Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, № 5, 58—63, 1979

УДК 550.36.361

Р. Т. МИРИДЖАНЯН

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРЫ ГЛУБИННЫХ СЛОЕВ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Для понимания состояния вещества и термодинамических условий протекания геологических процессов на глубине определяющее значение имеет знание температуры слоев.

В Армении, вследствие ограниченной глубины пробуренных скважин, распределение температуры исследовано в основном в приповерхностных частях, глубиною в несколько сот метров, и только в редких случаях непосредственными наблюдениями температуры охвачены первые километры глубины.

Целью настоящей работы является прогнозная оценка температуры более глубоких слоев земной коры на территории Армении до поверхности Мохоровичича.

Интерес к данному вопросу появляется лишь в последнее время. Пока имеются косвенные и отрывочные сведения о тепловом состоянии глубинных слоев недр Армении [1,4]. В одном случае указывается о возможности наличия в пределах Малого Кавказа с зонами сопряжений большой контрастности в различии температуры на нижней границе земной коры, превышающей 700°, в другом, в основном, ориентируясь на возраст складчатости, приводятся данные о наличии аномального теплового потока мантийного происхождения.

Имеется также расчет температуры на разных глубинах по двум пунктам, расположенным в северо-западной и юго-восточной частях Армянского нагорья [2]. Пункты конкретной привязки не имеют, а использованная модель строения коры гипотетичная. Тем не менее расчетные величины температуры (соответственно 904 и 786° у подошвы коры) являются первыми количественными определениями для территории Армении.

Для прогнозной оценки глубинных температур исходными являлись данные по геологическому строению (сейсмогеологические разрезы), геотермическим исследованиям и радиогеохимии. Расчеты выполнены по известной методике ПОРТ—послойного определения радиогенного тепла [2]. Фактически произведена экстраполяция поверхностных значений теплового потока на глубину с учетом характера его убывания по мере снятия радиогенного тепла, выделяющегося в пройденном слое. Нарастающая температура у подошвы каждого последующего слоя определяется путем умножения мощности слоя на послойный геотермический градиент. Значение последнего определяется по

отношению теплового потока у кровли слоя к среднему значению его теплопроводности. В результате можно рассчитать не только температуру на разных уровнях земной коры, но и раздельно определить теплогенерацию отдельных слоев и всей толщи коры, а также величину подкорового теплового потока.

Заранее отметим, что решать задачу в строгой постановке не представляется возможным, так как необходимые для расчетов конкретные и достоверные данные об изменении с глубиной теплофизических свойств пород и действительном расположении источников тепла отсутствуют.

Оценка температур произведена по двум региональным геолого-геофизическим профилям. Первый из них—Маркара-Пойлы, пересекает почти все геотектонические зоны Армении, а второй профиль охватывает южную прибрежную полосу озера Севан по линии Газагюх-Мартуни-Арцваншат-Варденис.

Земная кора по указанным профилям, как и по всей площади Армении, имеет зонально-блоковое строение, расчлененное структурно-тектоническими швами и системой разнонаправленных субвертикальных разломов, проникающих на глубину 40—50 *км*. Поверхности различных сейсмогеологических слоев имеют сложный рельеф с большими колебаниями гипсометрических высот. Изменение поверхности «Мохо» имеет амплитуду примерно 20 *км*. Характерной чертой является также преобладание в большинстве случаев мощности «базальтового» слоя по сравнению с «гранитным» [3].

По профилю Маркара-Пойлы (рис. 1) наблюдаемые значения тепловых потоков закономерно изменяются от величины 1,2 *мккал/см².сек* в Октемберянской впадине до 2,0 на Апаран-Арзаканском выступе, а затем почти тем же ходом опять доходят до фонового значения в пределах Куринской депрессии. Поверхностная температура (в данном случае температура «нейтрального слоя», с уровня которого начинается постоянный рост температуры с глубиной) обусловлена в основном гипсометрическим положением местности и изменяется в интервале 6—16°С. Мощности отдельных слоев и их изменение по профилю определены на основании сейсмических исследований со станцией «Земля» [3]. Теплопроводность слоев и удельные значения радиогенного тепла, генерирующегося в соответствующем слое, выбраны по литературным данным [2].

Распределение температуры по профилю Маркара-Пойлы и нарастание температуры с глубиной происходит неравномерно, что приводит к большой контрастности температурных условий. В районе наиболее приподнятой части профиля Апаран-Арзаканского выступа геоизотерма 400° расположена на глубине примерно 16 *км*, температура на поверхности «Мохо» (39 *км*) около 900°, в то время как в пределах Октемберянской впадины изотерма 400° проходит в районе границы «Мохо». В Иджеванском прогибе изотерма 400° находится на глубине 25 *км*, а поверхность «Мохо» имеет температуру 530°. Таким образом на уровне подошвы коры, всего на расстоянии 60—70 *км* разность тем-

пературу составляет примерно 400—500°. Указанная разность температур должна вызывать термоупругие напряжения в направлении наибольшего перепада температур и обуславливать менее вязкое состояние вещества верхней мантии в пределах центральной части профиля.

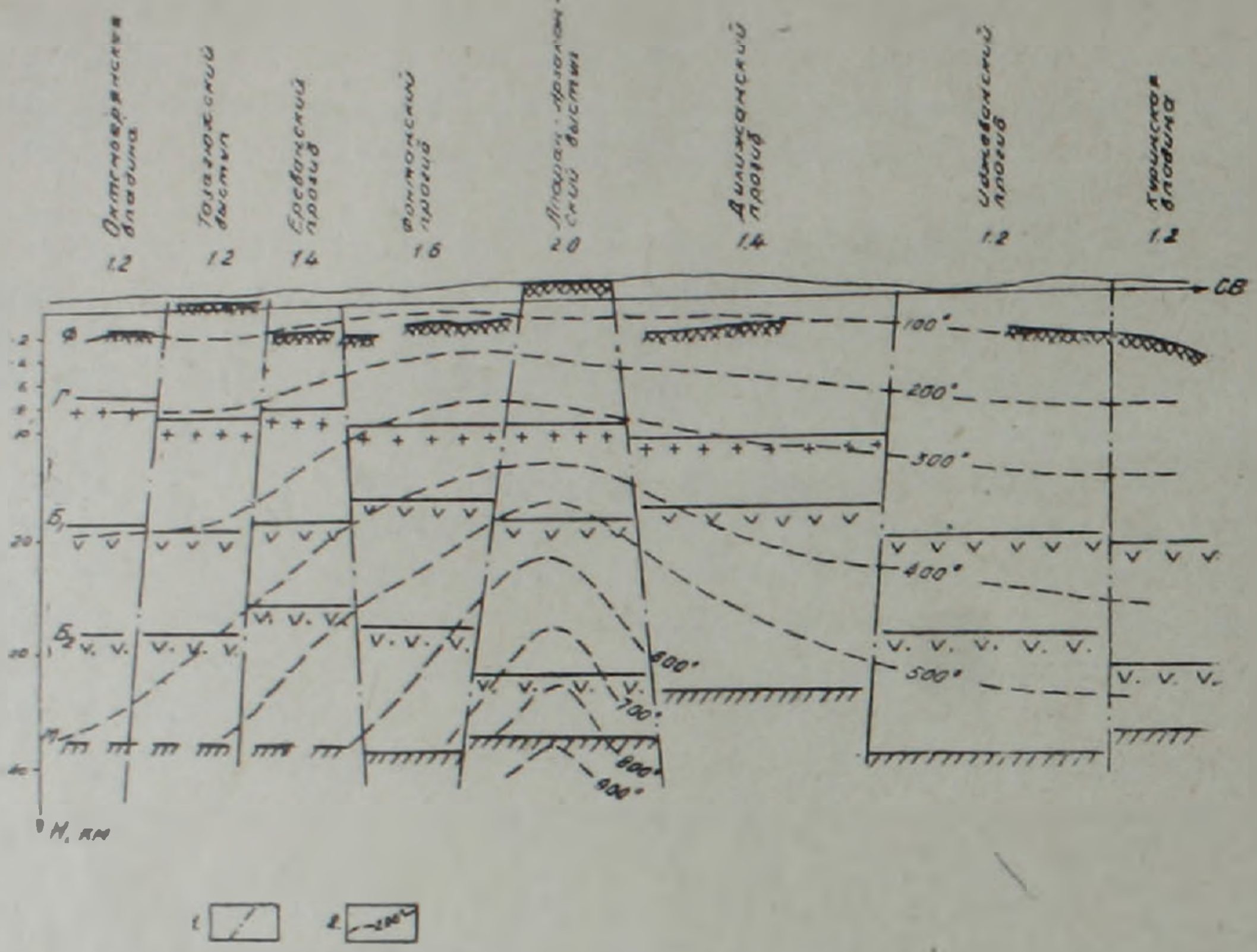

Рис. 1. Сейсмогеотермический разрез по профилю Маркара-Пойлы (сейсмогеологический разрез по И. В. Гаретовской).
1—глубинные разломы; 2—геоизотермы; Ф, Г, Б, $Б_2$ $М_1$—глубинные границы по данным станции «Земля».

Такое предположение вытекает из аналитических расчетов и согласуется с существующим мнением о нечетком переходе (скачке) скоростей сейсмических волн у подошвы коры в пределах Мисхано-Зангезурского геоантиклинального поднятия (данные глубинного сейсмического зондирования) и с выдвинутой гипотезой об источнике региональной геотермической аномалии Центрального района [5].

Принято считать, что основная доля наблюденного приповерхностного теплового потока формируется в пределах Земной коры за счет радиогенной теплогенерации в слоях. Остальная часть является мантийной составляющей общего потока. Расчеты по профилю показывают, что с переходом от одной тектонической зоны к другой меняется также соотношение коровой и мантийной составляющих потока, причем мантийная составляющая закономерно увеличивается в сторону высоких температур на границе «Мохо», в пределах Центральной геотермической аномалии, составляя около 40%

Не менее интересная картина распределения температуры наблюдается по профилю Мартуни-Варденис (рис. 2). В районе с. Арцванист по сейсмическим данным установлена вертикально расположенная зона отсутствия обменных волн, которую многие исследователи интерпретируют как шовную зону. Последняя как бы является границей слоев

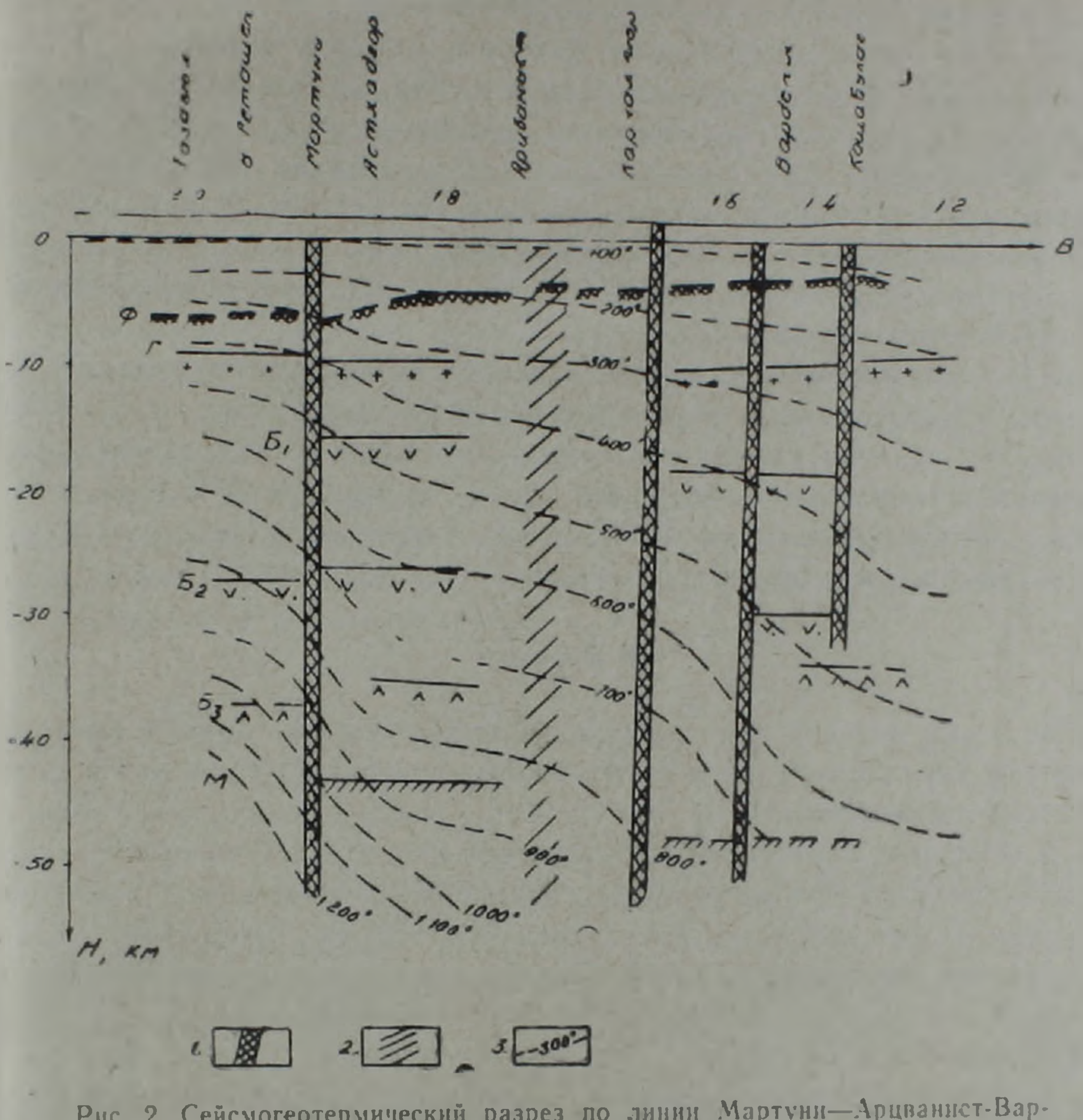

Рис. 2. Сейсмогеотермический разрез по линии Мартуни—Арцванист-Варденис (сейсмогеологический разрез по Н. Б. Осиповой).
1—зона тектонических нарушений; 2—зона отсутствия обменных волн; 3—геоизотермы, Ф, Г, Б, $Б_2$, $Б_3$, М—глубинные границы по данным станции «Земля».

с разнохарактерным распределением температуры. В западной части разреза, в районе пунктов Мартуни-Тазагюх, входящей в пределы Центральной геотермической аномалии с повышенными значениями геотермического градиента и интенсивной плотности теплового потока, изотерма 400° расположена примерно на глубине 10 км, а у границы «Мохо» температура имеет значение более 1000°. В сторону пос. Варденис происходит быстрое убывание температуры. Одновременно в этом же направлении таким же образом происходит изменение доли мантийной составляющей теплового потока.

Если выбранные модели строения коры, характер теплогенерации и теплопроводность слоев близки к действительности, то верхняя мантия в левой части профиля должна находиться в расплавленном состоянии.

При расчетах во внимание принимался только кондуктивный характер теплопередачи и исключались другие виды теплопереноса. Не учитывалась также возможность наличия в коре локальных источников тепла. Учет вышеперечисленных факторов намного усложнит расчеты и, безусловно, будет влиять на расположение геоизотерм. Решение задачи на таком уровне должно стать предметом особого рассмотрения. Тем более, что по сейсмическим и электромагнитным исследованиям на территории Армении в пределах, в общих чертах совпадающих с региональной геотермической аномалией, обнаружены слои с пониженными скоростями сейсмических волн и с повышенной электропроводностью (И. В. Гаретовская, В. О. Яникян). Весьма вероятно, что эти слои насыщены высокотемпературными, хорошо проводящими водами или представлены породами в частично расплавленном состоянии. Любопытно, что верхняя кромка вышеуказанных слоев по результатам формальной интерпретации находится где-то на глубине 8—13 км—ниже расположения геоизотермы 400°, то есть в интервале температур, когда должна происходить дегидратация пород (400—800°С).

Выводы

1. Распределение температуры по слоям земной коры в пределах Армении (на примере двух региональных профилей) отличается большой контрастностью.

2. В энергетическом отношении самой насыщенной является земная кора в пределах Центральной региональной геотермической аномалии, в общих чертах совпадающей со сводовой частью Армянского мегантиклинория, где геоизотерма 400°С расположена на глубине 10—16 км, температура на поверхности «Мохо» оценивается в интервале 900—1200°С.

3. Расчеты дают основание предполагать увеличение мантийной составляющей теплового потока по мере роста последнего, наблюдаемого в приповерхностных частях.

4. Распределение температуры по глубине в различных тектоноструктурных зонах, определяемой методом ПОРТ, согласуется с предполагаемыми температурными условиями выявленных зон пониженных скоростей сейсмических волн и повышенной электропроводности пород.

Управление геологии Совета Министров
Армянской ССР

Поступила 22.VI.1970.

Ռ. Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՇԵՐՏԵՐԻ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԿԱՆԽԱՏԵՍՈՒՄԸ

Ամփոփում

Հիմք ընդունելով մակերեսին մոտ շրջաններում որոշված ջերմային հոսքի քանակը, ապարներում ռադիոակտիվ տարրերի տրոհումից արտադրված ջերմությունը և ջերմաֆիզիկական հատկանիշների փոփոխությունը, ինչպես նաև տեղանքի սեյսմաերկրաբանական կտրվածքի առանձնահատկությունները կարելի է կանխատեսել ջերմության աճի բնույթը ըստ խորության տարբեր տեկտոնական գոտիներում՝ ընդհուպ մինչև Մոխորովիչիչի մակերևույթը։ Ջերմաստիճանի բաշխումը կտրվածքներում խիստ հակադիր է։ Ռեգիոնալ գեոթերմիկ անոմալիայի գոտու սահմաններում 400° իզոթերմն անցնում է 10—16 կմ խորություններով, իսկ Մոխորովիչիչի մակերևույթը գտնվում է 900—1200° տակ։

Ստացված ջերմաստիճանային բաշխման պատկերը համահնչուն է սեյսմա— և էլեկտրաչափական մեթոդներով հայտնաբերված տարածման ցածր արագության սեյսմիկ ալիքների և բարձր էլեկտրահաղորդականության ապարների տեղադրման խորություններին։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисьянц А. А., Макаренко Ф. А., Сергиенко С. И.*—Тепловой поток в Закавказье. Доклады АН СССР, том 222, № 3, 1975.
2. *Боганик Н. С.*—Радиогенное тепло Земной коры Русской платформы и ее складчатого обрамления. «Наука», 1975.
3. *Гаретовская И. В.* Изучение глубинного строения Армении по близким землетрясениям, регистрируемым станциями «Земля». В кн. «Геофизические поля и сейсмичность», «Наука», 1975.
4. *Гордиенко В. В.*—Тепловые аномалии геосинклиналей. «Наукова думка», Киев, 1975.
5. *Мириджанян Р. Т.*—О природе аномально повышенного геотермического поля Центрального района Армянской ССР и вопрос его сейсмичности. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1974.