

## Лампрофиры Александринского рудного района (Южный Урал): петрогенезис и геодинамическая обстановка формирования

Сурин Тимофей Николаевич

Приложение 9.1. Химический состав (%) и кристаллохимические формулы клинопироксенов из лампрофиров Нагайбакского участка (Александринский рудный район)

№№ проб	5501/425										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO <sub>2</sub>	53.756	53.176	48.015	47.628	52.230	51.145	53.360	53.475	53.273	49.951	46.230
TiO <sub>2</sub>	0.197	0.119	1.853	1.901	0.019	0.296	0.308	0.096	0.310	0.509	1.870
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.289	1.713	4.608	4.816	2.069	2.681	2.249	2.349	2.339	4.367	5.970
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.921	0.525	0.920	0.019	-	0.252	1.435	1.230	1.116	-	-
FeO	2.724	3.217	11.005	10.183	4.973	7.347	3.924	4.246	3.979	7.512	11.650
MnO	0.112	0.166	0.226	0.147	0.176	0.188	0.096	0.260	0.100	0.233	0.210
MgO	17.622	17.762	12.406	13.373	16.668	15.543	18.079	18.608	17.621	14.866	11.800
CaO	23.380	23.323	21.618	21.459	22.866	22.450	20.525	19.538	21.033	22.545	21.850
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	0.451	-	-	-	0.198	0.229	-	0.380
K <sub>2</sub> O	-	-	0.119	0.026	-	0.101	0.026	-	-	-	-
Сумма	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.000
Ca	0.912	0.912	0.873	0.869	0.908	0.894	0.799	0.760	0.820	0.899	0.894
Na	-	-	-	0.033	-	-	-	0.014	0.016	-	0.029
K	-	-	0.006	0.001	-	0.005	0.001	-	-	-	-
Mg	0.956	0.966	0.697	0.754	0.921	0.862	0.979	1.007	0.956	0.825	0.672
Fe <sup>+2</sup>	0.083	0.098	0.347	0.322	0.154	0.228	0.119	0.129	0.121	0.234	0.372
Mn	0.003	0.005	0.007	0.005	0.006	0.006	0.003	0.008	0.003	0.007	0.007
Ti	0.005	0.003	0.053	0.054	0.001	0.008	0.008	0.003	0.008	0.014	0.054
Cr	0.026	0.015	0.027	0.001	-	0.007	0.041	0.035	0.032	-	-
Al <sub>VI</sub>	0.012	0.013	0.015	0.016	0.027	0.019	0.034	0.041	0.039	0.051	0.034
Si	1.956	1.940	1.810	1.801	1.937	1.902	1.938	1.941	1.938	1.859	1.765
Al <sub>IV</sub>	0.044	0.060	0.190	0.199	0.063	0.098	0.062	0.059	0.062	0.141	0.235

Примечание. 1-11 – камптонит, 12-15 – мончикит, 16-19 – клинопироксеновая минетта. Анализы выполнены на микрозонде "Camebax" в лаборатории Института Карпинского

## Приложение 9.1 (продолжение). Химический состав (%) и кристаллохимические формулы клинопироксенов из лампрофиров Нагайбакского участка (Александринский рудный район)

№№ проб	5501/432.5			5501/438.3	5501/450			
	12	13	14	15	16	17	18	19
SiO <sub>2</sub>	48.625	51.821	48.625	52.332	51.719	48.916	53.268	53.232
TiO <sub>2</sub>	0.923	0.146	0.923	0.183	0.791	1.084	0.541	0.446
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.757	2.548	4.757	2.264	2.327	4.066	1.733	1.830
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.148	-	0.148	0.160	-	0.073	1.119	1.562
FeO	8.957	7.202	8.957	6.360	7.200	10.617	3.951	4.141
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-
MnO	0.255	0.204	0.255	0.178	0.153	0.418	0.158	-
MgO	14.202	16.434	14.202	15.677	15.348	13.270	16.464	18.799
CaO	22.136	21.632	22.136	22.820	22.436	21.389	22.751	19.993
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	0.104	-	-
K <sub>2</sub> O	-	0.015	-	0.028	0.028	0.066	0.016	-
Сумма	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002	100.002
Ca	0.890	0.857	0.890	0.903	0.891	0.866	0.891	0.778
Na	-	-	-	-	-	0.008	-	-
K	-	0.001	-	0.001	0.001	0.003	0.001	-
Mg	0.795	0.906	0.795	0.863	0.848	0.747	0.897	1.018
Fe <sup>+2</sup>	0.281	0.223	0.281	0.196	0.223	0.335	0.121	0.126
Fe <sup>+3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.008	0.006	0.008	0.006	0.005	0.013	0.005	-
Ti	0.026	0.004	0.026	0.005	0.022	0.031	0.015	0.012
Cr	0.004	-	0.004	0.005	-	0.002	0.032	0.045
Al <sub>VI</sub>	0.036	0.027	0.036	0.032	0.019	0.029	0.022	0.013
Si	1.826	1.916	1.826	1.933	1.918	1.848	1.948	1.934
Al <sub>IV</sub>	0.174	0.084	0.174	0.067	0.082	0.152	0.052	0.066

Примечание. 1-11 – камптонит, 12-15 – мончикит, 16-19 – клинопироксеновая минетта. Анализы выполнены на микрозонде "Camebax" в лаборатории Института Карпинского

## Приложение 9.2. Химический состав (%) лампрофиров Восточно-Магнитогорской зоны

№ проб	876/814.9	876/1076.8	5501/425	5501/435.1	5501/438.3	5501/455	5501/455.9
№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	53.41	50.73	51.02	37.54	39.04	47.38	46.88
TiO <sub>2</sub>	1.08	0.88	0.95	0.73	0.85	1.13	0.97
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.41	13.14	12.26	14.10	15.22	12.02	11.33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.26	2.02	2.63	1.39	1.57	3.48	2.51
FeO	4.48	4.39	5.00	8.72	9.22	4.64	6.16
MnO	0.13	0.16	0.15	0.23	0.28	0.18	0.18
MgO	8.50	8.00	10.40	13.46	14.65	10.78	13.45
CaO	6.75	7.62	7.40	10.49	7.19	13.79	8.24
Na <sub>2</sub> O	4.83	3.76	1.80	1.08	1.29	1.58	1.00
K <sub>2</sub> O	1.13	1.27	3.56	0.47	0.77	1.18	2.93
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.93	0.92	0.815	0.247	0.311	1.09	0.76
CO <sub>2</sub>	0.55	2.64	0.55	5.94	2.09	0.40	0.77
S	-	-	0.08	0.05	0.05	0.11	0.24
NiO	-	-	0.04	0.06	0.09	0.04	0.05
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	0.09	0.18	0.20	0.05	0.12
CoO	-	-	0.005	0.009	0.008	0.005	0.006
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06
п.п.п.	3.24	5.90	3.54	11.48	7.96	3.30	4.52
Сумма.	100.15	98.79	99.80	100.24	98.71	100.69	99.60

№ проб	5501/456	5501/460	5501/587	5501/497	5501/608	5501/670	5501/684
№ п/п	8	9	10	11	12	13	14
SiO <sub>2</sub>	50.18	46.32	50.66	42.56	45.76	49.72	42.06
TiO <sub>2</sub>	1.04	1.16	1.03	1.30	1.00	1.18	1.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.59	12.13	12.08	11.25	10.13	10.57	14.93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.02	3.32	2.57	1.58	3.37	2.99	2.69
FeO	6.08	4.93	5.28	7.18	5.28	4.60	8.58
MnO	0.13	0.17	0.15	0.24	0.18	0.12	0.21
MgO	11.13	10.78	11.17	13.25	13.25	12.25	15.60
CaO	8.15	13.64	8.24	11.39	8.89	6.94	4.45
Na <sub>2</sub> O	1.66	1.29	1.78	1.25	0.33	1.96	1.86
K <sub>2</sub> O	3.72	1.79	3.60	0.46	2.78	3.64	0.38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.90	1.044	0.843	0.861	1.227	1.073	0.308
CO <sub>2</sub>	0.22	0.88	0.40	5.17	2.42	1.10	1.10
S	0.10	0.08	0.11	0.06	1.12	-	-
NiO	-	0.04	0.05	0.05	0.05	-	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0.06	0.09	0.10	0.13	-	-
CoO	-	0.005	0.005	0.008	0.080	-	-
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0.06	0.06	0.05	0.06	-	-
п.п.п.	3.66	3.14	3.16	8.76	6.54	4.12	6.68
Сумма.	100.26	99.87	100.76	100.28	98.98	99.16	98.75

Примечание: 4, 5 – мончикиты; 2, 3, 6, 13, 14, 19, 20, 22-25, 27 – камптониты; 7, 9, 10, 15, 17, 21 – саннаиты; 4, 8, 11, 12, 26 – клинопироксеновые минетты; 1, 16 – керсантиты.

## Приложение 9.2 (продолжение).

## Химический состав (%) лампрофиров Восточно-Магнитогорской зоны

№ проб	C-8136	C-8141	860/80	860/255	862/711.5	862/733	864/81
№ п/п	15	16	17	18	19	20	21
SiO <sub>2</sub>	49.52	54.66	41.00	43.56	38.17	40.42	42.60
TiO <sub>2</sub>	1.11	0.91	0.89	0.96	1.00	1.04	0.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.83	12.61	9.00	8.73	8.64	12.43	10.23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.65	3.05	1.49	2.75	0.98	1.29	2.60
FeO	5.08	3.99	5.71	5.57	8.61	5.18	4.92
MnO	0.12	0.09	0.14	0.13	0.18	0.14	0.15
MgO	11.35	7.78	14.43	13.89	9.88	8.30	13.69
CaO	9.11	6.90	9.55	11.12	12.12	8.69	10.64
Na <sub>2</sub> O	2.16	2.75	1.13	0.70	0.55	3.88	2.00
K <sub>2</sub> O	2.15	5.05	1.25	1.78	0.30	0.02	0.10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.19	0.94	0.75	1.19	1.16	0.98	0.904
CO <sub>2</sub>	-	-	8.80	4.07	14.52	5.06	5.88
S	-	-	0.10	0.10	0.10	0.28	0.32
NiO	-	-	-	-	-	-	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-
CoO	-	-	-	-	-	-	-
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-	-
п. п. п.	3.02	0.84	14.70	9.06	18.70	8.80	10.10
Сумма	99.29	99.57	100.04	99.04	100.29	100.15	98.81

№ проб	864/83	872/605	5900/264	5900/373.6	5901/335	5903/582.7
№ п/п	22	23	24	25	26	27
SiO <sub>2</sub>	41.92	43.04	49.62	48.62	48.94	47.26
TiO <sub>2</sub>	0.88	0.68	0.94	0.92	0.78	0.96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.23	10.12	11.36	10.47	11.08	10.71
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.17	1.25	2.80	2.49	2.81	2.48
FeO	5.20	5.57	5.97	5.68	5.12	6.45
MnO	0.15	0.16	0.16	0.13	0.16	0.20
MgO	13.48	11.80	8.32	7.69	12.28	10.82
CaO	11.39	10.73	7.94	7.79	8.39	8.09
Na <sub>2</sub> O	2.04	2.10	2.66	4.11	1.72	1.76
K <sub>2</sub> O	0.09	0.43	2.30	0.24	2.94	0.56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.959	0.920	1.374	1.319	0.879	1.07
CO <sub>2</sub>	5.39	8.36	2.42	7.04	1.10	4.84
S	0.33	0.14	-	-	-	-
NiO	-	-	-	-	-	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-
CoO	-	-	-	-	-	-
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-
п. п. п.	10.10	13.00	-	-	-	-
Сумма	98.90	99.80	98.72	98.84	99.86	99.70

Примечание: 4, 5 – мончикиты; 2, 3, 6, 13, 14, 19, 20, 22-25, 27 – камптониты; 7, 9, 10, 15, 17, 21 – саннаиты; 4, 8, 11, 12, 26 – клинопироксеновые минетты; 1, 16 – керсантиты.

## Приложение 9.3. Средний химический и нормативный (CIPW) состав (%) лампрофиров Восточно-Магнитогорской зоны (в пересчете на безводную основу)

№ п/п	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	42.815	48.760	53.591
TiO <sub>2</sub>	0.883	1.087	1.041
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.389	11.998	12.530
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.654	2.575	2.738
FeO	10.029	6.487	5.415
MnO	0.285	0.180	0.152
MgO	15.712	13.579	9.992
CaO	9.907	11.052	7.976
Na <sub>2</sub> O	1.324	1.750	2.997
K <sub>2</sub> O	0.692	1.488	2.470
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.312	1.042	1.097
Or	4.089	8.794	14.597
Ab	6.522	14.808	25.36
An	36.729	20.486	13.44
Ne	2.536	0	0
Di	8.359	21.924	15.103
Hy	0	10.871	20.663
Ol	36.969	14.903	2.348
Mt	2.398	3.734	3.970
Ilm	1.677	2.064	1.977
Ap	0.722	2.413	2.540
№ pl	84.920	58.043	34.639
Wo (Di)	4.333	11.496	7.917
En (Di)	2.851	8.368	5.745
Fs (Di)	1.174	2.060	1.442
En (Hy)	0	8.724	16.518
Fs (Hy)	0	2.147	4.145
Fo (Ol)	25.427	11.724	1.840
Fa (Ol)	11.544	3.180	0.509
N	2	23	2

Примечание: лампрофиры: 1 – ультраосновного состава, мончикиты (< 44 % SiO<sub>2</sub>); 2 – основного состава, камптониты, саннаиты, клинопироксеновые минетты (44-52 % SiO); 3 – среднего состава, керсантиты (> 52 % SiO<sub>2</sub>). N – количество анализов.

## Приложение 9.4. Геохимическая характеристика лампрофиров Восточно-Магнитогорской зоны (г/т)

№ п/п	1	2	3
Li	35.5	32.8	24.5
Cu	77	98	125
Ag	0.15	0.18	0.10
Zn	127	223	195
Pb	25	28	14.5
Sn	3.2	2.9	4.1
Ga	18	11.5	13
Sr'	810	636	595
Rb'	14	18	59
Ba	1850	3083	510
Th'	7.1	12.5	16.5
U'	4.2	5.7	8.0
Ta''	0.8	0.6	0.6
Nb''	16.2	15.3	14.0
Zr	95	130	135
Cr	965	710	640
Co	55.5	40.3	38.5
Ni	647	356	385
Sc	23	18	13
Y'	20.2	13.2	16.5
V	122	143	140
n	2	10	2

Примечание. Номера колонок соответствуют таковым в прил. 9.3. Одним апострофом помечены элементы, определенные рентгено-спектральным методом в лаборатории Зеленогорской экспедиции (Екатеринбург), двумя – тем же методом в АЦ ГИН РАН (Москва), остальные – количественным спектральным анализом в ИМГРЭ (Москва).

## Приложение 9.5. Содержание РЗЭ (г/т) в лампрофирах

№ пробы	5501/ 460	864/ 81	5501/ 455	864/ 85	5501/ 587	5501/ 672
	1	2	3	4	5	6
La	28.00	65.00	45.00	62.00	84.00	49.00
Ce	63.00	150.00	94.00	150.00	200.00	110.00
Nd	33.00	66.00	45.00	64.00	96.00	51.00
Sm	7.10	8.80	8.00	9.00	16.00	9.10
Eu	1.80	2.40	2.10	2.40	4.40	2.30
Tb	0.94	0.79	0.98	0.76	1.40	0.99
Yb	1.50	0.88	1.70	1.00	1.00	1.60
Lu	0.20	0.13	0.20	0.12	0.09	0.24

Примечание. Лампрофиры: 1-4 – основного состава, 5-6 – среднего состава. Нейтронно-активационные анализы выполнены АЦ ГИН РАН (Москва). Аналитик С.М. Ляпунов.