

УДК: 550.361(479.25)

К. С. ВАРТАНЯН, В. В. ГОРДИЁНКО

НОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА
ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

До настоящего времени на территории Армянской ССР имеется крайне неравномерно распределенных 36 точек с определенными значениями теплового потока (ТП), на основе которых составлена схематическая карта тепловых потоков территории [8]. Часть этих значений ТП установлена по данным температурных измерений в относительно неглубоких—100—150 м скважинах. Дальнейшее картирование теплового поля территории республики, с целью более обоснованной характеристики аномалии ТП, выявленной в центральной зоне Малокавказской геосинклинали, выяснения ее связи с имеющимися геологическими и геофизическими данными замедляется из-за недостаточности сравнительно глубоких скважин, пригодных для геотермических исследований.

Для получения дополнительных значений ТП представляется возможным использование термограмм по неглубоким (100—200 м) скважинам в сочетании с данными о теплофизических свойствах соответствующих горных пород, изученных самостоятельно. С этой целью нами были использованы определения теплофизических параметров вулканогенных пород неоген-четвертичного возраста территории Арм.ССР [6] и термограмм по неглубоким скважинам, проходящим через толщу вышеуказанных теплофизически изученных пород¹.

Представим несколько подробнее использованные данные. Следует сразу же отметить, что все скважины вскрывают водоносный горизонт на глубинах от 20—30 до 150—200 м. Инфильтрация поверхностных вод и перетоки воды внутри водоносных горизонтов могут существенно понизить, исказить геотермические градиенты. Это кажется тем более вероятным, что во многих районах верхняя часть разреза представлена породами высокой пористости, а годовая сумма осадков на территории республики значительна—500—700 мм/год [4].

Однако, рассмотрение термограмм обнаруживает в большинстве случаев отсутствие заметной инфильтрации и внутрипластовой конвекции воды. Геотермические градиенты при одинаковой литологии над водоносным горизонтом и в его пределах, как правило, совпадают. Скорее всего это связано с резким преобладанием поверхностного стока и испарения над подземным стоком, что характерно для большинства изу-

¹ Материалы скважинных температурных измерений, выполненных Гидрогеологической экспедицией УГ Арм. ССР, предоставлены Мириджаняном Р. Т.

ченных горных регионов СССР. Конечно, затронутая проблема нуждается в детальном изучении с использованием конкретных гидрогеологических данных по территории Армении, но в первом приближении для многих пунктов определения геотермического градиента влияние гидрогеологических процессов можно считать незначительным.

Выявлено и несколько случаев заметного воздействия перетоков воды на термограммы. При расчете ТП соответствующие данные не использовались.

Определения теплопроводности (λ) выполнены методом двух температурно-временных точек [2, 6]. Изучались воздушно-сухие породы, поэтому полученные значения λ должны существенно отличаться от имеющих в естественных условиях, когда поры пород (по крайней мере связанные) заполнены водой. Приблизиться к значениям теплопроводности в естественных условиях (λ_{ec}) можно, если рассмотреть породу как смесь частей, представленных веществом с теплопроводностью твердой части (λ_T) и с теплопроводностью воздуха ($\lambda_{вз}$) или воды ($\lambda_в$). Теплопроводность смеси определим как [6]:

$$\lambda_{см} = \exp(\sum V_i \cdot \lambda_i), \quad (1)$$

где V_i — относительный объем i -ой части ($\sum V_i = 1$);

λ_i — теплопроводность i -ой части,

откуда λ_{ec} составит:

$$\lambda_{ec} = \exp[P(\lambda_в - \lambda_{вз}) - \ln \lambda_{дс}], \quad (2)$$

где P — связанная пористость;

$\lambda_{дс}$ — теплопроводность воздушно-сухой породы.

Учитывая, что $\lambda_в - \lambda_{вз} = 0,585 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$, получим

$$\lambda_{ec} = \exp(0,585 \cdot P + \ln \lambda_{дс}). \quad (3)$$

Имеющиеся данные [6] характеризуют две разновидности пород, вскрытых изученными скважинами: базальтов, андезитов-базальтов и дацитов, андезитов-дацитов. Рассчитанные по этим данным значения сведены в табл. 1. Очевидно, что средние значения теплопроводностей указанных типов пород можно считать равными $2,0 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ для базаль-

Таблица 1

№ п/п	Теплопроводность базальтов, андезитов-базальтов (Вт/м·°C)				Теплопроводность дацитов, андезитов-дацитов (Вт/м·°C)
	Гегамское нагорье	Вайоц-дзор	Лорийское плато	Кечутский хребет	Кечутский хребет
1	1,83	2,12	1,91	2,52	2,18
2	1,83	2,42	1,82	2,33	1,59
3	1,98	2,20	2,06		1,38
4	2,10	1,61	2,08		
5	2,41	1,72	2,04		
6	2,90	1,92	2,04		
7	2,43	1,98			
8	2,37	1,83			
9	1,78	1,93			
10	1,82	2,23			
11	2,54				

тов, андезитов-базальтов и $1,5 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{С}$ для дацитов, андезитов-дацитов, что неплохо согласуется с обычно принимаемыми для этих пород величинами теплопроводности.

Используя эти значения λ , мы определили величину теплового потока в 31 пункте. Результаты сведены в табл. 2. В некоторых случаях их можно сравнить с известными значениями ТП, полученными в близко расположенных скважинах. Видно, что расхождения значений ТП, полученных различными методами, невелики, они составляют в среднем 10 мВт/м^2 .

Отметим, что во все значения ТП не внесены поправки, и на данном этапе исследований трудно оценить, насколько они соответствуют глубинному потоку, однако среднее расхождение между значениями ТП в близко расположенных точках находится в пределах погрешности измерения ТП, и можно предполагать, что вклад приповерхностных возмущений теплового поля в значениях ТП невелик.

На основе имеющихся данных и согласно требованиям, сформулированным в работе [5], построена карта теплового потока территории Арм.ССР в масштабе $1 : 1000000$, с сечением изолиний 15 мВт/м^2 , менее достоверные изолинии (не оконтуривающие минимум три значения ТП) проведены пунктиром (рис. 1).

Основанием для выбора сечения изолиний послужила средняя величина ошибки измерения ТП, определенная следующим образом. Во всех пунктах, где имелись значения ТП, установленные на небольшом (до 10 км) расстоянии, вычислены средние величины потоков и относительные отклонения от средних, последние характеризуют не только инструментальные и методические погрешности измерений температур и теплопроводностей, но и влияние локальных, приповерхностных искажений глубинного ТП. Средняя величина таких относительных отклонений (относительной погрешности) составила 6%. Затем была определена средняя величина ТП на территории Армении— 71 мВт/м^2 . Отметим, что при определении средней величины ТП были исключены некоторые значения потока, по имеющимся данным явно связанные с локальными аномалиями теплового поля, обусловленными термоминеральными водами.

Соответственно, средняя величина абсолютной ошибки определения ТП составила $4,5 \div 5,0 \text{ мВт/м}^2$, что позволило выбрать сечение изолиний на карте теплового потока в 15 мВт/м^2 .

Полученная картина в общем подтверждает сделанные ранее выводы о наличии аномального теплового потока в центральной части территории республики, соответствующей Центральной вулканической области Армении [1, 7]. Величина аномального потока в среднем оценивается в 30 мВт/м^2 . В стороны Куринской и Араксинской депрессий наблюдаемый ТП уменьшается, достигая соответственно 38 мВт/м^2 и 32 мВт/м^2 , что значительно ниже средних фоновых значений теплового потока для этих районов [3]. Здесь возможно влияние структурного эффекта—понижение ТП в осадочных бассейнах, заполненных породами с низкой теплопроводностью. Низкие значения ТП— $38 \div 40 \text{ мВт/м}^2$ наблюдаются также в северо-западной части территории, но на данном

№ п/п	Название и номер скважины	Абс. отм. (м)	Координаты		Интервал опред. геотерм. градиента (м)	Геотерм. градиент (°С/100 м)	Тепловой поток (мВт/м²)	ТП по ближайшей скважине (мВт/м²)
			широта	долгота				
Базальты, андезито-базальты								
1	Казанчи, № 1 (3)	2036	43°49'	41°04'	20—100	1,9	38,0	38
2	Зуйгахбюр, № 723 (4)	2080	43°54'	41°01'	40—100	2,0	40,0	38
3	Калинино, № 1311/6 (9)	1501	44°16'	41°07'	30—100	2,56	51,5	
4	Птхаван (Дебед), № 6 (11)	1150	44°39'	40°55'	80—120	3,4	68,0	
5	Кировакан, № 13 (38)	1322	44°29'	40°49'	21—80	4,15	83,0	
6	Ванадзор, № 16 (39)	1323	44°30'	40°50'	20—100	7,75	155,0	
7	Баграван, № 148 (42)	1470	43°40'	40°29'	126—150	3,8	76,0	
8	Ором, № 42 (43)	1564	43°53'	40°39'	20—110	4,75	95,0	
9	В. Ахта, № 58 (57)	1816	44°48'	40°28'	52—125	6,5	130,0	
10	Цовагюх, № 2 (58)	2050	44°56'	40°38'	20—99	3,6	72,0	
11	Варсер-Лчашен, № 18 (59)	1937	44°54'	40°32'	50—100	4,1	82,0	
12	Варсер-Лчашен, № 6 (60)	1948	44°53'	40°31'	21—125	4,3	86,0	
13	Д. «Сезан», № 10 (62)	1940	45°02'	40°37'	20—125	4,2	84,0	
14	Катнахбюр, № 1 (69)	1257	43°57'	40°23'	60—100	2,0	40,0	
15	Арагац, № 1 (70)	1247	43°40'	41°19'	100—175	2,6	52,0	
16	Джорахбюр, № 4 (75а)	1510	44°30'	40°13'	25—60	3,0	60,0	72
17	Джорахбюр, № 2р (75)	1535	44°39'	40°12'	125—150	3,6	72,0	72
18	Ариндж, № 34п (76)	1301	44°34'	40°14'	80—100	3,0	60,0	65; 72
19	Сарухан, № 28 (85)	1980	45°08'	40°17'	20—120	7,8	156,0	
20	Ланджахбюр, № 32 (86)	2000	45°09'	40°16'	41—100	4,75	95,0	102
21	Шахварут, № 38с (87)	890	43°56'	40°05'	30—125	4,2	84,0	
22	с-х Аракс, № 86 (89)	940	43°55'	40°11'	60—100	2,75	55,0	50; 53
23	с-х Аракс, № 91 (90)	939	43°55'	40°10'	78—175	2,4	48,0	50; 53
24	Атарбекиян, № 109 (93)	860	44°16'	40°11'	60—100	1,6	32,0	32
25	Цовинар, № 54 (98)	1933	45°29'	40°11'	41—140	4,6	92,0	84; 77
26	Цовак, № 56 (100)	1924	45°38'	49°11'	40—60	5,75	115,0	67
27	Азизбеков, № 78 (112)	1980	45°29'	39°41'	40—95	2,55	51,0	64
Дациты, андезито-дациты								
28	Карашен, № 898 (116)	1600	46°25'	39°33'	20—100	3,44	52,0	62
29	Ехепадзор, № 61 (111)	1961	45°20'	39°45'	40—139	3,24	49,0	64
30	Веди, № 21 (103)	976	44°44'	39°55'	50—125	3,20	48,0	54
31	Гегард, № 12 (77)	2050	44°46'	40°10'	100—125	5,6	84,0	

этапе исследований трудно охарактеризовать причины понижения значений ТП в этом районе территории. Отметим лишь, что все значения ТП здесь определены по данным неглубоких скважин.

Таким образом, новые значения ТП оправдывают принципы их получения и являются значительным дополнением к ранее известным ве-

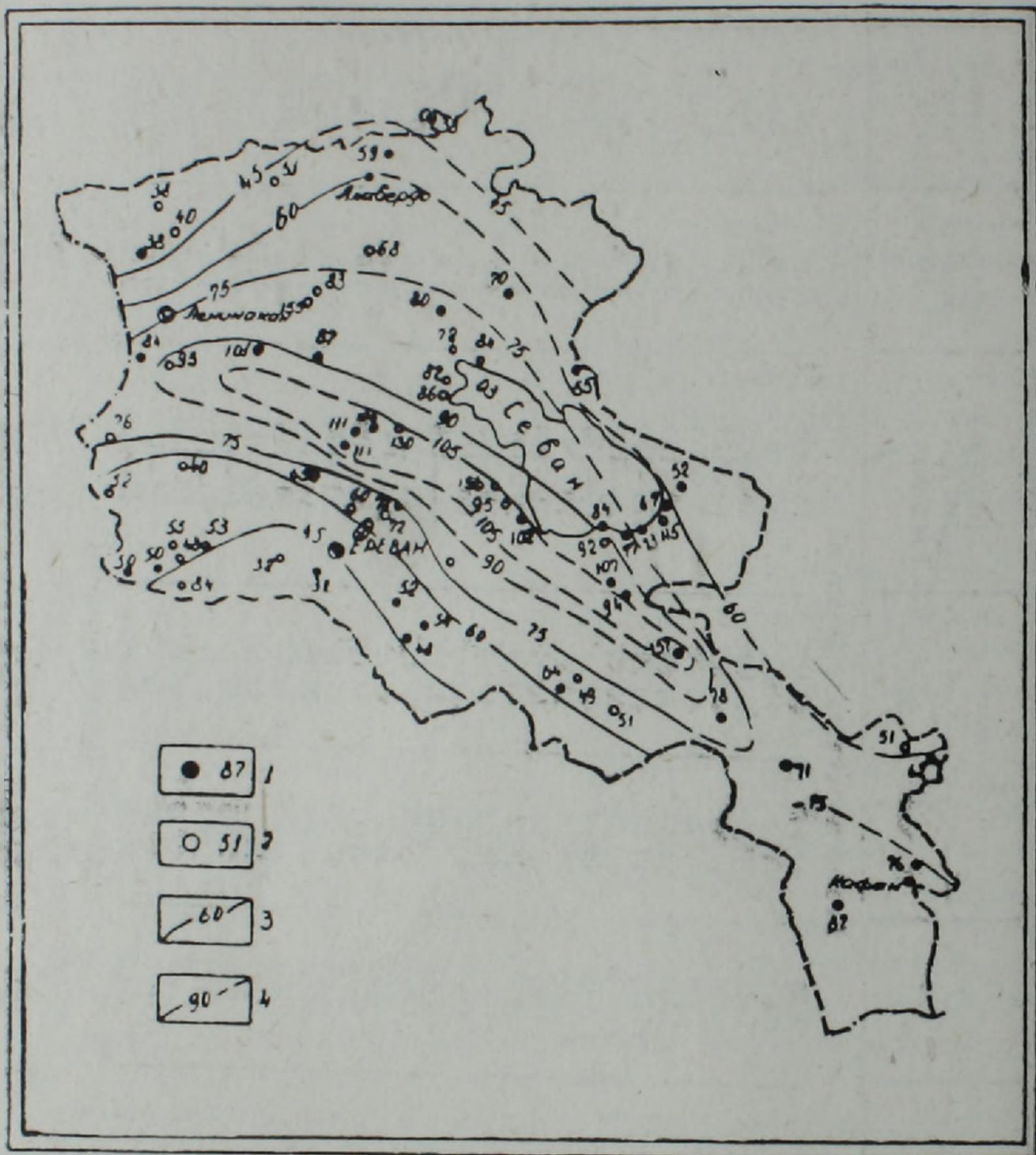


Рис 1. Карта тепловых потоков территории Армянской ССР. 1. Наблюдаемые значения теплового потока. 2. Рассчитанные значения теплового потока. 3. Изолинии теплового потока. 4. Изолинии теплового потока, менее достоверные.

личинам потока. Результаты выполненной работы позволят и впредь, по мере появления новых данных о теплофизических свойствах горных пород территории республики, сгустить сеть геотермических наблюдений, используя данные температурных измерений в неглубоких скважинах.

В заключение отметим, что при наличии достаточной информации для введения поправок в наблюдаемые значения ТП, будет возможным устранение влияний приповерхностных тепловых возмущений и получение более обоснованной картины распределения глубинного ТП, что,

несомненно, имеет важное значение при геологической интерпретации особенностей глубинного теплового поля.

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии АН Арм. ССР,
Институт геофизики АН Укр. ССР

Поступила 5. XII 1983.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аветисянц А. А. Геотермические условия недр Армении. М., Наука, 1979.
2. Беликов Л. П., Александров К. С., Рыжов Т. В. Упругие свойства породообразующих минералов и горных пород. М., Недра, 1970.
3. Вартамян К. С. Фоновый тепловой поток на территории Арм. ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. 37, № 2, 1984.
4. Геология Арм.ССР, т. VIII, Гидрогеология. Ереван, Изд-во АН Арм. ССР.
5. Гердиенко В. В., Завгорсдняя О. В., Якоби Н. М. Тепловой поток континентов. Киев, Наукова думка, 1982.
6. Коболев В. П. Теплофизические свойства вулканических горных пород и некоторые аспекты их геологической интерпретации. Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. геол.-мин. наук. Киев, 1983.
7. Мириджян Р. Т. Некоторые данные о геотермических особенностях территории Арм.ССР. В кн.: Геология Арм. ССР, т. X, Геофизика, Изд-во АН Арм. ССР, 1972.
8. Чернявский Г. А., Яникян В. О., Мириджян Р. Т. Некоторые результаты глубинных магнитотеллурических зондирований на территории Армянской ССР, Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1980.