

Р. О. АМАСЯН, Э. Л. МИКАЕЛЯН

ЭЛАСТИЧЕСКАЯ СЕЙСМИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ

Приводятся результаты изучения поведения эластической сейсмической платформы при разных рабочих режимах. Обосновывается целесообразность ее применения при решении некоторых задач инженерной сейсмологии.

Многие задачи инженерной сейсмологии, а также сейсмостойкости сооружений, в особенности протяженных в плане, требуют учета различия фаз в колебаниях грунта основания. Ведь, в действительности при землетрясениях различные точки земной поверхности претерпевают перемещения со сдвигом фаз.

Такие задачи экспериментальным путем, на моделях, могут быть решены при помощи эластической сейсмической платформы принудительного действия, на которой имеется возможность генерирования бегущих сейсмических волн. Такая платформа, разработанная в СКБ ИМ г. Армавир, по предложенному нами техническому заданию, была недавно смонтирована в отделе моделирования сейсмических процессов ИГИС АН АрмССР.

Эластическая сейсмическая платформа Х62.775.010 состоит из 8 самостоятельных платформ, представляющих собой жесткие сварные рамы, которые установлены по оси колебаний и могут двигаться друг относительно друга в горизонтальной плоскости со сдвигами фаз. Каждая платформа опирается на 6 равномерно расположенных упругих стоек, жесткость которых позволяет перемещаться платформе в горизонтальном направлении на требуемую величину и в то же время воспринимать вертикальные нагрузки, возникающие от веса испытуемого объекта. Колебания отдельных платформ возбуждаются при помощи гидроцилиндров, которые своим основанием устанавливаются на фундамент, а тягой крепятся к собственной платформе. Подобная конструкция воспроизводит заданные поперечные колебания в виде ступенчато-изменяющейся функции. Для получения на поверхности платформы деформаций, представляющих из себя плавно изменяющуюся функцию, все столики сплошь покрываются эластическим настилом, размеры которого в плане составляют 2000×6000 мм.

Наиболее важным моментом при проведении испытаний с помощью эластической сейсмической платформы является подбор материала эластического настила и его оптимальной толщины.

При решении первого вопроса мы руководствовались следующими соображениями.

1. Так как эластический настил должен сглаживать разрывы, получаемые при сдвигах отдельных столиков друг относительно друга, его материал должен быть по возможности мягким и упругим, т. е. низкокомодульным.

2. При решении ряда вопросов инженерной сейсмологии и взаимодействия фундаментов сооружений с грунтами основания необходимо, чтобы материал эластического настила являлся в одно и то же время модельным материалом для сооружений из грунтов и грунтовых напластований.

В связи с этим, исходя из условий подобия [1], к материалу эластического настила выдвигаются определенные теоретические требования. С точки зрения моделирования представляют интерес следующие механические параметры горных пород, для которых приблизительно определены следующие области изменения:

$E = 2,0 \cdot 10^4 \div 10^5$ МПа — модуль упругости,

$\mu = 0,2 \div 0,3$ — коэффициент Пуассона,

$\rho = 0,2 \div 0,3$ т/м³ — плотность.

Исходя из того, что размеры моделей в лабораторных условиях ограничиваются несколькими метрами (размеры платформы в плане 2×6 м), а при решении задач инженерной сейсмологии приходится охватывать территории с линейными размерами до десятков километров, масштабный множитель должен иметь значения порядка $\lambda = 10^{-3} \div 10^{-4}$. Для облегчения проведения измерений на поверхности настила значение множителя подобия для относительных деформаций берем достаточно большим, порядка $\gamma = 100$.

Нами в первом приближении для осуществления эластического настила был принят низкокомодульный материал на базе вальцмассы. Так как плотность принятого материала обычно колеблется в пределах $\rho = 0,1 \div 0,14$ т/м³, величина коэффициента подобия для плотностей будет приблизительно равна $\rho = 0,5$.

Имея в виду вышензложенные обстоятельства, согласно теории расширенного подобия для динамических процессов, протекающих в естественном гравитационном поле [1], получили, что значения модуля упругости для материала эластического настила должны колебаться в пределах $E' = 0,01 \div 2$ МПа, а величина коэффициента Пуассона по-прежнему должна оставаться в пределах $\nu' = 0,2 \div 0,3$.

Серия экспериментов [2] подтвердила, что принятый нами низкокомодульный материал на базе вальцмассы успешно можно применить для осуществления эластического настила платформы.

При подборе толщины эластического настила следовало учесть, что если он тонок и по всей поверхности прикреплен ко всем 8 столикам, то деформация настила будет строго следовать смещениям отдельных платформ, так что ступенчатая форма волновой поверхности сохранится. Поэтому упругий настил должен быть достаточно толстым и прикрепленным к составляющим платформам локально для уменьшения, по возможности, сил трения между настилом и платформой. Вместе с тем увеличение толщины настила могло привести к существенному увеличению поперечных сил, что было весьма нежелательно. С другой стороны, при определении толщины эластического настила надо было учесть, что он моделирует толщу грунта определенной мощности. Решение этой задачи было осуществлено по методике, предложенной в работе [3], с использованием аппарата математической теории игр [4].

В результате описанных всесторонних теоретических и экспериментальных исследований, а также учитывая требования, обеспечивающие однородность настила, его сплошность, возможность изготовления, достаточно надежную связь со столиками платформы, точность экспериментальных измерений, было решено осуществить эластический настил из чистой вальцмассы толщиной 6 см.

Конструкция привода гидровозбудителей эластической сейсмической платформы позволяет заранее задавать различные сдвиги фаз между колебаниями отдельных столиков и, следовательно, получить на поверхности эластического настила требуемый закон колебаний. На каждом столе могут быть установлены датчики перемещения, которые выдают сигналы на виброаппаратуру и далее на шлейфовый осциллограф. Одна такая осциллограмма колебаний эластической платформы приведена на рис. 1.

На осциллограмме видны различия в фазах колебания отдельных столиков платформы. В целях изучения поведения эластической сейсмической платформы в различных режимах работы были сняты подобные осциллограммы при разностях фаз между I и VIII столиками: 90° , 180° , 270° и 360° для различных амплитуд и частот колебаний. По этим осциллограммам строились формы колебаний платформы в произвольные моменты времени, которые соответствовали, для наглядности полученных графиков, моментам прохождения I столика через положение равновесия. Формы колебаний для указанных сдвигов фаз при частоте колебаний 1,3 Гц и амплитуде 4,0 мм приведены на рис. 2. Для сравнения, на тех же графиках построены теоретические кривые

форм колебаний следующим образом. По оси абсцисс, при каждом конкретном случае, располагались величины фаз колебаний каждого столика, которые, в некотором масштабе, соответствовали местам расположения датчиков в центре каждого столика. Ординаты, соот-

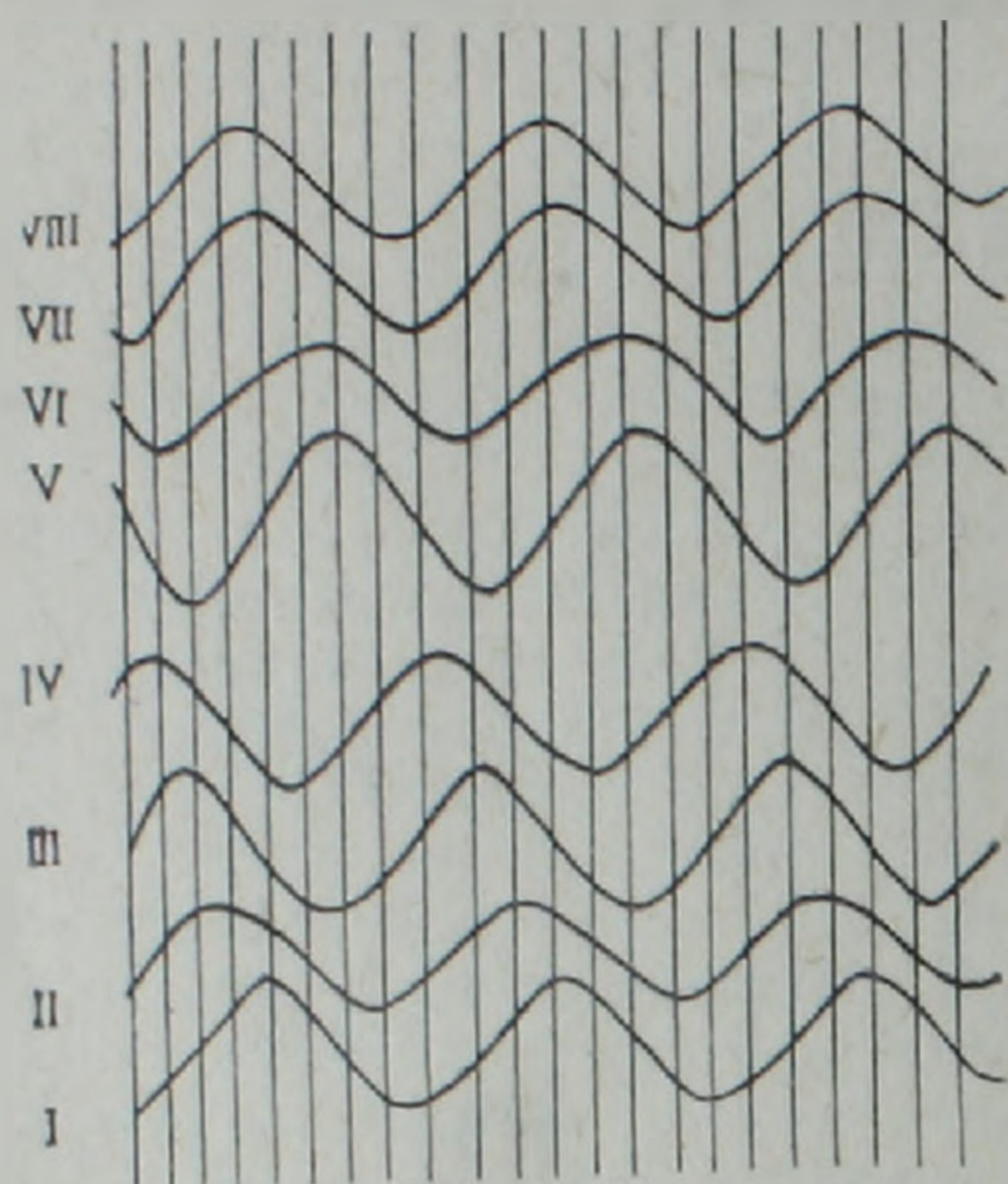


Рис. 1. Осциллограмма колебаний столиков эластической платформы при сдвиге фаз между I и VIII столиками 270° и частоте колебаний 1,3 Гц.

ветствующие этим фазам амплитуд столиков, определялись по формуле:

$$a = A \cdot \sin \varphi,$$

где A — максимальная амплитуда колебаний каждого столика, определенная из осциллограммы для экспериментальной кривой и из паспортных данных для теоретической; φ — фаза колебаний каждого столика в выбранный момент времени, определенная аналогично вышеописанному.

Как видно из приведенных графиков (рис. 2), экспериментальные кривые вполне удовлетворительно совпадают с теоретическими. Максимальные расхождения между ними при всех изученных нами режимах работы эластической сейсмической платформы не превышали 15%.

Ниже приводятся основные технические характеристики эластической сейсмической платформы Х62.775.010.

1. Максимальная динамическая нагрузка, возбуждаемая одним гидровозбудителем, т. с.—2

2. Грузоподъемность, т.—3

3. Амплитуда колебаний, мм—5

4. Максимальное ускорение, в долях, «g»—2,5

5. Частота колебаний, Гц—2÷50

6. Характер регулирования амплитуды и частоты—бесступенчатый

7. Характер регулирования сдвига фаз колебаний между столиками платформы—бесступенчатый

Из всего изложенного следует, что эластическая сейсмическая платформа с такими техническими характеристиками и с настилом из низко модульного материала на базе вальцмассы может быть успешно использована при решении определенного круга задач инженерной сейсмологии и сейсмостойкости сооружений. К таким задачам могут быть отнесены, в частности, исследование сейсмического волнового поля отдельных регионов, изучение влияния рельефа местности на

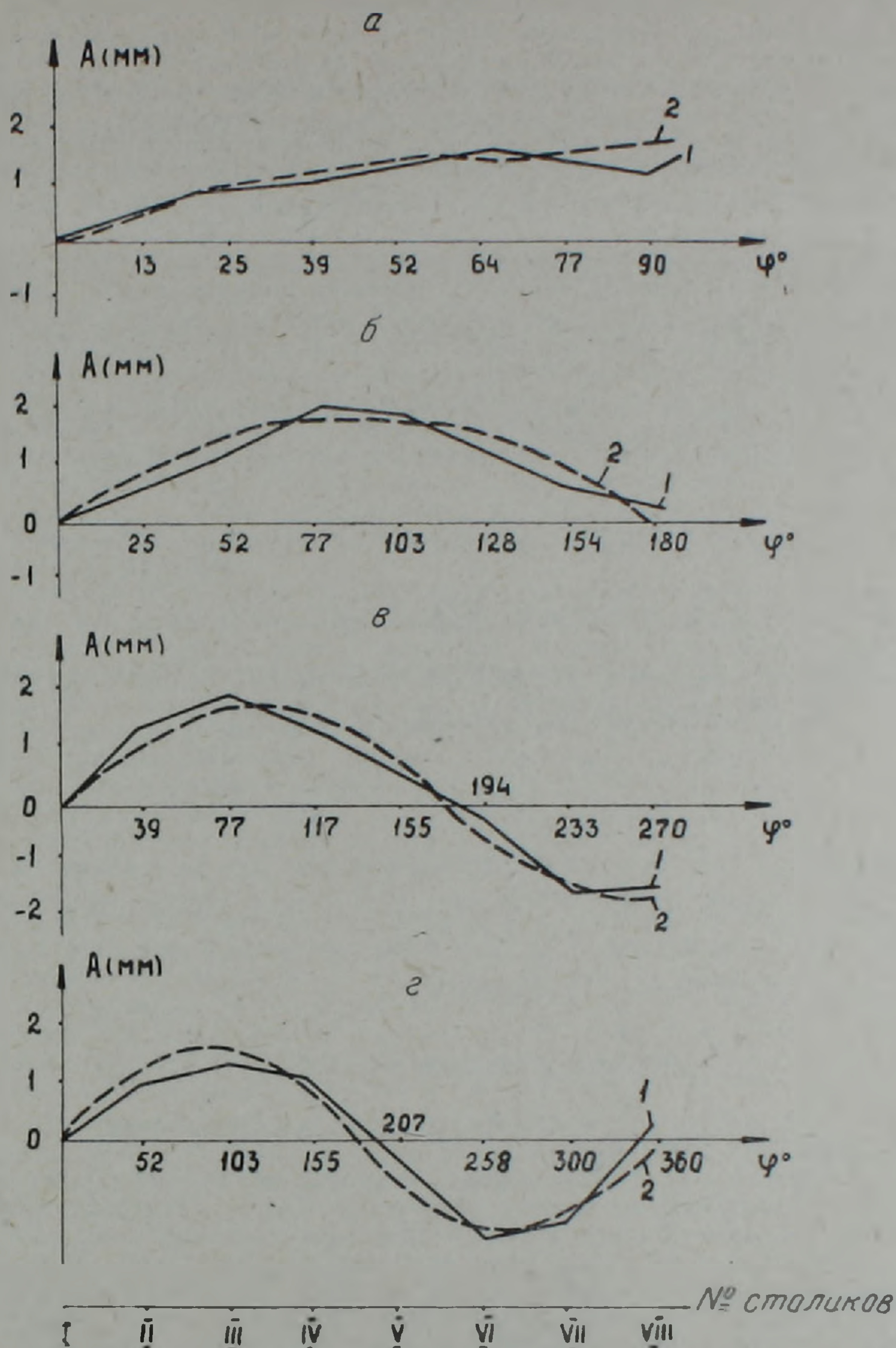


Рис. 2. Формы колебаний эластической сейсмической платформы при сдвигах фаз между I и VIII століками: а) 90°, б) 180°, в) 270°, г) 360°. 1—экспериментальная кривая, 2—теоретическая кривая.

характер прохождения упругих сейсмических волн, исследование взаимодействия грунта основания с фундаментами сооружений, изучение пространственной работы протяженных в плане сооружений и тонких протяженных строительных конструкций.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР

Поступила 23.VI.1986.

Ռ. Զ. ՀԱՄԱՍՅԱՆ, Է. Լ. ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ

ԻՆՏԵՆՍԻՎԱՅԻՆ ՍԵՅՍՄՈՂՈԳԻԱՅԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐ ԼՈՒԾԵԼՈՒ ՀԱՄԱՐ ԱՌԱՋԳԱԿԱՆ ՍԵՅՍՄԻԿ ՀԱՐԹԱԿ

Ա մ փ ո փ ու մ

Նկարագրված է առաձգական սեյսմիկ հարթակի կառուցվածքը և աշխատանքի սկզբունքը: Հիմնավորված է նրա դերն ու նշանակությունը սեյսմա-

կայունության և ինժեներային սեյսմոլոգիայի հետևյալ խնդիրների լուծման ժամանակ.

1. Կարկասային, հատկապես հատակագծում երկարացած տեսք ունեցող շենքերի տարածական աշխատանքի ուսումնասիրումը հիմնատակով անցնող վազող ալիքների առկայության դեպքում:

2. Հեկրկելի հիմնատակի և շենքի հիմքի փոխադրեցության ուսումնասիրումը:

3. Առանձին տեղանքների համար ուղիների ազդեցության ուսումնասիրումը սեյսմիկ ալիքների ինտենսիվության վրա առաձգական գործի առկայության դեպքում:

Բերված են առաձգական սեյսմիկ հարթակի սեփականական բնութագրերը և տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում ուսումնասիրությունների արդյունքները:

R. H. HAMASIAN, E. L. MIKAELIAN

AN ELASTIC SEISMIC PLATFORM FOR SOLUTION THE ENGINEERING SEISMOLOGY PROBLEMS

A b s t r a c t

The results of the behaviour investigation of an elastic seismic platform under various working conditions are brought in this paper. It is substantiated the expediency of the platform using for solving some problems of the engineering seismology.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров А. Г. О механическом подобии твердых деформируемых тел. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1965. 217 с.
2. Назаров А. Г., Шагинян С. А. Руководство по исследованию механических свойств строительных конструкций на моделях. Ленинкан: Изд. АН АрмССР, 1966. 61 с.
3. Амасян Р. О. Об одном методе выбора оптимального масштаба модели строительных конструкций с учетом внешних воздействий. В кн.: VIII Объединенная сессия научно-исслед. институтов Закавказ. респ. по стронт. Тбилиси: Изд. АН ГССР, 1973, с. 67—70.
4. Ланге К. Оптимальные решения. М.: Изд. Прогресс, 1967, 280 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1976. XXXIX, № 5, 78—80.

УДК 550.387(479.25).

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. Р. ОГАНЕСЯН, В. В. НАГАПЕТЯН, А. О. СИМОНЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Целью данной работы является выделение локальных временных изменений геомагнитного поля на основе комплекса магнитометрических исследований (лабораторные и полевые работы) в связи с поисками предвестников землетрясений на территории Армянской ССР.

Изучение локальных изменений геомагнитного поля проводилось в сейсмогенных зонах АрмССР, на профилях с. Гегард—оз. Севан и с. Багарло—с. Аджи-Баджи. Первый профиль проходит через Гегамский хребет, пересекает район активно развитого четвертичного вулканизма, Анкаван-Зангезурский и Ани-Ордубадский глубинные разломы и густую сеть разломов Гегамского хребта. Профиль проходит над верхнечетвертичными базальтами и андезитами, андезито-дацитами среднего плейстоцена, нижнечетвертичными базальтовыми лавами и озерными отложениями. Сложное геологическое строение региона отражается в строении аномального геомагнитного поля вдоль профиля.