

УДК 552.322.7

ХЛОРИТЫ МЕТАСОМАТИТОВ РОДНИКОВОГО ЗОЛОТО-  
СЕРЕБРЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

*Пузанков И.М.<sup>1</sup>, Косоруков В.Л.<sup>2</sup>, Округин В.М.<sup>1</sup>, Философова Т.М.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,*

<sup>2</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

Родниковое эпитегрмальное золото-серебряное месторождение – одно из наиболее перспективных на Южной Камчатке. Детально изучены методами петрографии, рентгеноспектрального флуоресцентного и локального с электронным зондом микроанализа гидротермально измененные породы Родникового интрузивного комплекса. Впервые приведены данные о химическом составе и структурных особенностях хлоритов из зон пропилитизации и околорудного метасоматоза.

*Ключевые слова:* диориты, интрузивный комплекс, Камчатка, Родниковое хлорит, пропилит, месторождение

Гидротермально измененные породы рассматриваются как один из важных признаков, применяемых при проведении и региональных, и детальных поисково-разведочных работ и типизации золото-серебряных месторождений вулcano-плутонических поясов. Авторами в качестве объекта исследований были выбраны метасоматиты Родникового эпитегрмального золото-серебряного месторождения – одного из наиболее хорошо изученных с помощью различных горных выработок (канавы, траншеи, скважины, штольни). В геологическом строении Родникового месторождения главную роль играют диориты, в которых локализованы практически все известные промышленные рудные тела [4]. Эти рудовмещающие интрузивные породы повсеместно в той или иной степени испытали воздействие гидротермальных процессов с образованием широкого спектра вторичных минералов. Среди них одними из наиболее интересных считаются хлориты. Намечен следующий ряд метасоматической зональности: относительно «свежий» диорит - пропилитизированный диорит – хлорит-эпидотовый пропилит – околорудный кварц-альбит-хлорит-кальцитовый

метасоматит - кварц-серицитовый метасоматит – кварцевые, кварц-карбонатные с адуляром или без микропрожилки и мелкие прожилки (штокверк). Они характеризуются соответствующими преобразованиями структур от первичных гипидиоморфных к апогипидиоморфным и далее к тeneвым и гетеробластовым вторичным метасоматическим структурам гидротермалитов, вмещающих системы прожилков [5].

Наиболее ранние продукты дорудных вторичных процессов на Родниковом месторождении представлены пропилитами. Они подразделяются на пропилиты прогрессивного и регрессивного этапов. Ведущий минерал прогрессивного этапа - актинолит, регрессивного - хлорит (рис. 1а).

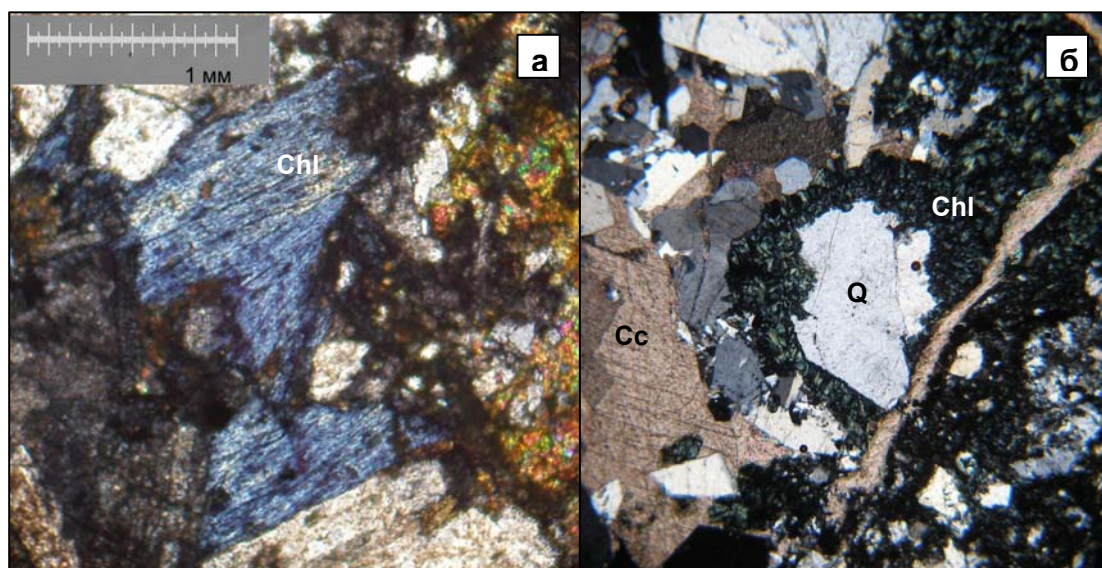


Рис. 1. Микрофотографии метасоматитов Родникового интрузива.

а - пропилит с тeneвой гипидиоморфнозернистой структурой. В центре - хлорит (шлиф №R423/208.3); б - кварц-карбонатные прожилки с околожильным кварц-альбит-хлорит-кальцитовым агрегатом на зальбандах (шлиф №R423-180.6). Chl – хлорит; Q – кварц; Cc – кальцит.

Рудная минерализация представлена многочисленными жилами и прожилками, которые накладываются на пропилитизированные диориты. Они в свою очередь сопровождаются ореолами жильных окolorудных изменений с образованием хлорита в ассоциации с кварцем, альбитом и кальцитом (рис. 1б). Таким образом, хлорит – типоморфный минерал как дорудной, так и синрудной стадий.

В данном сообщении охарактеризованы некоторые особенности распределения разновидностей хлоритов в метасоматитах и предпринята попытка оценить физико-химические условия образования хлоритов Родникового месторождения по их химическим составам.

Хлориты изучались классическими методами петрографии, рентгенофлуоресцентного и локального микрозондового анализа в лаборатории вулканогенного рудообразования и Аналитическом центре ИВиС ДВО РАН. Наиболее типичные составы хлоритов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Представительные химические составы хлоритов в % масс.

| № образца          | 382-203.5 | 421-84.0 | 421-84.0 | 421-84.0 | 382-215.6 | 421-180.6 | 421-180.6 |
|--------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| порода             | пропилит  | пропилит | пропилит | Габбро   | Габбро    | прожилки  | прожилки  |
| замещаемый минерал | амфибол   | амфибол  | амфибол  | пироксен | пироксен  |           |           |
| Si                 | 28.59     | 29.25    | 28.88    | 35.59    | 37.93     | 24.29     | 23.35     |
| Ti                 | 0.00      | 0.00     | 0.01     | 0.05     | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| Al                 | 19.58     | 17.43    | 19.03    | 15.03    | 13.13     | 21.06     | 20.19     |
| Fe                 | 22.96     | 24.85    | 21.32    | 14.37    | 14.62     | 33.43     | 37.96     |
| Cr                 | 0.00      | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| Mg                 | 16.67     | 16.38    | 18.66    | 22.36    | 21.68     | 7.92      | 4.58      |
| Ca                 | 0.02      | 0.02     | 0.00     | 0.74     | 1.78      | 0.02      | 0.04      |
| Na                 | 0.00      | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 0.02      |
| K                  | 0.01      | 0.00     | 0.00     | 0.02     | 0.03      | 0.07      | 0.05      |
| Mn                 | 0.35      | 0.26     | 0.20     | 0.15     | 0.14      | 2.48      | 2.91      |
| Ni                 | 0.01      | 0.14     | 0.04     | 0.01     | 0.09      | 0.00      | 0.00      |
| Zn                 | 0.00      | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 0.00      |
| H <sub>2</sub> O   | 11.65     | 11.54    | 11.75    | 12.34    | 12.47     | 10.93     | 10.57     |
| Сумма              | 99.84     | 99.87    | 99.89    | 100.66   | 101.87    | 100.20    | 99.67     |

На классификационной схеме М. Хейя [6] точки химических составов хлоритов попадают в поля талько-хлорита, пеннина, диабантита, пикнохлорита, рипидолита, дафнита (рис. 2). Хлорит замещает плагиоклазы, пироксены, актинолитовую роговую обманку (рис. 3). На диаграмме М. Хейя (рис. 4) видно, что химический состав хлоритов во многом определяется составом первичных минералов. Так хлориты, образовавшиеся по пироксенам, заметно менее железистые, чем те, что развиваются по амфиболам.

## Формульные количества

|                  |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Si               | 5.88  | 6.07  | 5.89  | 6.91  | 7.29  | 5.32  | 5.29  |
| Ti               | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.01  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| Al               | 4.74  | 4.26  | 4.57  | 3.44  | 2.97  | 5.44  | 5.39  |
| Fe               | 3.95  | 4.32  | 3.64  | 2.33  | 2.35  | 6.13  | 7.20  |
| Cr               | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| Mg               | 5.11  | 5.07  | 5.67  | 6.47  | 6.21  | 2.59  | 1.55  |
| Ca               | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.15  | 0.37  | 0.00  | 0.01  |
| Na               | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.01  |
| K                | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.01  |
| Mn               | 0.06  | 0.04  | 0.03  | 0.03  | 0.02  | 0.46  | 0.56  |
| Ni               | 0.00  | 0.02  | 0.01  | 0.00  | 0.01  | 0.00  | 0.00  |
| Zn               | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| H <sub>2</sub> O | 8.00  | 8.00  | 8.00  | 8.00  | 8.00  | 8.00  | 8.00  |
| Сумма            | 27.75 | 27.79 | 27.82 | 27.36 | 27.23 | 27.97 | 28.02 |
| F/FM             | 0.44  | 0.46  | 0.39  | 0.27  | 0.27  | 0.70  | 0.82  |

Примечание: Анализы выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе «Сатебах». Формульные количества рассчитаны на 28 атомов кислорода.

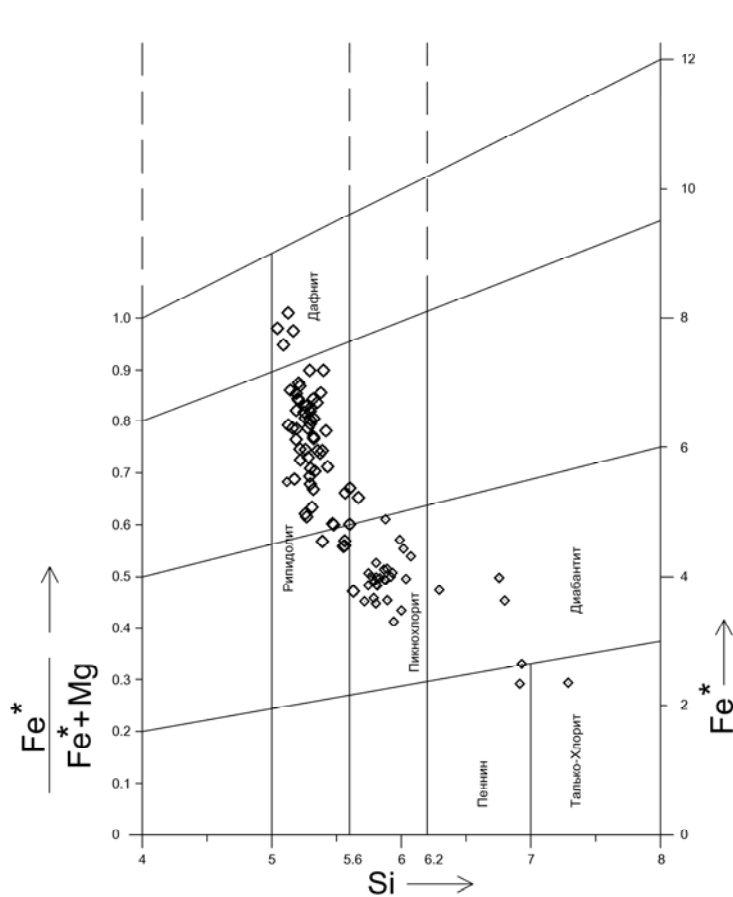


Рис. 2. Точки составов хлоритов на диаграмме М. Хей [М. Н. Неу, 1954].

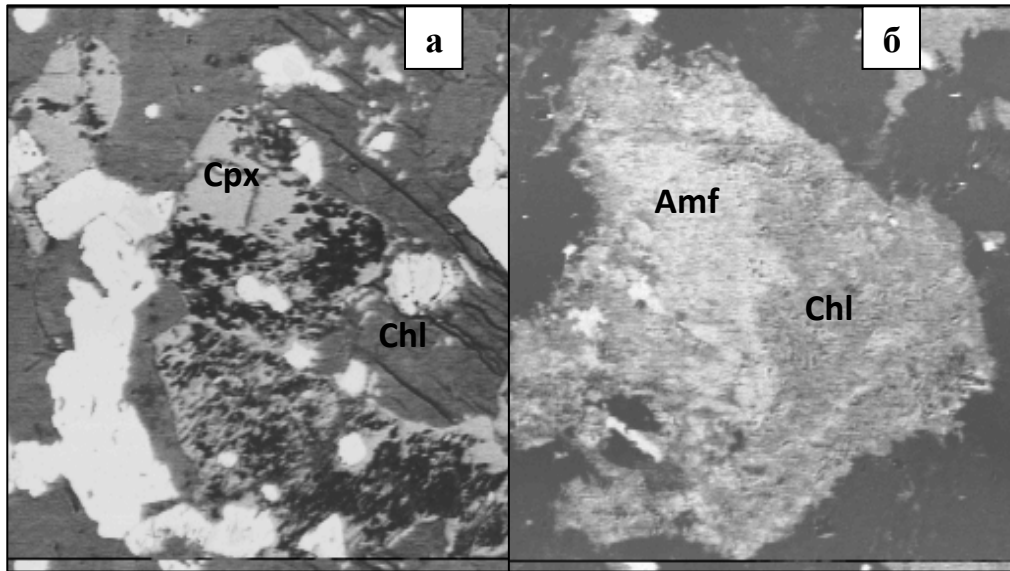


Рис. 3. Микрофотографии хлоритов из пропилитов, выполненные на рентгено-спектральном микроанализаторе «Самебах»: а) – хлорит замещает амфибол; б) – хлорит замещает пироксен. Изображения в обратно рассеянных электронах. Сторона кадра – 150 мк. Chl – хлорит; Amf – амфибол; Срх – пироксен.

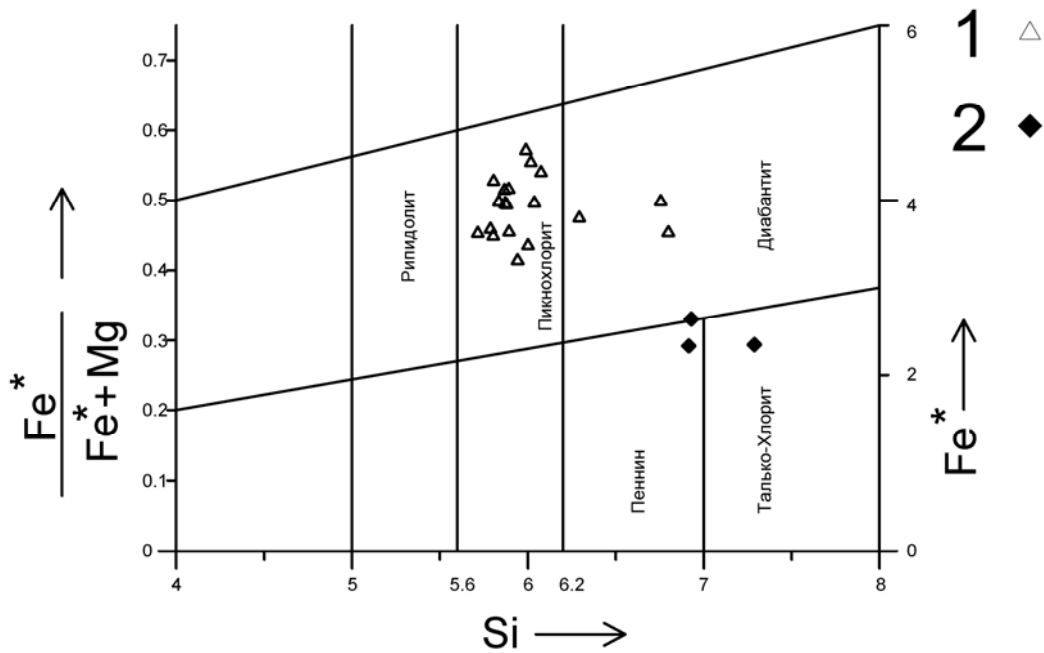


Рис. 4. Фрагмент диаграммы М. Хейя [М. Н. Неу, 1954]. Точки составов хлоритов образовавшихся по: амфиболам; 2. пироксенам;

Mg-Fe – (Al+Si) образуют два частично перекрывающихся поля. При этом хлориты из синрудных метасоматитов более железистые, чем хлориты из более ранних пропилитов (рис. 5).

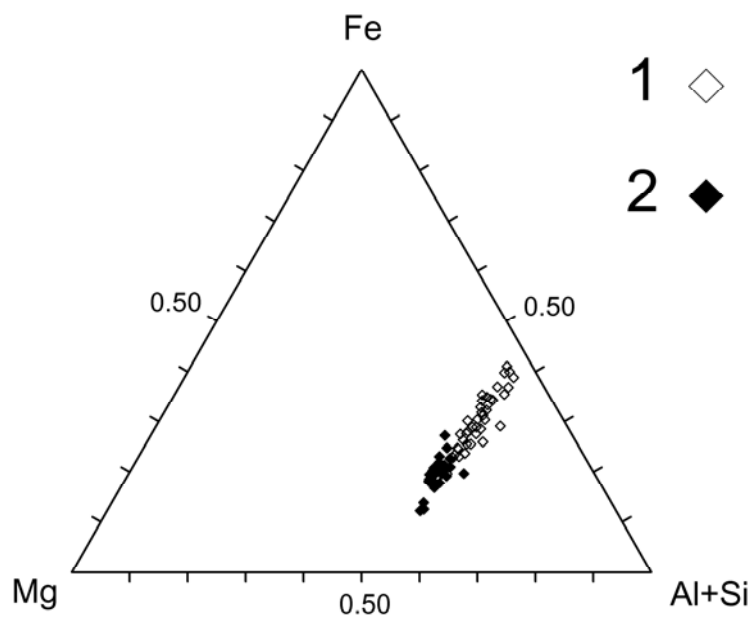


Рис. 5. Диаграмма Mg-Fe – (Al+Si). Точки составов хлоритов: 1. синрудных метасоматитов; 2. дорудных пропилитов.

Различия в химическом составе хлоритов из пропилитизированных пород от синрудных хлоритов, отличающихся более высокой железистостью, установлено и на других месторождениях [4].

Вариации железистости хлоритов связаны, главным образом, с разными условиями их образования. Считается, что при прочих равных условиях (фугитивности серы и кислорода, кислотности среды и др.), железистость хлоритов зависит прежде всего от температуры их образования [4]. При нанесении на диаграммы М. Хейя и Mg-Fe-(Al+Si) составов хлоритов Мутновского месторождения парогидротерм, для которых установлены параметры их кристаллизации [7,1,2], обнаруживается перекрытие полей точек древних и современных хлоритов (рис. 6). В хлоритах современных гидротерм отчётливо проявлен тренд повышения температуры существования хлоритов с ростом их железистости.

При этом такой же тренд наблюдается и для хлоритов палеогидротермальной рудообразующей системы, эволюция которой привела к появлению Родникового месторождения. Следовательно, можно предположить, что одна из причин, определяющих железистость хлоритов - температура их образования.

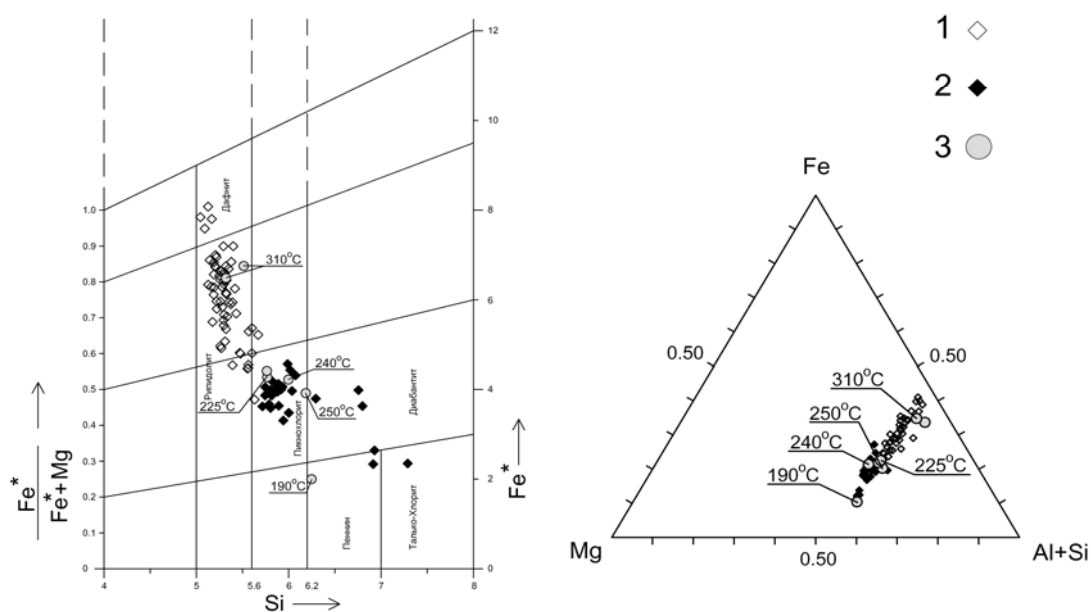


Рис. 6. Диаграммы М. Хейя [М. Н. Ней, 1954] и Mg-Fe – (Al+Si). Зависимость железистости хлоритов от температуры их существования. Точки составов хлоритов для: 1. синрудных метасоматитов; 2. дорудных пропилитов; 3. Мутновского месторождения парогидротерм с известными температурами существования.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. хлориты зон пропилитизации и околорудного метасоматоза представлены следующими разновидностями: талько-хлорит, пеннин, диабантит, пикнохлорит, рипидолит, дафнит;

2. намечается зависимость состава хлоритов от состава первичного (замещаемого) минерала. Так по пироксенам образуются талько-хлорит и пеннин, а по амфиболам - преимущественно пикнохлорит, в некоторых случаях диабантит;

3. хлориты из синрудных околорудных метасоматитов более железистые, чем хлориты из пропилитов;

4. близость химических составов хлоритов современных и палеогидротерм позволяет предположить, что одной из причин, определяющих железистость хлоритов, может быть температура их образования.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кирюхин А.В., Леонов В.Л., Словцов И.Б. и др. Моделирование эксплуатации участка Дачный Мутновского геотермального месторождения в связи с обеспечением теплоносителем Мутновской ГеоЭС 50 МВт // Вулканология и Сейсмология. № 5. 2005. С. 1-26.
2. Кирюхин А.В., Пузанков М.Ю., Словцов И.Б. и др. Термогидродинамическое – химическое моделирование процессов вторичного минералообразования в продуктивных зонах геотермальных месторождений // Вулканология и сейсмология. № 5. 2006. С. 1-15.
3. Метасоматизм и метасоматические породы. Ред. В.А. Жариков, В.Л. Русинов. - М.: Научный мир, 1998. 492 с.
4. Округин В.М. Родниковое месторождение // Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России, книга 1. Владивосток, Дальнаука, 2006. С. 702-705.
5. Пузанков И.М., Бородина О.С. Диориты Родникового золото-серебряного месторождения (Южная Камчатка) // Исследования в области наук о Земле. Материалы VI региональной молодежной научной конференции «Исследования в области наук о Земле». 26-27 ноября 2008 г. Петропавловск-Камчатский: КамГУ им. В. Беринга. 2008. 126 с.
6. Hey M. H. A new review of the chlorites. / Mineral. Mag. , 30, 277, 1954.
7. Slovtsov I. B. Rock alteration in the Mutnovsky Hydrothermal System, Kamchatka, Russia // Proceed. Of Water-Rock Interaction X, 10-15 July 2001, Villasimius, Italy (R. Cidu ed.), Balkema Swets & Zeitlinger, Lisse, 2001. P. 915-918.

**CHLORITES OF METASOMATITES FROM RODNIKOVY GOLD-SILVER DEPOSIT,  
SOUTHERN KAMCHATKA**

***I.M. Puzankov<sup>1</sup>, V.L. Kosorukov<sup>2</sup>, V.M. Okrugin<sup>1</sup>, T.M. Filosofova<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup>Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS,*

*<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University*

Rodnikovy epithermal gold-silver deposit is one of the most prospective in Southern Kamchatka. Host-rocks are diorites from the Rodnikovy intrusive complex. They were studied in detail using petrography, X-Ray, and EPMA. For the first time the article provides data on chemical analysis and structural properties of chlorites from the zones of propylitization and wall rock metasomatism.

*Keywords:* diorites, intrusive complex, Kamchatka, Rodnikovy deposit, chlorite, propylite