

THE INFLUENCE OF ALLUVIAL—DELUVIAL DEPOSITS AND
HIGH—OHM LAVA COVERS ON THE RESULTS OF
INVESTIGATIONS BY THE WANDERING CURRENTS METHOD

A b s t r a c t

In the paper the distortion of normal and anomalous fields of wandering currents by alluvial—deluvial and lava deposits is considered. The results of theoretical, laboratory—modeling and field investigations are represented as mathematical formulas, maps and diagrams. The dependence of the influence of near—surface conducting and high—ohm deposits upon their thickness and specific resistance has been stated. The results of these investigations increase the effectiveness of the wandering currents method during ore deposits searching and prospecting.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аидевич М. М., Фокин А. Ф. Электропрофиллирование потенциальных геофизических полей. Л.: Недра, 1978. 97 с.
2. Гахоян В. Б. Временное руководство по методу блуждающих токов. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986, 100 с.
3. Заборовский А. И. Электроразведка. М.: Гостехиздат, 1963. 420 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, №5, 57—62

УДК 550.343.4

Б. К. КАРАПЕТЯН, С. С. КАРАПЕТЯН, А. Б. МАРКАРЯН, С. С. СИМОНЯН¹

УЧЕТ ВЗАИМОВОЗДЕЙСТВИЯ ЗДАНИЙ И ИХ ОСНОВАНИЙ И
СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ
МИКРОРАЙОНИРОВАНИИ

Проведены инструментальные инженерно-сейсмологические наблюдения в условиях сложного рельефа. На основании анализа полученных записей определено увеличение ожидаемого сейсмического эффекта в зависимости от высоты и уклона участка и направления подхода сейсмической волны.

Исходя из результатов макросейсмического, лабораторного и теоретического исследований, сделаны заключения в отношении строительства зданий с определенными динамическими характеристиками при проектировании и застройке микрорайонов. При этом учитываются инженерно-геологические условия данного участка, расстояния между зданиями и их расположение, направление подхода сейсмической волны, ее интенсивность и частотный состав. Предлагается результаты исследований использовать в работах по микросейсморайонированию городов.

Согласно существующим рекомендациям по сейсмическому микрорайонированию [6, 7, 8] при составлении карт сейсмического микрорайонирования городов и населенных пунктов приходится повышать величину сейсмической интенсивности на один балл даже в случае благоприятных для строительства участков, примыкающих к бровкам каньонов или уступов, имеющих крутизну 15 и более градусов, независимо от высоты и угла раскрытия бортов, а также направления ожидаемого сейсмического излучения.

¹ Б. К. Карапетян, А. Б. Маркарян, С. С. Симонян—авторы исследования фактора взаимодействия; С. С. Карапетян—автор исследования фактора рельефа.

Кроме того, при конкретном землетрясении имеет место сложная картина распределения сейсмических нагрузок на заселенных участках того или иного населенного пункта, отличающихся от значений, полученных при сейсмическом микрорайонировании. Причина этого явления—взаимодействие близко расположенных зданий между собой и с грунтами их оснований [3], которое при проведении сейсмомикрорайонирования также не учитывается по настоящим рекомендациям.

Исходя из важности затронутых вопросов, в Институте геофизики и инженерной сейсмологии, начиная с 1981 года, проводятся комплексные исследования с целью выявления закономерностей изменения сейсмического эффекта, связанных с указанными факторами.

Учет фактора рельефа

С целью выявления закономерностей изменения сейсмического эффекта в зависимости от геометрических параметров бортов и направления сейсмического излучения на территории республики были поставлены натурные инструментальные исследования.

В качестве объектов исследований были выбраны два участка: первый находился на северном борту Гарнийского ущелья, а второй— на южном склоне Разданского ущелья в районе «Цицернакаберд». Подбор этих участков обусловлен тем, что они имеют примерно одинаковые инженерно-геологические условия (однородные скальные породы). На обоих участках по выбранным профильным линиям в четырех точках, имеющих разные гипсометрические отметки, были осуществлены наблюдения. За период с 1981 по 1983 гг. на обоих участках было записано примерно 300 слабых землетрясений с энергетическим классом в очаге от 7 до 11. Определяя координаты местоположения очагов этих землетрясений, была составлена схематическая карта распределения очагов в М 1:500000.

При первичной обработке полученного материала выяснилось, что по мере удаления очага землетрясений от наблюдаемого участка сейсмический эффект на бровке борта относительно дна или порога ослабевает; кроме того, он изменяется в зависимости от направления подхода сейсмического излучения. Для создания возможности проведения непосредственного сравнительного анализа от землетрясения к землетрясению, была осуществлена группировка очагов, исходя из направления сейсмического излучения.

Были выделены три группы очагов по следующим направлениям:

- 1) X, когда сейсмическое излучение с тыльной стороны (сзади) перпендикулярно к наблюдаемому участку;
- 2) y, в котором сейсмическое излучение имеет боковой подход (слева или справа);
- 3) X', когда сейсмическое излучение перпендикулярно к наблюдаемому участку с противоположной стороны.

Кроме того, в группы были включены только близко расположенные очаги с примерно равными энергетическими классами. Придерживаясь этого принципа, обработке подвергались 6—10 записей от каждой группы по направлениям для каждого участка наблюдений.

На ЭВМ были рассчитаны спектры реакций для каждой точки наблюдения от всех рассмотренных землетрясений.

В дальнейшем все сравнения проводились относительно точки наблюдения, находящейся на пороге борта, по формуле:

$$\frac{\tau_{cp_c}(T)}{\tau_{cp_n}(T)} = f(T),$$

где $\tau_{cp_c}(T)$ —осредненный спектр реакции на сравниваемой точке;
 $\tau_{cp_n}(T)$ —осредненный спектр реакции на пороге борта.

Следует отметить, что Гарнийский участок был охвачен тремя подучастками, имеющими разные высоты и крутизну. На этом участ-

ке все сравнения проводились между верхними и нижними точками.

С помощью получившихся соотношений был определен коэффициент увеличения сейсмического эффекта на сравниваемых точках наблюдений относительно порога для каждой группы землетрясений по формуле:

$$K_{с/п} = \frac{\sum_{i=1}^k \frac{z_{ср_c}(T)}{z_{ср_n}(T)}}{k}$$

где k —количество периодов.

На Цицернакабердском участке все четыре точки находятся на склоне постоянной крутизны— $\alpha=45^\circ$, и при построении графика зависимости:

$$\frac{z_{ср_c}(T)}{z_{ср_n}(T)} = f(H)$$

было установлено, что увеличение сейсмического эффекта прямо пропорционально возрастанию высоты сравниваемой точки.

Учет фактора взаимовоздействия

При решении задачи взаимовоздействия зданий и их оснований необходимо учитывать ряд факторов, оказывающих существенное влияние. Среди них особое место занимают грунтовые условия, тип и размеры зданий, взаимное их расположение, расстояние между ними, а также направление, частотный состав и интенсивность сейсмического воздействия.

С целью выявления роли перечисленных факторов, проведено комплексное исследование в следующих направлениях:

1) Натурные исследования взаимовоздействия при реальных сейсмических воздействиях путем рассмотрения колебаний участка, застроенного 4- и 5-этажными зданиями [4].

2) Изучение влияния факторов взаимовоздействия по результатам макросейсмического обследования последствий сильного Газлийского землетрясения 20 марта 1984 года в трех микрорайонах города Газли [2].

3) Экспериментальные исследования взаимовоздействия в лабораторных условиях путем моделирования жилого микрорайона, изученного в натуре [5] с использованием виброплатформы ВП-100 М.

4) Составление интегральных уравнений, описывающих явление взаимовоздействия двух зданий между собой и с грунтами их оснований, и их решение с помощью ЭВМ [1].

В результате проведенного исследования получены следующие закономерности.

При сейсмических воздействиях, вследствие взаимодействия между зданием и его основанием происходит уменьшение сейсмической нагрузки от 10 до 35%, в зависимости от расположения здания относительно направления сейсмических колебаний. При этом сейсмическая нагрузка уменьшается значительно больше, если здание испытывает воздействие с торцовой стороны (со стороны большей жесткости). В этом случае здание как бы служит преградой на пути распространения сейсмических волн. Кроме того, наблюдается ослабление колебаний точек грунтового основания с приближением их к зданию (особенно по направлению колебаний и вдоль большой оси здания).

При сейсмических воздействиях, вследствие взаимовоздействия между близко расположенными зданиями и их основаниями, сейсмическая нагрузка на здания уменьшается от 5 до 40% по сравнению с сейсмической нагрузкой, действующей на отдельно стоящее здание. При этом сейсмическая нагрузка уменьшается тем больше, чем ближе

расположены здания друг от друга (особенно, когда здания ориентированы по направлению колебаний). Следовательно, здания в микрорайоне воспринимают меньшей величины сейсмическую нагрузку, чем вне микрорайона. Исходя из этого, можно предположить, что чем больше количество зданий в микрорайоне (а также чем плотнее расположены здания), тем относительно меньшее количество зданий окажутся пострадавшими при сильном землетрясении.

В результате взаимовоздействия зданий и их оснований происходит уменьшение их ускорений по сравнению с ускорением колебаний отдельно стоящего здания: в случае относительно слабых землетрясений при расстоянии между ними 20 м и менее, а в случае сильных землетрясений—40 м и менее.

С увеличением интенсивности сейсмических колебаний влияние взаимодействия, а также взаимовоздействия на величину сейсмической нагрузки возрастает (до 20%).

Вышеуказанные закономерности относятся к жестким зданиям (имеющим период основного тона собственных колебаний $0,2 \div 0,5$ с), застроенным на рыхлых грунтовых основаниях (в которых скорость распространения поперечных волн составляет $150 \div 800$ м/с) при воздействии высокочастотных колебаний.

Выводы

На основании проведенных исследований можно прийти к следующим выводам:

1. При проведении сейсмического микрорайонирования следует принимать во внимание то обстоятельство, что на расчлененных территориях, где имеются склоны, сложенные однородными скальными породами, в случае землетрясений, очаги которых расположены на эпицентральной расстоянии менее 60 км, имеет место увеличение сейсмического эффекта на один балл при:

—направлении x , в случаях: а) крутизна склона $\alpha = 15^\circ$, относительная высота $h \geq 80$ м; б) $\alpha = 30^\circ$, $h \geq 50$ м; в) $\alpha = 45^\circ$, $h \geq 35$ м; г) $\alpha = 60^\circ$, $h \geq 30$ м; д) $\alpha = 90^\circ$, $h \geq 15$ м;

—направлении y , в случаях: а) $\alpha = 45^\circ$, $h \geq 70$ м; б) $\alpha \geq 60^\circ$, $h \geq 40$ м; в) $\alpha \geq 90^\circ$, $h \geq 20$ м;

—направлении x' , в случаях: а) $\alpha = 60^\circ$, $h \geq 60$ м; б) $\alpha = 90^\circ$, $h \geq 40$ м.

2. Для оценки ожидаемой сейсмической интенсивности на верхних частях склонов, имеющих относительные высоты свыше 100 м, при крутизне 60° и 90° для каждого конкретного случая следует проводить инструментальные инженерно-сейсмологические исследования.

3. С целью оценки сейсмической опасности склонов нескального образования следует проводить специальные инженерно-сейсмологические исследования.

4. Необходимо определять вероятное направление наиболее опасного ожидаемого сейсмического излучения для территории проектируемых участков данного населенного пункта.

5. Рекомендуются на участках, сложенных из грунтов, в которых скорость распространения поперечных волн составляет $150 \div 800$ м/с, проектировать и строить здания, имеющие период основного тона собственных колебаний $0,2 \div 0,5$ с.

6. Здания в микрорайонах следует ориентировать по направлению ожидаемого наиболее опасного сейсмического излучения и располагать их, по возможности, близко друг к другу. При этом, сохраняя общие требования архитектуры и градостроительства, микрорайон необходимо застраивать большим количеством зданий.

Резюмируя полученные результаты, в заключение отметим, что при сейсмическом микрорайонировании территорий новых городов и на-

селенных пунктов требуется учитывать взаимовоздействие зданий и их оснований и уделять особое внимание наличию склонов разной высоты и крутизны, для представления проектным организациям конкретных предложений по планировке застройки, с целью уменьшения ожидаемых сейсмических нагрузок на проектируемые здания и сооружения.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР

Поступила 23.VI. 1986.

Բ. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ս. Ս. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ա. Բ. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Ս. Ս. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

ՇԵՆՔԵՐԻ ՈՒ ՆՐԱՆՑ ՀԻՄՆԱՏԱԿԵՐԻ ԵՎ ՏԵՂԱՆՔԻ ԲԱՐԴ ՌԵԼԻԵՖԻ ՓՈԿՆԵՐԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ՀԱՇՎԱՌՈՒՄԸ ՍԵՅՍՄԻԿ ՄԻԿՐՈՇՐՋԱՆԱՑՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բարդ ռելիեֆի պայմաններում կատարվել են գործիքային ինժեներասեյսմոլոգիական դիտարկումներ՝ թույլ երկրաշարժերի գրանցման մեթոդով: Գրանցումների մշակումից ստացված արդյունքների հիման վրա որոշվել է սպասվող սեյսմիկ էֆեկտի մեծացման չափը՝ կախված լանջի բարձրությունից, թեքությունից և սեյսմիկ ալիքի մոտեցման ուղղությունից:

Մակրոսեյսմիկ, լաբորատոր-փորձարարական դիտարկումների, ինչպես նաև տեսական հետազոտությունների արդյունքներից ելնելով, նախագծվող և կառուցապատվող միկրոշրջաններում որոշակի դինամիկ բնութագրերով շենքերի կառուցման վերաբերյալ եզրահանգումներ են արված: Ընդ որում, հաշվի են առնվում տվյալ տեղամասի ինժեներա-երկրաբանական պայմանները, շենքերի միջև հեռավորությունը և փոխադարձ դասավորվածությունը, սեյսմիկ ալիքի մոտեցման ուղղությունը, ուժգնությունը և հաճախականային կազմը:

Առաջարկվում է ուսումնասիրությունների արդյունքները կիրառել քաղաքների սեյսմիկ միկրոշրջանացման աշխատանքներում:

B. K. KARAPETIAN, S. S. KARAPETIAN, A. B. MARKARIAN, S. S. SIMONIAN

ACCOUNT OF THE INTERACTION OF THE BUILDINGS AND THEIR FOUNDATIONS AND THE COMPLICATED TOPOGRAPHY DURING SEISMIC MICRO-ZONING

A b s t r a c t

Instrumental engineering—seismological observations have been carried out by the method of registering the weak earthquakes under the conditions of complicated topography. The recorded results analysis has shown the expected seismic effect to increase, depending on the height and the slope of the area as well as on the direction of seismic waves arrival.

Macro—seismic, experimental and theoretical investigations results have allowed to suggest the construction of buildings with definite dynamical characteristics taking into account the area engineering—geo-

logical conditions, the intervals between buildings and their location, the direction of seismic waves arrival, their intensity and frequency characteristics.

It is suggested to use the obtained results during seismic micro-zoning of towns.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карапетян Б. К., Маркарян А. Б. Теоретическое исследование взаимодействия сооружений и грунтов их оснований при землетрясениях. В кн.: Исследования по сейсмостойкости сооружений. Ереван: ЕрПИ, 1984, с. 3—15.
2. Карапетян Б. К., Маркарян А. Б. О возможности изучения взаимодействия зданий и их оснований при обследовании сильных землетрясений.—В кн.: Инженерные проблемы строительной механики. Ереван: ЕрПИ, 1985, с. 89—94.
3. Карапетян Б. К., Симосян С. С. Результаты исследования взаимодействия между основанием и фундаментом зданий в натуре при сейсмических колебаниях.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1973, № 2, с. 60—66.
4. Маркарян А. Б. Исследование взаимодействия зданий между собой и с грунтами их оснований в натуре при сейсмических воздействиях.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, № 1, с. 74—79.
5. Маркарян А. Б. Результаты экспериментальных исследований взаимодействия сооружений и грунтов их оснований на модулях. В кн.: Исследования по сейсмостойкости сооружений. Ереван: ЕрПИ, 1984, с. 16—22.
6. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию при инженерных изысканиях для строительства.—В кн.: Научно-технический отчет ВНИИИС Госстроя СССР. М., Изд. лит. по строительству, 1982, 83 с.
7. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию. М., Изд. лит. по строительству, 1971, 61 с.
8. Рекомендации по сейсмическому микрорайонированию, РСМ-73.—В кн.: Вопросы инженерной сейсмологии. М., Наука, 1973, вып. 15, с. 5—43.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, № 5, 62—67.

УДК:550.343.4.038

С. А. ПИРУЗЯН, А. А. ОВСЕПЯН, Д. С. ГРИГОРЯН, А. М. ХАЧЯН

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЙСМОГРАММ С ЦЕЛЮ РАСЧЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕКТРОВ ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ гор. ЕРЕВАНА

В работе изложен расчетный способ определения инженерной меры интенсивности землетрясений—спектра приведенных сейсмических ускорений (T_a) на современных ЭВМ на основе использования сейсмограмм землетрясений, принципиальная возможность которого указана в работе [1]. Это все создает предпосылки составления карты сейсмического микрорайонирования территории гор. Еревана на инструментальной основе, а также открывает перспективы решения многих задач инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства.

Сейсмическое микрорайонирование (СМР) является завершающим этапом исследований в проблеме прогнозной оценки интенсивности землетрясения для данной строительной площадки. Согласно действующим нормативным документам по сейсмостойкому строительству [16], уточнения сейсмичности пункта строительства производится на основе карт СМР территорий городов, поселков и промышленно-энергетических объектов.

Задачей СМР является уточнение интенсивности землетрясения, заданной картой общего сейсмического районирования для рассматриваемой строительной площадки или инженерно-геологической зоны, охватывающей данную площадку, в зависимости от ее локальных условий (характеристика грунтов, мощность слоя, уровень грунтовых вод, рельеф).

Составление карт СМР требует выполнения довольно большого и многопрофильного комплекса геолого-геофизических и инженерно-сейсмологических исследований. На деталях методики этих исследований мы здесь не будем останавливаться. Они в значительной части освещены в литературе [6—8, 12—15]. Остановимся лишь на некото-