

NATURAL ELECTRICAL FIELD OF THE PILLAR-SHAPE BODY

Abstract

On the basis of theoretical and nature-model investigations the pillar-shape sulphite body natural electric field mathematical and physical-geological models are worked out. By means of statistic investigations the superiority of the exploited model over the basis is proved.

Известия НАН РА, Науки о земле, XLVI, 1993, № 3, 44—51

А. Х. БАГРАМЯН, Г. М. ГЕВОНДЯН, П. О. ДЖИДЖЕИШВИЛИ,
С. Н. НАЗРЕТЯН, Е. И. ПАТАРАЯ, Д. И. СИХАРУЛИДЗЕ

РАЗРУШИТЕЛЬНОЕ СПИТАКСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ
7 ДЕКАБРЯ 1988 ГОДА

В работе приводятся условия возникновения Спитакского землетрясения. Считается, что интенсивные движения по крупным сейсмогенным разломам Кавказа обусловлены сближением Аравийской литосферной плиты с Кавказской и раздвиганием на восток и запад соответственно Иранской и Анатолийской литосферных плит.

Изучено форшоковое и афтершоковое поле главного толчка Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 г. Даются их размеры, затухание афтершокового поля во времени и плотность распределения афтершоков вдоль всей длины разрыва очаговой зоны. Облака афтершоков вытянуты в северо-запад—юго-восточном направлении. Длина разрыва очаговой зоны должна соответствовать размеру облака афтершоков. Она вытянута на 55 км при средней ширине 20 км. Даются тектонические разломы района возникновения Спитакского землетрясения. Определены механизмы очагов главного толчка Спитакского землетрясения и его афтершоков.

Условия возникновения Спитакского землетрясения. Интенсивные движения по крупным сейсмогенным разломам Кавказа обусловлены сближением Аравийской литосферной плиты с Кавказской и раздвиганием на восток и запад соответственно Иранской и Анатолийской литосферных плит [10]. На территории Малого Кавказа большинство крупных сейсмогенных разломов имеют выпуклую на север дугу. Базумо-Севанский и Памбак—Севанский разломы относятся к такого рода разломам. Ввиду близости расположения Базумо—Севанского и Памбак—Севанского тектонических разломов (10—15 км), при возникновении на них сильных землетрясений, каким и было Спитакское землетрясение 1988 года, они ведут себя как одна система сейсмогенного разлома. Образованные при таких обстоятельствах очаги сильных землетрясений могут охватывать столь большой объем, размеры которого измеряются десятками километров. Объем очага Спитакского землетрясения охватывает часть Базумо—Севанского и Памбак—Севанского тектонических разломов. Эпицентр главного толчка этого землетрясения от Спитака находится в северо-западном направлении.

на расстоянии 6—7 км. Самая крутая выпуклость рассмотренной сейсмогенной зоны находится в районе Спитака, где при указанном движении плит возможны накопления упругого напряжения наибольшей величины. В районе землетрясений эти дуги разломов пересекаются двумя крупными сейсмогенными разломами, первый из которых проходит через гор. Гюмри, вдоль Джавахетского хребта, второй—начиная от оз. Ван через вулканические гряды Арарат—Арагац, населенные пункты гор. Спитак—п. Дманиси [10].

На рис. 1 приведена карта расположения эпицентров сильных землетрясений ($M \geq 4$) территории Северной Армении. Из этого рисунка видно, что вблизи Спитака, по данным сейсмологических бюллетеней Кавказа, не было случаев возникновения сильного землетрясения.

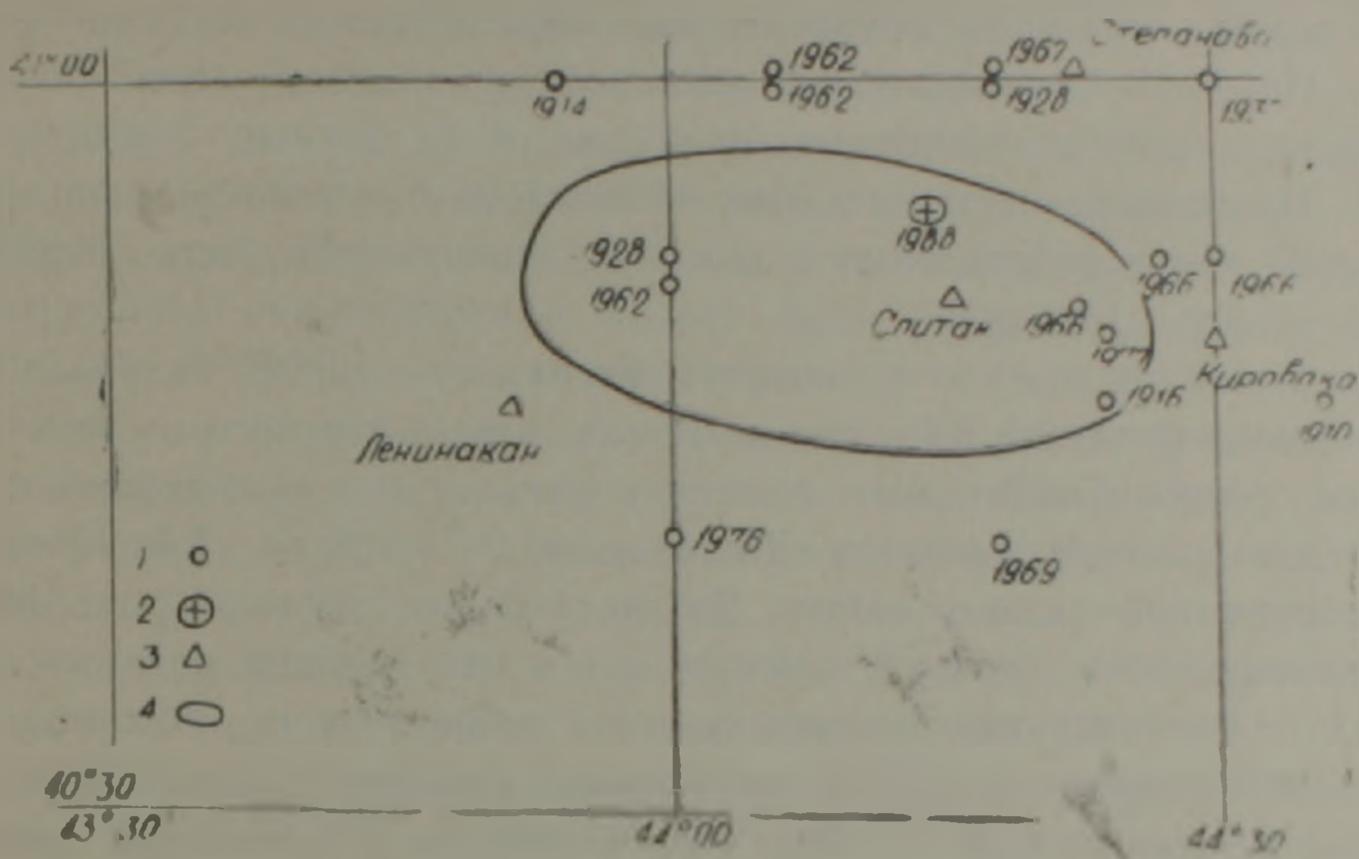


Рис. 1. Расположение эпицентров сильных землетрясений ($M \geq 4$) на территории Северной Армении 1. Эпицентры сильных исторических землетрясений. 2. Эпицентр главного толчка Спитакского землетрясения 1988 г. 3. Сейсмические станции; 4. Эпицентральная область Спитакского землетрясения 1988 г.

Эпицентры всех сильных землетрясений расположены вокруг очаговой зоны Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 г. Указанные землетрясения возникли в Базумо—Севанском и указанном выше меридиональном направлениях сейсмогенных разломов.

Из указанных на карте землетрясений для двух — 30 января 1967 года ($M=5,0$) и 13 июня 1966 года ($M=4,0$) — удалось определить размеры очагового разрыва. Для землетрясений 1967 года разрыв очаговой зоны имеет широтное направление и расположен на Базумо—Севанском сейсмогенном разломе. Очаговый разрыв, возникший при землетрясении 13 июня 1966 года, имеет азимут 55° и длину 17 км. Местоположение и направление последнего совпадает в этом районе с существующими разломами, расположенными в юго-восточной части гор. Спитака.

Форшоковое поле. Для изучения этого поля были рассмотрены все толчки, возникшие в 1988 году до главного толчка Спитакского землетрясения, эпицентры которых расположены поблизости от его эпицентра. Обнаружено, что в самом эпицентре главного толчка было наблюдеено несколько толчков, самый сильный из них был 6.XII (0.15.

27 06; $\varphi = 40,93^\circ$; $\lambda = 44,22^\circ$; $K = 11,5$; $m = 4,2$), по объемным волнам. Этот толчок ощущался в некоторых населенных пунктах, близко расположенных от эпицентра. Были наблюдаемы несколько толчков в северной части эпицентральной области исследуемого землетрясения. Они в основном расположены на пересечении 41° параллели и 44° меридиана на расстоянии 20—25 км от эпицентра главного толчка. Начиная с этого места, к северному направлению цепочки эпицентров землетрясений создают зону меридионального направления, совпадающую с простиранием сейсмогенного разлома в этом районе [11]. За временной промежуток с 1987 по 1988 гг. в этой зоне отмечены те землетрясения, которые имели магнитуды $M \geq 3$. Несмотря на то, что очаговая область Спитакского землетрясения занимает довольно большую площадь ($S \approx 1000 \text{ км}^2$) и расположена на очень активных Базумо—Севанском и Памбак—Севанском сейсмогенных разрывных зонах, кроме упомянутого одного толчка, не были выявлены другие значительные толчки. Повышенная сейсмическая активность была наблюдаема также в северной части сейсмогенного разлома, проходящего через Арарат—Арагац и гор. Дманиси.

Исследования хода сейсмической активности в 1987 году по бюллетеням землетрясений Кавказа показали, что поблизости от эпицентра главного толчка Спитакского землетрясения отмечена высокая активность примыкающих районов Джавахетского нагорья. Как известно, земная кора центральной части Джавахетского района раздроблена на отдельные блоки. По этой причине здесь нет условий возникновения сильных землетрясений. Взамен этого наблюдается непрерывный процесс возникновения слабых толчков и соответственно повышение уровня сейсмического фона. Это обстоятельство может быть использовано для прогнозирования сильных землетрясений в ее периферийной части.

Афтершоковое поле. По данным оперативной обработки материалов региональных сейсмических станций, главный толчок произошел в 7 ч. 41 мин. 23 с. по Гринвичу с координатами очага $\varphi = 40,92^\circ$, $\lambda = 44,14^\circ$, $h = 12 \text{ км}$ и с энергетическим классом $K = 16,0$. [4]. Его магнитуда по поверхностным волнам составляет 7,0. Землетрясение достигло интенсивности X баллов по шкале MSK—64. Спустя 4 мин. 22 с. южнее главного толчка на расстоянии 3 км последовал сильнейший афтершок с $K = 15$ ($\varphi = 40,85^\circ$; $\lambda = 44,10^\circ$; $h = 15 \text{ км}$) [5]. В дальнейшем вслед за этим толчком начался активный афтершоковый процесс, который продолжается до настоящего времени. В используемом каталоге афтершоков приведены сейсмические элементы более 400 толчков, из них 25 имеют энергетический класс $K = 11$; 80— $K = 10 \div 11$; для остальных толчков $8 \div 9,9$. Они образуют вытянутую в запад-северо-запад l_x —восток-юго-восточном направлении зону. Длина разрыва очаговой зоны должна соответствовать размеру облака афтершоков. Она вытянута на расстоянии $l_x = 55 \text{ км}$ при средней ширине $l_y = 20 \text{ км}$. Разрыв очага имеет дугообразную форму с самой большой выпуклостью в районе Спитака. Вертикальное простираение разрыва определяется по максимальным глубинам распределения афтершоков. Для некоторых толчков эта глубина составляет 25 км. Согласно этому сле-

дует полагать, что на такой же глубине расположен очаговый разрыв Спитакского землетрясения.

С достаточной уверенностью можно утверждать, что большое количество гипоцентров рассмотренных толчков расположено на глубинах $5 \div 15$ км. По распределениям сильных афтершоков с $K \geq 10$, можно заключить, что сильные толчки сконцентрированы в осевой части разрывной зоны. По этим данным, длина и ширина разрыва имеют уменьшенные значения: $l_x = 50$ км; $l_y = 13$ км.

Эпицентры сильного форшока ($m = 4,2$) главного толчка и первого сильнейшего афтершока расположены посередине разрыва очаговой зоны. Разрыв очага развивался от них по обеим сторонам по всей длине разрыва в течение нескольких часов. Последующими афтершоками возникший разрыв был сформирован окончательно.

Как для большинства Кавказских землетрясений и в рассмотренном случае отмечается затухающий процесс афтершокового поля гиперболического типа. Невыявление в полной мере форшокового поля для рассмотренного землетрясения может быть обусловлено сравнительно однородным строением его гипоцентральной области.

Полевые и макросейсмические данные. По полевым и макросейсмическим данным исследована очаговая зона Спитакского землетрясения [1, 6, 7, 9, 12]. Разрыв очага этого землетрясения, возникший внезапно по обеим сторонам главного толчка, имеет направление юго-восток—северо-запад. Общая протяженность зоны дислокации составляет около 37 км, которая с перерывами протягивается от с. Алавар до с. Дзорашен. Возникший разрыв не находится непосредственно на основном Памбак—Севанском тектоническом разломе, а расположен южнее. Здесь существующие тектонические разломы можно рассматривать, как входящие в систему Памбак—Севанского разлома. Очаговый разрыв четко выражен в его центральной части, где обнаружено правостороннее взбросо-сдвиговое движение. Его северный борт приподнят на 1,5—2,0 метра; горизонтальное смещение доходит до 1,5 м. Наклон плоскости очагового разрыва составляет $30-70^\circ$ [6]. Для изучения очаговой зоны Спитакского землетрясения значительные результаты получены на основе исследования микросейсмического поля [8]. Первая десятибалльная изосейста, определенная по этим данным, имеющая вытянутую в зоне сейсмогенного разрыва эллиптическую форму, имеет длину соизмеримого разрыва очага, отмеченного по прямым полевым исследованиям. Его длина и азимут соответственно равны: $l_x = 40$ км; $A_{e_1} = 120^\circ$. Ширина этой изосейсты составляет $l_y = 6 \div 8$ км. Внутри десятибалльной изосейсты расположены все сильные афтершоки исследуемого землетрясения. Соизмеримость длины и ширины первой изосейсты с размерами разрыва очага, возникшего при этом землетрясении, еще раз указывает на использование его данных при изучении объемов очагов сильных землетрясений.

Механизм очага. При Спитакском землетрясении 7.XII.1988 г. произошла подвижка по одному из второстепенных разломов, оперяющих Памбак—Севанский разлом. Наблюдения, проведенные Е. Е. Милановским [7] в мае 1989 г., показали, что этот сейсмогенный разрыв относится к Налбандской зоне нарушений и представляет собой ре-

Таблица I

Механизмы очагов землетрясений

Дата ч. м. г.	Время в очаге ч. мин.	Параметры очагов земле- трясений				I плоскость				II плоскость				Напряжение				
		φ_N^0	λ_0^0 E	h км	M	A_z^0	1°	про- стира- ние	наде- ние	A_z^0	1°	про- стира- ние	наде- ние	A_z^0	1°	сжатие	растя- жение	проме- жуточное напряже- ние
7.XII.88	07,41	40,92	44,23	8	7	282	45	-0,5	0,87	62,54	+0,45	-0,69	4	70	82	4	169	20
7.XII.88	09,34	40,87	44,20	5	5,8	261	50	+0,03	0,99	86,40	-0,03	-0,99	242	85	84	4	352	3
8.XII.88	07,45	40,78	44,48	7	4,3	263	46	-0,42	0,90	64,50	+0,37	-0,93	349	74	256	2	160	18
8.XII.88	01,15	40,85	44,0	15	3,9	245	56	+0,22	0,97	88,36	-0,32	0,94	212	75	74	9	343	10
8.XII.88	20,32	40,93	44,24	10	4,2	229	50	-0,01	-0,99	52,40	0	-1	230	44	52	6	320	0,5
10.XII.88	21,25	40,92	44,12	15	3,1	262	40	-0,19	-0,98	268,50	+0,17	-0,98	22	80	256	4	164	7
22.VI.88	01,18	41,10	43,98	7	3,4	238	70	+0,44	-0,90	112,36	-0,80	-0,61	202	57	76	20	339	27

результат обновления одного из ранее установленных им новейших разрывов запад-северо-западного простирания, которые ограничивают с юго-запада Сараартское поперечное поднятие, разделяющее Верхнюю Среднепамбакскую впадину.

Независимо от того, является ли разлом новообразованным или активизированным, если исходить из известных общемировых соотношений, очевидно несоответствие его длины с высокой магнитудой землетрясения. Вместе с тем, следует обратить внимание на тот факт, что сильные катастрофические землетрясения никогда не являются следствием активизации второстепенного разлома. Как правило, они приурочены к мощным дизъюнктивным нарушениям глобально-регионального или планетарного значения. Тем более это должно относиться к Спитакскому землетрясению, так как оно считается сильнейшим или одним из сильнейших сейсмических событий Кавказа.

На основании вышесказанного мы склонны считать, что Спитакское землетрясение связано с активизацией Памбак—Севаисского раз-

лома, являющегося ответвлением известного сейсмоактивного Северо—Анатолийского разлома.

Наличие этой мощной структуры отчетливо фиксируется механизмами очагов землетрясений, эпицентры которых приурочены к этой разломной зоне по всей ее длине, начиная от Мраморного моря до Ирана. Судя по механизмам очага, вся эта широтная разломная зона представляет собой зону субмеридионального сжатия, сопровождающуюся взбросовыми нарушениями [11].

Связь Спитакского землетрясения с субширотным разломом, по нашему мнению, основана на анализе механизма очага главного толчка этого землетрясения, построенного нами по данным местной Кавказской сети сейсмических станций (табл. 1).

Разломная тектоника района и механизмы очагов некоторых афтершоков и форшока Спитакского землетрясения указывают, что сейсмотектонические условия его возникновения более сложные и оно связано с мощным дизъюнктивным узлом. Механизмы этих сотрясений, за исключением одного землетрясения, являются следствием широтного растяжения земной коры, сопровождающегося сбросовыми нарушениями субмеридионального или меридионального простирания.

Из полевых наблюдений подтверждением сказанному может служить тот факт, что непосредственно на месте эпицентра главного толчка на поверхности обнаружена система свежих трещин отрыва (растяжения) [1, 6, 7, 9].

Что касается активизации Налбандской зоны правосдвиговых нарушений, она является следствием бокового-субширотного перемещения масс, обусловленного давлением растягивающих усилий в районе меридионального разлома.

Кроме сейсмотектонической природы Памбак—Севаиского глубинного разлома, расположенного в области эпицентра главного толчка, следует отметить, что, по нашему мнению, этот разлом представляет собой экранирующую структуру, т. к. непосредственно севернее от него происходит резкое затухание макросейсмического поля [6].

Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА.

Институт геофизики АН Грузии

Поступила 15.VIII.1990.

Ա. Կ. ԲԱՂՐԱՄՅԱՆ, Հ. Մ. ՂԵՎՈՆԴՅԱՆ, Ե. Ի. ՊԱՏԱՐԱՅԱ, Ս. Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ,
Պ. Օ. ԶԻՋԵՅՇՎԻԼԻ, Գ. Ի. ՍԻՆԱՐՈՒՂԻԶԵ

ՍՊԻՏԱԿԻ 1988 թ. ԴԵԿՏԵՄԲԵՐԻ 7-Ի ԿՈՐԾԱՆԻՉ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում բերված են Սպիտակի երկրաշարժի առաջացման պայմանները: Կովկասի հզոր սեյսմաակտիվ խզումներով ինտենսիվ շարժումները պայմանավորված են Արարական քարոլորտային սալի մոտեցմանը Կովկասյանին և Իրանի ու Անատոլիայի քարոլորտային սալերի համապատասխանարար արևելք և արևմուտք տեղաշարժերով:

Ուսումնասիրած է ժամանակի ընթացքում աֆտերշոկային դաշտի մարումը և օջախային շրջանում խզման ամբողջ երկայնքով աֆտերշոկերի դաշտի մարումը և օջախային շրջանում խզման ամբողջ երկայնքով աֆտերշոկերի բաշխման խտությունը: Աֆտերշոկային դաշտն ունի 55 կմ Հյուսիս-արևմուտք-հարավ-արևելք ձգվածություն և 20 կմ լայնություն, ինչը պետք է համապատասխանի օջախներում առաջացած խզման երկարությունը: Տրվում է Սպիտակի երկրաշարժի շրջանի խզումնային տեկտոնիկան: Որոշված են Սպիտակի երկրաշարժի գլխավոր հարվածի և նրա ուժեղ աֆտերշոկերի օջախների մեխանիզմները:

A. KH. BAGHRAMIAN, G. M. GHEVONDIAN, P. O. DJIDJEYSHVILI,
S. N. NAZARETIAN, E. I. PATARAYA, D. I. SIKHARULIDZE

DISASTROUS SPITAK EARTHQUAKE OF DECEMBER 7, 1988

Abstract

The Spitak earthquake origin conditions are brought in this paper. It is considered, that movements along the Caucasus major seismogenous fractures are substantiated by both Arabian and Caucasian lithosphere plates rapprochement and by moving apart the Iranian and the Anatolian plates to the east and to the west, correspondingly.

The Spitak earthquake general shock, both foreshock and aftershock fields are investigated. Their sizes, the aftershock field fading in time and the aftershocks distribution density along the focal zone fracture are brought. The aftershocks areas are stretched in a NW-SE direction. The focal zone fracture must correspond to the aftershock area size. Its length is 55 km with a average width about 20 km. The Spitak earthquake area tectonic fractures are brought.

The Spitak earthquake general shock and its aftershocks foci mechanisms are determined.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов Б. А., Рогожин Е. А. Сейсмогенный разрыв.—М.: Природа, 1989, № 12, с. 26—31.
2. Габриелян А. А., Назаретян С. Н., Оганесян Ш. С. Глубинные разломы территории Армении.—В кн.: Геодинамика Кавказа, М.: Наука, 1989, с. 36—45.
3. Гугунава Г. Е. Взаимосвязь некоторых геофизических полей и глубинного строения Кавказа, Тбилиси: Изд. Мецниерба, 1981, с. 178.
4. Каралетян Н. К. Блоковое строение земной коры Армянского нагорья.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XLI, № 6, с. 19—28.
5. Каралетян Н. К. Механизм и напряженное состояние очагов Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года, его форшока и афтершоков.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 4, с. 34—44.
6. Караханян А. С. Результаты наземного и аэрокосмического изучения активных разломов и сейсмогенных деформаций Спитакского землетрясения 1988 года.—Изв. АН Арм ССР, Науки о Земле, № 3, 1989.

7. Милановский Е. Е. Геологическое строение района катастрофического Спитакского землетрясения в Северной Армении и тектонические условия его возникновения.— Геотектоника, № 1, 1990, с. 3—13.
8. Назаретян С. И. Ретроспективный прогноз Спитакского землетрясения 1988 г.— Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 4, 1989, с. 29—35.
9. Никонов А. А. Катастрофическое Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 г в Северной Армении: вопросы сеймотектоники и механизма очага.—Геотектоника, № 1, 1990, с. 14—31.
10. Сихарулидзе Д. И., Тутберидзе Н. П., Багрямян А. Х. и др. Мегаблок Кавказской литосферы— В кн: Методика и результаты выделения блоков земной коры и сейсмически активных зон. Тбилиси: Мецниереба, 1989, с. 16—20.
11. Сихарулидзе Д. И., Тутберидзе Н. П., Багрямян А. Х. и др. Строение, напряженно-деформированное состояние и условия сейсмичности литосферы Малого Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1983, 123 с.
12. Трифонов В. Г., Караханян А. С., Коцурич А. И. Активные разломы и сейсмичность.—Природа, 1989, № 9, с. 32—38.

Известия НАН РА, Науки о Земле XLVI, 1993, № 3, 51—54

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. В. АРУТЮНЯН, А. А. БДОЯН, В. О. МАНУКЯН

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АССОЦИАЦИЯХ ГОРНЫХ ПОРОД АРМЕНИИ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕРМОБАРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ

Результаты исследований упруго-плотностных свойств горных пород при высоких термобарических параметрах, их зависимость от давления и температуры, минералогического состава и структуры, водонасыщенности и нефтенасыщенности и т. д. [1, 4, 5 и др.] явились основой для интерпретации многочисленных геолого-геофизических данных [7, 8 и др.], существующих для различных районов территории Армении. Комплекс данных явился основой для предложения как разреза состава и структуры верхней литосферы по линии Армаш-Ахалцихе, и также истории ее развития [3].

Особенностью строения земной коры территории Армении является наличие низкоплотностного, низкоскоростного, высокопластичного слоя, находящегося на подошве земной коры (35—50 км), который по закону гравитационного всплывания, по глубинным разломам, частично внедрился в верхние горизонты земной коры, пересекая при этом все вышележащие слои, охватывая блоки из этих слоев, которые представлены в офиолитовых поясах Малого Кавказа.

В связи с указанным, интерес представляет исследование упруго-плотностных свойств ассоциаций горных пород, представленных из всего разреза, при высоких термобарических параметрах.

В лаборатории «Экспериментальной сеймотектоники» Государственного инженерного университета Армении разработана установка высокого давления типа поршень-цилиндр, с внутренним обогревом [6], которая позволяет исследовать зависимость времени прохождения продольной сейсмической волны (τ) в горной породе от давления (10 кб) и температуры (1000°C). Передающей давление средой используется