

УДК 552.331(477)

ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ ПРИАЗОВСКОГО И ИНГУЛЬСКОГО МЕГАБЛОКОВ УКРАИНСКОГО ЩИТА (ГЕОЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ, ГЕОХИМИЯ)

Кривдик С. Г., Моргун В. Г.

*(Институт геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н. П. Семеновко НАН Украины, г. Киев, Украина)*

Розглянуто геологічне положення та особливості речовинного складу лужних метасоматитів (фенітів) Приазов'я та ураноносних альбітитів Кіровоградського району. Показано подібність текстурно-структурних особливостей і мінерального складу цих порід, а також відмінності їх металогенічної спеціалізації. Припускається глибоке джерело лужних флюїдів, що викликають метасоматичні перетворення вміщувальних гранітоїдів та інших порід та зруденіння лужних метасоматитів.

The geological locality and peculiarities of substantial composition of alkaline metasomatites (fenites) in Azov area and U-bearing albitites in Kirovograd region are considered. The similarity of texture-structure features and mineral composition as well as a diversity of metalogenic specialization are shown. Assumption about a deep-seated source of alkaline fluids that caused metasomatic alteration of country granitoids and another rocks and ore mineralization of alkaline metasomatites is suggested.

Введение. Щелочные метасоматиты в Восточном Приазовье известны еще со времен И. А. Морозевича и Л. Ф. Айнберг, которые обычно относили их к щелочным сиенитам. Собственно метасоматитами эти породы были, очевидно, впервые названы В. И. Кузьменко (1946) [1] во время исследований Петрово-Гнутовского рудопроявления паразита. Наиболее полная харак-

теристика этих метасоматитов была приведена в монографии М. Л. Елисеева с соавторами (1965) [2]. К тому времени щелочные метасоматиты были уже известны во многих пунктах, преимущественно в обнажениях по р. Кальмиус (Петрово-Гнутовское рудопроявление, б.б. Чернечья, Вербовая, Калмыцкая и др.). Названными авторами эти щелочные метасоматиты трактовались как трещинные образования или как фениты. Однако конкретное значение термина «фенит» не было раскрыто. И. Д. Царовский считал, что эти метасоматиты связаны со щелочными породами Октябрьского массива, однако не опубликовал результатов своих наблюдений по этим породам. Позднее подобные метасоматиты были обнаружены среди эндербитов в Хлебодаровском карьере [3, 4]. Ассоциация щелочных метасоматитов с карбонатитовыми жилами (как экзоконтактовые метасоматиты) в этом карьере позволила рассматривать и остальные метасоматиты Приазовья как фениты. Такие же соображения приводились и в статье Е. Я. Марченко с соавторами [5] относительно эгириновых метасоматитов на Петрово-Гнутовском паразит-флюоритовом рудопроявлении. Позже были обнаружены щелочные метасоматиты с TR-Zr-Nb минерализацией в Дмитровском карьере недалеко (севернее) от Октябрьского массива. Большинство имеющихся результатов определения возраста, щелочных метасоматитов и сопровождающих их карбонатных пород [6, 8], а также наши последние данные, показали, что они значительно древнее (1850 – 2000 млн. лет) щелочных пород Октябрьского массива (1800 млн. лет). Однако в последние годы были опубликованы [9] новые определения возраста по альбититам Дмитровского карьера, которые оказались значительно моложе (1,8 млрд. лет) и соответствуют возрасту щелочных пород Октябрьского массива. Исходя из этих данных, можно предположить, что щелочные метасоматиты Приазовья могут быть разновозрастными. Все это, а также некоторые особенности вещественного состава исследуемых щелочных метасоматитов, позволили прийти к выводу о принадлежности их к фенитам [10], т. е. метасоматитам, генетически связанным с нераскрытыми эрозией породами карбонатитовой (щелочно-ультраосновной) формации (в Хлебо-

даровке они непосредственно сопровождают жилы карбонатов).

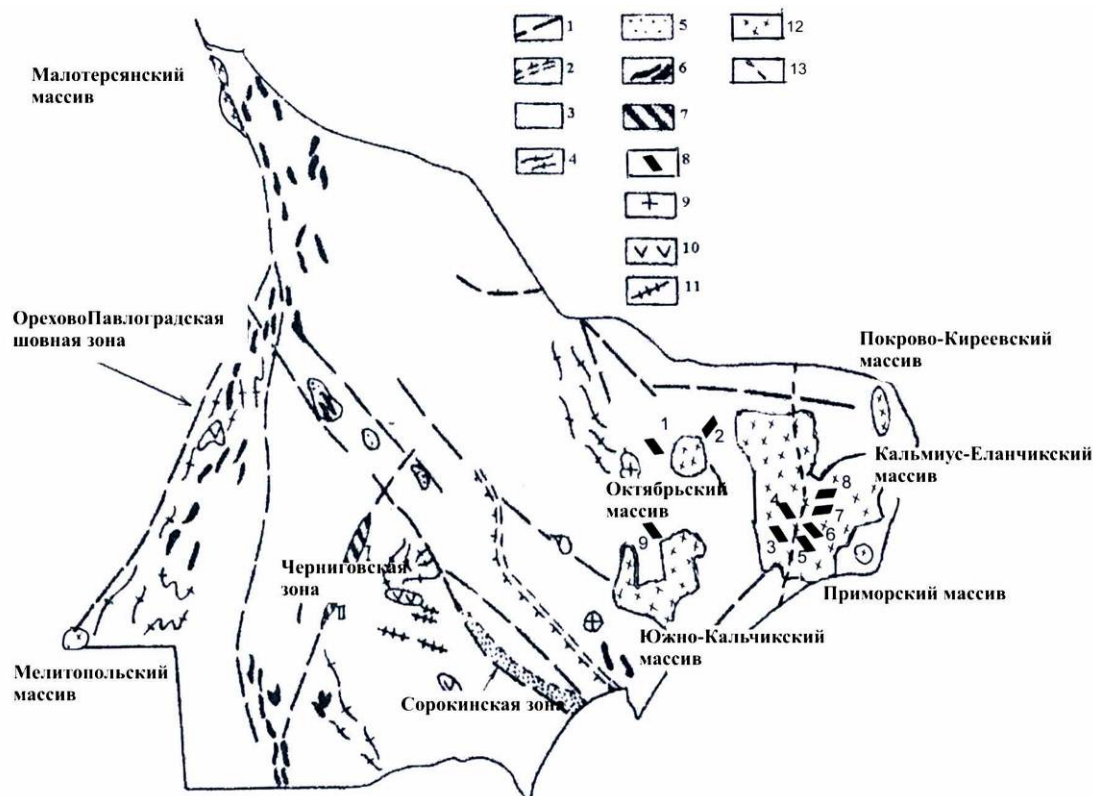
Щелочные метасоматиты Приазовья, исходя из опубликованных данных, весьма похожи на ураноносные альбититы из Кировоградского (Ингульского) мегаблока. Поэтому эти альбититы сопоставляются нами со щелочными метасоматитами (фенитами) Приазовья.

Распространение щелочных метасоматитов и условия их залегания.

Щелочные метасоматиты распространены как в непосредственной близости от Октябрьского массива (Дмитровка, Хлеבודаровка, б. Вали-Тарама), так и на значительном удалении от него, преимущественно в обнажениях по р. Кальмиус (рис. 1).

Очевидно, щелочные метасоматиты распространены значительно шире, чем это показано на схеме. Они описаны в естественных обнажениях коренных пород по бортам балок и р. Кальмиус, а также раскрыты двумя действующими карьерами (сс. Дмитровка, Хлеבודаровка). Можно предположить, что такие метасоматиты имеются и на водоразделах, где коренные породы обычно покрываются корами выветривания и задернованы. Вместе с тем отметим, что на достаточно хорошо обнаженной территории Южно-Кальчикского массива, включая и действующий Кальчикский (Кременевский) карьер, а также интенсивно разбуренный Азовский участок (с одноименным редкометальным месторождением) щелочные метасоматиты не отмечены. Это может быть, в известной степени, косвенным свидетельством того, что исследуемые щелочные метасоматиты являются более ранними образованиями, чем сиениты и граниты Южно-Кальчикского массива (1,8 млрд. лет). При этом метасоматиты, очевидно, шире распространены и имеют более мощные тела на удаленных от Октябрьского массива участках. Исключением может служить лишь карьер в с. Дмитровка, где мощность метасоматитов достигает нескольких метров. Однако они несколько отличаются от подобных пород в других пунктах Восточного Приазовья – они сильно обогащены Zr, Nb, а иногда и Mo [11]. Отметим, что на р. Кальмиус (левый берег напротив с. Орловское) нами выявлены метасоматиты по основным породам с богатой минерализацией

Zr. Новый апокварцитовый тип щелочных метасоматитов обнаружен нами в б. Туникова (левый приток б. Вали-Тарама) – табл. 1.



1 – тектонические нарушения; 2 – граница Восточно-Приазовского батолита по П. С. Кармазину (1970 г.); 3 – граниты и мигматиты архея и протерозоя; 4 – главные области линейной складчатости гранулитовых комплексов; 5 – формации наложенных проторифтогенных структур; 6 – железисто-кремнистые формации; 7 – щелочно-ультраосновные породы и карбонаты Черниговского массива; 8 – расположение щелочных метасоматитов; 9 – граниты каменномогильского типа; 10 – дайки и малые тела основных пород; 11 – дайки метаякупирангитов; 12 – массивы субщелочных гранитов и сиенитов; 13 – русло реки Кальмиус. Цифры на схеме: 1 – Хлебодаровский массив; 2 – Дмитровский карьер; 3 – б. Чернечья (с. Орловское); 4 – б. Вербовая; 5 – Петрово-Гнутовское рудопроявление; 6 – б. Калмыкская; 7 – с. Капланы; 8 – с. Николаевка; 9 – б. Вали-Тарама

Рис. 1. Схема расположения щелочных метасоматитов Восточного Приазовья

Чаще щелочные метасоматиты залегают среди разнообразных гранитоидов в зонах трещиноватости, поэтому их называли трещинными метасоматитами [2].

Таблица 1

Химический состав метасоматитов (фенитов) Восточного
 Приазовья (часть 1)

№№ п/п	№№ проб	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Исходные граниты												
1	КЛ-1	72,28	0,27	12,87	0,26	2,64	0,02	0,66	1,85	3,01	5,14	0,12
2	ЧР-8	68,78	0,63	12,89	3,02	3,15	0,04	0,57	2,43	2,98	4,64	0,07
3	ЧР-9	69,89	0,84	11,54	3,33	3,83	0,11	0,98	1,39	2,76	4,21	0,16
4	ЧР-10	70,2	0,69	12,4	1,78	3,36	0,04	1,15	1,5	3,14	4,21	0,12
Метасоматиты Петрово-Гнутовского рудопроявления												
5	ЧР-1	59,37	0,66	13,98	6,62	1,98	0,17	1,28	0,81	5,72	7,48	0,14
6	ЧР-6	64,08	0,33	12,22	7,82	1,5	0,15	1,64	0,93	5,58	5,07	0,08
7	ЧР-7	59,55	0,32	12,64	9,36	1,29	0,19	2,3	1,27	5,87	5,45	0,14
Метасоматиты участка с Капланы												
8	КЛ-3/1	58,97	0,61	13,65	5,48	6,65	0,29	1,23	3,01	4,55	3,45	0,37
9	КЛ-3/3	58,84	0,74	13,3	7,21	4,93	0,28	1,89	1,39	6,69	2,96	0,34
10	КЛ-3	15,49	0,64	5,74	5,69	0,14	1,34	3,74	40,9	1,6	0,4	0,06
Апогранитоидные метасоматиты Дмитровского карьера												
11	1	69,68	0,55	13,52	0,69	3,35	0,06	0,65	1,9	3,52	5,18	0,15
12	2	62,53	0,44	15,68	3,39	1,15	0,33	0,48	1,96	7	5,73	0,08
13	3	66,02	0,13	18,24	1,44	0,97	0,29	0,06	0,36	10,54	1,28	0,03
14	4	64,04	3,03	15,57	4,14	0,71	0,33	0,29	0,79	8,52	1,75	0,11
15	5	64,63	0,41	14,34	5,25	1,18	0,05	0,21	0,69	4,91	7,8	0,03
16	17	64,1	0,52	13,35	5,8	1,44	0,09	1,13	1,13	4,6	6,73	0,17
17	18	67	0,33	15	2,13	1,3	0,15	0,32	1,47	5,28	6,16	0,08
18	19	63,94	0,18	15,9	7,1	0,2	0,17	0,22	0,45	10,88	0,24	0,03
19	20	61,6	0,3	15,4	4,2	1,3	0,63	0,73	2,15	7,6	4,25	0,02
20	21	62,8	0,47	16,56	2,6	1,44	0,22	1,2	1,58	7,6	4,8	0,08
21	22	64,3	0,74	18,2	2,2	0,35	0,05	0,24	0,33	5,6	7,72	0,03
22	DM-10a	65,88	0,02	15,29	1,88	0,93	0,06	0,54	0,88	11,1	0,3	0,24
23	DM-8	60,96	0,35	16,69	3,09	2,57	0,02	0,56	2,88	7,79	3,47	0,04
24	DM-15	62,86	0,56	17,26	1,61	1,72	0,65	0,81	1,21	8,48	3,85	0,04
25	DM-2010/10	63,83	0,74	19,98	0,79	0,86	0,34	0,86	0,73	8,9	0,5	<0,01
26	DM-Мо-1	60,32	0,32	12,78	7,31	2,29	0,1	1,06	1,04	4,98	7,76	0,09
Фениты Хлебодаровского карьера												
27	X6 2010-2	58,05	0,38	11,84	7,88	2,82	0,15	1,23	3,62	6,46	4,48	1,22
28	X6 2010-3	38,34	0,87	6,24	8,58	1,14	0,36	1,68	18,11	5,25	3,7	1,83
29	13/11-85	58,97	0,46	11,69	4,51	5,86	0,09	0,98	3,52	6,32	3,52	0,13
Апокварцитовые щелочные метасоматиты б. Туникова												
30	2010/A-3	83,76	0,85	2,11	3,32	2,57	0,27	0,94	0,82	2,5	1,67	0,01
31	2010/A-4	63,98	1,02	2,89	12,84	3,43	0,58	3,67	1,25	5,57	0,8	0,25
32	2010/A-5	68,84	1,15	1,5	11,3	3,15	0,54	3,53	0,83	5,89	0,7	0,24
Апобазитовые метасоматиты и дайковые породы Орловского проявления												
33	ПГ-8	35,04	2,56	19,05	12,73	9,3	0,24	3,56	7,98	0,2	3,16	0,46
34	ПГ-9	33,01	2,56	18,54	12,68	11,3	0,21	3,68	7,67	0,2	2,52	0,59
35	ПГ-3	41,56	5,02	11,03	9,05	5,96	0,18	6,41	10,37	3,56	0,6	1,51
36	ПГ-19	39,8	3,14	12,95	8,81	7,15	0,16	8,7	10,26	1,55	1,29	0,6

Часть 2

№№ п/п	№№ проб	S	TR ₂ O ₃	CO ₂	H ₂ O ⁻	F	ппп	Сумма	(Na+K)/Al
Исходные граниты									
1	КЛ-1	0,01	–		0,08	0,57	–	99,88	0,825
2	ЧР-8	0,2	–		0,15	0,93	–	100,48	0,769
3	ЧР-9	0,02	–		0,09	0,75	–	99,9	0,787
4	ЧР-10	0,02	–		0,2	1,05	–	99,86	0,786
Метасоматиты Петрово-Гнутовского рудопроявления									
5	ЧР-1	0,01			0,35	0,22		99,61	1,25
6	ЧР-6	0,02			0,12	0,12	0,71	100,37	1,2
7	ЧР-7	0,05			0,10	0,39	0,89	99,81	1,23
Метасоматиты участка с Капланы									
8	КЛ-3/1	0,01	–		0,17	–	1,52	99,96	0,82
9	КЛ-3/3	0,01	–		0,15	0,15	1,40	100,28	1,069
10	КЛ-3	–	–		0,23	1,90	22,26	100,19*	0,535
Апогранитоидные метасоматиты Дмитровского карьера									
11	1	0,02	–	0,22		–	0,31	99,76	1,107
12	2	0,04	–	0,12		–	0,88	99,66	1,41
13	3	0,01	–	0,13		–	0,19	99,84	0,961
14	4	0,04	–			–		99,98	1,106
15	5	0,02	–	0,18		–	0,24	99,78	1,02
16	17	–	–	0,34	Сл	–	0,52	100,32	1,112
17	18	–	–	0,32	Сл	–	0,58	99,62	1,024
18	19	–	–	0,14	Сл	–	0,2	99,62	1,142
19	20	–	–	0,2	Сл	–	0,54	98,1	1,111
20	21	–	–	0,13	Сл	–	0,03	98,54	1,069
21	22	–	–	0,2	Сл	–	Сл	99,9	0,965
22	DM-10a	<0,01			0,08		0,38	97,58	1,21
23	DM-8	<0,01			0,02		1,16	99,6	0,99
24	DM-15	0,02			0,1		0,71	99,88	1,05
25	DM-2010/10	<0,01			0,16		0,61	98,28	0,76
26	DM-Мо-1	<0,01			0,22		1,4	99,67	1,3
Фениты Хлебодаровского карьера									
27	Хб 2010-2	<0,01			0,05		1,22	99,4	1,31
28	Хб 2010-3	0,02			0,03		12,67	98,82	2,03
29	13/11-85	<0,01			0,03		3,5	99,58	1,21
Апокварцитовые щелочные метасоматиты б, Туникова									
30	2010/А-3	<0,01			0,14		0,33	99,29	2,76
31	2010/А-4	<0,01	1,48		0,24		1,72	99,7	3,5
32	2010/А-5	<0,01	0,45		0,22		0,88	99,22	6,5
Апобазитовые метасоматиты и дайковые породы Орловского проявления									
33	ПГ-8	0,01	–			–	0,98	99,54	0,19
34	ПГ-9	0,01	–			–	1,14	99,9	0,16
35	ПГ-3	0,02	–			–	0,42	99,78	0,58
36	ПГ-19	0,07	–			–	0,74	99,87	0,3

Примечания к табл. 1

1 – 4 – граниты амфибол-биотитовые в районе Петрово-Гнутовского рудопроявления; 5 – 9 – щелочные амфибол-эгириновые метасоматиты; 10 – флюорит-кальцитовая зона; 11 – гранит; 12 – альбитизированный гранит; 13, 14 – альбититы; 15 – эгирин-микроклин-амфиболовый метасоматит; 16, 17, 19, 20 – преобразованные граниты (альбитизация, эгиринизация), 18 – альбитит; 21 – центральная часть зонального метасоматита, 22 – альбитит с коричневым биотитом, повышенным содержанием циркона и акцессорным пироксеном; 23, 24 – микроклин-альбитовые метасоматиты с Мп-астрофиллитом, эгирином, арфведсонитом и низкоглиноземистой почти бесцветной слюдой (состав последних приведен в статье Кривдік та ін., 2010); 25 – альбитит с куплетскитом, эгирином, арфведсонитом и акцессорными цирконом, бастнезитом, бритолином, Y-ниобатом; 26 – меланократовый щелочнополевошпатовый метасоматит с молибденитом; 27 – меланократовый эгирин-щелочнополевошпатовый фенит с апатитом; 28 – меланократовый кальцит-эгирин-щелочнополевошпатовый метасоматит с апатитом; 29 – эгирин-рибекит - щелочнополевошпатовый фенит; 30 – апокварцовый метасоматит с эгирином, арфведсонитом и акцессорными рутилом, бастнезитом, монацитом, объединенная проба с лейкократовой (преобладающей) части метасоматита; 31, 32 – меланократовые участки (с прожилками эгирина и арфведсонита) в апокварцовом метасоматите; 33-34 – предположительно апобазитовые метасоматиты; 35-36 – дайковые субщелочные габброиды (возможно исходные породы для апобазитовых метасоматитов).

1-10, 22-36 – авторские анализы, сделанные в химической лаборатории ИГМР НАН Украины, аналитик О. П. Красюк; 11 – 21 – по данным М. В. Матвийчук.

Обычно это маломощные прожилки, реже их мощность достигает первых или нескольких метров Их простираение, в местах выполнения замеров, чаще северо-западное или северо-восточное, падение – преимущественно крутое, до вертикального. Вмещающие породы – биотитовые, биотит-амфиболовые граниты, пегматиты (с. Дмитровка, р. Кальмиус), эндербиты (Хлебодаровка), гранито-гнейсы, кварциты (б. Вали-Тарама).

Как упоминалось выше, в **Хлебодаровском карьере** щелочные метасоматиты развиваются в экзоконтактах карбонатитовых жил, залегающих среди эндербитов. Если карбонатитовые жилы выклиниваются, то на некотором расстоянии (удалось проследить до 10 м в направлении их продолжения) развиваются только щелочные метасоматиты.

Последние сложены альбитом, микроклином, щелочным амфиболом, эгирином, содержание которых колеблется в широких пределах. Это дает основание считать, что все щелочные метасоматиты в карьере (как и в коренном залегании, так и в обломках) генетически и пространственно связаны с карбонатитами (или другими породами карбонатитовой формации). При этом

мощность метасоматитов и карбонатитовых жил почти одинакова (до 30 см).

В карбонатитах обнаружены пирохлор и монацит. Интересно отметить еще одну особенность – щелочные метасоматиты сопровождают карбонатитовые жилы обычно повсеместно, но отсутствуют в тех редких случаях, когда эти жилы пересекают ксенолиты двупироксеновых кристаллосланцев, т. е. типичные экзоконтактные фениты развиваются только по кварцсодержащим породам, чаще представленным гранитоидами. Основные же породы с трудом поддаются фенитизации (эти наблюдения описаны в Черниговском карбонатитовом массиве и во многих других карбонатитовых комплексах) [4, 12]. Определенный по магнезио-рибекиту возраст карбонатитов Хлебодаровского карьера составляет 1,850 млрд. лет [8], т. е. карбонатиты несколько древнее, чем породы Октябрьского массива (1,8 млрд. лет). Ввиду того, что результаты К-Аг метода часто занижены, можно допустить еще более древнее формирование карбонатитов и фенитов Хлебодаровского карьера. Хлебодаровский карьер интересен еще и потому, что здесь давно были известны дайки камптонитов (субщелочных габброидов с мегакристаллами керсутита, авгита, биотита, анортклаза).

Более разнообразными являются метасоматиты **Дмитровского гранитного карьера** – от лейкократовых альбититов и микролин-альбититовых пород до меланократовых амфибол-эгириновых и существенно эгириновых. Кроме того, в альбититах часто наблюдается астрофиллит-куплетскит. В этих метасоматитах был обнаружен перротит. [13]. Характерными акцессорными минералами Дмитровки являются циркон (часто в повышенных количествах), бастнезит, пирохлор, флюорит, иногда бритоцит. Участками случается богатая молибденовая минерализация [11]. Это, а также наличие повышенного количества циркона и его достаточно крупные кристаллы бипирамидального габитуса, позволяет считать щелочные метасоматиты Дмитровки родственными мариуполитам Октябрьского массива. Следует отметить наличие в Дмитровском карьере обломков субщелочных габброидов, подобных камптонитам Хлебодаровки.

Был прослежен постепенный переход от вмещающих гранитов (т. н. анадольських) к амфибол-эгириин-щелочнополевошпатовым метасоматитам. К центральной части этих метасоматитов приурочены существенно альбитовые или микроклин-альбитовые их разновидности с астрофиллитом, хотя полностью проследить пространственную связь астрофиллитсодержащих и «обычных» метасоматитов не удалось (карьер все время отрабатывается и закрыт для посещения). Не исключено наличие самостоятельных тел разной мощности как обычных эгириин-арфведсонит-щелочнополевошпатовых, так и существенно эгириновых (с Мо-минерализацией) и альбитовых или микроклин-альбитовых метасоматитов с минералами группы астрофиллита-куплетскита. Вместе с тем, в этом карьере не было обнаружено очевидной связи метасоматитов со щелочными (нефелиновыми) породами или карбонатитами.

Классическим районом развития щелочных метасоматитов является среднее и нижнее течение р. Кальмиус, где эти породы довольно подробно описаны предыдущими исследователями. Кроме известных проявлений щелочных метасоматитов этого района (Петрово-Гнутовское проявление, б.б. Чернечья, Калмыцкая, Вербовая), нами исследовались еще два проявления этих пород – на левом берегу р. Кальмиус в 0,8 км выше Петрово-Гнутовского рудопроявления напротив с. Орловское и на левом берегу Кальмиусского водохранилища в районе с. Капланы. В этих двух проявлениях, как и на Петрово-Гнутовском, четко проявлена пространственная связь щелочных метасоматитов с существенно кальцитовыми или кальцит-флюоритовыми жилами. Е. Я. Марченко с соавторами [5] считал, что щелочные метасоматиты Петрово-Гнутовского флюорит-паризитового рудопроявления являются экзоконтактовыми фенитами карбонатитов, за которые принималась флюорит-кальцитовая жила с паризитом. Конечно, пространственная связь этих пород очевидна, но бесспорных доказательств генетической взаимосвязи щелочных метасоматитов с флюорит-карбонатной жилой (ее также называют дайкой) нет. Похоже на то, что щелочные метасоматиты и флюорит-карбонатная жила образовались в одной и той же зоне трещиноватости и, вероятно, последняя несколько позже. Заметим лишь,

что флюорит-карбонатная жила с паризитом в целом подобна таким карбонатитам с бастнезитовой минерализацией, как Маунтин-Пасс (США), а также карбонатным породам неясного генезиса Байюнь Обо (Китай). Эти редкоземельные карбонатиты и карбонатитоподобные породы отличаются от типичных карбонатов с ниобиевым и апатитовым оруденением рядом особенностей (в т. ч. и отсутствием типичных фенитов). Кроме того, в эту трещинную зону внедрилась дайка ортофиоров (данные Г. Л. Кравченко), а неподалеку (в 60 м), среди вмещающих гранитов залегает дайка измененных субщелочных габброидов такого же северо-западного простирания. Дайки габброидов отмечались В. И. Кузьменко [1] также и в самом Петрово-Гнутовском рудопроявлении.

Щелочные метасоматиты р-на **с. Капланы** имеют также северо-западное простирание, ассоциируют с карбонатно-флюоритовыми породами (жилы или центральная часть зоны) и характеризуются четко выраженной редкоземельной (Се) специализацией (минерал-концентратор TR, по данным химического анализа, близок к бастнезиту).

Несколько необычно упоминавшееся Орловское проявление, расположенное на левом берегу р. Кальмиус (напротив с. Орловское) выше в 800 м от Петрово-Гнутовской флюорит-карбонатной жилы. В левом борту балки в 50 м от ее русла и на протяжении 40 м частично с перерывами обнажаются граниты и аплиттоиды, среди которых локально наблюдаются как коренные выходы, так и обломки кальцитово-жильной (мощностью до 30 см) и одна или две сближенные дайки субщелочных (с титанавгитом, керсутитом, измененным оливином) габброидов. Дайковая порода и кальцитовая жила приурочены к одной и той же зоне северо-западного простирания (СЗ – 300°), имеют субвертикальное залегание или крутое субмеридиональное падение. Попадаются единичные обломки флюорита. Щелочных апогранитоидных метасоматитов не обнаружено, но в одном месте был найден небольшой выход темно-зеленых пород, которые в поле принимались за меланократовые эгириновые метасоматиты. Как показали наблюдения в шлифах, эта порода весьма неоднородна и сложена участками преимущественно зеленым биотитоподоб-

ным слюдистым минералом, эпидотом, щелочнополевошпатовым агрегатом, гидроксидами железа и недиагностированными вторичными минералами (иногда подобными сфену). В слюдистой массе довольно часто наблюдается вкрапленность апатита и циркона. В породе, по данным спектрального анализа, – 0,3-0,4 % Zr, а также повышенное содержание Nb (0,01 %) и Ce (0,03 %). Похоже, что эта меланократовая метасоматическая порода образовалась по субщелочным габброидам, дайки и обломки которых наблюдаются вдоль левого борта и в устье балки. Вероятно, эти меланократовые метасоматиты являются апогабброидными аналогами щелочных апогранитоидных метасоматитов, характерных для других зон. Возможно, в этом пункте есть также собственно щелочные апогранитоидные метасоматиты, но они не обнажены или же погребены под делювиальными наносами.

Интересно отметить некоторое сходство этой кальцитовой жилы с таковой с флюоритом и паризитом Петрово-Гнутовского рудопроявления. О нахождении обломков флюорита уже упоминалось выше. Несмотря на то, что в кальцитовой жиле не было обнаружено редкоземельной минерализации, в ней зафиксировано высокое содержание бария (до 1 %) и марганца, а в протолочной пробе обнаружен барит. Такие же геохимические свойства, кроме высокого содержания цериевых земель, присущи и Петрово-Гнутовской жиле. Подобные петрово-гнутовским и каплановским метасоматиты известны в обнажениях по б.б Чернечья, Калмыцкая, Вербовая, Вали-Тарама, Туникова и в других местах Восточного Приазовья (см. рис. 1).

Не останавливаясь на каждом конкретном участке проявления щелочных метасоматитов, отметим наиболее общие их особенности, а также наиболее интересные из них.

Отличными от всех апогранитоидных метасоматитов Приазовья, кроме кратко рассмотренного выше Орловского (апобазитового), являются *апокварцитовые щелочные метасоматиты б Туникова (южнее с. Красновка)*.

Эти апокварцитовые метасоматиты были вскрыты бульдозером в левом борту б. Туникова при сооружении дамбы нижнего пруда. Площадь обнажения свыше 10 м². Обращает на себя внимание существенно кварцевая порода серовато-синеватого цвета,

в которой нередко наблюдаются прожилки темно-зеленого эгирина или почти черного щелочного амфибола. Мощность отдельных прожилков достигает нескольких сантиметров. Прожилки ориентированы на северо-восток. Очевидно, такое же простирание имеет и зона метасоматитов.

Основная масса породы состоит из кварца, в котором вкраплены и в виде прожилков располагаются эгирин и/или щелочной амфибол, в незначительном количестве светлый биотит (флогопит), микроклин и альбит. Характерными акцессорными минералами метасоматитов являются рутил, бастнезит, монацит, циркон.

Рядом (с другой стороны дамбы) наряду с апокварцитовыми метасоматитами среди гранитоидов наблюдаются «обычные» апогранитоидные метасоматиты, состоящие из микроклина, альбита, щелочного амфибола и эгирина. Такие же метасоматиты вскрыты и в правом борту балки (южнее апокварцитовых метасоматитов), недалеко от уреза воды.

Для определения исходной породы как кварцита мы руководствовались следующими геологическими, петрографическими и минералогическими данными: в разрезе этого участка, прослеженном лишь фрагментарно, наблюдались последовательно такие породы – существенно кварцевые (подверженные ощелачиванию), кварц-полевошпат-гранатовые с кордиеритом и силлиманитом, существенно кварцевые с сильно железистым ортопироксеном (эвлитом) и магнетитом и известково-силикатные кристаллосланцы, состоящие из салита, плагиоклаза, кварца с примесью сфена и скаполита. Эти породы переслаиваются с биотитовыми гнейсами. Очевидно, это метаморфизованная осадочная толща с первичными глинистыми, существенно кварцевыми и мергелистыми осадками, а также, возможно, железисто-кремнистыми и карбонатными. Эти породы были метаморфизованы в амфиболитовой или даже гранулитовой (эвлиты) фации. Вероятно, рутил в существенно кварцевой породе является первично аллювиальным минералом.

Забегая наперед, отметим, что апокварцитовые метасоматиты б. Туникова участками сильно обогащены редкими землями (до 1,5 % TR_2O_3) (см. табл. 1, ан. 31), диагностированные минералы которых представлены бастнезитом, реже монацитом.

В этой же балке Туникова, в ее верховьях, обнажаются (промоины временных потоков) маломощные зонки эгириновых альбититов с цирконом и минералами группы пирохлора. Эти альбиты внешне похожи на одноименные породы Дмитровского карьера, однако в них не обнаружены минералы группы астрофиллита (как это характерно для Дмитровки).

В балке Туникова, а также соседней с ней (ниже по течению), известны дайки эгириновых микрофойяитов [4]. Однако между этими дайками и щелочными метасоматитами пространственная (и генетическая) связь не наблюдается.

Отметим еще один пункт необычного проявления щелочного метасоматоза: во флюорит-карбонат-кварцевых метасоматитах с сульфидами (сфалерит) с. Набережное изредка в шлифах наблюдается вкрапленность синего щелочного амфибола и почти бесцветного эгирина. Взаимоотношения щелочных и флюорит-карбонатно-кварцевых метасоматитов не выяснены, но связь между ними, очевидно, существует, как это имеет место на Петрово-Гнутовском и Капланском проявлении (в метасоматитах Набережного также повышенное содержание РЗЭ).

Некоторые особенности текстур, структур и вещественного состава щелочных метасоматитов.

Рассматриваемые метасоматиты представляют собой крайне неоднородные породы по текстурно-структурным особенностям, химическому составу (см. табл. 1) и количественным соотношениям главных породообразующих минералов, хотя их качественный минеральный состав достаточно ограничен. Лейкократовые разновидности щелочных апогранитоидных метасоматитов состоят из альбита, микроклина, переменного количества эгирина и щелочного амфибола, кварца (реликтового в апогранитоидных метасоматитах и перекристаллизованного в апокварцитах). Меланократовые апогранитоидные и апокварцитовые метасоматиты состоят преимущественно из двух минералов – эгирина и/или щелочного амфибола рибекит-арфведсонитового ряда. Эти метасоматиты обычно выделяют как жильные образования мощностью до 10-20 см среди лейкократовых метасоматитов, чаще всего они приурочены к центральной части метасоматических зон,

хотя классическая метасоматическая мономинеральная зональность в рассматриваемых метасоматитах не наблюдается.

В апогранитоидных и апокварцитовых метасоматитах часто наблюдаются тонкие прожилки эгирина и щелочного амфибола, ориентированные преимущественно согласно с зоной простира-ния метасоматитов. Для апогранитоидных метасоматитов очень характерны т. н. петельчатые структуры: между более крупными зернами щелочных полевых шпатов выделяются темные или салатно-зеленые петельчатые или сеткообразные (соединяющиеся между собой) агрегаты мелкозернистых эгирина и/или щелочных амфиболов. Эти «интерстициальные» сегрегации амфиболов и эгирина могут переходить в прожилковидные и прожилковые.

Особенно интересны структуры начальных и промежуточных стадий образования апогранитоидных метасоматитов. Как показывают наблюдения в шлифах, на начальной стадии ощелачивания гранитоидов новообразования щелочных полевых шпатов, альбита, щелочных пироксенов и амфиболов приурочены к границам зерен кварца с плагиоклазом и биотитом. Нередко наблюдаемые зерна кварца частично или полностью окружены каемками щелочных пироксенов и/или амфиболов. В некоторых случаях (карьер с. Дмитровка) удалось заметить, что этот приуроченный к кварцу пироксен, судя по оптическим свойствам, принадлежит к эгирин-салиту. Такой пироксен приурочен к контакту кварца с биотитом (фото в публикации [14]). Если же кварц контактирует с роговой обманкой исходных гранитов, то на их контакте образуется субщелочная разновидность амфибола. В процессе более интенсивного ощелачивания выделяются собственно щелочной пироксен – эгирин и амфиболы рибекит-арфведсонитового ряда.

Отмеченные структуры «замещения» кварца щелочными пироксенами отмечались ранее в типичных фенитах Черниговского и Проскуровского массивов [4, 12], а также участка Березовая Гать (северо-запад УЩ).

Отметим, что подобные, но еще более ярко выраженные, структуры наблюдаются в апокварцитовых метасоматитах б. Туникова. В этих существенно кварцевых породах зерна биотита последовательно окружены каемками калиевого полевого

шпата и щелочного амфибола (последний выделяется на границе с кварцем), т. е. мы имеем как бы негатив фотографии кварцевых участков в апогранитоидных щелочных метасоматитах (кварц в окружении пироксенов и/или амфиболов). Фото этих интересных преобразований и замещений в апокварцевых метасоматитах приводится в работе [15].

Сходство рассматриваемых щелочных метасоматитов с фенитами карбонатитовых комплексов проявляется как в минеральном составе, так и в геохимических особенностях. Несколько необычным кажется появление минералов группы астрофиллита в метасоматитах с. Дмитровка. Однако в фенитах Турьего мыса (Кольский п-ов) описаны такие необычные для фенитов минералы, как лампрофиллит и эвдиалит [16].

В пределах УЩ апогранитоидные метасоматиты Восточного Приазовья наиболее похожи на фениты Березовой Гати (Житомирская обл.) [4]. Некоторые отличия рассматриваемых метасоматитов от типичных фенитов Черниговского и Проскуровского массивов объясняются в настоящее время разным эрозионным срезом этих сопоставляемых объектов [17].

Имея подобные текстурно-структурные особенности и практически одинаковый качественный минеральный состав, апогранитоидные метасоматиты Восточного Приазовья характеризуются некоторыми локальными геохимическими и минералогическими отличиями. Так, фениты Хлебодаровки характеризуются повышенным содержанием фосфора (апатит) и ниобия (пироксид). Метасоматиты Дмитровка и альбититы б. Туникова отличаются повышенной концентрацией циркония и ниобия. Апогранитоидные метасоматиты бассейна р. Кальмиус, а также апокварцевые метасоматиты б. Туникова имеют отчетливо выраженную редкоземельную специализацию. Однако редкоземельные минералы (бастнезит, реже бритоцит) характерны для щелочных метасоматитов Дмитровка, а в метасоматитах бб. Вербовой и Чернечьей отмечаются повышенные содержания ниобия.

В настоящее время эти отличия можно объяснить двумя главными причинами:

1) удаленностью от фенитизирующего источника и эрозийным срезом;

2) составом исходных пород (граниты, кварциты, базиты).

Так, повышенное содержание апатита в фенитах Хлебодаровки (см. табл. 1) обусловлено, очевидно, их непосредственным контактом с апатитсодержащими карбонатитами.

О глубинном источнике растворов, вызывающих ощелачивание (фенитизацию), и возможную их связь с нескрытыми породами карбонатитового комплекса могут свидетельствовать также имеющиеся данные по изотопному составу карбонатов из карбонатитов Хлебодаровки и флюорит-карбонатных пород проявлений Петрово-Гнутово и Капланы. Для Хлебодаровки получены типичные «карбонатитовые» значения: $\delta^{13}\text{C}$ от -6,4 до -7,5 ‰, $\delta^{18}\text{O}$ от +8,5 до +12,5 ‰, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -0,703 [3, 8]. В метасоматитах Капланы $\delta^{13}\text{C}$ от -4,02 до -6,55 ‰ [10], Петрово-Гнутово $\delta^{13}\text{C}$ от -6,7 до -8,6 ‰ [3, 18]. В то же время, интервал $\delta^{18}\text{O}$ в метасоматитах бас. р. Кальмиус варьирует в пределах от +8,5 до 20,4 ‰. Эти данные можно интерпретировать следующим образом: источник вещества CO_2 был глубинным, а данные по $\delta^{18}\text{O}$ попадают в интервал глубинных и коровых значений. Попутно отметим, что подобные высокие значения $\delta^{18}\text{O}$ - 17,5 ‰ фиксировались [3] и в типичных карбонатитах Бегим-Чокракского проявления (южная часть Черниговского карбонатитового массива).

Не останавливаясь на детальном рассмотрении, обратим внимание на то, что рассматриваемые апогранитные метасоматиты отличаются от мариуполитов и связанных с ними альбититов Октябрьского массива прежде всего минеральным составом. В подобных породах Октябрьского массива все феррические минералы крайне высокожелезистые, а в мариуполитах амфиболы (характерные для рассматриваемых метасоматитов) отсутствуют.

В заключение отметим, что интерпретация щелочных метасоматитов Восточного Приазовья как фенитов нескрытых карбонатитовых комплексов (или отдельных их пород) позволяет рассматривать этот регион как перспективный на выявление в нем рудоносных (apatит, редкие металлы) карбонатитов.

Ураноносные альбититы Кировоградского района и сопоставление их с фенитами Приазовья.

Ураноносные альбититы Ингульского мегаблока УЩ (часто его называют Кировоградским) слагают главные месторождения урана в Украине. Хотя эти породы и урановые минералы из них считаются хорошо изученными, однако вопросы генезиса месторождения и источники урана остаются дискуссионными и, в целом, на сегодняшний день нерешенными (как и для многих других месторождений). Существуют две главные точки зрения (гипотезы) на генезис уранового оруденения: 1) уран и растворы, приведшие к образованию альбититов, являются глубинными; 2) уран имеет первично экзогенную природу. Нам представляется более достоверной первая гипотеза.

Существует и альтернативная точка зрения. Так, авторы монографии [18] считают, что калиевые граниты (новоукраинские, кировоградские, и, возможно, корсунь-новомиргородские) были источником урана и постмагматических гидротермальных щелочных растворов, взаимодействие которых со вмещающими гранитоидами (включая гнейсы) привели к образованию ураноносных альбититов. Не исключая такой вариант, авторы считают более вероятным глубинный источник этих щелочных растворов. Судя по имеющимся описаниям ураноносных альбититов (и микроклин-альбитовых метасоматитов), они во многом очень похожи на щелочные метасоматиты Восточного Приазовья [10], и на фениты карбонатитовых комплексов (Черниговского, Приазовского, жильных карбонатитов Хлебодаровского карьера и др.).

Как показано в обобщающих публикациях [19, 20], месторождения ураноносных альбититов сосредоточены преимущественно в пределах и окрестностях Новоукраинского массива, а их маломощные проявления – на северо-западной и восточной окраинах Корсунь-Новомиргородского плутона во вмещающих гнейсах. Похоже, что внутри плутона их нет. Приводимые датировки возраста главных месторождений урана укладываются в основном в интервал 1,9-1,8 млрд. лет [19], т. е. они моложе Новоукраинского массива (около 2,0 млрд. лет) и близки или несколько древнее гранитов рапакиви Корсунь-Новомиргородского плутона.

Простиране тел рудоносних альбититов имеет разное направление, но преобладает субмеридиональное (чаще), северо-западное или северо-восточное, но не субширотное, как это видно из довольно детальных схем, приведенных в публикациях [19-21]. Это, как нам кажется, не согласуется с утверждением в публикации [20] о том, что месторождения ураноносных альбититов приурочены к широкой Субботинско-Машоринской тектонической зоне. В общем, получается, что главные разломные зоны, к которым приурочены рассматриваемые альбититы, чаще субпараллельны субмеридиональным шовным зонам, ограничивающим Ингульский (Кировоградский) мегаблок с востока и запада. Одно из объяснений приуроченности главных месторождений ураноносных альбититов к т. н. Субботинско-Мошоринской субширотной зоне состоит в том, что эти месторождения сохранились в менее эрозионном (опущенном) участке между Висковским и Кампанейским субширотным разломами [19]. Очевидно, субширотной «приуроченности» не продвигаются альбититы, расположенные севернее в окрестностях Корсунь-Новомиргородского плутона.

Поскольку альбититы образуются по разным породам – плагиоклаз-микроклиновым гранитам Новоукраинского массива, гнейсам (преимущественно плагиоклазовым) ингульской серии, – то, очевидно, щелочные (натриевые) растворы не связаны непосредственно с гранитами, в которых калий преобладает над натрием, а имеют более глубинную природу. К тому же, более мощные (до 1 км) метасоматиты Новоукраинского месторождения образуются именно в новоукраинских гранитах. Возможно, это объясняется указанной выше причиной (меньшим эрозионным срезом).

Щелочные метасоматиты прослежены на глубину до 3 км [19] и не совсем ясно, выклиниваются ли они с глубиной (похоже, что их мощность и рудоносность с глубиной несколько уменьшаются).

Несмотря на значительный объем публикаций, не выяснена полностью зональность метасоматитов. Считается, что к центральной их части приурочены собственно щелочные разновидности с эгирином и рибекитом, а по периферии – альбититы с

эпидотом и хлоритом, хотя упоминается и другая последовательность смены парагенезисов. В центральной части альбититов отмечены также флогопит-карбонатные и карбонатные образования, образующие прожилки или цемент брекчий [21]. Последнее важно в генетическом аспекте, поскольку данные по изотопии углерода ($\delta^{13}\text{C} - 4,3 \div - 7,0 \text{ ‰}$) кальцита и сидерита позволяют предполагать участие глубинной углекислоты в формировании рассматриваемых альбититов. В то же время, изотопный состав кислорода ($\delta^{18}\text{O} = +12 \div +23 \text{ ‰}$) этих карбонатов имеет «коровые» значения. Отметим, что подобными значениями изотопного состава углерода и кислорода характеризуются рассмотренные выше щелочные метасоматиты Восточного Приазовья [14].

Конечно, для решения вопроса об источниках щелочных флюидов и веществе ураноносных альбититов и щелочных метасоматитов (фенитов) необходимо исследовать изотопный состав Sr, а также Rb-Sr системы.

Хотя в большинстве известных публикаций по рассматриваемым альбититам не акцентируется внимание на определенных изменениях их состава с глубиной, тем не менее, есть указание [22] на то, что на глубине около 2 км амфибол в щелочных метасоматитах становится более кальциевым (типа Na-актинолита или рихтерита). Подобная зависимость была установлена для фенитов карбонатитовых комплексов. Так, например, в таких глубокоэродированных карбонатитовых и щелочно-ультраосновных массивах как Черниговский, Проскуровский и Силиньярви (Финляндия), амфиболы фенитов представлены Ca-Na разностями ряда рихтерит-винчит, тогда как в фенитах гипабиссальных комплексов – это бескальциевые щелочные амфиболы рибекит-арфедсонитового ряда.

Выводы. Следовательно, имеется определенное подобие фенитов карбонатитовых (щелочно-ультраосновных) комплексов и ураноносных альбититов кировоградского типа. Отметим, что Кировоградский район характеризуется широким развитием даек разнообразного состава, среди которых преобладают субщелочные (с титанавгитом и керсутитом) разности основного и ультраосновного, реже сиенитового состава. Эти дайки имеют преимущественно северо-западное простирание. Густая сеть дайковых

пород свидетельствует, по всей вероятности, о значительной проницаемости данного района для глубинных магм и связанных с ними флюидов. Подобная плотность дайковых пород, преимущественно субщелочного и щелочного состава, имеется и в Восточном Приазовье, где так же обильно проявлены щелочные метасоматиты (фениты).

В районе Кировограда, так же как и в Приазовье, известны и кимберлиты. Некоторые исследователи [23] склонны предполагать связь уранового оруденения с кимберлитовым или щелочно-ультраосновным карбонатитовым магматизмом. Отметим, что карбонатитовые лавы и туфы вулкана Ольдоиньо-Ленгаи характеризуются довольно высоким содержанием урана (34,5г/т) [24], а в карбонатитах Черниговского массива имеется гатчеттолит, содержащий до 19 % U_3O_8 [4, 12]. Повышенным содержанием U и TR характеризуются карбонатиты и связанные с ними щелочные породы, а также кимберлиты и лампроиты. Во всяком случае, если это не такая прямая связь, то есть основание предположить, что ураноносные альбититы и щелочные метасоматиты (фениты) Приазовья связаны с глубинными источниками (магмами и флюидами).

СПИСОК ССЫЛОК

1. Кузьменко В.И. Петрово-Гнутовское месторождение паризита (УССР). – Сов. геология, 1946, № 12. С. 49-61.
2. Елисеев Н.А., Кушев В.Г., Виноградов Д.П. Протерозойский интрузивный комплекс Восточного Приазовья. – М.; Л.: Наука, 1965 – 202 с.
3. Загнитко В.Н., Луговая И.П. Изотопная геохимия карбонатных и железисто-кремнистых пород Украинского щита.; АН УССР. Ин-т геохимии и физики минералов. – Киев: Наукова думка, 1989. – 316 с.
4. Кривдик С.Г., Ткачук В.И. Петрология щелочных пород Украинского щита; АН УССР. Ин-т геохимии и физики минералов. – Киев: Наукова думка, 1990. – 408 с.

5. Марченко Е.Я., Коньков Г.Г., Васенко В.И. О карбонатитовой природе Петрово-Гнутовской флюоритово-карбонатной дайки Приазовья // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1980. - № 1. С. 24 - 27.
6. Щербак Д.К., Шунько В.В., Загнитко В.М. Новые данные о возрастных соотношениях альбититов и гранитов анадольского комплекса. – Док. АН Украины, 1994. – С. 131 – 135.
7. Панов Б.С., Коньков Г.Г. Древние свинцы в Восточном Приазовье. Геохимия. – Киев, 1966 – № 7. С. 867 – 869.
8. Матвійчик М.В. Геохімія рідкіснометалевого рудоутворення в докембрійських лужних породах та карбонатитах Приазовського блоку Українського щита. – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата геол. наук. – Київ 2002. 26 с.
9. Khomenko V., Stepaniuk L., Kryvdik S., Ponomarenko O. Crystallochemistry and history of zircon from alkaline and subalkaline rocks of Azov area. – Petrology, mineralogy, geochemistry. Conf. ded. mem. J.A. Morozivicz 19-21 sept. Kyiv. – Kyiv, 2010. P. 32 - 33.
10. Кривдік С.Г., Моргун В.Г. Про формаційну приналежність лужних метасоматитів Східного Приазов'я. – Геохімія та рудоносність, 2010, № 28. С. 16 - 25.
11. Михайлов В.А., Шунько В.В. Новый тип молибденовой минерализации Украинского щита. – Доп. НАН України, 2002, № 6. С. 137 - 140
12. Глевасский Е.Б., Кривдик С.Г. Докембрійський карбонатитовий комплекс Приазов'я. – 1961. – Киев: Наукова думка, 228 с.
13. Пеков И.В., Беловецкая Ю.В., Карташов П.М. и др. Новые данные о перротите (Приазовье)// Зап. Всероссийского минералогического о-ва – 1999, № 3, С. 112 - 120.
14. Кривдік С.Г., Моргун В.Г., Шаригін В.В. Слюди фенітів і лужних метасоматитів Східного Приазов'я. – Мінералогічний журнал, 2010, № 4. С. 3 – 11.
15. Моргун В.Г. Мінералогічні та петрографічні особливості лужних метасоматитів Східного Приазов'я. – Мінералогічний журнал (в друці).
16. Евдокимов М.Д. Фениты Туриенского щелочного комплекса Кольского полуострова (минеральные ассоциации и геохимические особенности). – Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. 248 с.

17. Кривдік С.Г., Дубина О.В. Типохімізм мінералів лужно-ультраосновних комплексів Українського щита як індикатор глибинності їх формування. – Мінералогічний журнал, 2005, № 1. С. 64 - 75.
18. Панов Б.С. и др. Новые данные об изотопном составе углерода и кислорода карбонатов Приазовья и Донецкого бассейна. Вопросы прикладной геохимии и петрофизики. – 1979. – Киев: Вища школа. С. 69 – 79.
19. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины //Белевцев Я.Н., Коваль В.В., Вакаргиев А.Х. и др. – Киев: Наук. думка, 1995. – 396 с.
20. Старостенко В.И., Казанский В.И., Попов Н.И. и др. От поверхностных структур к интегральной глубинной модели Кировоградского рудного района (Украинский щит) // Геофиз. журн. – 2010, 32. – № 1. – С. 3-33.
21. Михальченко И.И., Шафранская Н.В. Структурная позиция тел ураноносных щелочных натриевых метасоматитов в зоне Абадашского разлома // Мінерал. журн. – 2011, 33. – № 1. – С. 79 - 87.
22. Синицин В.А., Мельниченко Б.Ф., Романенко И.М. Химический состав породообразующих минералов апогранитоидных ураноносных альбититов докембрия. Препр. ИГФМ. – 1988. – Киев, 1988. – 50 с.
23. Калашник А. А. Геолого-структурные особенности пространственного размещения ураноносных объектов и кимберлитопроявлений в Южно-Донбасской минералогенической зоне // Геохімія та рудоутворення. – 2011 (в друці).
24. Карбонатиты / Ред. О.Таттл, Дж. Гиттинс. – М.: Мир, 1969. – 486 с.