора завала для 4 КамАЗов.

Составим пропорцию: 100 км – 44,5л, а 20км – Х, следовательно

Х = 20 \* 44,5/100 =8,9 л ДТ необходимо для одного рейса до полигона ТБО.

Рассчитаем денежные затраты на топливо для 4 грузовых КамАЗов = 578 рейсов \* 8,9 л \* 7 грн = 36009,4 грн.

**ИТОГО** денежных затрат на топливо для техники = 7620,48 + 35280 + 14112 + 588 + 6048 + 2016 + 36009,4 = **101673,88 грн.**

**Общая сумма финансовых расходов для разбора завала составляет**

**= 101673,88 + 40950 = 142623,88 грн.**

**ВЫВОД:** Учитывая, что резервный фонд составляет 163 000 грн, можно сделать следующий вывод, что в резервный фонд уложились, а это значит, что начальник финансового отдела организовал правильное проведение работ при завале здания. Но также еще и остались денежные средства в размере 20376,12 грн. (163000 – 142623,88). А эти оставшийся денежные средства можно потратить на дополнительную технику и рабочую силу, чтобы быстрее разобрать завал.