

рит (213а/120,4); 11 – габбронорит (218а/128,1); 12 – габбронорит (219а/105,0); 13 – габбронориты лейкократовые (219а/97,2); 14 – габбронориты роговообманковые (219а/126,5); 15 – габбро лейкократовое (206а/141,0); 16 – габбро (207а/110,2); 17 – габбронориты лейкократовые (219а/136,5); 18 – габбронорит амфиболизированный (705а/132,0); II – габброиды каменского типа (№№ 19-33): 19 – габбро амфиболизированное (205а/89,2); 20 – габбро амфиболизированное (205а/101,0); 21 – габбро амфиболизированное (289а/231,6); 22 – габбро амфиболизированное (289а/274,2); 23 – габбро амфиболизированное (289а/398,8); 24 – габбро амфиболизированное (205а/105,5); 25 – габбро (289а/335,0); 26 – габбро роговообманковое (207а/158,7); 27 – габбро роговообманковое (730а/177,2); 28 – габбронорит (705а/225,6); 29 – габбронорит (205а/85,2); 30 – габбронорит (219а/130,0); 31 – габбронорит амфиболизированный (705а/144,0); 32 – габбронориты амфиболизированные (705а/214,5); 33 – габбронорит амфиболизированные (705а/380,0); III – нориты еланского комплекса (№№ 34-36): 34 – норит (237а/179,4); 35 – норит (237а/147,8); 36 – норит (237а/290,2).

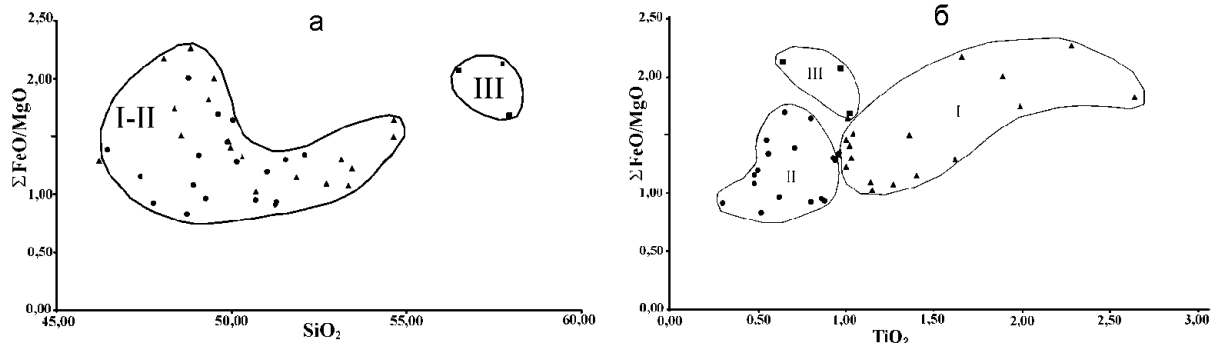


Рис.3. Положение полей составов габброидов Подколдновского рудного поля на диаграммах: а) $\Sigma\text{FeO/MgO} - \text{TiO}_2$; б) $\Sigma\text{FeO/MgO} - \text{SiO}_2$. I-III-поля габброидов ширяевского (I) и каменского (II) типов мамонского комплекса и норитов (III) еланского комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернышов Н.М. Сульфидные медно-никелевые месторождения юго-востока Воронежского кристаллического массива (породы, руды, генетические особенности). -Воронеж, 1971. -312с.
2. Чернышов Н.М. Новый тип сульфидного никелевого оруденения Воронежского кристаллического массива // Геология рудных месторождений. -1985. -Т.27, №3. -С.34-45.
3. Чернышов Н.М.,Переславцев А.В., Молотков С.П. Чернышова М.Н. Новый тип никеленосной формации в докембрии Воронежского кристаллического массива // Изв. АН СССР. Сер. геол. -1991. -№9. -С.111-124.
4. Фролов С.М. Петрография никеленосной перидотит-габброноритовой формации ВКМ // Воронеж, 1988. -171 с.-Деп.в ВИНТИ.
5. Багдасарова В.В. Интрузивные мафитовые породы раннего докембрия ВКМ: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук. -Киев. -1987. -23с.
6. Чернышова М.Н. Дайки мамонского никеленосного комплекса и их соотношение с оруденением (ВКМ). - Воронеж, 1999. -121 с.

УДК 552.553.91:551.71(470.323)

О ГЕНЕЗИСЕ ГНЕЙСОВ ШАТИЛОВСКО-ШАТАЛОВСКОЙ РУДОНОСНОЙ ЗОНЫ КМА

И.П.Лебедев, О.А.Бологова

Воронежский государственный университет

Приведены новые данные о вещественном составе пород и минералов, из разрезов скважин Уколовского участка Шатиловско-Шаталовской рудоносной зоны КМА, на основании которых сделаны выводы о первично осадочной природе древнейших образований Воронежского кристаллического массива – гнейсов брянской породной ассоциации обьянского комплекса, регионально метаморфизованных в режиме умеренных давлений при температуре 650 - 770° С, с последующей регрессивной стадией при температуре 650-545°С.

Шатиловско-Шаталовской рудоносная зона располагается в восточной части геоблока КМА в виде субмеридиональной полосы шириной 3-7км, простирающейся на расстояние более 60 км восточ-

нее Тим-Ястребовской и Волотовской грабен-синклинальных структур (рис. 1), выполненных раннекарельскими метаморфизованными отложениями курской и оскольской серий. Рудоносная зона

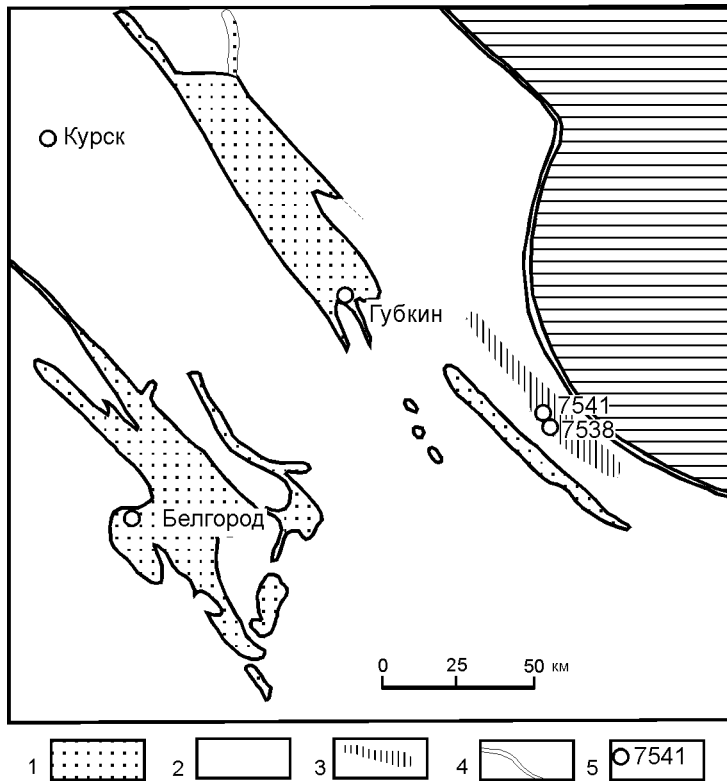


Рис. 1. Схема расположения Шатиловско-Шаталовской рудоносной зоны КМА: 1- раннекарельские образования; 2 - архейские образования; 3 – Шатиловско-Шаталовская зона; 5 – скважины Уколовского участка.

выделена по геофизическим данным; она сопровождается электрической аномальной зоной со значениями от 500 до 100 Ом/м. Шатиловско-Шаталовская рудоносная зона отличается также относительно повышенными значениями вертикальной составляющей магнитного поля, особенно значительными на южном окончании, где скважиной 9035 вскрыты железистые породы в составе высокометаморфизованных гнейсов.

На Уколовском участке, длиной 10 км и шириной около 300 м, занимающем центральную часть Шатиловско-Шаталовской рудоносной зоны, выявлена электрическая аномалия. Последняя была заверена буровыми скважинами (№ 7538 и № 7541), в разрезе которых (рис. 2) были вскрыты интенсивно метаморфизованные горные породы – гнейсы, в том числе графитовые, железистые кварциты, амфиболиты. Графит явно кристаллический, чешуйчатый, размер чешуек от 0,01 до 1мм. Характерно присутствие в графитовых гнейсах силлиманита. Содержание графита от 0,15 до 12%. Мощность (видимая по керну) зон графитового оруденения от 9 до 35 м. Графит отвечает требованиям производства электроугольных изделий, элементов, тиглей, карандашей, литейного производства. Наряду с графитом в разрезах скважин вскрыты проявления сульфидной минерализации, как в связи с графитовыми гнейсами, так и вне связи с последними, в тектонических зонах расланцевания.

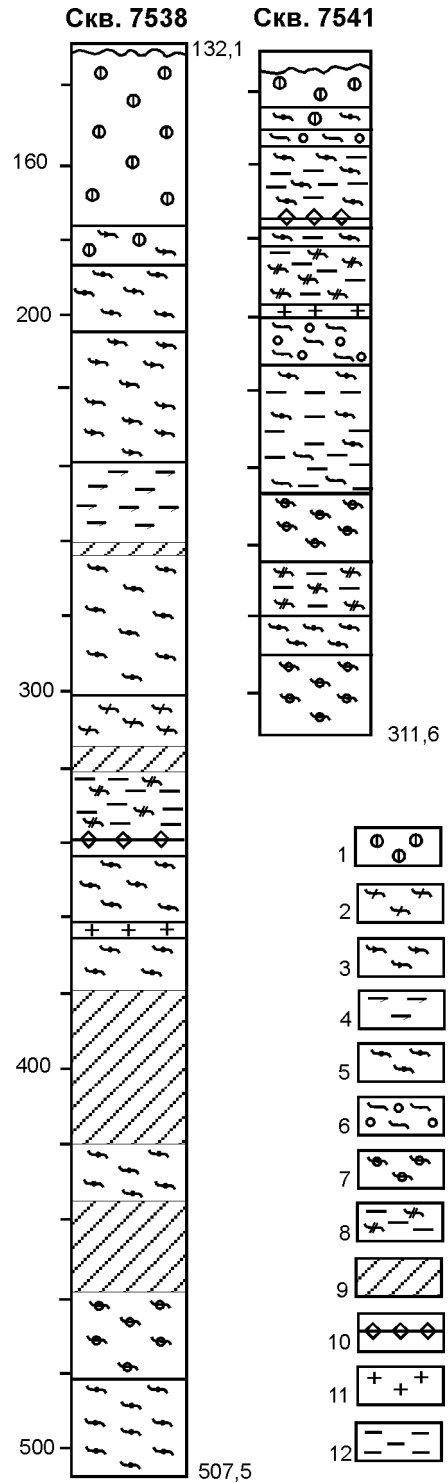


Рис.2. Геологические разрезы скважин Уколовского участка КМА: 1 – кора выветривания кристаллических пород докембрия; 2 – гнейсы биотитовые; 3 – гнейсы амфибол-биотитовые и амфиболовые (роговообманковые); 4 – амфиболиты; 5 – гранат-биотитовые и биотит-гранатовые гнейсы; 6 – биотитовые кварцитовидные гнейсы; 7 – крупнозернистые биотит-гранатовые гнейсы; 8 – гнейсы графитовые с силлиманитом; 9 – силикатно-магнетитовые кварциты; 10 – прослои карбонатного состава с диопсидом; 11 – граниты; 12 – графит (крап в составе гнесов). Мигматизация на разрезах не показана.

В разрезе вышеописанных скважин доминируют породы класса метапелитов - биотитовые, гранат-биотитовые, графитовые, гранат-кордиерит-силлиманитовые гнейсы, в меньшей мере развиты железистые породы и в единичных прослоях присутствуют амфиболиты и карбонатные породы. Подобный парагенезис пород соответствует брянской породной ассоциации [1] обоянского гнейсово-мигматитового комплекса. Возраст гранат-биотитового гнейса из скв.7538 (глубина 191,0-195,0м), определенный методом ТИЭ (термоионной эмиссии) по циркону удлинненно-призматического габитуса составляет, по данным Г.В.Артемюк [2], 3000 млн. лет, а подобного по составу гнейса (скв. 7538, глубина 299,0-300,0 м) по мелкому циркону субизометрической формы – 2300 млн. лет. В связи с этим можно предполагать, что различия значений отражают возрастные различия генераций циркона. Вероятно, субизометрический циркон, генерирован в раннем протерозое и отражает соответствующий геодинамический режим формирования земной коры региона.

В составе метапелитов установлены следующие парагенезисы минералов, образованных в условиях прогрессивного регионального метаморфизма: биотит-плагиоклаз-кварц, гранат-биотит-плагиоклаз-кварц, гранат-кордиерит-биотит-плагиоклаз-кварц, кордиерит-силлиманит-гранат-графит. Во всех парагенезисах являются наложенными (в результате процессов ультраметаморфизма-мигматизации) калиевый полевой шпат (микроклин) и кварц. При этом развитие кварца нередко достигает значительных содержаний (до 80%). В ассоциации с наложенным кварцем присутствует мусковит. Парагенезис мусковит-кварц, формировался на заключительной стадии регрессивного этапа.

Выше перечисленные парагенезисы минералов прогрессивного регионального метаморфизма соответствуют условиям гранат-кордиерит-ортоклазовой фации [3]. Как известно, в этих условиях биотит метапелитов должен уступать место гиперстену. Последний надежно нами не определен, хотя его присутствие в виде реликтовых форм, замещенных биотитом в ряде случаев предполагается в отдельных шлифах. Гиперстен в метапелитах получает наиболее широкое развитие при температурах выше 750⁰С и давлениях выше 5 кбар [3]. Наблюдаемые минеральные парагенезисы в общем близки к этим условиям, но, вероятно, незначительно превышали их, так как лучше всего соответствуют биотит-ортоклазовой, в меньшей мере, биотит-гиперстен-ортоклазовой субфациям, занимающим Р-Т поле условий метаморфизма в пределах Т=650-800⁰С и давлений 4-6 кбар. Эти условия соответствуют термодинамическому режиму прогрессивного регионального метаморфизма умеренных давлений андалузит-силлиманитового типа.

Для уточнения значений температуры метаморфизма были выполнены анализы составов граната и парагенезиса биотита на микрозонде фирмы "Ni-

tachi" (Москва), результаты которых представлены в таблице 1. Как следует из приведенных данных составы биотитов изменяются в ограниченных пределах значений магнезиальности (от 36 до 50%), что, вероятно, обусловлено соответствующей магнезиальностью вмещающих пород. Магнезиальность альмандиновых гранатов в среднем не высокая (20%), изменяется в пределах от 9 до 28%. При этом наиболее высокие значения магнезиальности определены в центральных частях кристаллов. По краям установлено существенное понижение содержания пироповой составляющей, что может быть обусловлено регрессивным снижением температуры и давления в ходе метаморфизма. Действию тельно, температуры, определенные по биотит-гранатовому геотермометру Л.Л. Перчука [4] подтверждают это предположение (табл. 2). Составы биотитов в анализированных образцах, практически одинаковы. Разница температур определена, главным образом, по разнице составов граната - в центре зерна (770⁰С) и на краю (545⁰С), что явно указывает на регрессивное падение температуры в ходе метаморфогенного гранобластеза. В связи с этим можно полагать, что вышеуказанный «молодой» циркон образован на регрессивной стадии регионального метаморфизма.

Из анализа приведенных данных следует, что региональный метаморфизм в пределах Уколовского участка на прогрессивной стадии достигал условий гранулитовой фации (или фации двупироксеновых гнейсов) в режиме умеренных давлений в поле температур 650-770⁰С. На регрессивной стадии температуры минералообразования были заметно ниже – 650-545⁰С.

В пределах Уколовского участка, как следует из анализа разрезов скважин преобладает послонное чередование гнейсов различной зернистости, минеральной и химического состава. Наблюдаемую ассоциацию различных по составу и строению пород - глиноземистых, графитовых разностей гнейсов, карбонатных и железистых прослоев можно рассматривать как парагенезис первичных отложений, различие которых обусловлено сменой в разрезе фаций литогенеза.

Для решения в общем виде задачи о первичной природе архейских гнейсов был изучен химический состав наиболее развитых пород Уколовского участка (табл. 3). На рис.3 приведена диаграмма петрогенных отношений [5], на которой отчетливо просматриваются пересекающиеся почти под прямым углом тренды магматической и осадочной дифференциации как в координатах С-F так и в координатах А-F. Дополнительные характеристики, определяемые соотношениями Al:Mg:Fe и K:Na:Mg позволяют оценивать относительную железистость, магнезиальность, щелочнометальность и глиноземистость пород как наиболее важных геохимических показателей минеральных парагенезисов. Анализ положения проективных точек составов пород Уколовского участка позволяет сделать следующие выводы. Наиболее отчетливо проявлен тренд осадоч-

Таблица 1

**Химический состав (микронд НТАСН-80, Москва) метаморфических минералов
Уколовского участка и их формульные количества**

	1		2		3		4	
Минерал:	Биотит 7538-6		Биотит 7538-6-1		Гранат 7538-6		Гранат 7538-6-1	
Оксиды	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва
SiO ₂	37,56	3,198	37,30	3,177	36,15	2,886	36,74	2,90
TiO ₂	2,92	0,187	2,77	0,178	0,05	0,003	0,05	0,003
Al ₂ O ₃	19,16	1,924	19,66	1,972	22,65	2,131	22,76	2,116
FeO	21,12	1,504	21,15	1,506	34,84	2,326	32,73	2,159
MnO	0,11	0,008	0	0	0,29	0,018	0,24	0,016
MgO	9,77	1,241	9,63	1,223	4,18	0,497	5,76	0,678
CaO	нет	нет	Нет	нет	1,84	0,158	1,68	0,142
K ₂ O	9,27	1,007	9,43	1,023	нет	нет	Нет	нет
Cr ₂ O ₃	0,09	0,006	0,06	0,004	нет	нет	0,04	0,002
O		12,926		12,918		11,98		11,984
Сумма	100,00		100,00		100,00		100,00	

	5		6		7		8	
Минерал:	Биотит 7538-6-2		Гранат 7538-6-3		Гранат 7538-6-4		Гранат 7538-9	
Оксиды	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва
SiO ₂	36,47	3,116	37,40	2,959	36,98	2,942	37,50	2,966
TiO ₂	2,00	0,128	0,04	0,002	0,04	0,002	Нет	нет
Al ₂ O ₃	20,40	2,052	21,59	2,012	21,77	2,041	21,11	1,968
FeO	21,82	1,558	21,53	1,424	22,11	1,47	32,95	2,179
MnO	0,13	0,01	11,12	0,745	11,77	0,793	0,20	0,013
MgO	9,45	1,203	5,13	0,604	4,30	0,511	5,98	0,706
CaO	Нет	нет	3,16	0,268	3,00	0,256	2,23	0,189
K ₂ O	9,69	1,056	0	0	0	0	Нет	нет
Cr ₂ O ₃	0,04	0,003	0,03	0,002	0,03	0,002	0,03	0,002
O		12,874		11,985		11,984		11,978
Сумма	100,00		100,00		100,00		100,00	

	9		10		11		12	
Минерал:	Биотит 7538-9		Биотит 7538-9-1		Биотит 7538-9-2		Гранат 7538-9-1	
Оксиды	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва
SiO ₂	36,80	3,115	37,45	3,181	36,23	3,098	36,85	2,931
TiO ₂	1,30	0,083	2,78	0,178	3,44	0,221	Нет	нет
Al ₂ O ₃	21,58	2,151	19,41	1,942	18,72	1,887	21,38	2,003
FeO	20,07	1,421	20,16	1,432	20,08	1,506	33,97	2,259
MnO	Нет	нет	Нет	нет	Нет	нет	1,21	0,013
MgO	9,94	1,255	10,14	1,283	10,37	1,322	5,38	0,637
CaO	0,01	0,001	Нет	нет	Нет	нет	2,21	0,188
K ₂ O	10,26	1,108	9,96	1,078	10,06	1,097	Нет	нет
Cr ₂ O ₃	0,04	0,003	0,10	0,008	0,10	0,008	Нет	нет
O		12,863		12,899		12,862		11,969
Сумма	100,00		100,00		100,00		100,00	

Примечание: сокращения в скобках: ц – центр, к – край зерна.

Продолжение таблицы 1

	13		14		15		16	
Минерал:	Биотит 7541-11		Биотит 7541-11-1		Биотит 7541-2		Гранат (ц) 7541-11	
Оксиды	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва
SiO ₂	34,72	3,008	35,27	3,052	33,58	2,922	36,38	2,92
TiO ₂	1,07	0,07	0,46	0,03	0,24	0,016	0,01	0
Al ₂ O ₃	20,93	2,136	20,93	2,133	21,57	2,211	20,65	1,953
FeO	15,31	1,878	25,95	1,877	29,25	2,128	35,15	2,358
MnO	0,01	0,001	0,01	0,001	0	0	0,25	0,017
MgO	8,49	1,091	8,49	1,094	9,04	1,173	4,54	0,542
CaO	нет	нет	Нет	нет	Нет	нет	2,99	0,257
K ₂ O	8,84	0,977	8,86	0,978	6,27	0,696	0	0
Cr ₂ O ₃	0,03	0,002	0,03	0,002	0,05	0,003	0,03	0,002
O		12,832		12,833		12,851		11,952
Сумма	100,00		100,00		100,00		100,00	

	17		18		19		20	
Минерал:	Гранат (к) 7541-11		Биотит 7541-11-3		Гранат (ц) 7541-11		Гранат (к) 7541-11	
Оксиды	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва
SiO ₂	36,98	3	36,20	3,124	36,33	2,906	36,73	2,956
TiO ₂	0,02	0,001	0,23	0,015	0	0	0,02	0,001
Al ₂ O ₃	20,28	1,939	20,45	2,08	20,64	1,946	20,92	1,984
FeO	36,73	2,491	25,36	1,829	34,71	2,321	35,41	2,383
MnO	0,84	0,058	0	0	0,25	0,018	0,61	0,041
MgO	2,21	0,268	8,54	1,098	5,26	0,628	3,34	0,401
CaO	2,91	0,252	0	0	2,78	0,239	2,93	0,253
K ₂ O	0	0	9,16	1,009	0	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0,03	0,002	0,06	0,003	0,03	0,002	0,04	0,003
O		11,989		12,841		11,942		11,978
Сумма	100,00		100,00		100,00		100,00	

	21		22		23		24	
Минерал:	Гранат (ц) 7538-15		Гранат (к) 7538-15		Биотит 7538-15		Биотит 7538-15-1	
Оксиды	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва	Вес %	Форм. кол-ва
SiO ₂	37,99	3,043	36,92	2,904	36,04	3,113	36,25	3,095
TiO ₂	Нет	нет	Нет	нет	1,45	0,095	0,39	0,025
Al ₂ O ₃	22,19	2,093	21,89	2,029	20,13	2,05	22,05	2,218
FeO	35,49	2,376	32,24	2,12	25,18	1,818	22,53	1,608
MnO	0,13	0,009	0,13	0,009	Нет	нет	Нет	нет
MgO	2,12	0,854	7,03	0,825	8,37	1,078	8,86	1,127
CaO	2	0,175	1,76	0,148	0,04	0,004	0,11	0,009
K ₂ O	Нет	нет	Нет	нет	8,65	0,952	9,58	1,044
Cr ₂ O ₃	0,04	0,003	0,03	0,002	0,14	0,009	0,23	0,015
O		12,048		11,963				12,86
Сумма	100,00		100,00		100,00		100,00	

Таблица 2

**Результаты определения температур метаморфизма
по диаграмме Л.Л.Перчука [4]**

№ обр.	ГРАНАТ		БИОТИТ		T °C
	№ точки	Гр X _{Mg}	№ точки	Би X _{Mg}	
7538/6	6	0,17	6	0,45	645
-//-	6- ₁	0,24	6- ₁	0,45	700
-//-	6- ₃ (ц)	0,22	6- ₂	0,43	700
-//-	6- ₄ (к)	0,18	6- ₁	0,45	650
7538/9	9(ц)	0,24	9	0,47	705
-//-	9- ₁	0,22	9- ₁	0,47	680
7541/11	11(ц)	0,19	11	0,37	690
-//-	11(ц)	0,21	11- ₁	0,37	725
-//-	11(к)	0,09	11- ₂	0,36	545
-//-	11(к)	0,14	11- ₂	0,36	650
-//-	11(ц)	0,15	11- ₃	0,37	655
-//-	11(к)	0,13	11- ₃	0,37	645
7538/15	15(ц)	0,26	15	0,37	770
-//-	15(к)	0,28	15- ₁	0,41	762
-//-	15(к)	0,28	15- ₂	0,50	720

Таблица 3

**Химический состав пород Уколовского участка
(Аналитик В.А.Будко, ВГУ)**

№п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Обр.	7538/1	7538/2	7538/4	7538/6	7538/10	7538/15	7541/2	7541/3	7541/5	7541/8	7541/10	7541/11	7541/12	7541/13	7541/16	7541/18
SiO ₂	70,90	69,70	70,06	72,00	50,04	64,06	61,54	59,54	76,20	65,80	55,66	64,72	74,12	58,24	61,92	57,52
TiO ₂	0,24	0,28	0,25	0,50	0,23	0,42	0,25	0,34	-	0,28	0,58	0,45	0,12	0,40	0,50	0,65
Al ₂ O ₃	14,28	11,52	13,71	10,88	2,30	11,06	15,44	15,67	10,56	12,50	16,15	11,55	7,27	16,59	16,25	15,07
Fe ₂ O ₃	0,45	1,99	0,68	5,58	27,90	9,87	2,98	3,78	2,19	3,38	6,17	8,17	5,48	5,97	2,78	4,78
FeO	1,82	1,80	0,80	3,60	12,22	4,50	4,50	4,14	0,90	1,98	5,22	7,80	5,20	5,40	5,20	5,48
MnO	0,07	0,08	0,05	0,05	0,12	0,13	0,15	0,06	0,12	0,10	0,14	0,11	0,14	0,06	0,08	0,12
MgO	1,05	3,02	1,40	1,21	3,42	4,43	3,82	4,83	2,01	3,80	5,03	2,82	3,32	3,42	1,81	3,42
CaO	3,38	6,73	2,80	1,40	2,52	2,80	4,48	3,08	4,20	9,80	4,20	0,84	2,52	3,36	2,80	4,20
Na ₂ O	4,10	2,00	2,80	0,90	0,35	0,40	3,00	2,10	3,00	1,20	1,20	0,40	0,60	0,90	1,80	1,40
K ₂ O	2,65	1,40	5,30	3,60	1,10	2,30	1,90	5,00	0,60	0,40	3,80	1,40	0,90	3,20	3,00	5,80
P ₂ O ₅	0,28	0,19	0,18	0,54	0,25	0,13	0,20	0,15	0,10	0,23	0,18	0,70	0,10	0,16	1,50	0,65
SO ₃	0,02	0,05	0,02	0,06	0,03	0,08	0,03	-	0,04	0,20	0,10	0,17	0,13	0,11	0,27	0,43
П.п.п.	-	1,20	2,60	0,19	0,04	0,33	1,53	1,11	0,55	0,75	1,54	0,95	0,13	2,68	1,71	1,15
H ₂ O	-	0,04	0,17	0,10	0,20	0,16	0,18	0,14	0,05	0,11	0,19	0,12	0,08	0,45	0,35	0,07
Сумма	99,24	99,96	100,60	100,50	100,52	100,51	99,82	99,80	100,47	100,43	99,91	100,08	100,25	100,49	99,62	100,67

Примечание: порядковыми номерами обозначены: гнейс биотитовый – 2; гнейс графитовый – 8,14; железистый кварцит – 5; гнейс силлиманит-кордиерит-гранатовый – 11; гнейс амфиболовый – 10; гнейсы гранат-биотитовые и биотит-гранатовые – 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 16.

ной дифференциации в поле С-Ф, где проективные точки составов протягиваются от поля составов монтморилонитовых глинистых пород, поля граувакк, аркозов и песчаников. В правой части диаграммы, в поле А-Ф тренд осадочной дифференциации не так резко ортодоксален тренду магматической дифференциации. Проективные точки составов располагаются в поле глинистых - монтморилонитовых и гидрослюдистых пород. Другая часть составов соответствует грауваккам и аркозам. Анализ положения векторов на диаграмме позволяет сделать следующие выводы. Составы гнейсов, соответствующие составам глинистых отложений характеризуются относительно низким содержанием натрия

при явном преобладании магния в триаде Mg-Na-K, даже при небольших значениях параметра F. Существенное отклонение векторов в сторону калия - результат наложенного гранобластеза калишпата в связи с процессами ультраметаморфизма-мигматизации и гранитизации. На правой части диаграммы векторы укорочены и существенно отклонены вправо, что указывает на относительно высокую железистость большинства составов гнейсов и их существенную относительную глиноземистость. Состав силикатно-магнетитового кварцита (анализ 5) соответствует составу красноцветов - пород, образованных в условиях жаркого климата и континентально-го выветривания. В то же время проективные точки

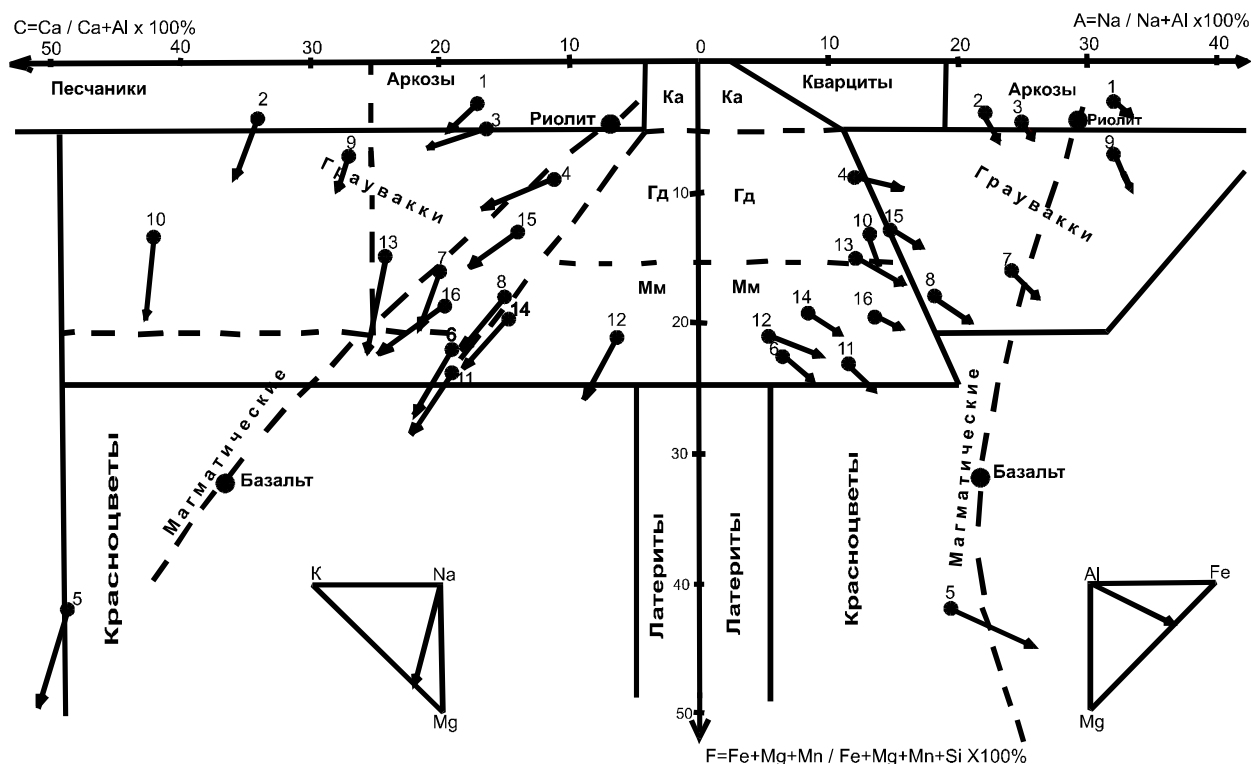


Рис. 3. Положение проективных точек составов гнейсов Уколовского участка на диаграмме отношений петrogenных компонентов. Номера точек соответствуют порядковым номерам составов пород в таблице 3. Буквенными символами обозначены: Ка – поле каолинитовых глин; Гд – поле гидрослюдистых глин; Мм – поле монтмориллонитовых глин.

в правой части диаграммы располагаются и в поле составов пород базит-гипербазитового ряда, что делает генетическую интерпретацию неопределенной, однако послойный характер расположения железистых пород в разрезах изученных скважин свидетельствует в пользу их первично осадочного образования.

По содержанию редких земель [6], гнейсы Уколовского участка занимают промежуточное положение между гнейсами росошанской и донской ассоциаций, тренды их нормированных к архейским гнейсам [7] содержаний (рис. 4а) практически не пересекаются, что свидетельствует об их принадлежности к трем генетически различным породным ассоциациям.

Из сравнительного анализа диаграмм распределения концентраций редкоземельных элементов, нормированных по морским (рис.4 б) и континентальным (рис. 4 в) глинам Русской платформы, можно прийти к следующим выводам. По содержанию иттрия гнейсы обоянского комплекса вообще и Уколовского участка в частности, удовлетворительнее всего соответствуют континентальным глинам. В гнейсах Уколовского участка отношение $\sum Ce / \sum Y$ составляет от 7,8 до 10,9, что можно рассматривать как индикатор литогенеза резко континентального типа (в морских глинах это отношение не превышает 3,4) [8]. Вместе с тем, относительное обогащение легкими лантаноидами возможно в результате наложенных процессов микроклинизации [8].

В таблице 4 приведен химический состав и кристаллохимические формулы цирконов из гнейсов Уколовского участка. Во всех зернах циркона выявлен дефицит кремния. Учитывая первично осадочную природу анализируемого образца биотит-гранатового гнейса, можно заключить, что источниками сноса были различные по составу цирконсодержащие магматические породы.

Интересно, что типичный спутник циркония-гафний не установлен в двух анализированных зернах циркония, тогда как в третьем зерне его содержания высокое. Причина этого явления, вероятно, кроется в особенностях состава материнских пород-источников сноса, при накоплении архейских первично осадочных отложений. Цирконий в трех зернах находится в избытке к стехиометрии кристаллоформулы, что при явном дефиците кремния может указывать на наличие баддеилитового (ZrO_2) минерала.

Выводы

В результате геолого-генетического изучения разрезов скважин 7538, 7541 и геологического строения Шатиловско-Шаталовской рудоносной зоны можно заключить следующее:

1. Раннеархейские гнейсы данной зоны сформированы в условиях прогрессивного регионального метаморфизма, при температурах (до 770°C), соответствующих гранулитовой фации в режиме умеренных давлений. Последующие регрессивные про-

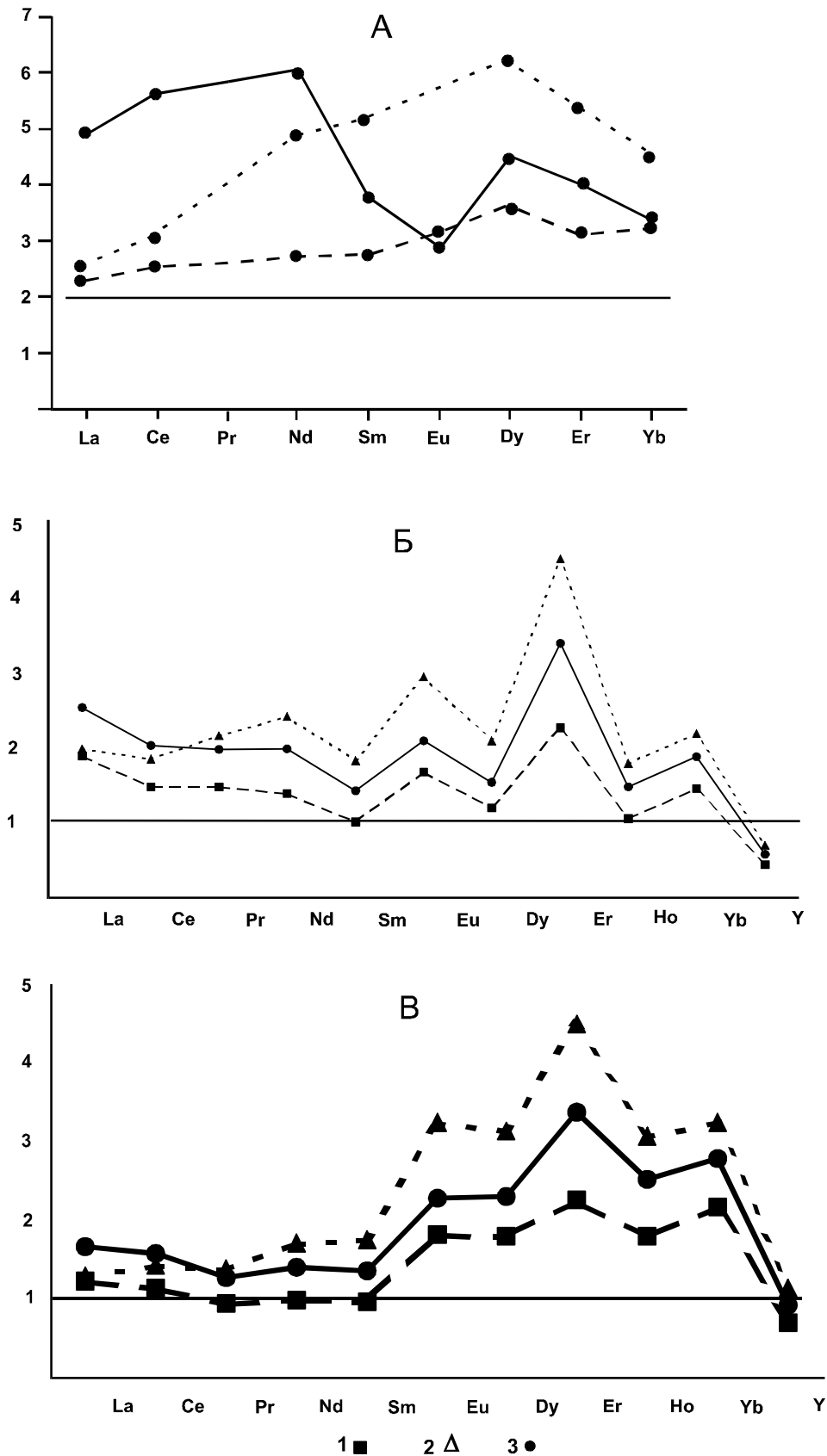


Рис. 4. Распределение редкоземельных элементов в гнейсах Уколовского участка: А - нормированное по архейским гнейсам [3]; Б - нормированное по морским глинам Русской платформы; В - нормированное по континентальным глинам Русской платформы [2]. Условные обозначения: 1 - гнейсы Уколовского участка; 2 – гнейсы донской ассоциации; 3 – гнейсы росошанской ассоциации.

Таблица 4

Химический состав и кристаллохимические формулы цирконов из гнейсов Уколовского участка (Микрозонд НІТАСНІ-80, Москва)

Элемент	7541/5, зерно 1		7541/5, зерно 2		7541/3, зерно 3	
	Вес % элемента	Формула	Вес % элемента	Формула	Вес %оксида	Формула
Zr	51,52	1,157	53,48	1,194	66,06	1,06
Si	9,25	0,674	9,82	0,712	27,20	0,89
Al	1,42	0,108	0,85	0,064	Н.о.	Н.о.
Fe ⁺²	1,19	0,044	0,51	0,018	Н.о.	Н.о.
Hf	0,00	0,00	0,00	0,000	3,38	0,06
Ca	1,11	0,057	0,13	0,006	Н.о.	Н.о.
Th	4,27	0,038	3,75	0,033	1,97	0,03
P	0,00	0,00	0,00	0,000		
Mg			0,03	0,003		
O	31,24	4,000	31,44	4,000		
Σ	100,00	2,077	100,00	2,030	98,61	2,04

Зерно 1: (Zr_{1,16}, Th_{0,04}, Ca_{0,06}, Fe_{0,04})_{1,30} [(Si_{0,67} · Al_{0,11})_{0,78} · O₄]

Зерно 2: (Zr_{1,19} · Th_{0,03} · Ca_{0,01} · Fe_{0,02})_{1,25} [(Si_{0,71} · Al_{0,06})_{0,77} · O₄]

Зерно3: (Zr_{1,06} · Th_{0,03} · Hf_{0,06})_{1,12} [Si_{0,89}O₄]

цессы метаморфизма проходили при более низких температурах (650-5450С).

2. Первичная природа гнейсов по данным петрохимии и геохимии редкоземельных элементов определена как осадочная. Накопление граувакково-глинистых отложений происходило в бассейне континентального типа за счет сноса продуктов выветривания кристаллических пород различного состава.

3. Графитовые гнейсы являются закономерным парагенезисом первично осадочных глубоко метаморфизованных отложений. Поэтому предполагается первично биогенная природа графита Уколовского участка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев И.П. К вопросу о геологической природе глубинных неоднородностей земной коры Воронежского кристаллического массива и истории их формирования в раннем докембрии // Вопросы теории и практики геологической интерпритации гравитационных, магнитных и электрических полей: Тр. междунар. конфер. - Воронеж, 1998. -С. 308-315.

2. Артеменко Г.В. Геохронология Среднеприднепровской, Приазовской и Курской гранит-зеленокаменных областей УЩ и ВКМ: Автореф. дисс. ... докт. геол.-минерал. наук. -Киев, 1998. – 39 с.
 3. Кориковский С.П. Фации метаморфизма метапелитов. -М., 1979. -263 с.
 4. Перчук Л.Л., Рябчиков И.Д. Фазовое соответствие в минеральных системах. -М., 1976. –287 с.
 5. Лебедев И.П. Реконструкция первичной природы и условий прогрессивного регионального метаморфизма раннепротерозойских образований воронцовской серии (юго-восток Воронежского кристаллического массива): Автореф дисс. канд. геол.- минерал. наук. - Воронеж, 1977. -21 с.
 6. Сиротин В.И., Лебедев И.П. О литогенезе в ранней истории Земли (по данным сравнительной планетологии и раннего архея Воронежского кристаллического массива) // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. -2001. -№ 12. -С.19-37.
 7. Конди К. Архейские зеленокаменные пояса. – М., 1983. – 390 с.
 8. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. - М., 1976. -267 с.

УДК (552.3:553.3.068.7).001

МИНЕРАЛЬНЫЕ ФАЗЫ ДИСЛОКАЦИОННОГО МЕТАМОРФИЗМА

В.В.Соболев, В.М.Кравченко, О.В.Орлинская

Национальная горная академия Украины, г.Днепропетровск

Дислокационный метаморфизм – широко распространенное, но не общепризнанное понятие. Его обособление в самостоятельный геолого-генетический тип метаморфизма обосновывается подтвержденными экспериментально новообразованиями графита, алмаза и метана в карбонатных породах и углях под воздействием стресса и термоэлектрических полей в зонах глубинных разломов.

Дислокационный метаморфизм (ДМ) – распространенное, но все еще нечетко определившееся и потому дискуссионное понятие. К.Р.Анхайсер, Я.Н.Белевцев, В.А.Буряк, П.Ф.Иванкин, Г.А.Кейль-

ман, Ф.А.Летников, и особенно В.И.Казанский обосновывают правомерность обособления ДМ в самостоятельный генетический тип его приуроченностью к зонам долгоживущих глубинных разломов,