

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

Н. К. Карапетян

Методика определения приведенных сейсмических  
 ускорений по сейсмограммам землетрясений и  
 взрывов

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 12/IX 1966)

Приведенные сейсмические ускорения обычно находятся по методу прямого инструментального определения сейсмических сил, путем применения маятниковых сейсмометров, моделирующих здания и сооружения (1, 2).

Однако, приведенные сейсмические ускорения можно определять также аналитическим путем, используя записи колебаний почвы во времени (3, 4).

Нами выбран второй путь определения приведенных сейсмических ускорений.

Приведенное сейсмическое ускорение определяется выражением:

$$\ddot{z}(T, \alpha, t) = \frac{2\pi}{T} \int_0^t \dot{y}_0(\xi) e^{-\frac{2\pi}{T}(t-\xi)} \sin \frac{2\pi}{T}(t-\xi) d\xi.$$

Для определения  $\ddot{z}(T, \alpha, t)$  по этой формуле необходимо знание ускорения почвы  $\dot{y}_0(\xi)$ , меры рассеяния энергии  $\alpha$  и периодов свободных колебаний сооружения  $T$ . Дать точное математическое выражение для ускорения почвы при землетрясении или взрыве невозможно. Поэтому  $\dot{y}_0$  определяется из сейсмограмм двукратным дифференцированием.

Погрешность в определении  $\ddot{z}(T, \alpha, t)$  будет зависеть от развертки записи и точности измерения смещений на сейсмограмме. Понятно, что чем меньше значение  $T$ , тем больше должна быть погрешность. На исследовании этого вопроса мы остановимся особо.

С целью определения  $\ddot{z}(T, \alpha, t)$  записи смещений колебаний почвы, полученные при землетрясениях или взрывах, табулировались, т. е. определялись значения смещений в зависимости от времени, начиная от начала записи колебательного процесса и до его замирания или вступления последующей волны, через равные интервалы

времени. При этом записи колебаний почвы при взрывах анализировались в целом, без разделения на волны, так как регистрация сейсмозрывных волн производилась на близких расстояниях.

Используя составленные таблицы, в Вычислительном центре Академии наук Армянской ССР и Ереванского государственного университета вычислены значения  $\tau(T, \alpha, t)$  в зависимости от времени для значений:

$$T = 0,05 \ 0,10 \ 0,15 \ 0,20 \ 0,25 \ 0,30 \ 0,35 \ 0,40 \\ 0,45 \ 0,5 \ 0,6 \ 0,7 \ 0,8 \ 0,9 \ 1,0 \ 1,2 \\ 1,4 \ 1,6 \ 1,8 \ 2,0 \ 2,5 \ 3,0 \\ \text{и } \alpha = 0 \ 0,02 \ 0,04 \ 0,08 \ 0,12 \ 0,16 \ 0,20$$

Таким образом по каждой записи колебаний грунта определены значения  $\tau(T, \alpha, t)$  для 154 случаев при разных комбинациях периода свободных колебаний  $T$  и меры рассеяния энергии  $\alpha$ . При этом согласно программе вычислений  $\tau(T, \alpha, t)$ , составленной в Вычислительном центре, для каждого случая машина выдавала также максимальное значение  $\tau_{\max}$  и момент времени ( $t_{\max}$ ) соответствующий этому максимуму, считая от начала записи.

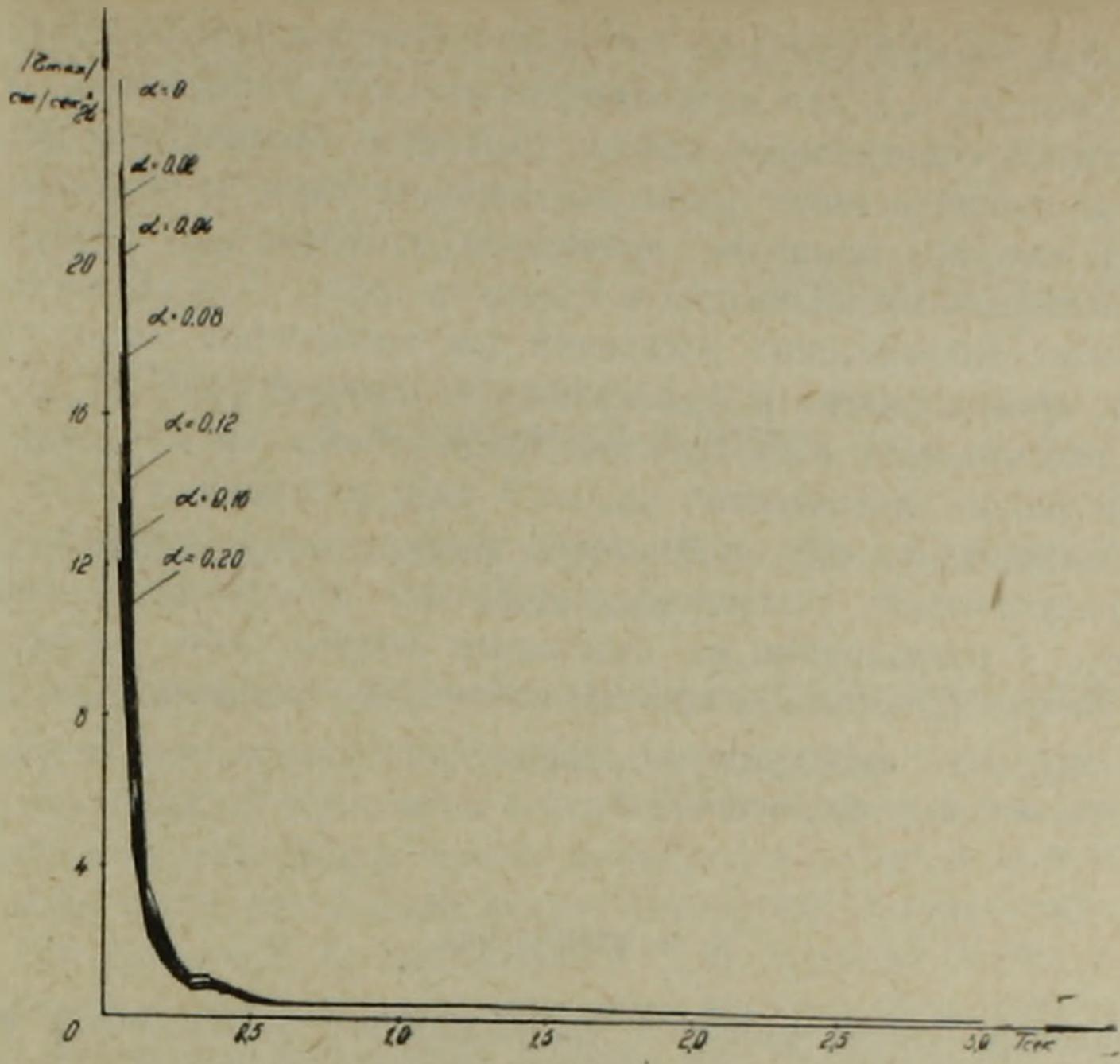
Приведенные сейсмические ускорения определены по составляющим С—Ю записи смещений колебаний частиц грунта зарегистрированных на сейсмической станции „Ереван“ при трех землетрясениях. Эпицентр первого землетрясения расположен в центральной части Малого Кавказа ( $\varphi = 40,4^\circ \text{ N}$ ;  $\lambda = 44,8^\circ \text{ E}$ ) на расстоянии 35 км от Еревана. Эпицентры второго и третьего землетрясений расположены на Ахалкалакском нагорье на расстоянии, соответственно, 100 и 120 км от г. Еревана. При этом магнитуда второго землетрясения составляет 3.5. Оно ощущалось в Ахалкалаки и Богдановке силой 4 балла.

Анализ производился по продольным, поперечным и поверхностным волнам, выделенным на записях землетрясений.

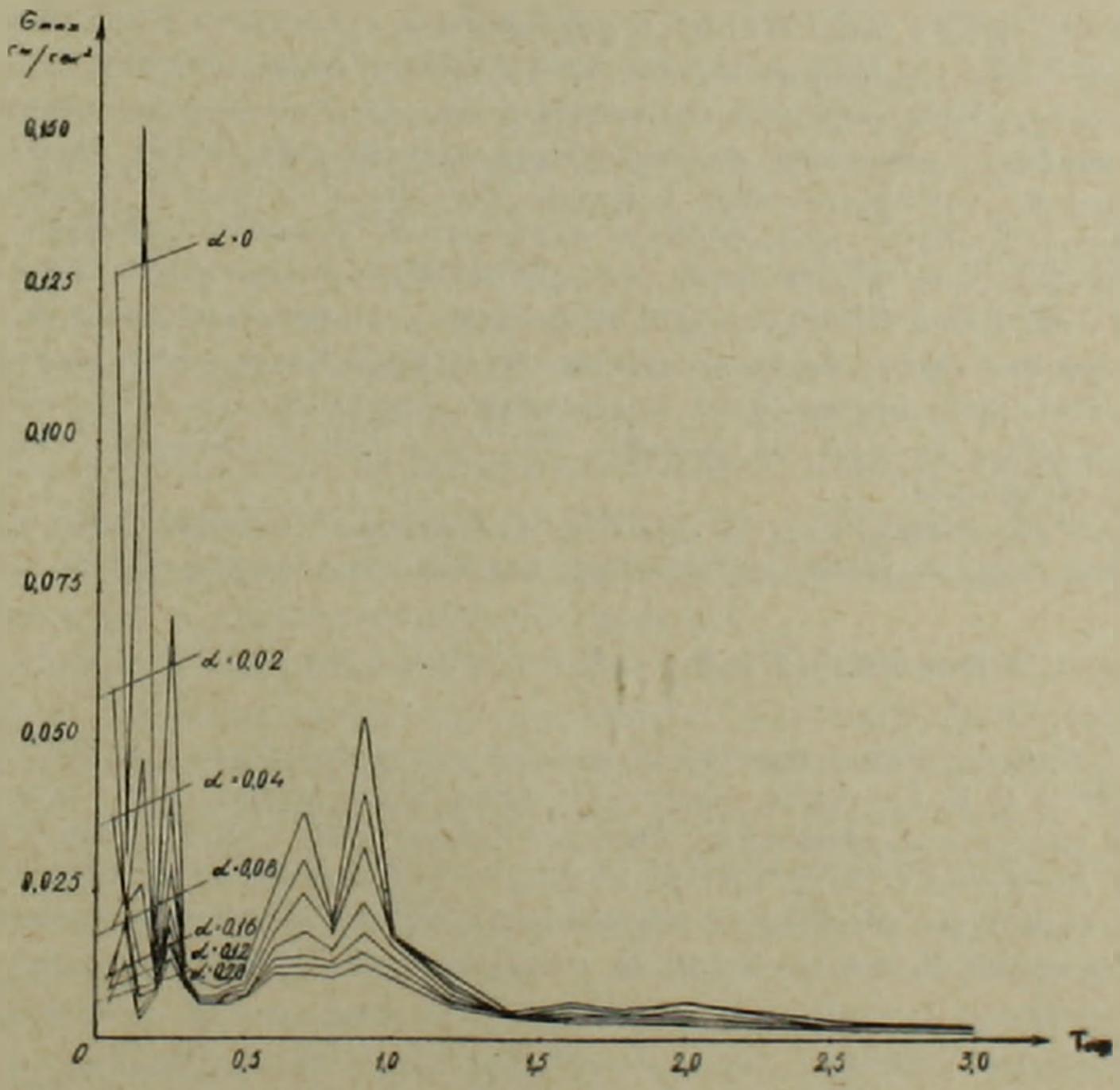
Приведенные сейсмические ускорения при взрывах определялись по записям на различных грунтах: супесях-суглинках, туфах и базальтах.

Для всех рассмотренных случаев по данным, полученным из Вычислительного центра, составлены таблицы максимальных значений приведенных сейсмических ускорений и моментов их вступлений, построены кривые зависимости  $\tau$  от времени при принятых, зафиксированных значениях  $T$  и  $\alpha$ , получены спектры приведенных сейсмических ускорений, т. е. графики зависимости максимального значения приведенного сейсмического ускорения  $\tau_{\max}$  от периода собственных колебаний сооружений, при принятых постоянных значениях  $\alpha$ , а также построены графики зависимости  $\tau_{\max}$  от меры рассеяния энергии  $\alpha$  при постоянных значениях  $T$ .

При сравнении спектров приведенных сейсмических ускорений, полученных по сейсмограммам землетрясений и записям смещений



Фиг. 1.



Фиг. 2.

при взрывах, можно отметить, что они имеют различный характер, а именно, спектры  $\tau_{\max}$  для взрывов описываются гиперболой, а для землетрясений спектральная кривая убывает с увеличением периодов колебаний зданий и имеет резко выраженные пики на отдельных периодах. В качестве примеров приведены спектры  $\tau_{\max}$ , полученные для сейсмозрывных колебаний в базальтах (фиг. 1), а также спектры приведенных сейсмических ускорений для поперечной волны землетрясения, происшедшего в Ахалкалакском нагорье (фиг. 2).

Из рассмотрения всех спектров приведенных сейсмических ускорений, графиков зависимостей  $\tau_{\max}$  от  $\alpha$  (при постоянных  $T$ ), а также таблиц  $\tau_{\max}$  следует, что определение спектральных кривых приведенных сейсмических ускорений необходимо производить используя всю запись, с разделением на отдельные волны, ибо наблюдаются случаи, когда  $\tau_{\max}$  не соответствует максимуму смещения на записи.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии

Академии наук Армянской ССР

#### Ն. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

### Երկրաշարժերի սեյսմոգրամների և պայթեցումների գրանցումների հիման վրա բերված սեյսմիկ արագացումների որոշման եղանակ

Հողվածում բերված է երկրաշարժերի և պայթեցումների գրանցումների հիման վրա կառուցվածքներում առաջացող բերված սեյսմիկ արագացումների որոշման եղանակ:

Բերված արագացումը որոշվում է (5) բանաձևով, ըստ որում բնահողի տատանման արագացումը ստացվում է անմիջապես սեյսմոգրամներից կրկնակի դիֆերենցման միջոցով:

Երեք տարրեր ուժի երկրաշարժերի և տարրեր բնահողերում կատարված պայթեցումների համար որոշված են բերված արագացումների փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում, ստացված են սպեկտրալ կորեր ներքին շփման գործակցի հետևյալ յոթ արժեքների համար 0, 0,02, 0,04, 0,08, 0,12, 0,16 և 0,2 և կառուցված են գրաֆիկներ, որոնք արտահայտում են կառուցվածքում առաջացող բերված մարսիմալ արագացումների կապը ներքին շփման գործակցի հետ կառուցվածքի սեփական տատանումների պարբերության տարրեր 22 արժեքների համար:

Հաշվարկումները կատարվել են Հայկական ՍՍՀ ԳԱ և Սրեանի պետական համալսարանի Հաշվողական կենտրոնում:

Ստացված արդյունքները զույգ են տալիս, որ կառուցվածքում առաջացող բերված սեյսմիկ արագացումները երկրաշարժի և պայթեցումների ժամանակ խիստ տարրերվում են:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Վ Ա Ն ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

1 А. Г. Назаров, Метод инженерного анализа сейсмических сил, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1959. 2 Б. К. Карапетян, Многомаятниковые сейсмометры и результаты их применения в инженерной сейсмологии, Айпетрат, Ереван, 1963. 3 Б. К. Карапетян, «Известия АН Армянской ССР», т. VIII, № 1 (1955). 4 Э. Е. Хачиян, Использование вычислительных машин для определения сейсмической нагрузки по акселерограммам сильных землетрясений, Бюллетень Совета по сейсмологии, № 14, 1963.