

9. *Поликарпов Г. Г., Иванов В. М., Гулин С. Б., Гулин М. Б.* Депонирование углерода метана в карбонатных бактериальных постройках на свале глубин сероводородной зоны Черного моря // *Доп. НАН України.* – 1993. – № 7. – С. 93–94.
10. *Michaelis W., Seifert R., Nauhaus K. et al.* Microbial reefs in the Black Sea fuelled by anaerobic oxidation of methane // *Science.* – 2002. – **297**. – P. 1013–1015.
11. *Левин А. Ю., Иванов М. В., Пименов Н. В.* Генезис метана холодных метановых сипов днепровского каньона в Черном море // *Докл. АН.* – 2002. – **387**, № 2. – С. 242–244.
12. *Gulin S. B., Polikarpov G. G., Egorov V. N.* The age of microbial carbonate structures grown at methane seeps in the Black Sea with an implication of dating of the seeping methane // *Mar. Chem.* – 2003. – **84**. – P. 67–72.
13. *Artemov Yu. G.* Software support for investigation of natural methane seeps by hydroacoustic method // *Marine Ecol. J.* – 2006. – **5**, No 1. – P. 57–71.
14. *Levich V. G.* *Physicochemical Hydrodynamics.* – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1962. – 390 p.
15. *Schmale O., Greinert J., Rehder G.* Methane emission from high-intensity marine gas seeps in the Black Sea into the atmosphere // *Geophys. Res. Lett.* – 2005. – **32**, L07609, doi:10.1029/2004GL021138.

*Институт биологии южных морей  
им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
Севастополь*

*Поступило в редакцию 04.12.2006*

УДК 553.24:553.065

© 2007

**Н. И. Дерябин**

## **О гидросиликатных и листовенитовых метасоматитах**

*(Представлено академиком НАН Украины Е. Ф. Шнюковым)*

*We consider the facies and the metasomatic zoning of hydrosilicate and leaflike metasomatites. Alkaline conditions of their formation are judged.*

Гидросиликатные и листовенитовые метасоматиты формировались за счет пород основного и даже ультраосновного (особенно листовениты) составов. Изучению гидросиликатных пород были посвящены публикации Л. Н. Овчинникова (1960 г.), С. А. Чулина, Н. И. Дерябина (1978 г., 1981 г.), а листовенитов — работы В. А. Жарикова, Б. И. Омеляненко (1965 г.), С. Н. Гавриновой, Н. И. Бородаевского (1959 г.), И. П. Щербаня (1975 г.), Н. И. Дерябина (1999 г.) и многих других. Образование этих пород происходило под воздействием средне-температурных (гидросиликаты) и низкотемпературных (листвениты) гидротермальных растворов углекислотно-щелочного состава. В прежних работах их формирование рассматривалось в кислотной среде с метасоматической зональностью (от внешних к внутренним метазонам) в порядке возрастания активности инертных компонентов в ряду Fe, Mg, Fe, Al, Si. Анализ строения геологических разрезов, а также положение Д. С. Коржинского (1960, 1963 г.) о том, что повышение активности кислорода при замещении пород основного состава, согласно уравнению  $[H^+]^2 \cdot [O_2] \cdot [e]^+ = K_t$ , при постоянной температуре, должно привести к повышению щелочности среды; послужило основанием для пересмотра условий образования данных метасоматических пород.

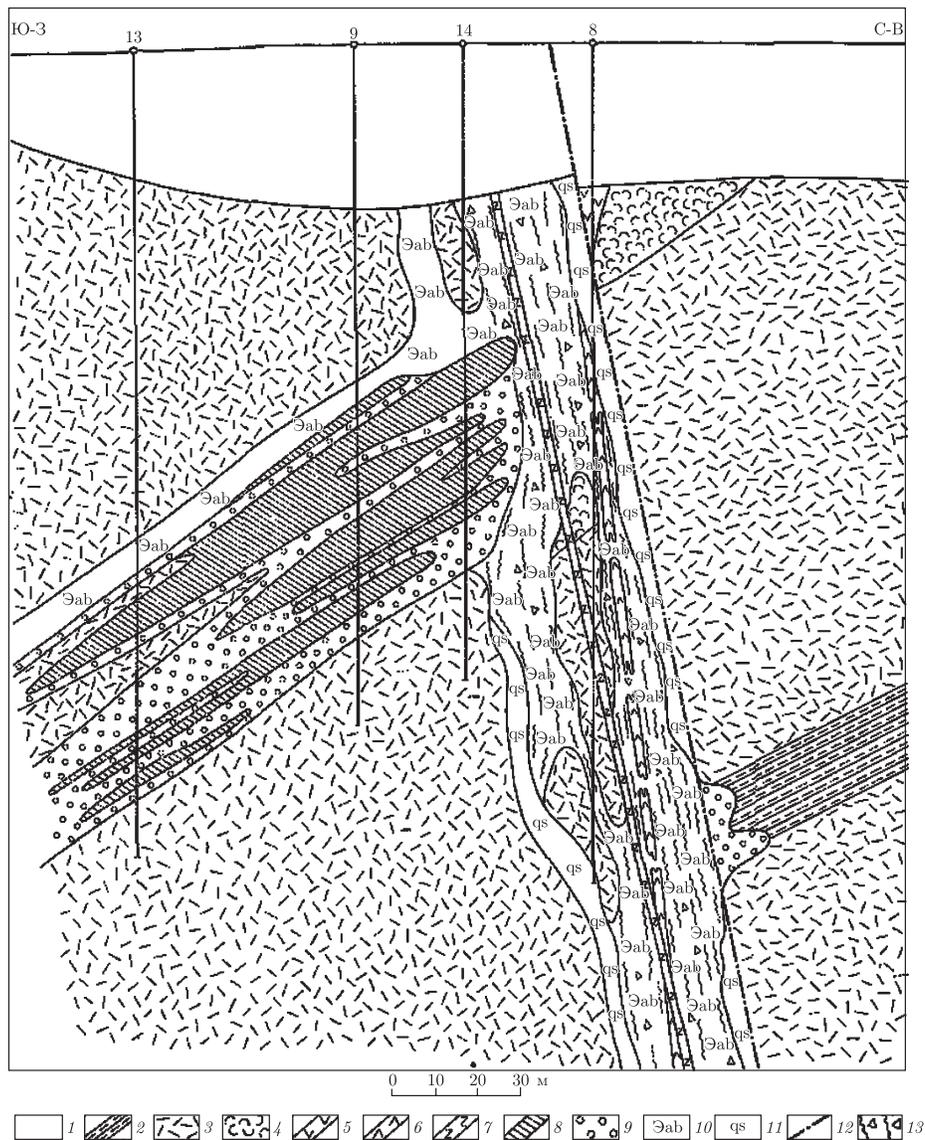


Рис. 1. Разрез рудоконтролирующей зоны Широотно-Сосьвинского разлома на Северном Урале:  
 1 — мезокайнозойские покровные отложения; 2 — туфо-песчаники; 3 — андезитово-базальтовые порфириды; 4 — туфы порфиридов; дайки: 5 — диоритовых порфиридов, 6 — базальтовых порфиридов, 7 — микродиабазов; 8 — железные руды внутренних метазон гидросиликатных метасоматитов; 9 — известковые скарны; 10 — средние и внешние метазоны гидросиликатных метасоматитов (плаггиоклаз-карбонат-эпидот-хлоритовые); 11 — карбонат-хлоритовые березиты; 12 — сброс; 13 — сланцеватые, брекчиевидные текстуры пород

Гидросиликатные метасоматиты были развиты широко среди вулканогенных и осадочных пород основного состава рифтогенных тектонических ярусов. Их основной ассоциацией минералов были: плаггиоклаз (альбит), эпидот, амфиболит, хлорит и магнетит. Среди этих метасоматитов на Северном Урале, Алтае, Ангарской провинции и в Южной Якутии развивались сингенетические магнетитовые (мушкетеровитовые) железные руды. Метасоматиты как правило, проявлялись в крыльях швов разломов и образовывали широкие ореолы вокруг известковых скарнов (рис. 1). Их минеральный состав в значительной степени определялся в растворах химическими потенциалами натрия и воды при пониженных концен-

трациях углекислоты (рис. 2, а). На диаграмме парагенезисов минералов выделялось пять фаций. В породах первой и второй фаций при пониженной щелочности обменные реакции протекали с поглощением воды при низких концентрациях в растворах натрия. Внутренние метазоны слагались карбонатами и актинолитом, а внешние — хлоритом, эпидотом и плагиоклазом. В породах третьей фации при повышенной щелочности процесс формирования минералов происходил с поглощением воды и натрия, что препятствовало полному замещению плагиоклаза эпидотом и актинолитом. По этим причинам в породах первых трех фаций метасоматический гематит (магнетит) находился в виде рассеянной вкрапленности. В породах четвертой и пятой фаций при повышенной щелочности переход силикатного железа в рудное протекал в реакции окисления железа. В этих фациях во внешних метазонах отсутствовал парагенезис магнетита с плагиоклазом, а в их внутренних метазонах в парагенезисе с хлоритом и актинолитом проявлялись промышленные концентрации магнетитовых руд (рис. 3).

При этом внешняя четвертая метазона была представлена хлорит-альбитовыми метасоматитами пятнистой текстуры. Пироксен и роговая обманка первичных андезито-базальтовых порфиритов замещались эпидотом, актинолитом и хлоритом, а плагиоклаз — альбитом и серицитом. Средняя (третья) метазона состояла из актинолит-эпидотовых пород с карбонатом и полосчатыми текстурами. Средняя (вторая) метазона была сложена эпидот-актинолитовыми метасоматитами с карбонатом. Внутренняя (первая) актинолит-магнетитовая метазона мощностью до 40 м была представлена магнетитовыми рудами с хлоритом. В них происходило полное замещение карбоната и эпидота магнетитом и хлоритом. Магнетит был в виде жилков и скоплений, корродировал зерна актинолита и, в свою очередь, замещался хлоритом с пиритом. В колонках замещения этих пород и руд в направлении от внешних к внутренним метазонам происходило увеличение выноса кремнекислоты, глинозема с приносом углекислоты, серы и железа, включая его окисные формы (табл. 1). Все эти данные свидетельствовали о том, что гидросиликатные метасоматиты формировались в щелочной среде с ростом pH растворов от внешних к внутренним метазонам, о чем свидетельствовали показания коэффициентов окисления этих пород ( $Fe_2O_3/Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3/FeO$ ). При этом сумма щелочей уменьшалась, что подтверждало их выщелачивание с возрастанием щелочности растворов.

С целью более детального изучения формации гидросиликатных метасоматитов была проанализирована также ее магнезиально-гидросиликатная субформация, изученная на Десовском железорудном месторождении на Алданском щите [3, рис. 46]. Магнезиально-гидросиликатные метасоматиты зеленовато-серого цвета залежали в слоистой архейской толще среди магнезиальных скарнов, кальцифиров и кристаллических сланцев основного состава. Их прослой мощностью до 100 м достигали протяженности до 5 км. В ряде случаев они выполняли секущие зоны разломов. Их фильтрационная метасоматическая зональность при прохождении растворов выражалась от внешних к внутренним метазонам следующим образом: плагиоклаз-скаполитовые, плагиоклаз-магнетит-флогопитовые, плагиоклаз-магнетит-серпентиновые и магнетит-серпентиновые (флогопит-серпентин-магнетитовые). Во внешних же метазонах диопсид корродировался и замещался плагиоклазом и скаполитом. Во внутренних метазонах флогопит-серпентин-магнетитовые руды были развиты в виде линз, полос мощностью до 30 м. Они были приурочены обычно к почве надрудных кальцифиров и часто залежали в виде жил среди диопсидовых магнезиальных скарнов. Руды имели прожилково-вкрапленные, пятнистые и полосчатые текстуры. Серпентин (антигорит) развивался по салиту форстериту, фассаиту, диопсиду и роговой обманке скарнов.

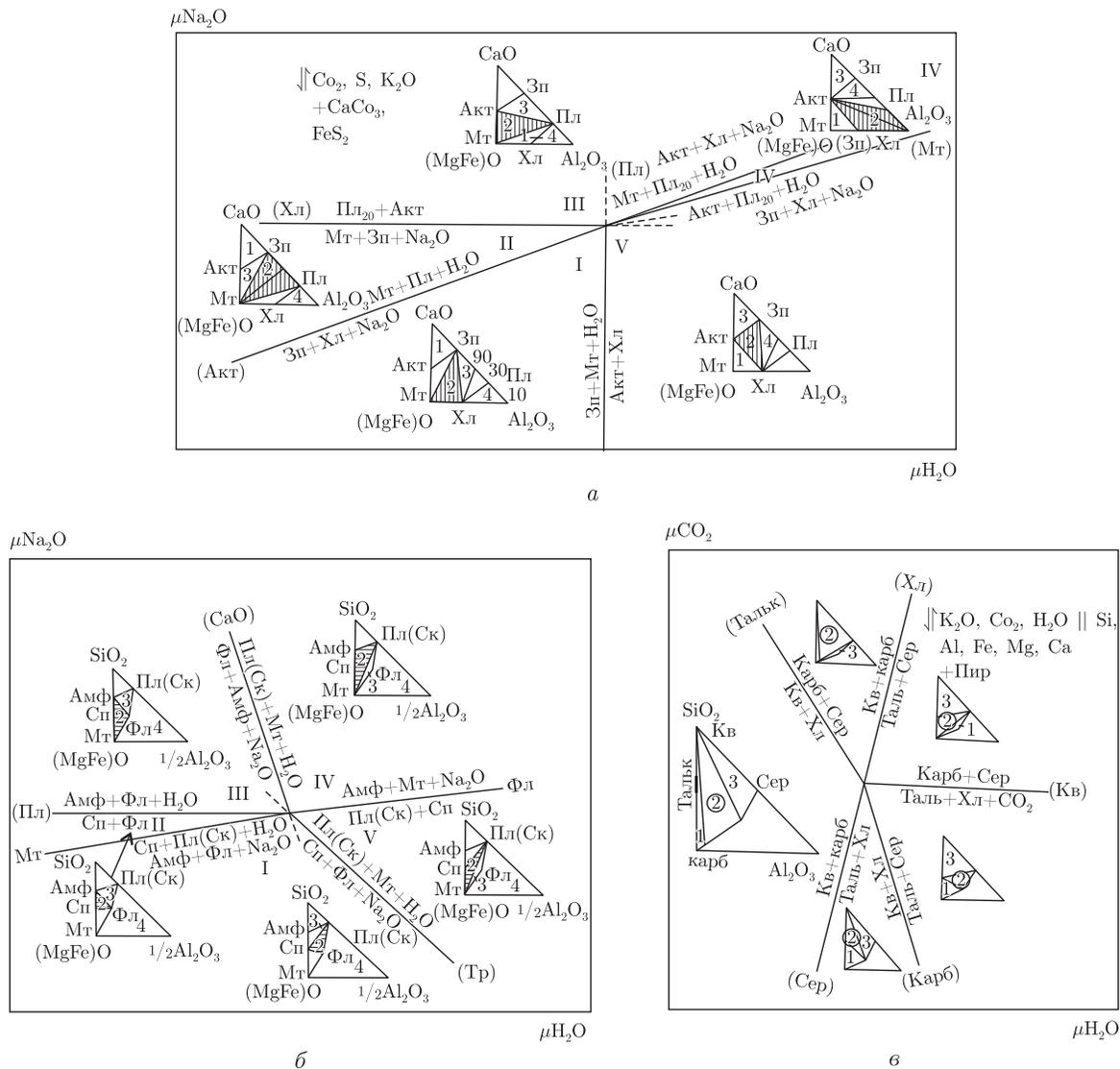


Рис. 2. Диаграммы метасоматических формаций гидросиликатных (а) магнезиально-гидросиликатных (б) и лиственистых (в) пород.

а: Диаграмма химических потенциалов окиси натрия и воды с инертными  $\text{Ca}-\text{Al}_2\text{O}_3-(\text{MgFe})\text{O}$ . I-V – фации гидросиликатных метасоматитов месторождений железных руд Северного Урала: I – хлорит-магнетит-эпидотовая, II – магнетит-эпидот-плаггиоклазовая, III – магнетит-актинолит-плаггиоклазовая, IV – хлорит-актинолит-плаггиоклазовая, V – хлорит-актинолит-эпидотовая; 1-4 – номера метасоматических зон от внутренних к внешним. Акт – актинолит, Мт – магнетит, Хл – хлорит, Эп – эпидот, Пл – плаггиоклаз.

б: Диаграмма химических потенциалов окиси натрия и воды с инертными  $\text{SiO}_2-1/2\text{Al}_2\text{O}_3-(\text{MgFe})\text{O}$ . I-V – фации магнезиально-гидросиликатных метасоматитов Десовского месторождения железных руд Южной Якутии: I – плаггиоклаз(скаполит)-флогопит-серпентинитовая, II – флогопит-серпентин-амфиболовая, III – магнетит-амфибол-флогопитовая, IV – амфбол-плаггиоклаз-магнетитовая, V – плаггиоклаз-магнетит-серпентинитовая. Ка – карбонат, Ап – апатит, Сф – сфен, Кв – кварц, Мт – магнетит, Сп – серпентин, Ак – актинолит, Тр – тремолит, Аб – альбит, Ан – анортит, Пл – плаггиоклаз, Ск – скаполит, Ма – мариолит, Ме – мейонит, Фл – флогопит.

в: Диаграммы химических потенциалов оксида углерода и воды с инертными компонентами  $\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-(\text{CaMg})\text{O}$ . I – IV – фации лиственистых Березовского месторождения золота Среднего Урала: I – кварц-карбонат-хлоритовая, II – кварц-карбонат-серицитовая, III – тальк-серицит-карбонатная, IV – тальк-серицит-хлоритовая, V – кварц-тальк-хлоритовая

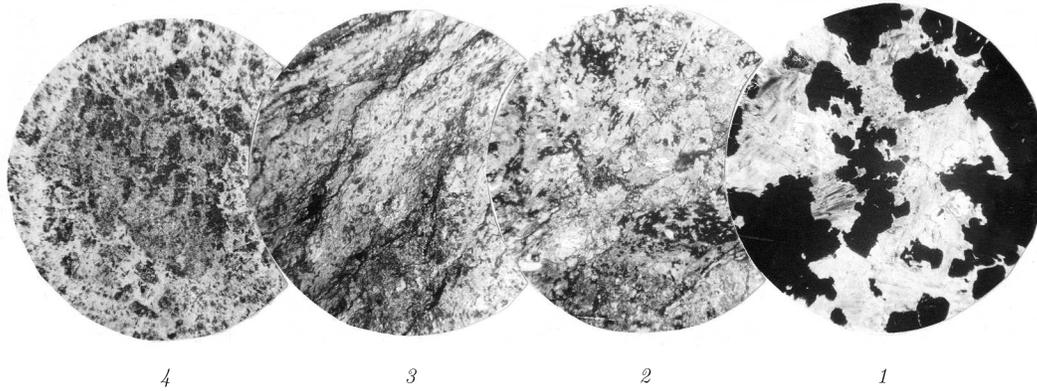


Рис. 3. Околорудные гидросиликатные метасоматиты Ново-Масловского железорудного месторождения Северного Урала (скв. 351); шлифы, ув. 29<sup>х</sup>, николи=  
 Метазоны гидросиликатных пород: 1 — внутренняя, актинолит-магнетитовая (гл. 421 м); 2 — средняя, эпидот-актинолитовая (гл. 425 м); 3 — средняя, актинолит-эпидотовая (гл. 440 м); 4 — внешняя, хлорит-альбитовая (гл. 457 м)

На субформационной диаграмме магнезиально-гидросиликатных пород выделялось пять их фаций (см. рис. 2, б).

Учитывая то, что в метасоматической колонке в направлении от внутренних к внешним метазонам происходило уменьшение содержания сильных оснований: кальция, магния, железа и возрастание кислотных радикалов (Si, Al), а также уменьшение их окислительных радикалов, (см. табл. 1) (анализы 7–10), можно предполагать о проявлении здесь щелочного метасоматоза. Схемы замещения основных минералов в щелочной среде выглядели следующим образом:



По данным этих реакций (Щербань, 1975), в среднетемпературных гидротермальных условиях образование хлорита за счет плагиоклазов могло быть реализовано при pH 7–8,5 в широком диапазоне активностей калия, натрия и магния. С повышением же кислотности растворов происходило замещение хлорита серицитом (в присутствии калия), а при возрастании концентрации углекислоты — ассоциацией карбонатных минералов различного состава. Все это свидетельствовало о щелочной среде формирования гидросиликатных метасоматитов при замещении ими пород основного состава.

Что касается лиственитов, то они на Бериккульском месторождении золота в Кузнецком Алатау замещали палеозойские андезит-базальтовые роговообманково-плагиоклазовые порфириды и служили вмещающими для золото-кварцевых жил. Вокруг жил проявлялась следующая метасоматическая зональность. К кварц-жилным флюидизитовым телам непосредственно примыкали внутренние (хлорит-карбонатные) зоны с единичными зернами кварца, которые в поперечном разрезе сменялись тальковыми и далее кварц-серицитовыми зонами. Наблюдался следующий ряд возрастающей подвижности петрогенных компонентов — Si, Al, Fe, Mg, Ca. Плагиоклаз замещался серицитом, а роговая обманка-биотитом и карбонатом (доломитом). Далее биотит переходил в хлорит. Мощности внутренних зон не превышали 1 м, а внешние 30 м. Среди лиственитов, особенно их внешних зон, возрастало

Таблица 1. Химический состав гидросиликатных, магнезиально-гидросиликатных и лиственитовых метасоматитов

Оксид	Метасоматиты, % по массе														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO <sub>2</sub>	54,3	56,04	43,12	35,08	22,2	47,54	57,66	42,3	34,68	13,24	53,21	35,07	33,2	33,1	25,54
TiO <sub>2</sub>	0,98	0,34	2,00	1,05	0,11	0,85	0,10	0,23	0,06	0,09	0,15	1,20	0,66	0,01	0,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,56	15,37	10,03	5,08	3,6	17,35	18,59	7,61	2,61	2,15	15,49	14,68	14,17	5,26	3,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,75	3,55	8,40	15,82	23,45	3,73	0,19	5,52	11,92	46,42	1,98	2,13	3,23	4,46	10,18
FeO	2,70	4,26	10,28	18,42	24,00	6,07	3,02	4,85	6,82	19,14	10,01	10,48	9,15	12,39	0,18
MnO	0,10	—	—	—	—	0,15	0,05	0,14	0,11	0,15	0,11	0,18	0,20	0,22	0,15
MgO	4,65	3,78	3,91	4,00	4,12	6,60	2,69	19,35	30,59	13,71	5,11	15,25	17,77	28,64	41,54
CaO	8,85	7,83	9,15	11,4	12,1	9,96	6,99	13,45	0,56	0,56	11,09	5,49	5,44	0,20	—
Na <sub>2</sub> O	3,14	2,03	2,01	1,56	0,15	3,50	6,55	0,53	0,30	0,15	0,76	2,50	1,61	0,01	—
K <sub>2</sub> O	0,93	3,14	2,40	1,05	0,04	1,04	1,40	2,10	11,30	0,36	1,01	0,70	0,50	0,32	0,30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	—	—	—	—	0,26	0,32	0,10	0,07	0,05	1,02	0,19	0,10	0,03	—
S <sub>общ.</sub>	0,22	0,02	0,01	0,85	1,00	0,20	0,50	1,11	1,83	1,25	—	0,23	—	—	—
п. п. п.	0,15	4,05	8,15	6,11	9,23	2,34	2,70	2,01	9,40	3,38	1,00	18,25	14,77	15,56	18,48
Сумма	99,48	100,42	99,46	100,42	100	100,01	99,73	99,3	99,23	100,65	100,95	101,42	100,3	100,55	99,96
Номер метаз.	0	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3	2	1
CO <sub>2</sub>	0,10	1,05	2,11	3,18	5,1	0,15	0,40	1,20	2,50	2,00	0,6	16,21	13,61	13,6	18,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,22	0,72	2,00	4,14	—	0,25	0,43	2,88	12,82	—	0,01	0,15	0,50	1,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /FeO	—	0,37	0,37	0,38	0,44	—	0,02	0,5	0,78	1,09	—	0,08	0,16	0,16	21,3
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O/100	—	0,77	0,57	0,37	0,03	—	1,20	0,30	0,25	0,07	—	0,47	0,31	0,04	0,04

Примечание. 1 — Андезит-базальтовый порфирит девона Северного Урала. *Гидросиликатные метасоматиты*: 2 — внешняя метазона, эпидот-хлорит-плаггиоклазовая; 3 — средняя метазона, актинолит-карбонат-эпидотовая; 4 — средняя метазона, эпидот-актинолитовая; 5 — внутренняя метазона, актинолит-магнетитовая. 6 — Амфиболитовый кристаллосланец докембрия Алданского щита. *Магнезиально-гидросиликатные метасоматиты*: 7 — внешняя метазона, плаггиоклаз-скаполитовые; 8 — средняя метазона, плаггиоклаз-флогопитовые; 9 — средняя метазона, магнетит-серпентиновые; 10 — внутренняя метазона, магнетит-флогопитовые; 11 — базальтовый порфирит; 12–15 — листвениты; 12 — внешняя метазона, кварц-серцитовая; 13 — средняя метазона, тальк-карбонатная; 14 — средняя метазона, тальк-хлоритовая; 15 — внутренняя метазона, хлорит-карбонатная.

количество мелких прожилков пирита до 5% объема пород. Текстуры пород становились слоистыми (полосчатыми).

На золоторудных месторождениях Среднего Приднепровья на Украинском щите формация лиственитов формировалась по позднеархейским диабазовым порфирирам. Они протягивались в виде полос шириной 20–200 м. Среди лиственитов была проявлена матасоматическая зональность (от внешних к внутренним метазонам): кварц-серицитовые (фукситовые, тальковые), карбонатные и внутренние хлоритовые.

**Внешние метазоны** (кварц-карбонат-серицитовые) были представлены тонкополосчатыми, светло-серыми с зеленоватым оттенками породами. Текстура неяснополосчатая, структура тонкозернистая, микроструктурная, криптозернистая. Состав, %: кварц 20–35, карбонат 15–30, титаномагнетит 3–10, хлорит 5–15, сульфиды 3–20, сфен, серицит 0–7. Микроструктуры: гранобластовые, лепидогранобластовые, роговиковые. Кварц в изометричных зернах размером 0,001–0,02 мм. Часто зерна с корродированными зубчатым ограничениями. Карбонат образовывал криптозернистую массу с размером зерен 0,001–0,01 мм, а также крупные зерна размером 0,1–0,5 мм. Иногда он был развит в прожилках и линзовидных просечках. Серицит в чешуйчатых агрегатах, гнездообразных скоплениях и тонких вытянутых полосках, ориентированных по сланцеватости. Тальк в агрегатах с размером чешуек 0,001–0,01 мм, совместно с карбонатом образовывал криптокристаллическую массу. Хлорит был обособлен в слойках, а также в выделениях округлой формы. Пирит и халькопирит были развиты в зернах неправильной формы и в сростках кристаллов размером 0,1–1,5 мм, и концентрировались в кварцевых полосках. Титаномагнетит встречается в микроструктурных зернах и агрегатных скоплениях равномерно по всей массе породы. Сфен проявлялся в виде клиновидных зерен, с которыми тесно ассоциировали кристаллики брукита. Кварцевые и кварц-карбонатные жилки образовывали согласные линзочки и прожилки по сланцеватости пород.

**Средние метазоны** были представлены тальк-карбонатными лиственитами. Это светло-серые мелкозернистые с массивной и сланцеватыми текстурой пород. Минеральный состав: кварц, карбонат, тальк, магнетит, ильменит. Карбонат (до 60%) встречался в зернах изометричной и таблитчатой формы размером до 0,2 мм. Представлен анкеритом. Средняя расчетная формула карбоната (по Монахову, 1990) была представлена:  $\text{Ca}_{0.56}\text{Mg}_{0.27}\text{Fe}_{0.15}\text{Mn}_{0.02}(\text{CO}_3)$ . Железистость карбоната была низкой, 0,2–0,4, а содержание в нем марганца повышено до 1,5% (MnO).

**Внутренние карбонат-хлоритовые, хлорит-карбонатные метазоны** были представлены серовато-зелеными, мелкозернистыми с сланцеватой текстурой лиственитами. Минеральный состав их: хлорит, карбонат, сфен, ильменит, титаномагнетит, сульфиды. Хлорит (до 60%), по химическому составу соответствовал тюрингиту с повышенной глиноземистостью и железистостью (0,7).

Формация лиственитов являлась производной низкотемпературного углекислотного калиевого метасоматоза. В эти условия связь Na и Al становилась слабой и альбит замещался серицитом, карбонатом и хлоритом. Выносимый при этом из пород натрий отлагался в соседних слоях пропилитов (гидросиликатных метасоматитов), альбитизируя их плагиоклазы. Наиболее надежная граница лиственитов и пропилитов проходила по линии замещения альбита пропилитов серицитом. В химическом составе пород при значительном привносе углекислоты и калия формирование лиственитов происходило с перераспределением сильных оснований Ca, Mg и закисного железа с переходом его в окисные формы. По-видимому, щелочность растворов при движении от внутренних к внешним метазонам лиственитов не-

сколько снижалась. Это подтверждалось увеличением количества во внешних их метазонах титаномагнетита.

Для формации лиственитов была построена по их парагенезисам минералов формационная диаграмма в координатах вполне подвижных компонентов  $\text{CO}_2$ , и  $\text{H}_2\text{O}$ , рис. 2 (б). На этой диаграмме выделялись пять фаций лиственитов. В зависимости от возрастания кислотности ( $\text{CO}_2$ ), либо щелочности ( $\text{H}_2\text{O}$ ) гидротермальных растворов проявлялись следующие фации, с характерными их признаками:

**1.** Кварц-кальцитовая, фация пониженной щелочности, характеризовалась развитием во внутренних и средних метазонах кварца с развитием во внешних зонах хлорита на серицита. Нужно отметить, что кальцит, как показатель щелочной среды, мог формироваться и в слабокислотных условиях (Омельяненко и др., 1966) при низких температурах (75–150 °С) с высокой константой диссоциации угольной кислоты. Последнее подтверждалось и его присутствием в метасоматических колонках березитов, когда в растворах с  $\text{CaCl}_2$  концентрация кальция могла достигать до 30 г/л.

**2.** Карбонат-серицитовая фация пониженной щелочности, характерна была для лиственитов мегнезиального ряда. В ее средней мета зоне были развиты карбонатные (доломитовые), а на внешней серицитовые листвениты. Здесь при движении от внешних к внутренним метазонам глинозем у серицита и клинохлора замещался магнием с формированием на их месте тюрингита.

**3.** Анкерит-тальковая серицитовая, фация повышенной щелочности характеризовалась развитием в средних метазонах талька, а на внутренних метазонах- карбоната (анкерита). Формирование лиственитов этой фации (при привносе растворами  $\text{CO}_2$ , К, S) происходило начиная с замещения альбита, амфибола и эпидота карбонатом, хлоритом и серицитом. Сохранение кварца возрастало от внутренних к внешним зонам колонок, что свидетельствовало о проявлении фронта щелочного выщелачивания растворов при формировании лиственитов. Глинозем в этом процессе являлся подвижным компонентом. С привносом же серы происходило восстановление железа и замещение его окисной формы закисной, т.е. магнетит здесь присутствовал во внутренних метазонах, а сульфиды- (пирит) во внешних. Содержание железа (закисного) в карбонатах и хлоритах являлось в какой-то степени индикатором состояния рН растворов системы. Так, в менее щелочных растворах при умеренном содержании (давлении) углекислоты в метазонах колонок замещения проявлялись вместо кальцита, доломита- анкерит, а вместо клинохлора — тюрингит. Вообще же щелочность растворов системы являлась следствием состояния и их температуры, что служило главным показателем проявления фациальности лиственитов. При этом магний и кальций являлись основными компонентами их минералов. В менее щелочных фациях лиственитов, рис. 2 (б) в полях I, II, подвижность магния по сравнению с кальцием снижалась и здесь во внешних метазонах колонок замещения проявлялись хлоритовые и серицитовые листвениты, а в средних метазонах карбонатные листвениты. В более щелочных же фациях эти метазоны менялись местами.

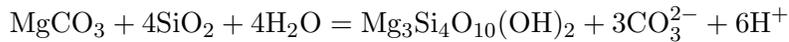
**4.** Хлорит-серицитовая, фация повышенной щелочности. Средняя ее часть метасоматической колонки характеризовалась развитием серицитовой, а внешняя — кварц-серицитовой метазоны.

**5.** Хлорит-тальковая фация повышенной щелочности характеризовалась проявлением во внутренней ее мета зоне талька, а во внешней — кварца.

В четвертой и пятой фациях повышенной щелочности во внутренних метазонах происходило замещение карбоната тальком, а во внешних — серицита кварцем. Эти фации

лиственитов были наиболее благоприятны для отложения сульфидов во внешних метазонах, а следовательно имели повышенную рудоносность на золото.

По анализу химического состава лиственитов в метазонах (см. табл. 1, анализы 12–15) следовало, что перекристаллизация и замещение базальтовых порфиритов происходило в щелочных условиях, т. е. наблюдалось увеличение выноса от внешних к внутренним метазонам Si, Al, Ca, K, Na с привнесением  $\text{Fe}^{+3}$ , Mg,  $\text{CO}_2$ . Причем во внешних их метазонах щелочность несколько понижалась, что подтверждалось возрастанием в породах кислотных компонентов и суммы щелочей. Также наблюдалось и снижение величин окислительных коэффициентов ( $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ ). Расчет реакций замещения магнетитов по данным И. П. Щербаня (1975):



с образованием по ним талька также свидетельствовал о их щелочной среде (рН 8–9), при низких температурах порядка 200 °С и низких содержаниях в растворах углекислоты,  $\lg \text{CO}_2 = -2(-4)$ . В итоге, изложенный материал подтверждал положение Д. С. Коржинского о том, что при вступлении кислотных растворов в основную среду (в породы основного состава) резко возрастала их щелочность, что служило причиной формирования метасоматических гидросиликатов и лиственитов.

1. Гулин С. А. О процессе метасоматизма интрузивных траппов и связанной с ними карбонатизацией боковых пород на Центральном Таймыре // *Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании*. – Москва: Наука, 1966. – С. 170–181.
2. Дерябин Н. И. Околорудные породы и условия образования магнетитовых руд на месторождениях Северного Урала: Скарново-магнетитовые месторождения Урала // *Тр. АН СССР. Ин-т геологии*. – 1978. – Вып. 136. – С. 54–64.
3. Дерябин Н. И. Рудные месторождения. – Киев: Наук. думка, 1999. – 342 с.
4. Коржинский Д. С. Кислотность-щелочность как главный фактор магматических и постмагматических процессов // *Магматизм и связь с ними полезных ископаемых*. – Москва: Госгеолтехиздат, 1960. – С. 251–260.
5. Коржинский Д. С. Соотношение между активностью кислорода, кислотностью и восстановительным потенциалом при эндогенном минералообразовании // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* – 1963. – Ч. 3. – С. 54–63.
6. Овчинников Л. Н. Контактново-метасоматические месторождения Среднего и Северного Урала // *Тр. АН СССР (Урал. фил.). Горно-геол. ин-т*. – 1960. – Вып. 39. – 320 с.
7. Омеляненко Б. И., Алехин Ю. В. О возможных пределах значения рН среды при образовании кальцита в гидротермальных условиях // *Геология рудн. месторождений*. – 1966. – № 6. – С. 31–41.
8. Щербань И. П. Условия образования низкотемпературных околорудных метасоматитов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – 200.

*Институт геологических наук НАН Украины, Киев*

*Поступило в редакцию 28.11.2006*