

УДК 552.1+552.1:53

ГЕОФИЗИКА

И. В. МУШКИН, А. Т. БОНДАРЕНКО

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРОКСЕНИТОВЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ОДНОЙ ИЗ ТРУБОК ВЗРЫВА ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ПЕТРОГЕНЕЗИСА

(Представлено академиком М. А. Садовским 24 IV 1973)

Результаты лабораторных исследований зависимости электропроводности горных пород от температуры и давления могут быть использованы при оценке термодинамических условий в земной коре и верхней мантии (¹⁻³). Нами впервые изучалась электропроводность оливиновых, шпинелевых и графитсодержащих пироксенитов из трубки взрыва «Тувиш» (приосевая часть Каратегинского хребта), вероятно, являющихся ксенолитами вещества верхней мантии. Петрологические и петрохимические особенности их достаточно полно освещены в литературе (⁴⁻⁶). Экспериментальные

Таблица 1

Значения энергии активации E_0 и предэкспоненциального коэффициента σ пироксенитовых включений из трубки взрыва «Тувиш»

Пироксенит	P	Интервал t , °C	E_0 , эв	$\lg \sigma_0$ ($\text{OM}^{-1} \cdot \text{CM}^{-1}$)
Оливиновый, обр. 1516	1 атм.	200—950	0,78	—3,3
	1 атм.	950—1200	2,4	5,4
	0,5 кбар	200—650	0,74	—2,3
	20 кбар	Тот же	0,72	0,7
	1 атм.	200—750	0,7	—3,5
Графитсодержащий, обр. 1518 ₂	То же	750—900	0,55	—3,0
	» »	900—950	4,6	
	» »	950—1000	0,58	—3,5
	» »	> 1000	Резкий скачок	
	0,5 кбар	200—650		—2,5
	20 кбар	Тот же		—2,9
	1 атм.	200—850	0,73	—3,75
Шпинелевый, обр. 1517	1 атм.	850—1000	1,7	1,9
	0,5 кбар	200—600	0,6	—3,9
	20 кбар	Тот же	0,6	—2,2

исследования проводились в интервале температур 200—1200°С при давлениях 1 атм., 0,5 и 20 кбар по методике, описанной в работах (^{1, 2}). На основании полученных данных по электропроводности σ пород определены энергия активации E_0 и предэкспоненциальный коэффициент σ_0 , имеющие большое значение при термодинамических построениях.

Кратко с петрологической и петрохимической точек зрения охарактеризуем изученные образцы пироксенитов (результаты экспериментальных исследований отражены в табл. 1 и на рис. 1).

Оливиновые пироксениты (обр. 1516) — среднезернистые породы травяно-зеленого (до лазурно-зеленого) цвета. Сложены главным образом диопсидом (табл. 2) 85—95%, подчиненное развитие имеет оливин, полностью замещенный тальком, идингситом и энстатит, флогопит, магнетит. От пироксенитов гипербазитовой и габбро-пироксенит-дунитовой формаций описываемые образования отличаются главным обра-

зом большим содержанием CaO , K_2O и меньшим $\text{FeO}_{\text{общ}}$. Плотность пород $3,12 \pm 0,01$ г/см³, магнитная восприимчивость $36,7 \pm 14,7 \cdot 10^{-6}$ ед. СГС.

Графитсодержащие пироксениты (обр. 1518₂) близки оливиновым, но в них присутствует до 10–15% тонкокристаллического графита.

Шпинелевые пироксениты (обр. 1517_{1,2}) — среднезернистые до крупнозернистых породы различных оттенков черного цвета. Состоят

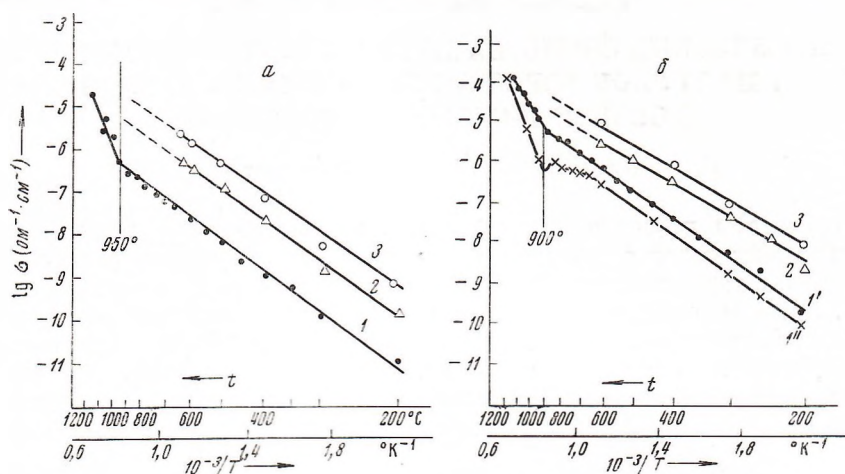


Рис. 1. График электропроводности оливиновых (а, обр. 1516) и шпинелевых (б, обр. 1517) пироксенитов при различных (P – T)-условиях: 1, 1', 1'' – $P = 1$ атм; 1' – обр. 1517₁; 1'' – обр. 1517₂; 2 – 0,5 кбар; 3 – 20 кбар

из клинопироксена 70–90%, грязно-зеленой шпинели-плеонаста (герцинита 40%, Cr_2O_3 1,12–1,48%) 5–20%; значительно реже отмечаются оливин ($\text{Fo} = 85\%$), обычно полностью замещенный тальком и слюдистыми минералами, а также хромит. По сравнению с оливиновыми пироксенитами они значительно богаче Al_2O_3 , $\text{FeO}_{\text{общ}}$, TiO_2 и беднее CaO , MgO , Cr_2O_3 . Те же особенности отмечаются и у их пироксенов (табл. 2), определяющих особенности химизма пород в целом.

Результаты проведенных исследований сводятся к следующему:

1) Оливиновые пироксениты характеризуются минимальными значениями σ и соответственно наиболее высокими E_0 , что связано в первую

Таблица 2

Сравнительная характеристика клинопироксенов из оливиновых и шпинелевых пироксенитов

Пироксениты	Нормативный состав, мол.%					$f_{\text{общ}}$, мол.%	t , °C (t')
	диопсид	геденбергит	энстатит	чермакит	жадеит		
Оливиновый	68,8–73,1	7,9–10,0	8,1–8,9	6,1–9,1	4,0	10,5–11,3	850–900
Шпинелевый	56,4	8,6–9,6	9,0	21,0–22,0	4,0	16,7	940

очередь с их существенно диопсидовым составом и бедностью пород железом ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \approx 5\%$, $f_{\text{общ}} = 14,2\%$, в то время как у шпинелевых пироксенитов $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 7,55\%$, $f_{\text{общ}} = 22,6\%$).

Значения E_0 для графитсодержащего пироксенита близки к соответствующим значениям для оливинового, однако значения σ , главным образом при атмосферном давлении, у него значительно выше (за счет тонкодисперсного графита). Диффузное удаление графита при $t = 750^\circ$ и 1000°C сопровождается скачкообразным увеличением электропроводности. Как и

следовало ожидать исходя из минерального и химического составов, шпинелевые пироксениты при высоких температурах и давлениях обладают наиболее высокими величинами σ и соответственно низкими E_0 из всех изучавшихся пород. Значительный скачок E_0 у обр. 1517₂, испытавшего аномальный ход $\sigma=f(t)$, при $t=850-900^\circ\text{C}$, вероятно, следует отнести за счет полиморфных превращений в шпинели. В целом же аномальную область электропроводности в интервале $t=600-900^\circ\text{C}$ необходимо связывать с дегидратацией слюдистых минералов и талька.

2) у оливиновых и шпинелевых пироксенитов при $t>900^\circ\text{C}$ не обнаружено аномально высоких значений σ и E_0 . Поэтому полученные величины этих параметров, а также σ_0 следует относить к собственной электропроводности.

3) Поскольку давление не оказывает существенного влияния на характер температурной электропроводности (^{8,9}), можно предположить, что точки излома графика σ оливиновых и шпинелевых пироксенитов (рис. 1) при $t=900-950^\circ\text{C}$ соответствуют температурам кристаллизации пород. Примерно тот же интервал температур получен нами по методу Ф. Р. Бойда (⁷) (см. табл. 2). Указанное обстоятельство не позволяет трактовать пироксенитовые включения в качестве раннесегрегационных образований щелочных базальтоидов, поскольку вкрапленники пироксенов последних сформировались при t до $1150-1270^\circ\text{C}$ (⁶). Следует подчеркнуть, что пироксенитовые включения из трубки «Тувиш» характеризуются более высокими значениями σ по сравнению с гипербазитовыми ксенолитами из кимберлитов Якутии (¹).

Трест «Самаркандгеология»
Самарканд

Поступило
3 IV 1973

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта
Академии наук СССР
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Э. И. Пархоменко, А. Т. Бондаренко, Электропроводность горных пород при высоких давлениях и температурах, «Наука», 1972. ² А. Т. Бондаренко, В сборн. Электрические и механические свойства горных пород при высоких давлениях, «Наука», (1966). ³ Д. К. Тозер, В кн. Земная кора и верхняя мантия, М., 1972. ⁴ Р. Б. Баратов, И. В. Мушкин, ДАН, 201, № 6 (1971). ⁵ И. В. Мушкин, Сов. геол., № 9 (1972). ⁶ И. В. Мушкин, В. М. Брейвинская, Изв. АН ТаджССР, № 3 (45) (1972). ⁷ F. R. Boyd, Am. J. Sci., 267-a (1969). ⁸ Н. И. Хитаров, А. Б. Слущкий, Геохимия, № 12 (1970). ⁹ A. Schult, M. Schöber, München.-Zs. Geophys., H. 2 (35) (1969).