

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

С. А. ПИРУЗЯН

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ  
В ЕСТЕСТВЕННОМ ЗАЛЕГАНИИ ПРИЕРЕВАНСКОГО РАЙОНА

В 1958 году в связи с изучением микросейсмических колебаний на одном из участков строительства в северо-западной части Еревана АИСМом параллельно были поставлены работы по инструментальному изучению динамических характеристик разновидностей грунтов, имеющих распространение в этой части города.

Изучались преобладающие периоды сейсмических колебаний грунтов участка, максимальные величины смещений и ускорений при слабых землетрясениях и взрывах различной силы, скорости распространения упругих волн, а также давались оценки сверху максимальных величин остаточных деформаций скального грунта при землетрясениях силой порядка 4—5 баллов [1].

В настоящей статье описываются методика и техника полевых работ по измерению скоростей распространения сейсмических волн в грунтах участка в естественном их залегании. На основе полученных результатов определены динамические модули упругости для разновидностей грунтов участка и относительное приращение сейсмической балльности на этих грунтах.

Эти данные представляют интерес с точки зрения инструментального сейсмического микрорайонирования территории г. Еревана. Кроме того, полученные величины модулей Юнга могут быть использованы при проектировании сооружений (в частности, гидротехнических) на этих грунтах.

*1. Инженерно-геологическая характеристика участка работ.* Изученная территория находится в северной части Еревана на правом берегу реки Раздан.

В орографическом отношении она является краевой частью относительно ровного, слегка всхолмленного плато, расположенного в пределах древней долины реки Раздан, залитой впоследствии несколькими потоками молодых лав, подстилаемых третичными осадочными отложениями. В районе строительства имеют распространение четвертичные андезитобазальты брекчиевидного и последнего потоков. Первые из них являются основанием фундаментов проектируемого сооружения; они и являлись объектом наших исследований.

Максимальная мощность всех потоков андезитобазальтовых лав района, согласно данным опорных скважин, равна около 230 м. Попереч-

ный геологический разрез района приведен в работе [1]. Невыветренные монолитные образцы андезито-базальтов характеризуются весьма благоприятными физико-механическими свойствами для любого типа капитальных сооружений. Допускаемое давление на эти скальные грунты можно принять равным не менее  $12 \text{ кг/см}^2$ .

Самая верхняя часть исследуемого потока андезито-базальтов мощностью от 0,3 до 1,0 м представлена крупными валунами и обломками базальтов, перемешанными с суглинком и супесью. Ниже до глубины 3—6 м имеем брекчиевидного сложения, беспорядочной текстуры базальты, перебитые трещинами отдельности разных направлений. Трещины заполнены в основном суглинком. Ниже указанной отметки количество и размеры трещин уменьшаются\*.

Грунтовые воды в этой части города отсутствуют. Согласно общегеологическим данным, они циркулируют лишь по контакту названных эффузивов с третичными осадочными образованиями.

Делювиально-элювиальный покров на участке представлен легкими суглинками или пылеватыми (на глубине плотными) супесями (так называемым белоземом) и чаще их смесью с обломками и щебнем андезито-базальтов различной степени цементации. Мощность этих отложений, согласно данным многочисленных разведочных выработок, колеблется в широких пределах от 0,3 до 4—5 м.

Согласно исследованиям П. С. Бошнагяна [2], белозем, или рыхлый карбонатный мелкозем, покрывающий на значительных площадях поверхность базальтов приреванского района, представляет из себя большей частью пылеватый, легкий суглинок, белесовато-желтого цвета. Этот грунт отличается большой просадочностью и подверженностью суффозионным явлениям.

Таким образом, на исследуемом участке имеют распространение две основные разновидности грунтов — современные рыхлые отложения, представленные белоземом, и скальные породы — трещиноватые, пористые андезито-базальты темно-серого цвета.

В табл. 1 приведены некоторые осредненные физико-механические показатели отмеченных грунтов на основе материалов инженерно-геологических изысканий на участке строительства.

Приведенные в таблице величины являются среднеарифметическими из четырех значений, полученных лабораторными испытаниями проб, отобранных из разведочных выработок указанных профилей.

2. *Методика и техника полевых работ.* В процессе производства полевых работ измерялись скорости распространения упругих волн по поверхностному элювиально-делювиальному слою и на глубине порядка 4—6 м в верхней части брекчиевидных андезито-базальтов.

Для измерения скоростей на такой глубине мы пользовались специально сооруженными четырьмя исследовательскими шахтами круглого

\* Это обстоятельство нами зафиксировано засвидетельствованием вырытого под фундаментами котлована в 1960 году.

Таблица 1

Грунты	Глубина отбора проб в м	Объемный вес в г/см <sup>3</sup>		Коефф. пористости	Примечание
		скелета	при естеств. влажн.		
Андезито-базальты . . . . .	3,2	2,10	—	0,375	На профиле III
Супесь в твердом состоянии (белозем) . . . . .	2,2	1,35	1,57	0,987	На профиле I

очертания с диаметром в 3 м. Глубина шахт разная (от 2,6 м до 5,9 м), но дно всех шахт находилось на приблизительно одинаковом уровне, на той отметке, где, согласно данным буровых скважин, начинается слой неветрелого андезито-базальта. На дне каждой шахты имелось круглое, изолированное от стен бетонное основание, заглубленное на 0,5 м в скалу.

На этом основании устанавливались сейсмоизмерительные приборы (три сейсмографа и три акселерографа), которые расставлялись в том или ином порядке в зависимости от направления прихода сейсмозврывной волны. Для оценки изменения параметров сейсмических колебаний в зависимости от грунтовых условий при взрывах, в северной стенке шахты № 2, на высоте 2,0 м от дна, в слое белоземистой супеси была оставлена ниша.

На рис. 1 приведены план и продольный разрез шахты № 2.

Для регистрации сейсмических колебаний на уровне дна шахт были применены электродинамические вибрографы ВЭГИК [3] и ртутные акселерографы конструкции М. Г. Хачияна [1, 4], работающие совместно со специально собранными электронными усилителями\*. На рис. 2 показана фотография (вид сверху) измерительных приборов в рабочем положении на дне шахты. Источниками колебаний служили слабые и умеренной силы взрывы в шпурах и специально пройденных в базальте шурфах. Было осуществлено 26 взрывов (одновременно взрываемый заряд от 0,2 до 10,0 кг) в двух различных точках участка, на юге и на востоке. Глубина шурфов около 2,5 м.

Для измерения скоростей распространения волн в покрывающем элювиально-делювиальном слое использовались стандартные сейсмоприемники СПМ-16 [5, 6]. При этом колебания генерировались с помощью ударов груза весом в 8 кг, свободно падающего с высоты около 5 м.

Пункты наблюдений располагались на изучаемых профилях I и III на расстоянии от 30 м до 75 м друг от друга. Запись колебаний как при взрывах, так и при ударах грузом осуществлялась с помощью осциллографов

\* Подробное описание аппаратуры смотри в научно-техническом отчете — А. Г. Назаров, Б. К. Карапетян, С. А. Пирузян «Изучение сейсмических колебаний на участке строительства ЭКУ ФИ АН АрмССР», Ереван, 1959 г. Фонды АИСМа.

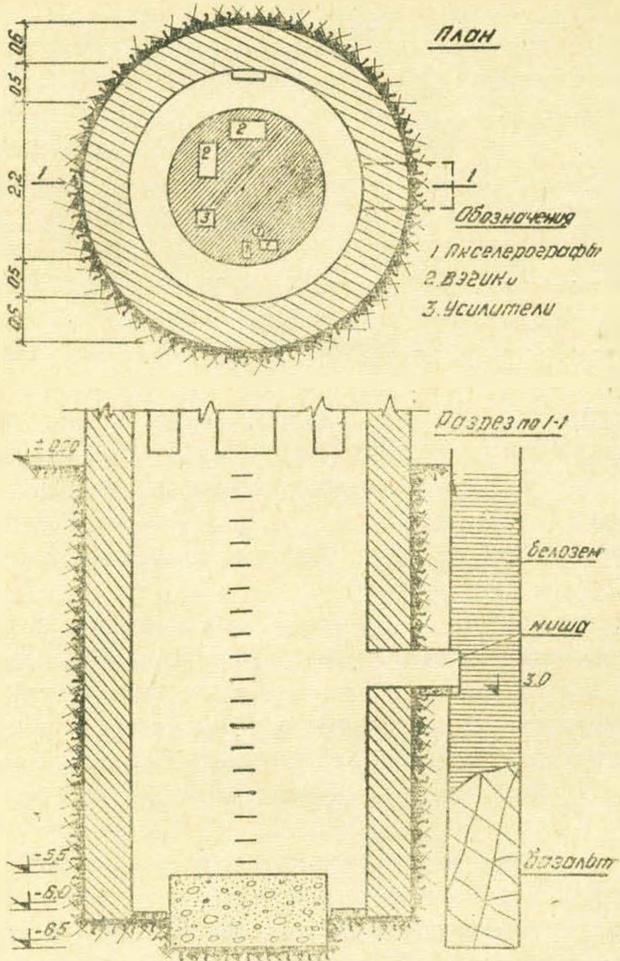


Рис. 1. План и продольный разрез шахты № 2

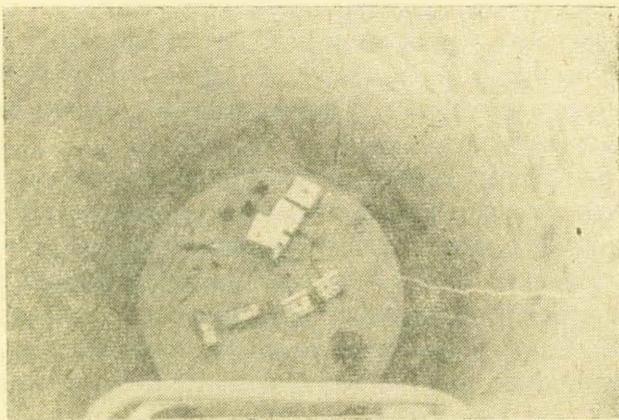


Рис. 2. Общий вид измерительных приборов в рабочем подожении на дне шахты № 2

«Геофизика» и ПОБ-12 [7], расположенных в специально построенной полевой сейсмической лаборатории.

На рис. 3 приведен схематический план участка работ. На рис. 4, 5 и 6 приведены геологические разрезы по профилям.

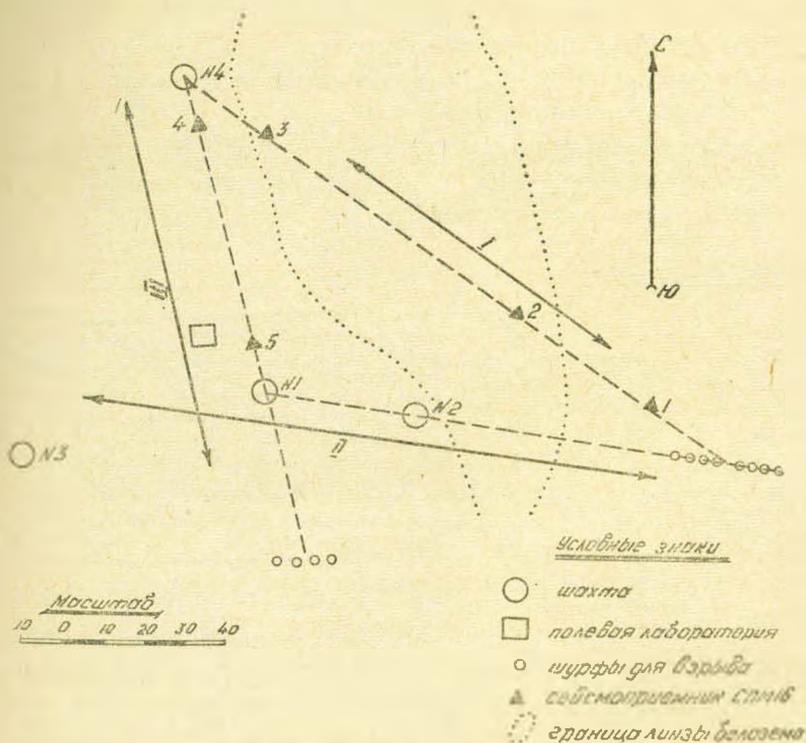


Рис. 3. Схематический план участка работ.

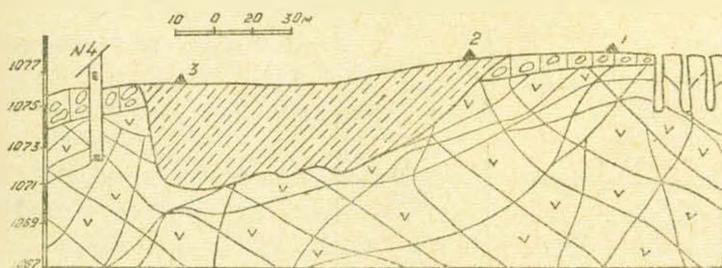


Рис. 4. Геологический разрез по профилю 1, (обозначения см. рис. 6)

3. *Экспериментальные результаты и их обсуждение.* Для определения скоростей распространения обрабатывались осциллограммы, записавшие смещения, скорости или ускорения колебания частиц грунта в зависимости от фиксирующего прибора — датчика (ВЭГИК, СПМ-16 и ртутный акселерограф, соответственно).

На рис. 7 приведена фотокопия сейсмограммы взрыва. Обработка заключалась в фиксации и корреляции по времени моментов вступлений прямых продольных волн соответствующего направления.

Скорости подсчитывались по формуле

$$V = \frac{\Delta r}{\Delta t},$$

где  $V$  — скорость распространения продольной волны на участке между двумя пунктами измерений;

$\Delta r$  — расстояние между этими пунктами измерений;

$\Delta t$  — разность времен первых вступлений.

В андезито-базальтах (уровень дна шахт) определялись скорости в трех направлениях (профили I, II и III). По поверхностному же слою они определялись только по профилям I и III.

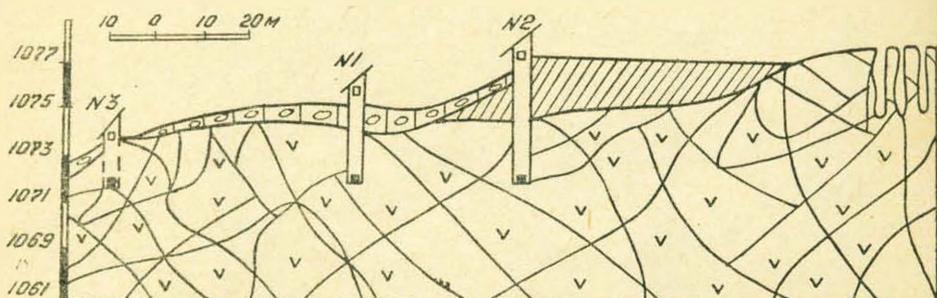


Рис. 5. Геологический разрез по профилю II (обозначения см. на рис. 6)

В табл. 2 сведены значения скоростей распространения волн по профилям, являющиеся среднеарифметическими от результатов многократных опытов (не менее трех).

Таблица 2

Профили	Скорости в м/сек		Примечание к графе 3
	на глубине 4—6 м	по поверхн. слою	
I	1500	800 510	Между пунктами 1 и 2 Между пунктами 2 и 3
II	1500	—	—
III	2500	650	Между пунктами 4 и 5

Как видно из таблицы, получены разные значения скоростей как для андезито-базальтов, так и элювиально-делювиального покрова. Причиной расхождения в скоростях упругой волны в андезито-базальтах служило, как показали дальнейшие многочисленные разведочные выработки и вскрышные работы, наличие линзы белозема мощностью 4,5—6,5 м на пути распространения сейсмозрывной волны от восточной группы шурфов (ВГШ) до шахт № 2 и № 4 (рис. 3)\*.

\* Подтвердилось предположение, высказанное нами по результатам сейсмометрических работ в вышеупомянутом научно-техническом отчете по работам.

На указанной глубине на профиле I проводящей средой служили андезито-базальты. Относительно небольшое для скальной породы значение скорости (2500 м/сек) обусловлено глыбово-плитчатой структурой и трещиноватой текстурой верхней части исследуемого брекчиевидного базальтового покрова.

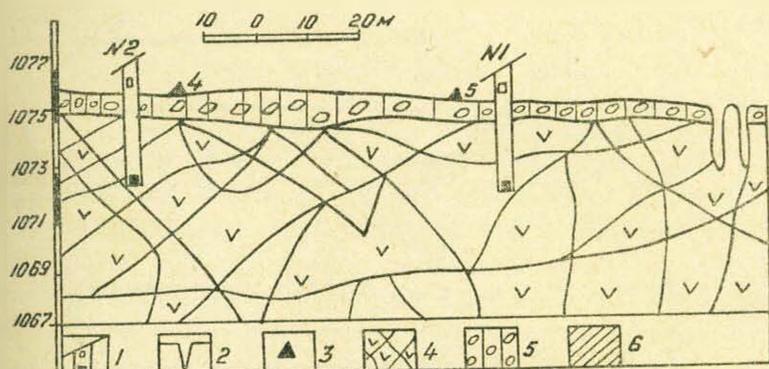


Рис. 6. Геологический разрез по профилю III:

1—Исследовательская шахта; 2—шурфы для взрыва; 3—сейсмоприемник СМ-16; 4—глыбовые трещиноватые базальты; 5—обломки и валуны базальта с суглинистым заполнителем; 6—твердая супесь (белозем)

Для элювиально-делювиального покрова (на профилях I и III) получены три значения скорости — 510 м/сек, 650 м/сек и 800 м/сек.

Последние два значения относятся к слою с мощностью от 0,3 до 1,7 м, представленному щебенкой, обломками и валунами базальтов с суглинистым заполнителем различной степени цементации. На профиле II по техническим причинам не удалось получить значения скоростей для этого слоя. Однако, судя по сходству литологического состава и структуры элювиально-делювиального покрова, здесь, как и на профилях I и III, значения скоростей должны варьировать в пределах 650—800 м/сек.

Первое значение скорости относится к слою плотной супеси (белозем) средней мощностью в 5 м.

Таким образом, описанные выше трещиноватые андезито-базальты и покрывающий их местами белозем характеризуются скоростями распространения сейсмических волн в 2500 м/сек и 510 м/сек соответственно.

Г. А. Лямзиной [7] с помощью сейморазведочной станции определены скорости распространения упругих волн в коренных осадочных породах и современных рыхлых отложениях. Значения скоростей колеблются от 180—220 м/сек (насыпной грунт) до 2400—2600 м/сек (коренные глины). Эти данные использованы А. З. Кацем [8] для производства сейсмического микрорайонирования Сочи-Мацестинской зоны.

\* Детальные данные многочисленных разведочных выработок и результаты лабораторных испытаний имеются в отчете „Заключение об инженерно-геологических условиях площадок зданий №№ 1—4, 7—10“. МПИ, Москва, 1960, фонды АИСМа.

4. *Определение динамического модуля упругости и приращения сейсмической балльности.* Как известно, между скоростями сейсмических волн и упругими постоянными среды существует однозначная связь, что дает возможность определения динамического модуля упругости по данным динамических испытаний грунтов в естественном их залегании.

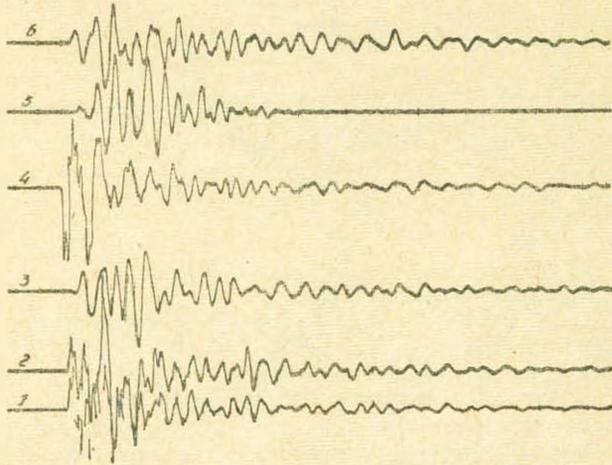


Рис. 7. Сейсмограмма взрыва 20.XI 1958 г. Одновременно взрываемый заряд 15 кг, точка взрыва — ВГШ, датчики — ВЭГиКи, 1—шахта № 1 (З—В); 2—на поверхности у шахты № 1 (З—В); 3—шахта № 4 (З—В); 4—шахта № 2 (З—В); 5—шахта № 4 (С—Ю); 6—шахта № 3 (З—В).

а) Динамические модули упругости грунтов подсчитывались по формуле (1), выведенной для случая распространения волны в упругом полупространстве (5).

$$E = \frac{\rho v_n^2 (1 + \delta) (1 - 2\delta)}{1 - \delta}, \quad (1)$$

где  $E$  — модуль упругости (Юнга);

$\rho$  — плотность, т. е. масса в единице объема среды;

$v_n$  — скорость распространения продольных волн;

$\delta$  — модуль поперечного сжатия, как и для большинства горных пород, принят равным 0,25.

Полученные значения модуля Юнга для белозема и андезито-базальтов сведены в табл. 3. Здесь же приведены значения модулей упругости для базальтов Комсомольского парка и капутанских андезитов и дацитов\*, определенные статическим и резонансным [10] методами над образцами—монолитами этих пород.

Как видно из таблицы, значение модуля Юнга андезито-базальтов около 2—5 раз меньше значений, полученных для родственных эффузивных скальных пород в результате лабораторных испытаний. Причиной

\* Данные эти были любезно нам представлены З. А. Ацагорцяном.

Таблица 3

Породы	Белозем	Исследов. андезитобазальты	Базальты комсомольск. парка	Капутанск. дациты	Капутанск. андезиты	Паракарские базальты
Объемн. вес в $г/см^3$	1,57	2,10	2,76	2,23	2,26	2,65
Модуль Юнга в $кг/см^2$	3000	111600	500000	258000	277000	450000

такого резкого расхождения служит глыбовое залегание и трещиноватая текстура и структура исследованных андезитобазальтов.

Интересно сравнить полученную величину модуля Юнга с данными Рейха [11]. Им собраны из десяти работ значения модулей Юнга и соответствующих скоростей прохождения продольных волн (сжатия) для широкого диапазона осадочных, метаморфических и изверженных горных пород, определенных экспериментально различными динамическими и статическими методами и для наглядности нанесены на график.

На этот график, повзаимствованной из работы [12], большой точкой нанесено полученное нами значение модуля упругости для андезитобазальтов (рис. 8).

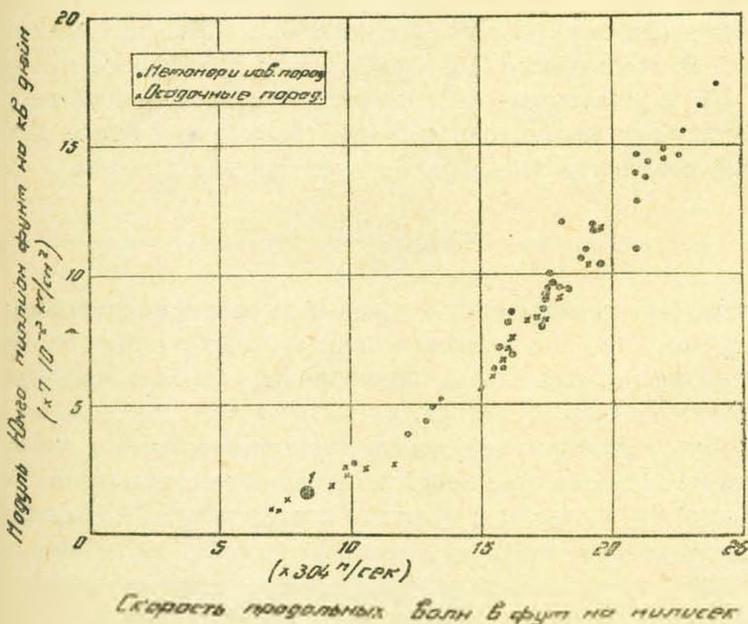


Рис. 8. График зависимости модуля Юнга от скорости распространения продольной волны. Повзаимствован из работы [12].  
 1. Наше экспериментальное значение для андезитобазальтов.

Как видно из графика наша экспериментальная точка находится на кривой и соответствует наименьшему значению модуля Юнга для изверженных пород.

Влияние текстуры и структуры осадочных пород на значение модуля

Юнга, полученное с помощью полевых динамических испытаний, проведенных в северном Ираке, показано в той же работе. Получено, что для доломитов значение динамического модуля упругости вдоль плоскостей напластований ( $525 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$ ) два с лишним раза больше по сравнению со значением в перпендикулярном направлении ( $245 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$ ).

Приведенный фактический материал говорит в пользу необходимости определения модуля Юнга грунтов оснований в естественном их залегании при возведении на этих грунтах ответственных капитальных сооружений. Это особенно важно для гидротехнических сооружений, возводимых в сейсмических районах.

б) Для проведения сейсмического микрорайонирования какой-либо территории необходимо, во-первых, знание точной исходной балльности района\* и, во-вторых, умение определить приращения сейсмического балла при будущих сильных и разрушительных землетрясениях для всех разновидностей грунтовых условий\*\* по отношению к условиям, характеризующим исходную балльность.

До последнего десятилетия единственным методом определения приращения сейсмической балльности был метод инженерно-геологических аналогий. В последнее время стали развиваться инструментальные и аналитические методы.

На основе данных обследования последствий разрушительных землетрясений С. В. Медведевым [13] впервые была предложена эмпирическая формула (2), устанавливающая аналитическую зависимость между упругими свойствами грунтов и приращением сейсмического балла. Для случая нормальной влажности эта формула представлена автором в виде

$$n = 1,67 \lg \left( \frac{\gamma_0 \rho_0}{\gamma_n \rho_n} \right), \quad (2)$$

где  $n$  — приращение балльности;  $\gamma_n \rho_n$  — акустическая жесткость исследуемого грунта, представляющая произведение плотности на скорость распространения продольных волн;  $\gamma_0 \rho_0$  — акустическая жесткость гранита, принятая в качестве эталона.

Пользуясь этой формулой, мы подсчитали приращение сейсмической балльности на белоземе по отношению к подстилающим андезито-базальтам. При этом были учтены результаты исследований А. З. Каца [14], согласно которым, при отношении толщины слоя  $H$  к длине волны  $\lambda$ , равном  $1/20$ \*\*\*, спектральные характеристики слоя не влияют на интенсивность колебаний на поверхности.

Подсчеты показали, что  $n = 1,02$  балла.

\* Здесь не касаемся вопросов определения исходной сейсмической балльности.

\*\* Подразумевается комплекс грунтовых, гидрогеологических и геоморфологических условий.

\*\*\* В нашем случае  $H/\lambda < 1/20$  [1].

Интересно отметить, что при одном из взрывов, осуществленном в ВГШ (единовременно взрываемый заряд 100 кг), в шахте № 2 удалось одновременно зарегистрировать ускорения колебаний в андезито-базальтах и в белоземе с помощью ртутных акселерографов, установленных на дне шахты и в нише. Значения максимальных ускорений оказались равны соответственно  $\sigma_1 = 432 \text{ мм/сек}^2$  и  $\tau_2 = 803 \text{ мм/сек}^2$ . Отношение этих величин равно около 1,6.

Если учесть, что в общепринятых сейсмических шкалах ускорения, соответствующие соседним баллам, отличаются в два раза, то можно утверждать, что приращение балла, полученное в нашем случае от непосредственных измерений сейсмозрывных волн, равно 0,8. Как видим полученные расчетные и экспериментальные значения оказались довольно близкими.

В табл. 4 сведены все величины, характеризующие сейсмические свойства андезито-базальтов и белоземов.

Таблица 4

Грунты	$\rho$ $10^{-6} \frac{\text{кг/сек}^2}{\text{см}^4}$	$H$ м	$V_n$ м/сек	$E$ кг/см <sup>2</sup>	$\sigma_{1,2}$ $\frac{\text{мм}}{\text{сек}^2}$	$\frac{\tau_2}{\tau_1}$	$n$ баллы
Андезито-базальт	2,10	200	2500	111600	432	—	—
Белозем	1,57	5	510	3000	703	1,6	1

5. *Заключение.* В работе подтверждена целесообразность определения сейсмических свойств грунтов путем измерения скоростей распространения прямых продольных волн, вызванных мелкими взрывами или ударами.

Описана методика и техника полевых работ по определению скоростей.

Детально описаны инженерно-геологические условия участка работ, на основе чего четко выделены три разновидности грунтов, для которых определены сейсмические характеристики.

Для двух основных разновидностей грунтов—андезито-базальтов и покрывающих их легких белоземистых суглинков (твердых супесей), кроме скоростей распространения волн, определены также динамические модули упругости. Определено приращение сейсмического балла на белоземе по отношению к базальтам. Эти грунты имеют большое распространение в приерванском районе.

Показано сильное влияние условий залегания и структуры горных пород на величину динамического модуля упругости.

Приведенными фактическими данными подчеркивается важность определения во всех необходимых случаях (например, при проекти-

рованы крупных промышленных и гидротехнических объектов) динамического модуля упругости грунтов оснований в естественном их залегании.

Это обстоятельство особенно надо учесть в условиях сейсмически активного Армянского нагорья, где породы большинства изверженных и осадочных комплексов разбиты трещинами отдельности, а сильно расчлененный горный рельеф усиливает интенсивность процессов физико-механического выветривания.

По описанной здесь методике в ближайшее время нами будут определены, с использованием передвижной сейсморазведочной станции, скорости распространения упругих волн во всех разновидностях грунтов, распространяющихся на территории Большого Еревана. Эти данные совместно с материалами фиксации слабых и сильных землетрясений инженерно сейсмологической сетью Еревана\* будут служить хорошим инструментальным подспорьем для составления в сжатые сроки детальной карты сейсмического микрорайонирования города.

Пользуюсь случаем выразить благодарность А. Г. Назарову и Б. К. Карапетяну за ценные советы, а также Р. С. Вартаняну и М. Г. Хачияну за помощь при проведении измерений.

Армянский научно-исследовательский  
институт стройматериалов и сооружений

Поступило 12.XII 1960

#### Ս. Ա. ՓԻՐՈՒՅԱՆ

### ՄԵՐՁԵՐԵՎԱՆՅԱՆ ՇՐՋԱՆԻ ԳՐՈՒՆՏՆԵՐԻ ԲՆԱԿԱՆ ՏԵՂԱԳԻՐՔԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՍԵՅՍՄԻԿ ԶԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

#### Ա մ ֆ ո փ ու մ

Աշխատանքում հիմնավորվում է գրոնտների սեյսմիկ հատկությունները բնական պայմաններում որոշելու նպատակահարմարությունը՝ փոքր պայթեցումներից կամ հարվածներից առաջացած առաձգական ալիքների տարածման արագության չափման միջոցով: Նկարագրվում են սեյսմիկ երկայնական ալիքների տարածման արագության որոշման մեթոդիկան ու տեխնիկան: Դաշտային աշխատանքները կատարվել են 1958 թ. ընթացքում Երևանի հյուսիսային մասում նախագծվող խոշոր կառուցվածքի շինարարական հրապարակում՝ միկրոսեյսմիկ տատանումների ռեժիմի ուսումնասիրությանը զուգահեռ [1]: Սեյսմիկ ալիքները չափվել են մակերեսային՝ զեյլովիալ-էլյուվիալ շերտում և 3—6 մետր խորության վրա՝ ասպառժե մայր-ասպառներում: Այդ նպատակով կառուցվել էին շրտ հատուկ հետազոտական հորեր, որոնցից մեկի՝ № 2-ի հատակագիծը և երկայնական կտրվածքը բերված է 1 գծադրի վրա:

\* См. работу [15], а также научно-технические отчеты за 1959 и 1960 гг. С. А. Пирузян „Сейсмическое микрорайонирование на инструментальной основе“. Фонды АИСМа.

Հողվածում մանրամասն նկարագրված են աշխատանքային տեղամասի ինժեներա-երկրաբանական պայմանները, որը հնարավորություն է տալիս առանձնացնել գրունտների երեք տարատեսակներ—տարբեր չափսերի ապա-ռածե բեկորներ կավավազային լցանյութով, սպիտակահողային տիպի ամուր ավազակավեր և նրանց ներքնաշերտը հանդիսացող ճեղքավոր անդեղիտո-րազալտներ:

Սեյսմիկ ալիքների դրանցում տարածման արագությունները ստացվել են համապատասխանաբար հավասար 650, 510 և 2500 մ/վրկ: Օգտվելով այդ տվյալներից, ինչպես նաև ինժեներա-երկրաբանական հետազոտությունների արդյունքներից (աղյուսակ 1) նշված գրունտների վերջին երկու տարատեսակ-ների համար որոշվել են նաև առաձգականության դինամիկ մոդուլի արժեք-ները, որոնք բերված են 3-րդ աղյուսակում: Այդ նույն աղյուսակում բերված փաստական նյութերի հիման վրա ցույց է տրված լեռնային ապառների ստրուկտուրայի և տեղադրման պայմանների խիստ ազդեցությունը առաձգա-կանության դինամիկ մոդուլի արժեքի վրա: Այդ տեսակետից ընդգծվում է հիդ-րոտեխնիկական և արդյունաբերական խոշոր կառուցվածքների նախագծման ղեկավարում հիմնատակի գրունտների՝ բնական տեղադիրքի պայմաններում առաձգականության դինամիկ մոդուլի սրուշման անհրաժեշտությունը: Որոշ-ված է նաև սպիտակահողային ամուր ավազակավերում՝ անդեղիտորազալտ-ների համեմատությամբ սեյսմիկ բալի աճը, օգտվելով Ս. Վ. Մեդվեդևի [13] էմպիրիկ բանաձևից (2): Ըստ որում հաշվի են առնված Ա. Զ. Կացի հե-տազոտության արդյունքները [14], որոնց համաձայն սեյսմիկ ալիքի երկա-րության հետ համեմատած բարակ շերտի ղեկավարում  $\left( \frac{H}{\lambda} \leq 20 \right)$  վերջինիս սպեկտրալ հատկանիշները չեն ազդում սեյսմիկ բալի աճի վրա: Բերված են նույն գրունտներում՝ սպիտակահողային ամուր ավազակավերում և անդեղիտո-րազալտներում պայթյունից առաջացած սեյսմիկ արագացումների՝ սնդիկա-յին ակսելերոգրաֆների միջոցով ուղղակի չափման արդյունքները (տե՛ս 4-րդ ամփոփիչ աղյուսակ): Վերջում նշված է, որ ամենամոտ ժամանակներում նշված եղանակով՝ շարժական սեյսմոհետախուզական կայանի օգնությամբ պետք է որոշվի Մեծ Սրեանի բոլոր բնորոշ ինժեներա-երկրաբանական դատի-ները կազմող գրունտների մեջ սեյսմիկ ալիքների ստրածման արագություն-ները:

Այդ տվյալները նրևանի ինժեներա-սեյսմոլոգիական ցանցի կայաննե-րում [15] թույլ և ուժեղ երկրաշարժերից առաջացած տատանումների գրանց-ման տվյալների հետ համատեղ կլինեն հուսալի փաստական նյութ՝ գործի-քային հիմքի վրա մայրաքաղաքի սեյսմիկ միկրոշրջայնացման քարտեզը կազմելու համար:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Назаров А. Г., Каранетян Б. К., Пурюзян С. А. Изучение сейсмических колебаний участка строительства объекта АН АрмССР. Сборник статей. Закавказская конференция НИ строительных институтов в Ереване, в 1959 г. Издание АИСМа, Ереван, 1960.
2. Бошнагян П. С. О просадочности белоземов Армении. Вопросы геологии и гидрогеологии Армянской ССР. Сборник статей. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1956.

3. *Кирнос Г. П., Харин Д. А.* Сейсмограф для изучения колебаний сооружений, сейсмического эффекта взрывов и регистрации близких землетрясений. *Studia geoph. et geodet.*, II, 2, 1958.
4. *Хачиян М. Г.* Жидкостный акселерограф. ДАН АрмССР, № 1, 1958.
5. *Токмаков В. А., Харин Д. А.* Видоизменение сейсмоприемника СПМ-16 для записи ускорений при низкочастотных колебаниях. Труды Института физики Земли, АН СССР, № 5 (172), М., 1959.
6. *Борисевич Е. С.* Новые зеркальные гальванометры и магнитоэлектрические осциллографы. Труды Геофиз. ин-та АН СССР, № 29, М., 1955.
7. *Лямзина Г. А.* Об определении сейсмических свойств грунтов при помощи передвижной сейсмической станции. Труды Института физики Земли АН СССР, № 10 (177), 1960.
8. *Кац А. Э.* Сейсмическое микрорайонирование зоны Сочи-Хоста. Труды Института физики Земли АН СССР, № 10 (177), 1960.
9. *Гурвич И. И.* Сейсморазведка. Госгеолтехиздат. М., 1954.
10. *Хачиян М. Г.* Резонансный метод определения динамического модуля упругости твердых тел. Известия АН Армянской ССР\*, (сер. техн. наук), т. XII, № 3 1958.
11. *Reich H.* Geologische Unterlagen der Angewanten Geophysik. Handbuch der Experimentalphysik, vol 25, part 3, 1930.
12. *Brown P. D. and Robertshaw Tack.* The in-situ Measurment of Javg's modulus for rock by a dynamic method. Geotechnique, vol III, № 7, 1953.
13. *Медведев С. В.* Оценка сейсмической балльности в зависимости от грунтовых условий. Труды Геофизического института АН СССР, № 14 (141), М., 1952.
14. *Кац А. Э.* Некоторые вопросы методики сейсмического микрорайонирования. Труды Института физики Земли АН СССР, № 5 (172), М., 1960.
15. *Пирузян С. А.* Фиксация землетрясения 14 февраля 1957 г. в г. Ереване многоярными сейсмометрами АИС-2. Известия АН Армянской ССР\* (сер. техн. наук), т. XI, № 5, 1958.