

Б. А. БЛЮМАН

**О ЗНАЧЕНИЯХ ПАЛЕОГЕОТЕРМИЧЕСКИХ ГРАДИЕНТОВ  
В МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОЯСАХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ  
РЕГИОНАЛЬНОГО МЕТАМОРФИЗМА**

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 7 XII 1970)

Накопившиеся в последние годы данные экспериментальных исследований позволяют подойти к количественной оценке отдельных факторов регионального метаморфизма и, в частности, значений палеогеотермических градиентов. В табл. 1 приведены данные о величинах палеогеотермических градиентов в разновозрастных (палеозойских и мезозойских) областях прогрессивной метаморфической зональности (<sup>1-12</sup>), формирование

Таблица 1

Величины геотермических градиентов в зональных метаморфических комплексах

Геотермич. градиент, град/км	Зона метаморфизма	Глубина формирования зоны, км	Район развития метаморфической зональности	Источник
10—12	Глаукофановые сланцы	—	Северная Калифорния	(1)
15	Цеолитовая	—	Саутленд, Новая Зеландия	(2)
20	Хлоритовая	—	Южная часть Новозеландских Альп	(3)
65	Кордиерит-силлиманитовая	11	Рудный район (Bodenmains), Баварский Лес	(4)
65—75	Силлиманитовая (с калиевым полевым шпатом)	8	Адирондак, США	(5)
50	Силлиманитовая (с мигматитами)	12	Шотландское нагорье	(6)
100	То же	6	Район Эск	
55	Андалузит-кианитовая	10	» »	
140	То же	4	» »	
100	» »	6,5	Район Арран	
160	Кордиерит-ставролит-андалузитовая	3,3	» »	
150—180	Кордиерит-силлиманитовая	4	Пиренеи	(7)
100	Кианитовая	6—7	Швейцарские Альпы, юг Готардского массива	(8)
150	»	4	Район Зерметт	
300	Для интервала от зоны мусковитовых филлитов до гранат-ставролитовых пород	0,6	Стара Вода, ЧССР	(9)
70—130			Шотландское Нагорье	(10)
			Нью-Гэмпшир, США	(11)
			Датчес, Нью-Йорк, США	(12)
130—200	Биотитовая	6	Чульчинский метаморфический комплекс (Горный Алтай)	
140—160	Кордиерит-андалузитовая	6,5—7	То же	
65	Кордиерит-силлиманитовая	8—10	» »	

которой связано с процессами регионального метаморфизма различных типов. Расчет градиентов проводился с использованием данных экспериментальных исследований и различных геотермометров. Приведенные данные характеризуют, в каждом регионе, величину палеогеотермического градиента для одной зоны метаморфизма или для всех зон в целом и, следовательно, не отражают распределение температур с глубиной при метаморфизме. Нами рассчитаны величины палеогеотермических градиентов для различных зон Чульчинского метаморфического комплекса (Горный Алтай) с использованием данных экспериментальных исследований по системе кордиерит — вода (<sup>13</sup>). Получены следующие величины геотермических градиентов (град/км): 200—300 — зона биотита, 150 — зона кордиерита — андалузита, 65 — зона кордиерита — силлиманита. Изменение величин геотермических градиентов в различных зонах этого комплекса подтверждает теоретическую характеристику изменения градиентов при формировании прогрессивной метаморфической зональности (<sup>14</sup>); наличие крутого градиента в периферической зоне и его выполаживание с глубиной, по мере усиления метаморфизма. Величины палеогеотермических градиентов в Чульчинском комплексе близки к градиентам, рассчитанным для различных зон метаморфизма в Шотландском нагорье (<sup>6</sup>). Необходимо отметить, что эти регионы характеризуются проявлением в сходных геологических и тектонических условиях однотипного (кианит- и андалузит-силлиманитового) регионального метаморфизма (<sup>15</sup>). Из анализа приведенных данных следует что метаморфические пояса, сходные по типу регионального метаморфизма, обладают близкими значениями палеогеотермических градиентов: 50—150 град/км — кванит- и андалузит-силлиманитовый; 10—20 град/км — жадеит-глаукофановый. Ранее Цварт (<sup>16</sup>) установил, что в метаморфических поясах Европы, принадлежащих к различным типам регионального метаморфизма, отмечаются определенные для каждого типа средние величины геотермических градиентов: 150 град/км — для герцинских поясов андалузит- и кванит-силлиманитового типов и 10—20 для альпийских поясов жадеит-глаукофанового типа. В свете проанализированного материала и данных, полученных по Чульчинскому комплексу, представляется спорным заключение Ревердатто (<sup>17</sup>) о том, что региональный палеогеотермический градиент обычно не превышал «нормальной» величины 20—30 град/км и лишь в отдельных случаях достигал 40—60 град/км.

Прогрессивный региональный метаморфизм характеризуется разнотипностью своего проявления, особенно в позднем протерозое, палеозое и мезозое. Для метаморфических поясов различного типа отмечается пространственная и, по-видимому, генетическая связь с определенными геотектоническими элементами (<sup>15</sup>) и временная — с определенными стадиями развития складчатых областей (<sup>18</sup>). Геотектонические и, соответственно термодинамические условия проявления регионального метаморфизма определяют своеобразие типоморфных минеральных ассоциаций в каждой зоне (фашии) метаморфизма, а также сочетание этих зон (фашиальных серий). Все это свидетельствует о различных, изменяющихся в зависимости от геотектонических условий в пределах отдельной складчатой области, значениях палеогеотермических градиентов, а также общей дифференцированности древних (палеозойского и мезозойского) тепловых потоков. Анализируя данные о распределении современного теплового потока в Японии, Такеучи и Уеда (<sup>19</sup>) отметили пространственную приуроченность метаморфических поясов различного типа к участкам с различными значениями современного теплового потока. Метаморфические пояса андалузит-силлиманитового типа (Хида, Риоке), характеризующиеся сочетанием при метаморфизме высоких температур и низких давлений, располагаются на внутренней, континентальной, стороне Японской островной дуги, где отмечается повышенное значение теплового потока (2,2 ккал/см<sup>2</sup>·сек). Метаморфические пояса жадеит-

глаукофанового типа (Сангун, Санбагава), которым свойственно сочетание низких температур и высоких давлений, располагаются на внешней стороне дуги, где отмечается пониженное значение современного теплового потока ( $0,65 \text{ мкал/см}^2 \cdot \text{сек}$ ). Эти данные хорошо согласуются с повышенными значениями палеогеотермических градиентов и соответственно тепловых потоков в каледонских и герцинских метаморфических поясах кианит- и андалузит-силлиманитового типа и пониженными значениями градиентов и теплового потока в поясах жадеит-глаукофанового типа.

Всесоюзный научно-исследовательский  
геологический институт  
Ленинград

Поступило  
30 XI 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> W. H. Brown, W. S. Fyfe, F. J. Turner, *J. Petrol.*, **3** (1962). <sup>2</sup> D. S. Coombs, *Roy. Soc. New Zeland Trans.*, **82** (1954). <sup>3</sup> A. R. Lillie, B. H. Mason, *Roy. Soc. New Zeland Trans.*, **82** (1954). <sup>4</sup> W. Schreyer, G. Kullerud, P. Ramdohr, *Neues Jahrb. Mineral.*, **101** (1964). <sup>5</sup> A. E. J. Engel, C. G. Engel, *Geol. Soc. Am. Bull.*, **69**, **11** (1958). <sup>6</sup> M. R. W. Johnson, *Geol. Mijnbow*, **42** (1963). <sup>7</sup> H. J. Zwart, *Geol. Rundsch.*, **52** (1962). <sup>8</sup> E. Wenk, *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, **42** (1962). <sup>9</sup> E. Bederke, *Geol. Rundsch.*, **35** (1947). <sup>10</sup> G. L. Ellis, C. E. Tilley, *Roy. Soc. Edinburgh Trans.*, **56** (1930). <sup>11</sup> M. P. Billings, *Geol. Soc. Am. Bull.*, **48** (1937). <sup>12</sup> T. F. W. Barth, *Geol. Soc. Am. Bull.*, **47** (1936). <sup>13</sup> W. Schreyer, H. S. Yoder, *Neues Jahrb. Mineral.*, **101** (1964). <sup>14</sup> У. Файф, Ф. Тернер, Дж. Ферхуген, *Метаморфические реакции и метаморфические фации*, ИЛ, 1962. <sup>15</sup> A. Miyashiro, *J. Petrol.*, **2** (1961). <sup>16</sup> H. J. Zwart, *Geol. Assoc. Canada, Spec. Paper*, № 5 (1969). <sup>17</sup> В. В. Ревердатто, *ДАН*, **179**, № 6 (1968). <sup>18</sup> Б. Я. Хорева, *Геотектоника*, № 6 (1966). <sup>19</sup> H. Takeuchi, S. Uyeda, *Tectonophysics*, **2**, № 1 (1965).