

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА МЕТАСОМАТИТОВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ЗАПАДА БЕЛАРУСИ (УЧАСТОК «ШНИПКИ»)

О.А. Пискун, А.А. Толкачикова, М.П. Гуринович

Государственное предприятие «НПЦ по геологии»
Филиал «Институт геологии»
ул. Купревича, 7, 220084, Минск, Беларусь
E-mail: piskun_oleg@mail.ru, fundament@geologiya.by

Приведены результаты исследования малоизученных метасоматических пород участка «Шнипки», расположенного на западе кристаллического фундамента Беларуси. Выделены группы карбонатно-силикатных и карбонатных скарнов, скарнированных пород, олигоклазитов и альбититов. Выявлены особенности их химизма и закономерности распределения петрогенных и малых элементов. Определены условия их формирования и последовательность этапов минералообразования метасоматического преобразования исходных пород. Сделан вывод о принадлежности выделенных скарнов к автореакционным известковым скарнам инфильтрационного типа.

ВВЕДЕНИЕ

Метасоматические образования с рудной минерализацией были вскрыты рядом с буровыми скважинами на некоторых участках западного региона докембрийского кристаллического фундамента Беларуси, где, с точки зрения перспективности обнаружения полиметаллического и редкоземельного оруденения, наибольший интерес представляют рудопроявления «Шнипки», «Ельня», «Озеры», «Ляцкое» и «Скидельское». Рудные участки приурочены к зонам динамического влияния Щучинского и Скидельского региональных разломов субмеридионального и север-северо-восточного простирания в пределах Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса. Кристаллический фундамент данного региона сложен разнообразными породами, как стратифицированными метаморфическими (щучинская серия) и магматическими интрузивными (песковский, голеновский, осмолковский и мостовский комплексы), так и ультраметаморфическими (эндербит-чарнокитовый комплекс) и образованиями комплекса бластомилонитов (рис. 1).

В 1963–1964 г. Щучинской поисково-разведывательной партией проводились работы, целью которых было установление природы наи-

более интенсивной магнитной аномалии (рис. 2) и выяснение перспектив одноименного участка «Шнипки» на полезные ископаемые. В результате было установлено, что магнитная аномалия связана с повышенным содержанием минералов железа (магнетита), который местами слагал прослой мощностью в 3–5 см. Также была выявлена мощная зона тектонического дробления, подвергшаяся интенсивному метасоматическому изменению с сульфидной и магнетитовой минерализацией.

К настоящему времени на участке «Шнипки» пробурено 14 скв.: М 164, 162, 163; Щ 48, 405; Шн 1п, 3п, 4п, 5п, 6п, 8п; ОП-7, 8, 9. Породы кристаллического фундамента здесь вскрыты на глубинах от 194,4 до 600,0 м и представлены стратифицированными образованиями щучинской серии и рядом интрузивных тел березовского комплекса, среди которых встречаются метасоматически измененные породы, приуроченные к зоне тектонических нарушений Щучинского разлома. На отдельных участках породы настолько изменены, что невозможно установить их первоначальный состав и облик. По отношению к зоне дробления метасоматические породы располагаются зонально – от менее измененных вдали разломной зоны

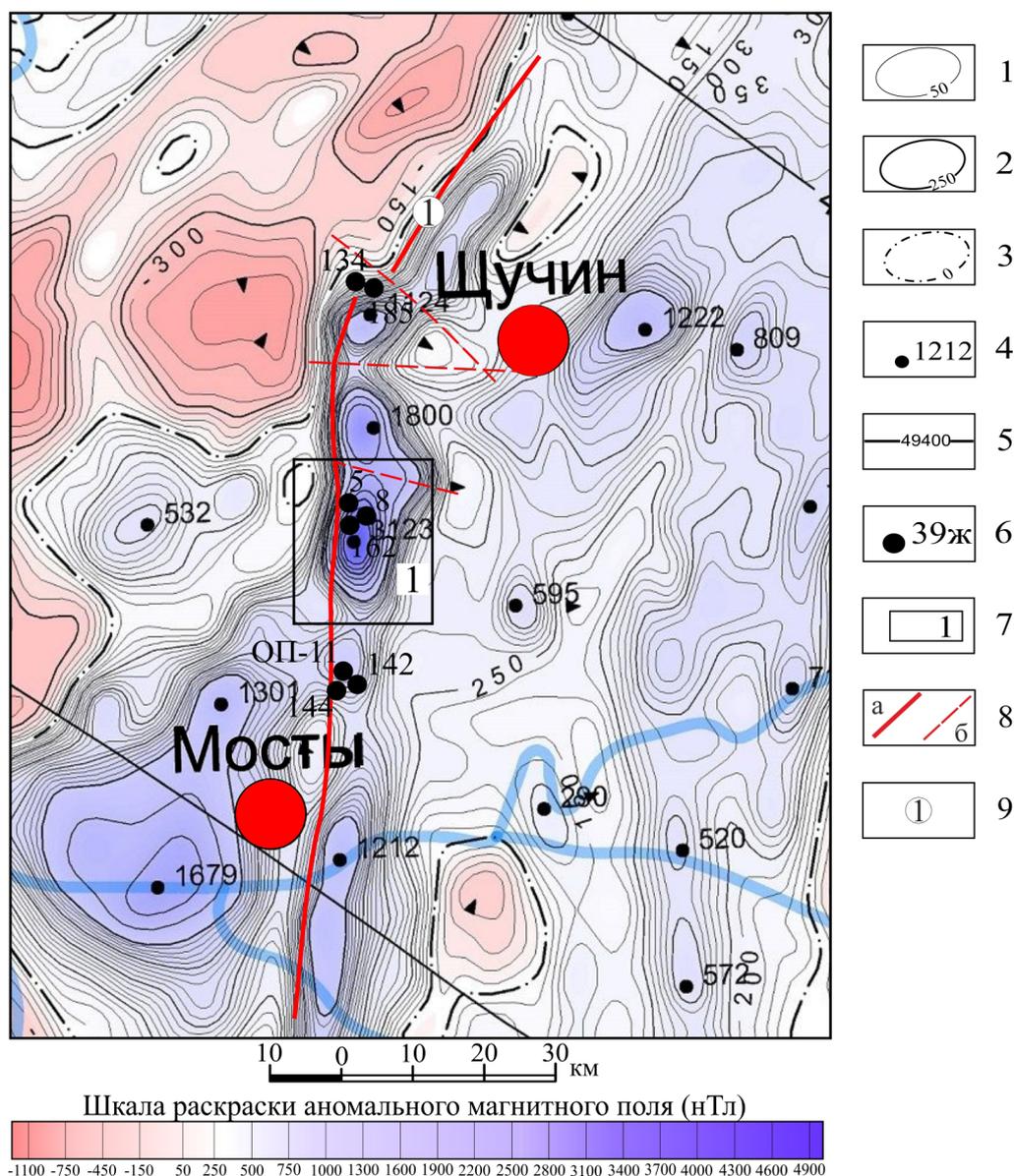


Рисунок 2 – Карта аномального магнитного поля изучаемого региона с элементами тектоники: 1 – изолинии, кратные 50 нТл; 2 – изолинии, кратные 250 нТл; 3 – нулевые изолинии; 4 – экстремальные значения нТл; 5 – изолинии нормального магнитного поля эпохи 1965 г. нТл (модель ВСЕГЕИ); 6 – буровые скважины; 7 – контуры участка «Шнипки»; 8 – разрывные нарушения: а – главные, б – второстепенные; 9 – Щучинская зона разломов

микроскопов Альтами ПОЛАР 312, Carl Zeiss Axioskop 40 A PoI изучено более 340 шлифов разных типов метасоматических пород данного участка. Обработано 19 полных силикатных анализов пород, выполненных методом «мокрой химии» в лаборатории физико-химических методов исследования БелНИГРИ, Центральной лаборатории РУП «Белгеология» и других химических лабораториях [10]. Исследовано около 32 спектральных анализа пород, которые выполнялись эмиссионным приближенно-количественным методом в Производственном объединении «Центрказгеология» (г. Караганда), а также в Центральной лаборатории РУП «Белгеология». Для петро- и геохимического

изучения использовались анализы из более представительной части разреза для определения всех разновидностей пород, участвовавших в строении участка «Шнипки». Определение редкоземельных элементов проводилось в лаборатории Института минералогии и геохимии редких элементов (Москва, Россия) (4 пробы). Для обработки аналитических данных использовалось программное обеспечение Microsoft Office Word и Excel. Процесс исследований заключался в системном комплексном анализе структурно-геологических, петрографических, минералогических и геохимических данных. Подобранные материалы позволили определить формационную принадлежность пород,

ГЕОЛОГИЯ

петро- и геохимические особенности, характер распределения в них петрогенных и малых элементов, осуществить реконструкцию условий и последовательность их формирования.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Скарны вскрыты скв. Шн 5п, Щ 48, М 164 и ОП-9 на глубинах соответственно 214,4–239,3 м, 238,0–244,9 м, 366,7–390,5 м и 332,0–349,0 м, где они образуют круто падающую на восток залежь мощностью 20–30 м среди гнейсов и кристаллосланцев (рис. 3).

Породы имеют довольно сложный минеральный состав. Помимо первичных породообразу-

ющих минералов, к которым относится гранат, пироксен, амфибол, плагиоклаз, кварц, в них почти всегда присутствует в разном количественном соотношении – скаполит, карбонаты, эпидот, биотит, мусковит, актинолит. Акцессорные и рудные минералы представлены обычно сфеном, калиевым полевым шпатом, монацитом, апатитом, ортитом, цирконом, магнетитом, сульфидами. Макроскопически это плотные, пятнистые светло-бежевого, серого, розоватого цветов породы с хорошо различимыми вкраплениями темноцветных минералов (рис. 4, 5). Для пород характерны неяснополосчатые, линзовидно-полосчатые, пятнистые и массивные текстуры, гранобластовые, пойкилобластовые структуры, а также резкая изменчивость количественных соотношений минералов.

Среди скарнов выделяются *карбонатно-силикатные* и *карбонатные* породы.

В зависимости от комбинации основных породообразующих минералов среди *карбонатно-силикатных скарнов* (рис. 6–8) выделены следующие разновидности: гранат-кварц-карбонатные, кварц-гранат-карбонатные, кварц-скаполит-карбонатные, гранат-кварц-эпидот-карбонатные, эпидот-кварц-карбонат-гранатовые, кварц-карбонат-гранатовые, кварц-эпидот-карбонат-гранатовые, гранат-эпидот-кварцевые, скаполит-гранат-эпидот-кварцевые, скаполит-эпидот-кварцевые, карбонат-эпидот-кварцевые, карбонат-гранат-эпидот-кварцевые, амфибол-эпидот-гранат-кварцевые, амфибол-эпидот-плагиоклазовые, плагиоклаз-кварц-гранат-скаполит-эпидот-амфибол-карбонат-пироксеновые. Содержание породообразующих минералов в этих породах варьируется (%): гранат – 0–45, кварц – 15–50, карбонат – 0–40, эпидот – 0–35, скаполит – 0–20, амфибол – 0–10, пироксены – 0–15.

Для *карбонатных скарнов* характерно значительное присутствие карбонатных минералов – до 80–95%. В их составе могут присутствовать в незначительном количестве пироксены (клинопироксен), амфибол, кварц, гранат, скаполит, эпидот (рис. 9–11). Среди акцессорных минералов встречаются сфен, магнетит, сульфиды.

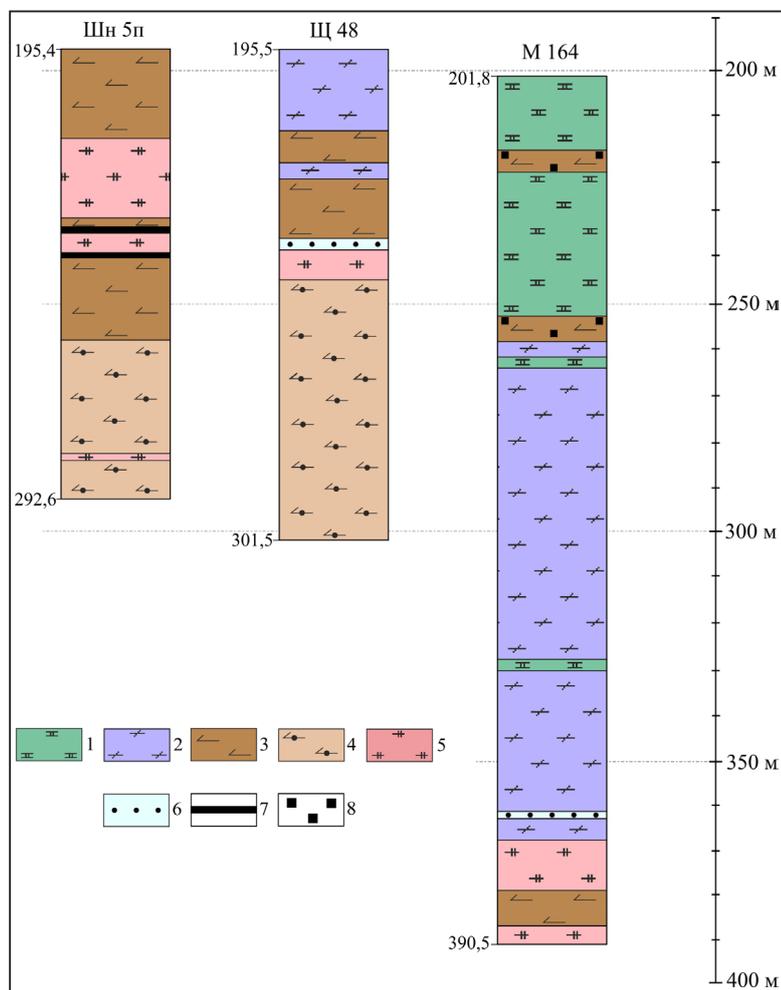


Рисунок 3 – Литолого-петрографические колонки буровых скважин, вскрывших скарны участка «Шнипки»:

- 1 – гиперстеновые и амфибол-гиперстеновые кристаллические сланцы; 2 – флогопитизированные кристаллические сланцы;
- 3 – биотитовые гнейсы и сланцы; 4 – гранат-биотитовые гнейсы;
- 5 – скарны; 6 – кордиерит-кварцевые и биотит-кордиерит-кварцевые породы; 7 – сульфидная минерализация;
- 8 – магнетитовая минерализация



Рисунок 4 – Скарн, скв. М 164 – 374,5 м



Рисунок 5 – Скарн, скв. М 164 – 377,5 м

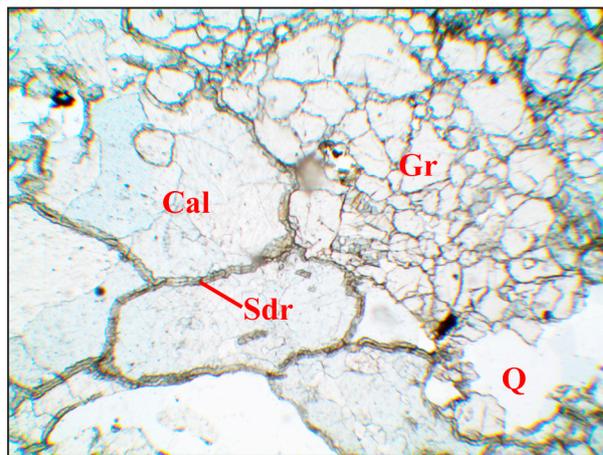
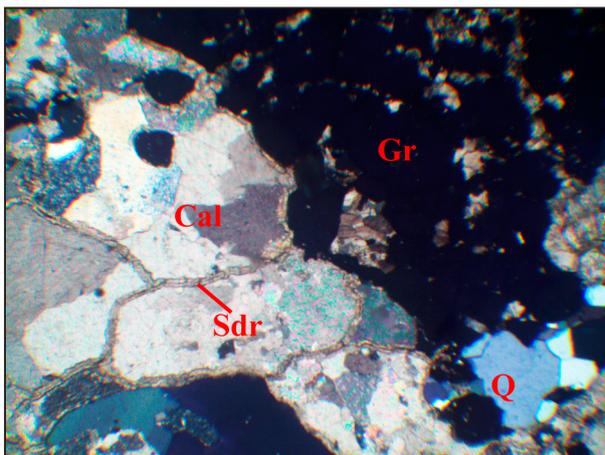


Рисунок 6 – Гранат-кварц-карбонатный скарн, скв. Шн 5п – 226,0 м.

Здесь и далее – фото шлифа: слева – с анализатором; справа – без анализатора; видимое поле шлифа 3,0×2,5 мм

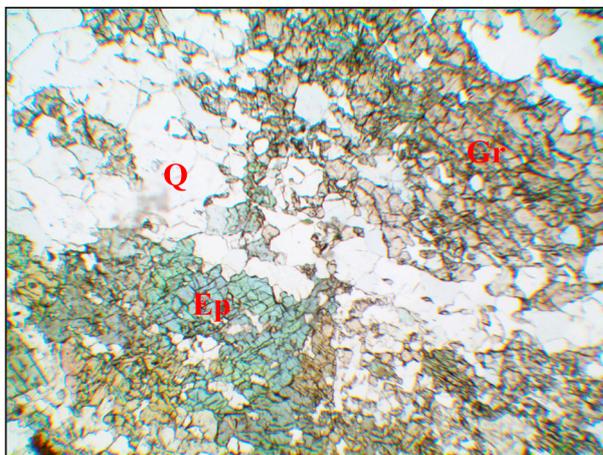
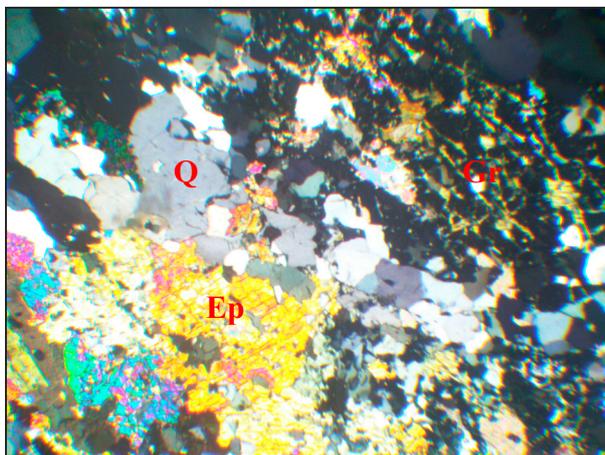


Рисунок 7 – Карбонат-гранат-эпидот-кварцевый скарн, скв. М 164 – 390,0 м

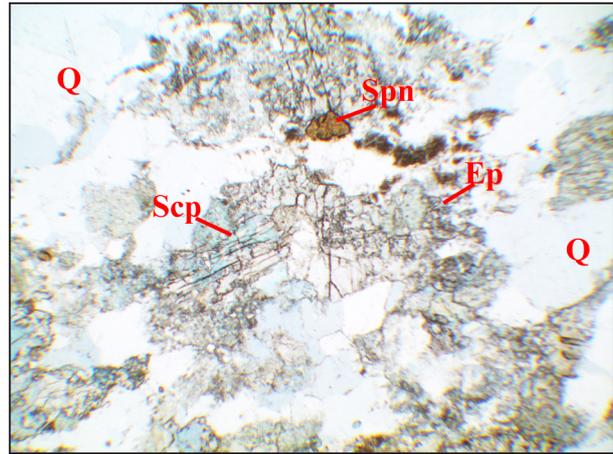
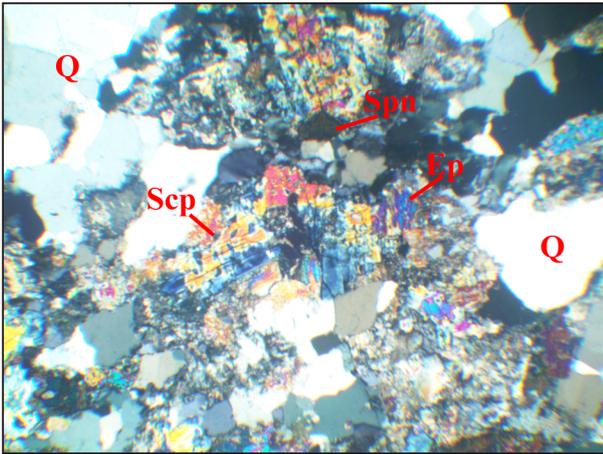


Рисунок 8 – Скаполит-эпидот-кварцевый скарн, скв. М 164 – 376,0 м

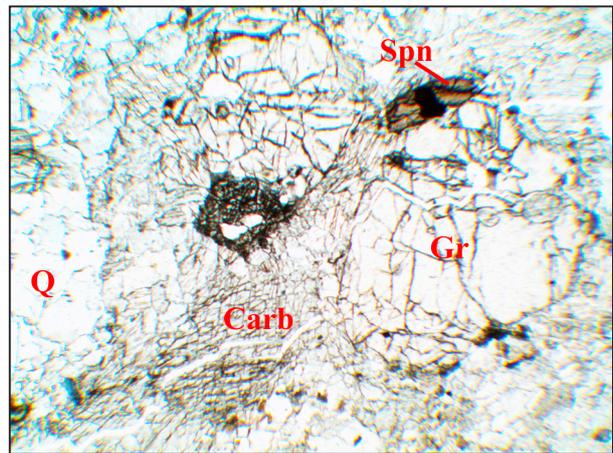
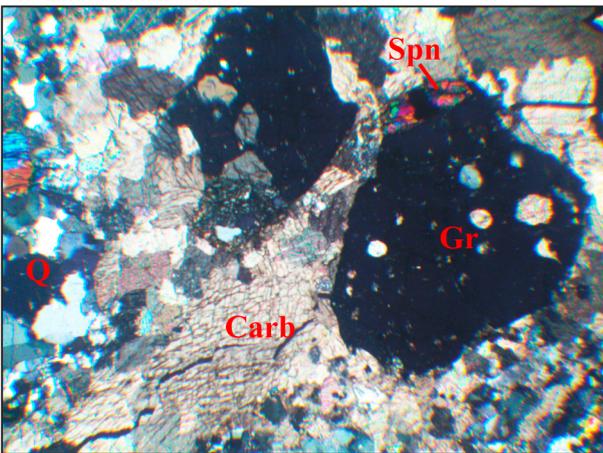


Рисунок 9 – Карбонатный скарн с кварцем и гранатом, скв. ОП-9 – 557,0 м

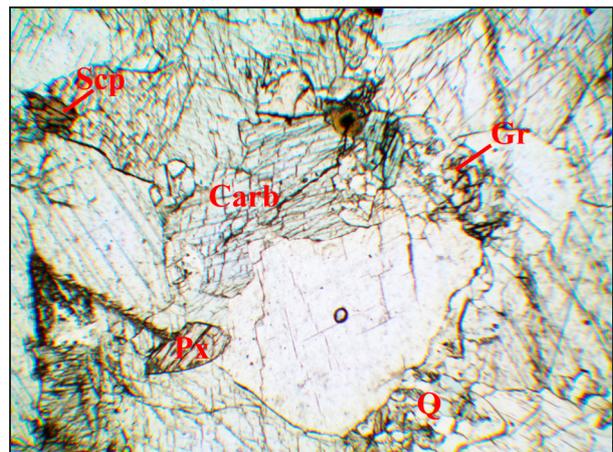


Рисунок 10 – Карбонатный скарн с кварцем, гранатом и пироксеном, скв. ОП-9 – 561,0 м

Вторая группа выделенных метасоматитов участка «Шнипки» представлена *альбититами и олигоклазитами*, вскрытыми скв. Шн 7п. Они образуют небольшие прожилки и прослои светло-серого, беловатого цвета и сахаровидного облика и залегают согласно среди амфиболитов и гнейсов щучинской серии. Породы представляют

собой мелкозернистые плотные образования с массивной текстурой и аплитовой, с элементами гранобластовой, структурой и отличаются лишь составом плагиоклаза, содержание которого может достигать 85–90% (рис. 12, 13). Помимо самого плагиоклаза (альбита или олигоклаза) в породе присутствуют кварц, калиевый полевой шпат и не-

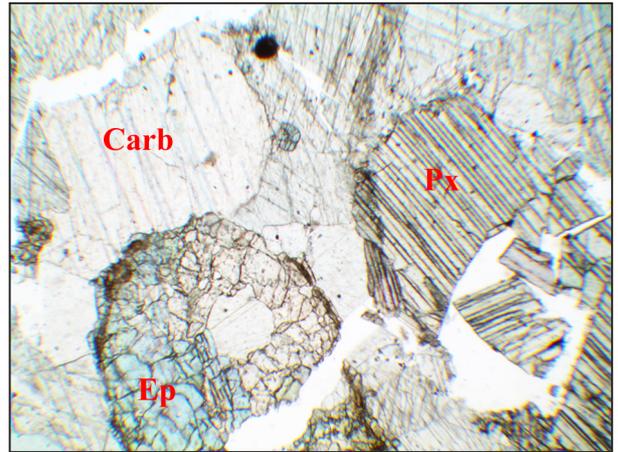
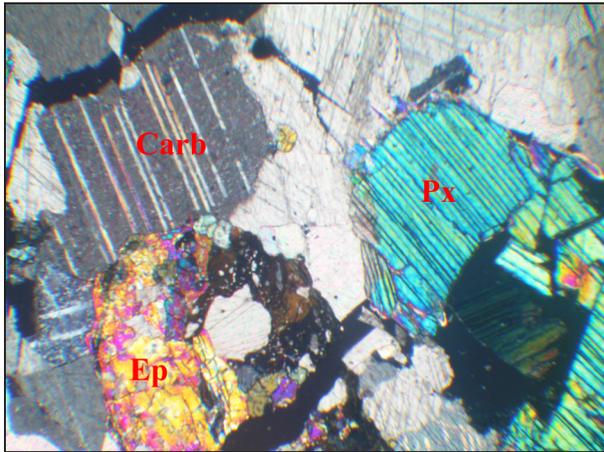


Рисунок 11 – Карбонатный скарн с пироксеном и эпидотом, скв. М 164 – 378,0 м

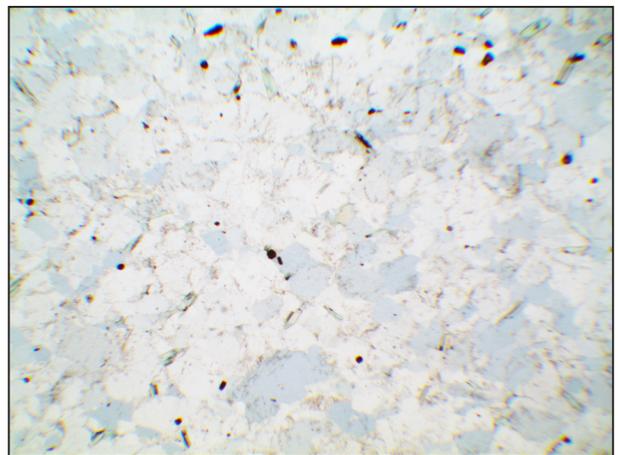
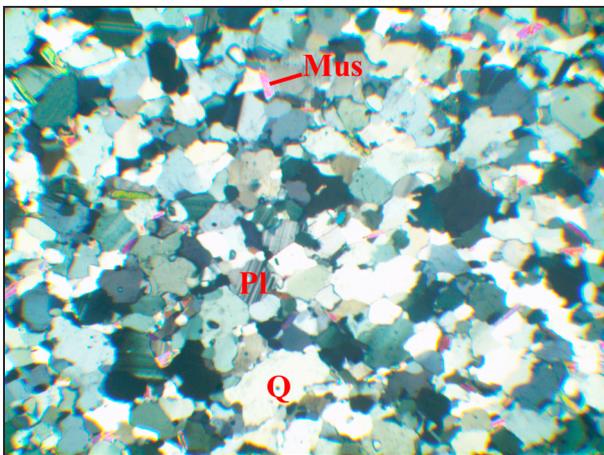


Рисунок 12 – Альбитит, скв. Шн 7п – 217,6 м

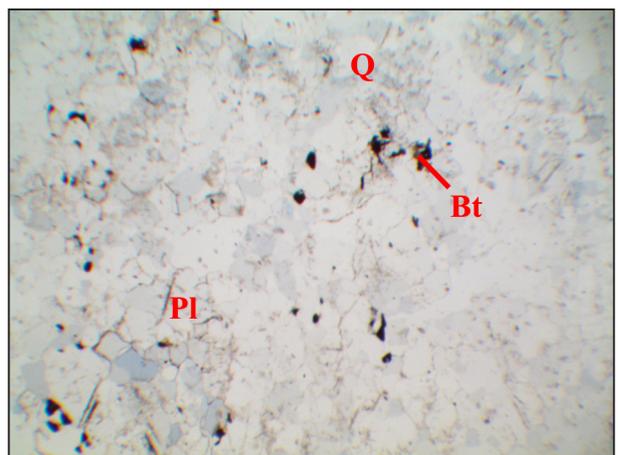
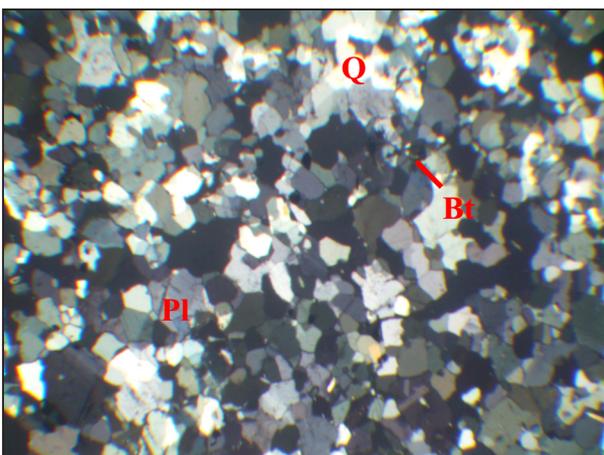


Рисунок 13 – Олигоклазит, скв. Шн 7п – 236,2 м

значительное количество слюды. Из аксессуарных минералов в породах встречаются циркон, монацит, апатит, карбонаты.

На удалении от зоны тектонического дробления во вмещающих породах, представленных различными по составу гнейсами, отмечаются следы метасоматических изменений в виде скаполити-

зации, карбонатизации, мусковитизации, окварцевания и калишпатизации. Такие **скарнированные породы** (рис. 14, 15) широко представлены в скв. Шн 1п, 2п, 4п, 8п, ОП-7 и ОП-9. Текстура пород гнейсовидная, полосчатая, сланцеватая, структура – чаще порфиробластовая, лепидогранобластовая с участками замещения. Минераль-

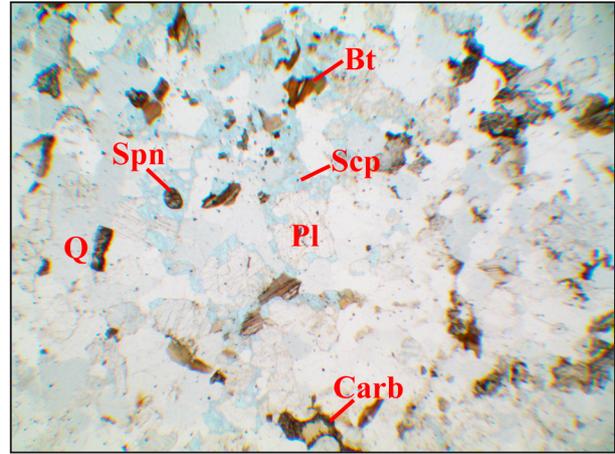
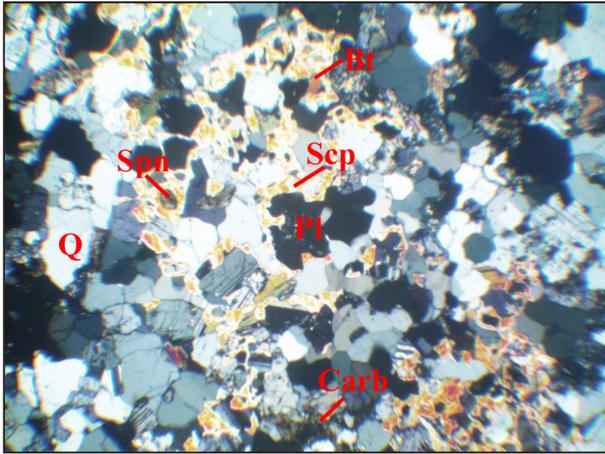


Рисунок 14 – Биотитовый гнейс скаполитизированный, скв. Шн 5п – 212,0 м

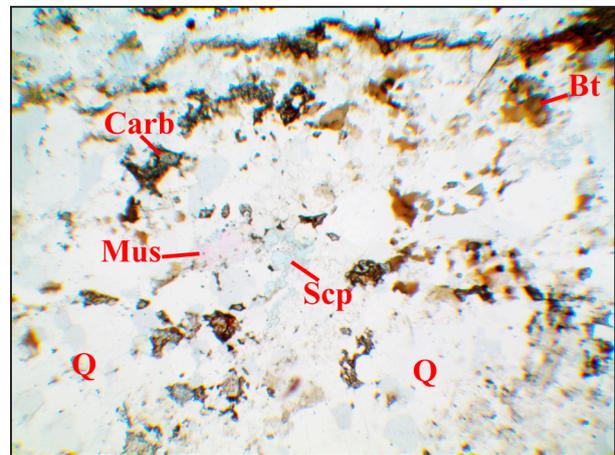
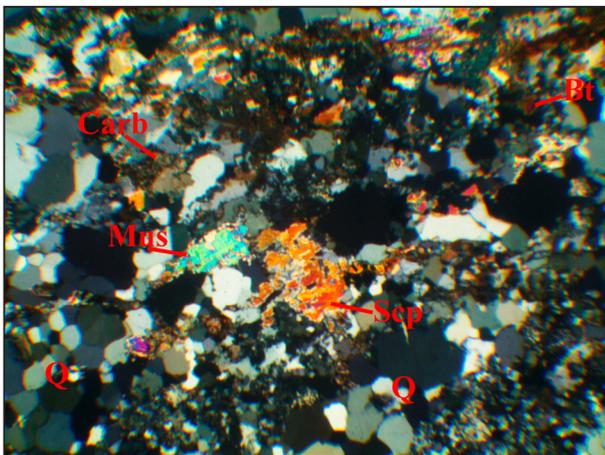


Рисунок 15 – Биотитовый гнейс окварцованный, мусковитизированный, скаполитизированный и карбонатизированный, скв. Шн 5п – 231,6 м

ный состав пород (%): плагиоклаз – 20–25, кварц – 30–35, гранат – 15–20, биотит – 7–10, мусковит – 3–5, скаполит – 3–5, калиевый полевой шпат, карбонаты. Из акцессорных минералов встречаются циркон, магнетит, апатит, иногда сфен.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД

Все рассматриваемые скарны (карбонатно-силикатные и карбонатные) обеднены кремнеземом, алюминием, магнием, щелочами и содержат значительное количество кальция, что отличает их от вмещающих гнейсов.

Карбонатно-силикатные скарны по содержанию кремнезема относятся к породам основного состава ($\text{SiO}_2 = 40\text{--}55\%$) (табл. 1, № 1–8) нормальнощелочного ряда. Для них характерно повышенное содержание CaO (13–27%). Несмотря на вариабельность содержания некоторых петрогенных элементов (Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O) среди карбонатно-силикатных скарнов по химическому составу выделяются породы с высокой желези-

стостью ($F_{\text{общ}} = 0,82\text{--}1,00\%$), повышенной титанистостью ($t' = 2\text{--}4\%$), умеренной глиноземистостью ($al' = 0,6\text{--}1,0\%$) и низкой магниальностью ($mg\# = 0,01\text{--}0,18\%$) (см. табл. 1, № 1–6), и образования с умеренной железистостью ($F_{\text{общ}} = 0,62\text{--}0,66\%$), более высокой титанистостью ($t' = 4\text{--}6\%$), глиноземистостью ($al' = 1,1\text{--}1,6\%$) и магниальностью ($mg\# = 0,34\text{--}0,38\%$), большим содержанием щелочей ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ до 2,4%) (см. табл. 1, № 7–8).

Карбонатные скарны петрохимически представляют собой относительно однородную группу пород с высоким содержанием CaO от 46 до 53% (см. табл. 1, № 9–12). Содержание оксидов кремния ($\text{SiO}_2 = 2\text{--}12\%$) и титана ($\text{TiO}_2 = 0,2\%$) в них крайне низкое. Породы характеризуются умеренной железистостью ($F_{\text{общ}} = 0,53\text{--}0,76\%$), низкой глиноземистостью ($al' = 0,14\text{--}0,50\%$) и щелочностью ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 0,2\text{--}1,2\%$), повышенной магниальностью ($mg\# = 0,24\text{--}0,47\%$); калий преобладает над натрием.

Среди скарнированных пород различаются образования основного ($\text{SiO}_2 = 50\text{--}53\%$) и средне-кис-

Таблица 1 – Химический состав (мас. %) метасоматических образований участка «Шнипки»

Компо- ненты	Карбонатно-силикатные скарны								Карбонатные скарны				Скарнированные породы					Оли- гкла- зит	Аль- битит
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
SiO ₂	40,03	40,88	43,45	45,91	46,59	54,80	50,43	50,89	10,80	12,14	3,19	2,01	49,80	53,12	62,30	69,07	73,03	57,89	62,18
TiO ₂	0,30	0,22	0,31	0,29	0,39	0,35	0,15	0,29	–	–	0,23	–	0,25	0,25	0,48	0,17	0,16	0,90	0,74
Al ₂ O ₃	9,50	8,83	9,92	8,76	10,75	11,03	9,59	8,71	1,91	1,35	0,43	0,43	7,43	6,12	8,33	11,68	10,64	21,48	17,59
Fe ₂ O ₃	3,27	10,11	3,52	6,95	3,92	3,33	0,58	1,83	0,88	1,19	1,88	0,92	15,53	16,18	1,54	2,13	0,22	0,78	0,05
FeO	5,24	3,23	8,76	1,77	12,07	5,53	3,12	3,16	1,06	0,92	–	0,31	4,53	4,38	4,74	2,73	3,59	1,08	3,77
MnO	0,07	0,44	0,88	0,36	0,70	0,53	0,21	0,22	0,25	0,39	0,24	0,22	0,16	0,13	0,18	0,18	0,10	0,05	0,05
MgO	1,49	2,37	1,01	1,82	2,68	2,08	2,38	2,68	1,91	0,79	1,15	1,26	2,23	1,84	2,68	1,59	2,28	4,52	2,72
CaO	26,31	19,61	20,72	27,28	13,30	17,44	17,58	16,58	46,13	47,40	52,76	52,76	4,21	2,28	8,00	6,57	3,71	3,22	2,10
Na ₂ O	0,09	0,10	0,01	1,39	0,14	0,16	1,29	1,06	0,06	0,61	0,15	0,09	0,94	0,62	0,65	1,06	0,39	6,68	6,90
K ₂ O	1,47	0,05	0,38	0,16	0,63	0,20	1,13	1,21	0,14	0,61	0,28	0,27	0,66	0,59	2,24	1,48	1,13	1,41	2,04
P ₂ O ₅	0,13	0,06	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,02	0,08	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12	0,20
SO ₃	–	0,10	–	0,17	0,16	0,17	0,76	2,05	–	0,03	–	0,44	–	–	2,37	0,07	0,29	–	0,06
П.п.п	10,89	4,29	11,02	5,60	8,61	3,86	11,88	10,83	36,99	35,02	39,48	40,86	12,15	11,99	6,12	2,75	4,60	1,19	1,53
Сумма	98,79	100,20	99,99	100,60	99,95	99,49	99,11	99,52	100,19	100,47	99,87	99,68	97,90	97,51	99,64	99,49	100,15	99,32	99,93
F _{общ}	0,85	0,85	1,00	0,83	0,86	0,82	0,62	0,66	0,53	0,76	0,65	0,54	0,90	0,92	0,71	0,76	0,63	0,30	0,59
t'	3,53	1,65	2,52	3,33	2,44	3,95	4,05	5,81	–	–	12,23	–	1,25	1,22	7,64	3,50	4,20	48,39	19,37
al'	0,95	0,56	0,81	0,83	0,58	1,01	1,58	1,14	0,50	0,47	0,14	0,17	0,33	0,27	0,93	1,81	1,75	3,37	2,69
mg#	0,15	0,15	0,01	0,17	0,14	0,18	0,38	0,34	0,47	0,24	0,35	0,46	0,10	0,08	0,29	0,24	0,37	0,70	0,41
FeO*/MgO	5,49	5,20	–	4,41	5,82	4,10	1,53	1,79	0,97	2,52	1,47	0,90	8,30	10,29	2,29	2,92	1,66	0,39	1,40
Na ₂ O+K ₂ O	1,56	0,15	0,39	1,55	0,77	0,36	2,42	2,27	0,20	1,22	0,43	0,36	1,60	1,21	2,89	2,54	1,52	8,09	8,94
Na ₂ O/K ₂ O	0,06	2,00	0,03	8,69	0,22	0,80	1,14	0,88	0,43	1,00	0,54	0,33	1,42	1,05	0,29	0,72	0,35	4,74	3,38
n	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Примечание: 1–6 – карбонатно-силикатные скарны высокожелезистые: 1 – кварц-гранат-карбонатный, скв. Шн 5п – 226,0 м; 2 – амфибол-эпидот-скаполит-гранат-кварцевый, скв. М 164 – 388,5 м; 3 – карбонат-кварц-гранатовый, скв. Шн 5п – 214,4 м; 4 – плагиоклаз-кварц-гранат-скаполит-эпидот-амфибол-карбонат-пироксеновый, скв. Щ 48 – 239,0 м; 5 – кварц-эпидот-карбонат-гранатовый, скв. Шн 5п – 232,5 м; 6 – скаполит-гранат-эпидот-кварцевый, скв. Шн 5п – 233,3 м; 7–8 – карбонатно-силикатные скарны умеренножелезистые: 7 – кварц-скаполит-карбонатный с сульфидами, скв. Шн 5п – 238,5 м; 8 – кварц-скаполит-карбонатный с сульфидами, скв. М 164 – 368,0 м; 9–12 – карбонатные скарны: 9 – с амфиболом, скв. М 164 – 242,0 м; 10 – с пироксеном и эпидотом, скв. М 164 – 378,0 м; 11 – с пироксеном, скв. Щ 48 – 241,0 м; 12 – с пироксеном, скв. Щ 48 – 242,0 м; 13–14 – скарнированные породы основного состава: 13 – гнейс гранат-кварцевый скаполитизированный с эпидотом, скв. Шн 5п – 235,0 м; 14 – гнейс окварцованный с эпидотом, скв. Шн 5п – 235,1 м; 15–17 – скарнированные породы средне-кислого состава: 15 – гнейс биотит-кварцевый скаполитизированный с кордиеритом, скв. Шн 5п – 240,0 м; 16 – гнейс биотитовый окварцованный, мусковитизированный, скаполитизированный и карбонатизированный, скв. Шн 5п – 231,0 м; 17 – гнейс биотитовый скаполитизированный, скв. Шн 5п – 212,0 м; 18 – олигоклазит, скв. Шн 7п – 239,1 м; 19 – альбитит, скв. Шн 7п – 234,0 м.

лого (SiO₂ = 62–73%) состава (см. табл. 1, № 13–17) нормальнощелочного ряда, тип щелочности – натриевый. Породы основного состава характеризуются высокой железистостью (F_{общ} = 0,90–0,92%), умеренной титанистостью (t' = 1,2–1,3%), низкой глиноземистостью (al' = 0,27–0,33%) и магниальностью (mg# = 0,08–0,10%); содержание оксида кальция варьирует в пределах 2,3–4,2% (см. табл. 1, № 13, 14). Для пород средне-кислого состава характерна умеренная железистость (F_{общ} = 0,63–0,76%), высокая титанистость (t' = 3,5–7,6%), выше в них глиноземистость (al' = 0,9–1,8%) и магниальность (mg# = 0,24–0,37%), а также отмечается увеличение концентрации оксида кальция (CaO = 3,7–8,0%) (см. табл. 1, № 15–17).

Альбититы и олигоклазиты по содержанию кремнезема относятся к породам среднего состава (SiO₂ = 58–62%, см. табл. 1, № 18, 19). Они характеризуются от низкой до умеренной железистостью (F_{общ} = 0,3–0,6%), весьма высокой титанистостью (t' = 19,4–48,4%), высокой глиноземистостью (al' = 2,7–3,4%) и магниальностью (mg# = 0,4–0,7%); содержание оксида кальция низкое (CaO = 2,1–3,2%). Породы относятся к образованиям умереннощелочного ряда с натриевой щелочностью (Na₂O/K₂O = 3,4–4,7).

Четкого тренда распределения петрогенных элементов в зависимости от содержания кремнезема (SiO₂) в рассматриваемых метасоматических образованиях не наблюдается за исключением рас-

пределения кальция (CaO) и железа ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$), концентрация которых уменьшается с ростом содержания кремнезема (рис. 16), то есть при окварцевании, кислотном выщелачивании, эти компоненты выносятся.

Для общего микроэлементного состава скарнов и скарнированных пород за исключением оруденелых горизонтов характерна обедненность сидерофильных элементов (Ti, V, Cr, Ni, Co, Sc), Sr и Nb (рис. 17), содержание которых в 4–12 раз

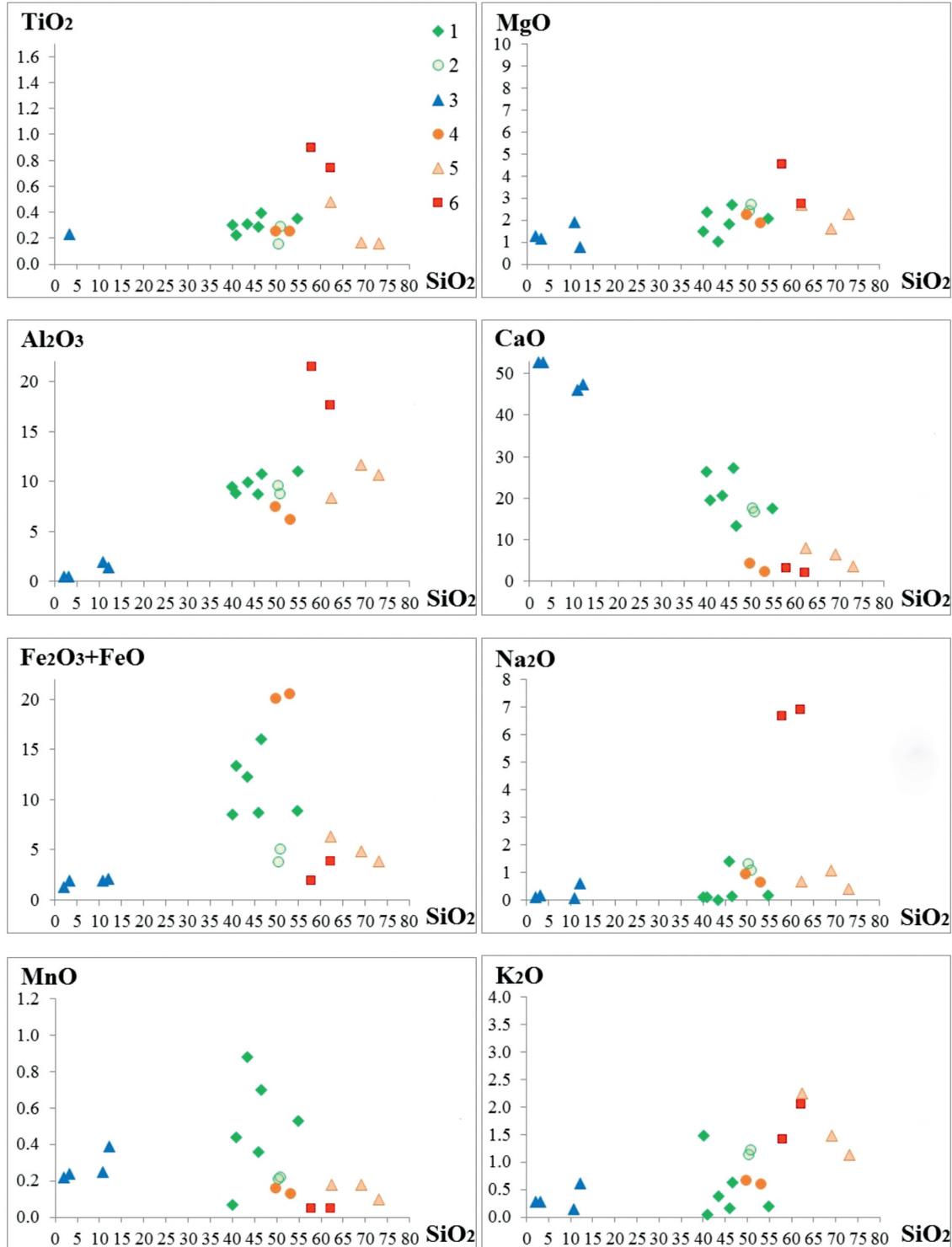


Рисунок 16 – Распределение оксидов относительно SiO_2 в метасоматических породах участка «Шнипки»: 1 – карбонатно-силикатные скарны высокожелезистые; 2 – карбонатно-силикатные скарны умеренножелезистые; 3 – карбонатные скарны; 4 – скарнированные породы основного состава; 5 – скарнированные породы средне-кислого состава; 6 – альбититы и олигоклазиты

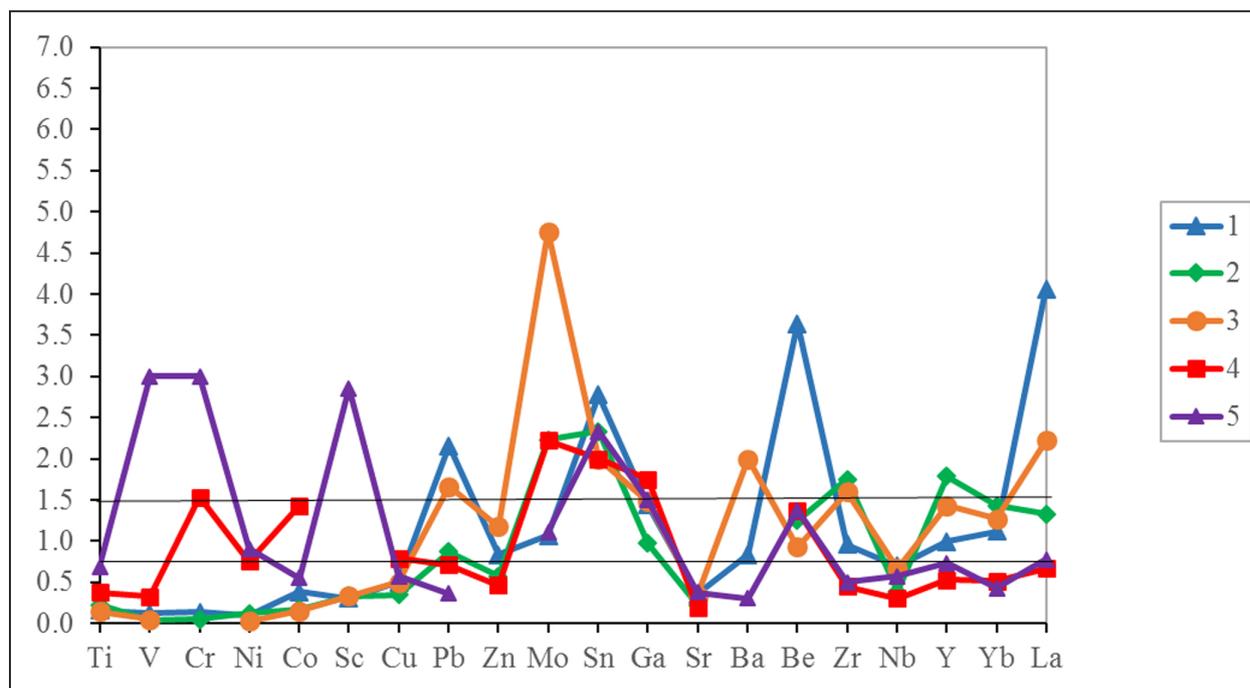


Рисунок 17 – Тренды относительного распределения микроэлементов в метасоматических породах участка «Шнипки»: 1 – карбонатно-силикатные скарны; 2 – карбонатные скарны; 3 – скарнированные породы; 4 – альбититы; 5 – олигоклазиты. Кк – отношение содержаний элементов в породах к значениям кларков пород соответствующего состава по А.П. Виноградову [3]. Область значений Кк, близких к кларковым ($Kk = 0,5-1,5$), выделена двумя линиями

ниже кларка пород соответствующего состава по А.П. Виноградову [3]. Только для олигоклазитов отмечается повышенное содержание V, Cr и Sc, превышающее величину кларка 2–3 раза. Во всех метасоматитах наблюдается концентрация Sn (превышает кларк в 2–3 раза), а в карбонатно-силикатных скарнах, скарнированных породах и альбититах отмечается обогащенность Mo, в карбонатных скарнах – Be и La.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Особенности минерального и химического состава рассматриваемых метасоматитов участка «Шнипки» свидетельствуют о принадлежности их к образованиям скарнового типа [1; 2]. Существовали разные представления об их происхождении – терригенное [6], эндогенное (карбонатиты) [8], контактово-инфильтрационное [1].

Наличие «окатанных» зерен породообразующих минералов в метасоматических образованиях, которое рассматривалось в качестве основного критерия образования скарнов терригенным путем [6], по существу свидетельствует о тектонических подвижках и неоднократном дроблении рассланцованных пород в районе Щучинского раз-

лома, к которому приурочен участок «Шнипки».

Установление магматической природы карбонатных пород В.Ф. Красовским [8] на основании только минералогического состава неправомерно, в дальнейшем эта точка зрения не была поддержана. Для разграничения сходных по минеральному составу эндогенных карбонатных образований решающее значение имеет комплекс типоморфных элементов-примесей, позволяющий практически однозначно определять генезис данных пород. На эталонных карбонатитовых объектах магматического происхождения установлены постоянно высокие содержания редких и редкоземельных элементов [4; 9]. Причем для них весьма характерен спектр редкоземельных элементов с резкой степенью фракционирования легких РЗЭ и слабо-выраженной или отсутствующей отрицательной аномалией содержания европия [12].

Хондрит-нормализованные спектры РЗЭ метасоматических пород участка «Шнипки» (рис. 18) демонстрируют умеренное обогащение легкими редкими землями относительно тяжелых ($La/Yb_n = 5,1-11,6$) (табл. 2).

Рассматриваемые скарны в зависимости от типа распределения РЗЭ подразделяются на две группы с близким (практически идентичным) видом графика распределения РЗЭ (рис. 18). Кар-

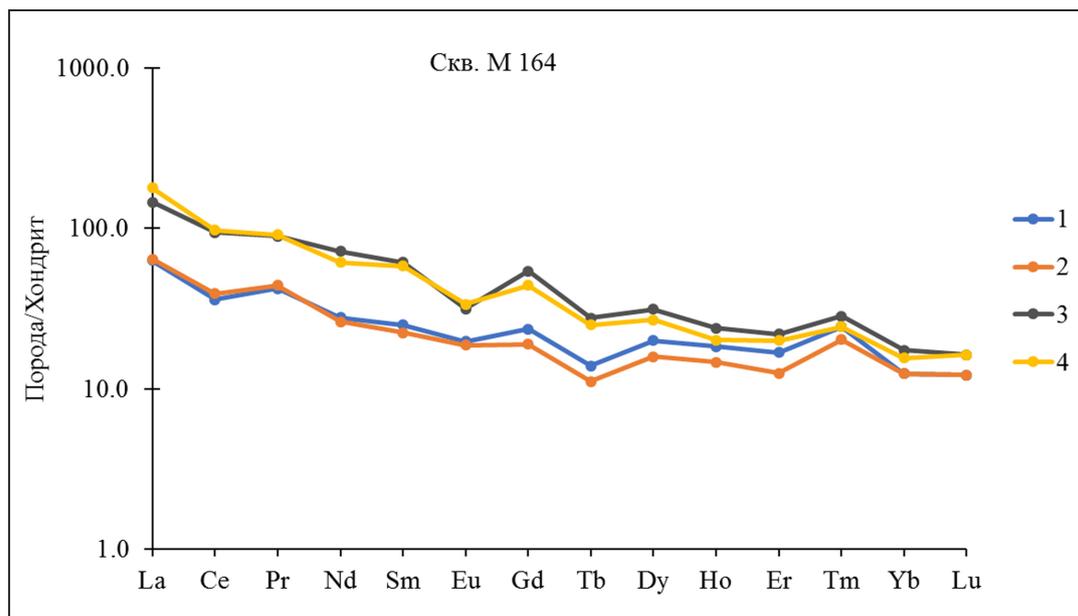


Рисунок 18 – Хондрит-нормализованное распределение редких земель [11] в метасоматических породах участка «Шнипки»: 1–2 – карбонатные скарны: 1 – с пироксеном, гл. 367,3–368,4 м; 2 – с пироксеном, амфиболом и скаполитом, гл. 372,6–378,0 м; 3–4 – карбонатно-силикатные скарны: 3 – карбонат-амфибол-пироксен-эпидот-скаполит-кварцевый, гл. 368,4–372,6 м; 4 – карбонат-афибол-пироксен-эпидот-скаполит-кварцевый, гл. 370,0 м

Таблица 2 – Содержание редкоземельных элементов (г/т) в скарнах участка «Шнипки»

Компоненты	1	2	3	4
La	15,0	15,3	34,7	42,5
Ce	22	24	58	60
Pr	3,9	4,1	8,3	8,5
Nd	12,7	12,0	33,0	28,0
Sm	3,7	3,3	9,1	8,6
Eu	1,11	1,05	1,77	1,90
Gd	4,70	3,76	10,77	8,80
Tb	0,5	0,4	1,0	0,9
Dy	4,9	3,9	7,7	6,6
Ho	1,0	0,8	1,3	1,1
Er	2,7	2,0	3,5	3,2
Tm	0,6	0,5	0,7	0,6
Yb	2,0	2,0	2,8	2,5
Lu	0,3	0,3	0,4	0,4
La/Nd	1,18	1,28	1,05	1,52
Eu/Sm	0,30	0,32	0,19	0,22
Eu/Eu*	0,81	0,91	0,54	0,67
La/Yb _n	5,09	5,20	8,42	11,55
La/Sm _n	2,53	2,90	2,38	3,09
Gd/Lu _n	1,94	1,55	3,33	2,72

Примечание: 1 – карбонатная порода пироксенсодержащая, гл. 367,3–368,4 м; 2 – карбонатная порода со скаполитом, гл. 273,6–278,0 м; 3 – скарн эпидот-кварц-скаполит-пироксеновый с амфиболом и карбонатом, гл. 368,4–372,6 м; 4 – скарн эпидот-кварц-скаполит-пироксеновый с амфиболом и карбонатом, гл. 370,0 м.

карбонатные пироксенсодержащие скарны характеризуются невысокой концентрацией РЗЭ, весьма пологим графиком нормированных содержаний и умеренной европиевой аномалией. Отношение $La/Yb_n = 5,1-5,2$ в них отвечает широко распространенному соотношению этих элементов в породах основного состава нормальной щелочности. Силикатно-карбонатные скарны несколько обогащены РЗЭ по сравнению с карбонатными породами. Для них характерен умеренный наклон кривой нормированных содержаний ($La/Yb_n = 8,4-11,6$) и четкий европиевый минимум, что соответствует типу распределения РЗЭ в породах средне-кислого состава. Низкие содержания РЗЭ в карбонатных и силикатно-карбонатных породах участка «Шнипки» в сочетании с пологим характером кривых на графиках нормирования, поведение европия и отношение La/Yb являются надежными критериями для отличия их от магматических (эндогенных) карбонатитов. Об этом же свидетельствуют и низкие содержания в породах и минералах таких элементов, как Sr, Ba, Nb, Ta.

Тесная пространственная связь карбонатных скарнов с карбонатно-силикатными породами изучаемого участка, сходство их минеральных ассоциаций и геохимических особенностей свидетельствуют о генетическом родстве этих образований.

Как уже отмечалось, скарны участка «Шнипки» были отнесены к образованиям контактово-инфильтрационного типа [1] в соответствии с представлениями Е.Д. Карповой и А.Г. Ивашенцева [5]. С учетом мирового опыта изучения метасоматических пород и сложившихся современных представлений об их условиях образования [7; 9 и др.] нам представляется, что изучаемые скарны участка «Шнипки» следует отнести к **автореакционным известковым скарнам**, по механизму образования относящимся к инфильтрационному типу. Такие скарны формируются в зоне регионального Ca – Fe – Mg метасоматоза без контакта с первичными карбонатными породами (как это происходит в случае образования метасоматитов контактово-инфильтрационного типа), которые отсутствуют в стратифицированном разрезе изучаемого региона. Участки развития автореакционных скарнов обычно связаны с зонами гранитизации (в нашем случае воздействие гранитов мостовского комплекса), кислотного и кальциевого метасоматоза, при этом протолитом служат различные метаморфические породы. Скарны участка «Шнипки» относятся к эндоскарнам, а скарнированные образования – околоскарнированным породам, которые образовались по исходным алюмосиликатным отложениям, представленным в данном регионе кристаллическими сланцами и гнейсами щучинской серии.

Минералого-геохимические исследования метасоматитов участка «Шнипки» свидетельствуют о принадлежности их к сложным по составу автореакционным скарнам, возникшим в ходе нескольких этапов минералообразования: начальный безрудный (ассоциация диопсид-геденбергита, граната андрадит-гроссулярового состава и скаполита); последующий более низкотемпературный (появление эпидота, амфибола и кварца); наиболее поздний (карбонатизация с сопутствующей сульфидной минерализацией до образования мономинеральных карбонатных жил и прожилков и альбитизация с образованием олигоклазитов и альбититов), предположительно отвечающий поздней кварц-карбонатно-сульфидной (кварцево-сульфидной стадии минералообразования в скарнах [9]). Присутствие иногда в карбонатных породах ксенолитов скарнированных образований указывает на то, что отложению карбонатов предшествовали тектонические нарушения и дробление ранее возникших скарнированных и карбонатно-силикатных пород. В отличие от скарнов олигоклазиты и альбититы являются продуктом постмагматического натрового метасоматоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Участок «Шнипки» характеризуется наличием разнообразных метасоматически измененных пород, приуроченных к мощной зоне тектонических нарушений Щучинского разлома. Детальное исследование малоизученных метасоматических образований данного участка на основе минералого-петрографических, геохимических и петрологических методов позволило провести их расчленение, выделить разные типы и разновидности пород, определить их минеральный состав и структурно-текстурные особенности, выявить закономерности распределения петрогенных и малых элементов, установить условия формирования и последовательность этапов минералообразования метасоматического преобразования исходных пород.

Метасоматические породы по отношению к тектонической зоне располагаются зонально – от менее измененных вдали разломной зоны (частично скарнированные породы) до чисто метасоматических, среди которых выделяется группа скарнов (карбонатно-силикатные и карбонатные) и группа альбититов и олигоклазитов. Карбонатно-силикатные и карбонатные разновидности скарнов отличаются количественным содержанием силикатной и карбонатной компоненты. Основными породообразующими минералами карбонатно-силикатных скарнов являются гранат, кварц, карбонаты (кальцит, сидерит), эпидот, скаполит, амфибол, пироксен. Для карбонатных скарнов характерно присутствие до 80–95% карбонатных минералов и подчиненное количество пироксена (клинопироксен), амфибола, кварца, граната, скаполита, эпидота. К скарнированным породам были отнесены умеренно метасоматически измененные образования со следами скаполитизации, карбонатитизации, мусковитизации, окварцевания и калишпатизации. Отдельную группу пород составляют альбититы и олигоклазиты – мелкозернистые породы, на 85–90% состоящие из плагиоклаза (альбита или олигоклаза) с незначительным присутствием кварца, калиевого полевого шпата и слюды.

Все карбонатные и силикатно-карбонатные скарны обеднены SiO₂, Al₂O₃, MgO, щелочами и содержат значительное количество кальция, наличие которого в карбонатных скарнах достигает 46–53%. Во всех выделенных группах метасоматитов с учетом выявленных в них петрохимических особенностей выделяются разновидности пород, различающиеся железистостью, титанистостью, глиноземистостью и магниальностью.

Микроэлементный состав пород характеризуется обедненностью сидерофильных элементов за исключением олигоклазитов, обогащенных V, Cr и Sc. Также во всех метасоматитах наблюдается повышенная концентрация Sn, а в карбонатно-силикатных скарнах, скарнированных породах и альбититах – Mo, в карбонатных скарнах – Be и La.

Скарны отнесены нами к автореакционным известковым скарнам инфильтрационного типа, образование которых связано с гидротермально-метасоматическим воздействием гранитов мостовского комплекса в зоне тектонических нарушений Щучинского разлома, где были проявлены процессы кислотного и кальциевого метасоматоза. Протолитом служили метаморфические образо-

вания щучинской серии и магматические породы березовского комплекса. Альбититы и олигоклазиты, по нашему мнению, являются продуктом постмагматического натрового метасоматоза.

Скарны и скарнированные породы являются достаточно редкими образованиями кристаллического фундамента Беларуси. Их изучение носит как чисто научный интерес, так и имеет прикладное значение, так как с этими породами часто связаны месторождения железа, вольфрама, меди, молибдена, свинца, цинка, бора и др. Доля автореакционных скарнов в мире мала, но и с ними связаны определенные перспективы. Как пример, месторождение шеелита Чорух-Дайрон в Таджикистане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксаментова, Н. В. О генетической природе карбонатно-силикатных пород Щучинской тектонической зоны Белорусского массива / Н. В. Аксаментова, Л. В. Ганзеева // Поисковые критерии твердых полезных ископаемых БССР. – Минск : БелНИГРИ, 1985. – С. 54–70.
2. Архипова, А. А. Генезис метасоматитов зоны щучинского разлома (Центрально-Белорусский массив) и связанного с ним оруденения / А. А. Архипова, И. В. Найденков // Літасфера. – 2002. – № 2 (17). – С. 61–78.
3. Виноградов, А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А. П. Виноградов // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555–571.
4. Капустин, Ю. Л. Геохимия стронция и бария в карбонатитах / Ю. Л. Капустин // Геохимия. – 1982. – № 3. – С. 369–390.
5. Карпова, Е. Д. Скарны / Е. Д. Карпова, А. Г. Ивашенцев // Измененные околорудные породы и их поисковое значение. – Москва : Госгеолтехиздат, 1954. – С. 10–52.
6. Корешкова, Л. А. О терригенной природе породообразующих минералов докембрийских толщ северо-запада Белоруссии / Л. А. Корешкова // Геология и география. – Минск : БГУ, 1981. – Вып. 3. – С. 3–11.
7. Коржинский, Д. С. Основы метасоматизма и метамагматизма / Д. С. Коржинский // Избранные труды. – Москва : Наука, 1993. – 239 с.
8. Красовский, В. Ф. Карбонатитовый комплекс пород докембрия в кристаллическом фундаменте Белоруссии / В. Ф. Красовский // Геология, петрография и металлогения кристаллического фундамента Белоруссии. – Минск : Наука и техника, 1983. – С. 35–49.
9. **Метасоматизм** и метасоматические породы / кол. авторов ; ред.: В. А. Жариков, В. Л. Русинов. – Москва : Научный мир, 1998. – 492 с.
10. **Химические** анализы горных пород кристаллического фундамента Белоруссии : справочник / А. М. Пап [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1988. – 243 с.
11. Sun, S. S. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts : implications for mantle composition and processes / S. S. Sun, W. F. McDonough // Magmatism in ocean basins. – Geol. Soc. London. Spec. – 1989. – Pub. 42. – P. 313–345.
12. Wass, S. Y. Mantle metasomatism – precursor to continental volcanism / S. Y. Wass, N. W. Rogers // Geoch. Cosm. Acta. – 1980. – № 44. – P. 1811–1823.

Статья поступила в редакцию 06.09.2022

Рецензент А.Г. Лапцевич

АСАБЛІВАСЦІ РЭЧЫЎНАГА СКЛАДУ МЕТАСАМАТЫТАЎ КРЫШТАЛІЧНАГА ФУНДАМЕНТА ЗАХАДУ БЕЛАРУСІ (УЧАСТАК «ШНІПКІ»)

А.А. Пискун, А.А. Талкачыкава, М.П. Гурынович

Дзяржаўнае прадпрыемства «НВЦ па геалогіі»
Філіял «Інстытут геалогіі»
вул. Купрэвіча, 7, 220084, Мінск, Беларусь
E-mail: piskun_oleg@mail.ru, fundament@geologiya.by

Прыведзены вынікі даследавання малавывучаных метасаматычных парод участка «Шніпкі», размешчанага на захадзе крышталічнага фундаменту Беларусі. Выдзелены групы карбанатна-сілікатных і карбанатных скарнаў, скарніраваных парод, алігаклазітаў і альбітытаў. Выяўлены асаблівасці іх хімізму і заканамернасці размеркавання петрагенных і малых элементаў. Вызначаны ўмовы іх фарміравання і паслядоўнасць этапаў мінералаўтварэння метасаматычнага пераўтварэння зыходных парод. Зроблены вывады аб прыналежнасці выдзеленых скарнаў да аўтараакцыйных вапнавых скарнаў інфільтрацыйнага тыпу.

FEATURES OF THE COMPOSITION OF METASOMATITES OF THE CRYSTALLINE BASEMENT OF WESTERN BELARUS (SHNIPKI SITE)

O. Piskun, A. Tolkachikova, M. Hurynovich

State Enterprise "Research and Production Center for Geology"
Branch "Institute for Geology"
7 Kuprevich St, 220084, Minsk, Belarus
E-mail: piskun_oleg@mail.ru, fundament@geologiya.by

The article presents the results of the study insufficiently explored metasomatic rocks of the Shnipki site, located in the west part of the crystalline basement of Belarus. Groups of carbonate-silicate and carbonate skarns, skarn rocks, oligoclases and albitites have been identified. Peculiarities of their chemistry and patterns of distribution of petrogenic and minor elements have been revealed. The conditions for their formation and the sequence of stages of mineral formation and metasomatic transformation of the original rocks have been determined. It has been concluded that the selected skarns belong to autoreactive calcareous skarns of the infiltration type.