



Всероссийская научная конференция
с международным участием

All-Russian scientific conference
with international participation

ГЕОДИНАМИКА, ВЕЩЕСТВО, РУДОГЕНЕЗ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЕЕ СКЛАДЧАТОГО ОБРАМЛЕНИЯ

GEODYNAMICS, SUBSTANCE, ORE GENESIS OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM AND ITS FOLDED FRAMING



Сыктывкар, Россия



Syktyvkar, Russia

Федеральное агентство научных организаций РФ
Российская академия наук
Институт геологии Коми научного центра
Уральского отделения РАН
Российское минералогическое общество

**ГЕОДИНАМИКА, ВЕЩЕСТВО, РУДОГЕНЕЗ
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ
И ЕЕ СКЛАДЧАТОГО ОБРАМЛЕНИЯ**

**Материалы Всероссийской научной конференции
с международным участием**

Сыктывкар



2017

The Federal Agency for Scientific Organizations of RF
Russian Academy of Sciences
Institute of Geology of the Komi Science Center
of the Ural Branch of RAS
Russian Mineralogical Society

**GEODYNAMICS, SUBSTANCE, ORE GENESIS
OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM
AND ITS FOLDED FRAMING**

Extended abstract of scientific conference reports

Syktyvkar



2017

УДК 55+551(47)

ББК 26.3

Г35

Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2017. 268 с.

В сборнике изложены материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления», состоявшейся в Сыктывкаре 26—28 сентября 2017 г. Приводятся новые данные в области геологического изучения территории. Дается оценка состояния минерально-сырьевой базы и перспектив ее развития. Большое внимание уделяется вопросам тектоники и геодинамики, седиментогенеза и эволюции осадочных бассейнов. Всесторонне обсуждаются проблемы нефтегазоносности.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов геологического профиля.

Geodynamics, substance, ore genesis of the East European Platform and its folded framing: Extended abstract of scientific conference reports. Syktyvkar: IG Komi SC UB RAS, 2017. 268 p.

The collection contains extended abstract of the All-Russian scientific conference with international participation «Geodynamics, substance, ore genesis of the East European Platform and its folded framing», held in Syktyvkar on September 26—28, 2017. New data are presented in the field of geological study of the territory. An assessment is given of the state of the mineral resource base and the prospects for its development. Much attention is paid to the problems of tectonics and geodynamics, sedimentogenesis and evolution of sedimentary basins. The problems of oil and gas content are thoroughly discussed.

The collection is of interest to a wide range of geological specialists.

*Тексты докладов воспроизведены в авторской редакции,
с незначительной технической правкой*

Редакторская группа

А. М. Пыстин (отв. редактор), А. И. Антошкина, Ю. В. Глухов,
С. К. Кузнецов, К. В. Куликова, Т. В. Майдль, Н. Ю. Никулова,
Ю. И. Пыстина, Н. Н. Тимонина, О. В. Удоратина

ISBN 978-5-98491-070-5

© Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИНЕРАЛОВ СИСТЕМЫ Au-Ag-Cu-Hg В РОДИНГИТАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТАЯ ГОРА (КАРАБАШСКИЙ МАССИВ, Ю. УРАЛ): ГИДРОТЕРМАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

В. В. Мурзин¹, К. В. Чудненко², Г. А. Пальянова^{3,4}, Д. А. Варламов⁵

¹Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург

²Институт геохимии СО РАН, Иркутск

³Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск

⁴Новосибирский государственный университет, Новосибирск

⁵Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка

Месторождение Золотая Гора в Карабашском массиве офиолитовых гипербазитов несет необычное по составу золото, представленное Au-Cu интерметаллидами и твёрдыми растворами системы Au-Ag-Hg. Промышленные концентрации золота приурочены к телам хлорит-гранат-пироксеновых пород, относимых исследователями к родингитам или “хлограпитам”. В настоящее время рассматриваются три основные модели их образования: 1) инфильтрационный метасоматоз ультраосновных пород с участием глубинного флюида [1, 5]; 2) разгрузка глубинного метаморфогенного гидротермального флюида в открытое пространство тектонических трещин в серпентинитовом массиве (гидротермальная модель) [2] и 3) лиственитизация аподайковых родингитов [6]. Первые две модели предполагают парагенетические соотношения минералов родингитов и золота, в третьей — эти минералы неравновесны. Для выявления соотношений породообразующих минералов и благородных металлов могут быть использованы методы термодинамического моделирования. В данном исследовании представлены результаты термодинамических расчетов гидротермальной модели.

Геологическое строение Карабашского серпентинитового массива, а также минералогия месторождения Золотая Гора описаны в большом количестве публикаций [1—6 и др.]. Тела родингитов протяженностью до 600—700 м и мощностью до 3 м сложены хлоритом, гранатом и диопсидом. Породы пересекаются маломощными (до 10 см) лестничными прожилками диопсида с небольшим количеством хлорита, гидроандрадита, магнетита и ильменита, а также наиболее позднего кальцита. Вмещающие серпентиниты превращены в хлоритолиты.

Основная масса золота родингитов представлена продуктами распада Au-Cu твёрдых растворов широкого диапазона составов от Au_3Cu до AuCu_3 с незначительными примесями Hg и Ag, упорядоченными фазами AuCu (тетра-аурикуприд), AuCu_2 (аурикуприд) и Au_3Cu , а также ассоциирующими с ними Hg-содержащими Au-Ag твёрдыми растворами. Au-Cu-Ag-Hg-минерализация располагается в трещинах спайности в диопсиде, цементирует листоватую массу хлорита, образует вросстки в гранате.

Моделирование проводилось для системы Na—K—Mg—Ca—Al—Si—Ti—Mn—Fe—Cu—Ag—

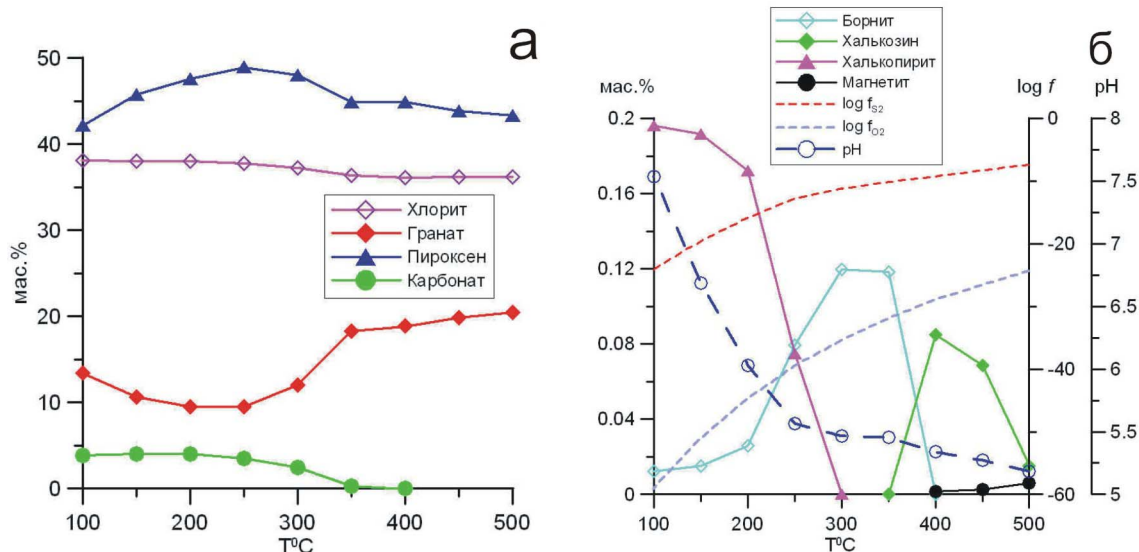


Рис. 1. Результаты термодинамических расчетов минерального состава родингитов в диапазоне 100—500°C. Зависимости от температуры: (а) содержаний породообразующих минералов; (б) содержаний рудных минералов, вариаций pH, фугитивности серы (f_{S_2}) и кислорода (f_{O_2}) раствора

Au—Hg—S—Cl—C—H—O с использованием программы «Selektor-C». Модель предусматривает однократную разгрузку золотосодержащего слабо углекислотного водно-хлоридного раствора, в котором растворены компоненты родингита и небольшого количества вмещающего серпентинита. Модельный состав флюида: 100 г родингита, 1 г серпентинита, 0.4 мол.% CO_2 , 0.2 мол.% HCl и 1.4 мол.% H_2 , растворенные в 1 кг воды. Газо-

вые компоненты флюида приняты на основе термобарогеохимического исследования флюидных включений в минералах [3]. Химический состав родингита и серпентинита принят по данным химического анализа, содержания Ag (2.22 г/т), Hg (0.56 г/т) и Cu (760 г/т) в родингите оценены по данным ICP-MS анализа. Рассчитаны варианты модели для диапазонов $T = 500\text{—}100^\circ\text{C}$, $P = 0.1\text{—}3$ кбар и содержаний Au во флюиде 0.1, 1 и 5 г/т.

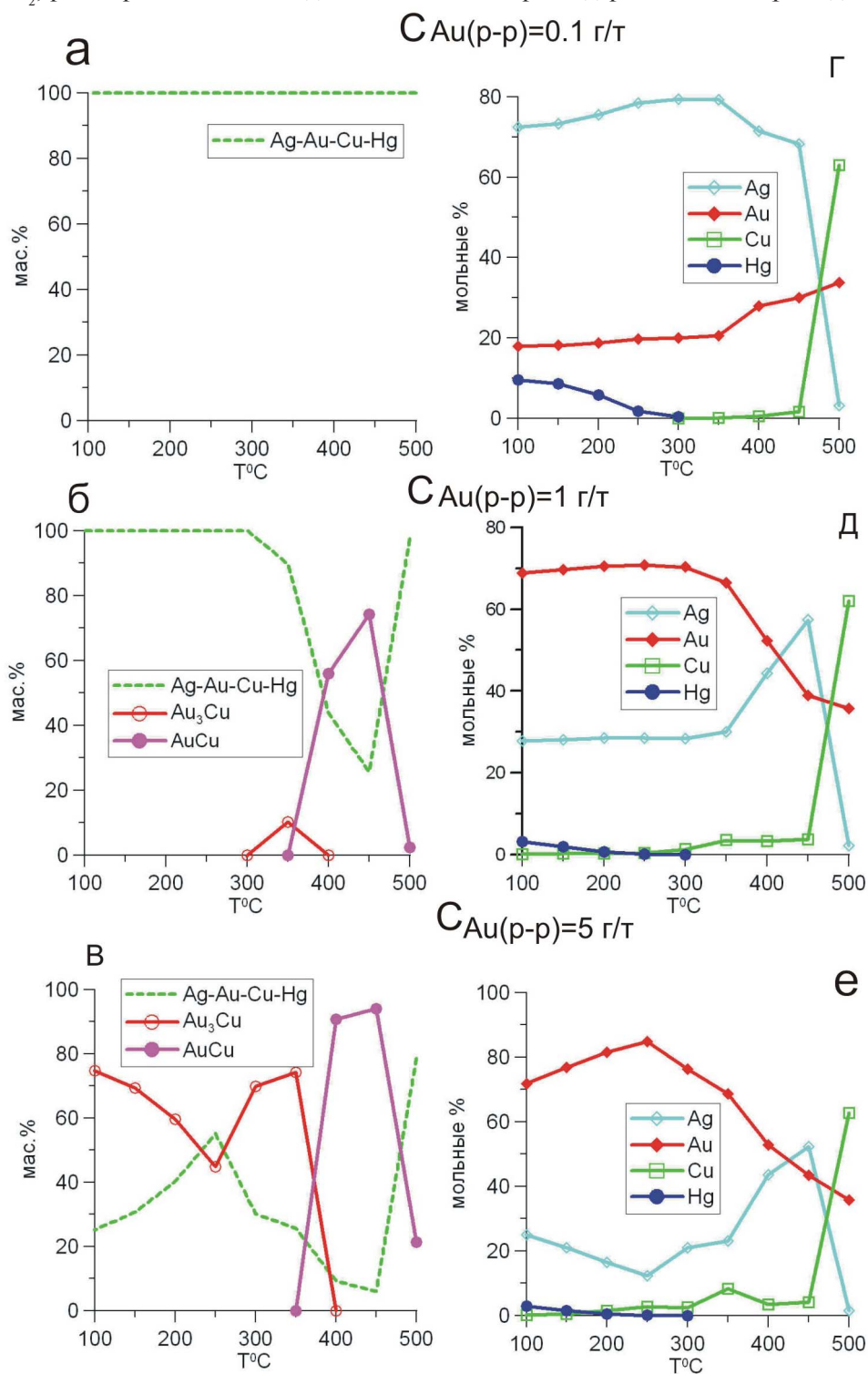


Рис. 2. Результаты термодинамических расчетов образования Au-Ag-Cu-Hg фаз из растворов с содержанием золота 0.1, 1 и 5 г/т. а—в — распределение золота между твёрдыми фазами (мас. %); г—е — состав неупорядоченных твёрдых растворов (моль. %)

Результаты термодинамических расчетов минеральных равновесий в родингитах, образующихся при различных температурах разгрузки модельного флюида, иллюстрируют рис. 1, 2. В результате их анализа получены следующие выводы:

1. Проведенное моделирование формирования гидротермальных золотоносных родингитов свидетельствует о принципиальной возможности равновесных соотношений минералов системы Au-Ag-Cu-Hg с порообразующими минералами родингитов и, как следствие, правомочности выделения месторождений золото-родингитовой формации [5].

2. В гидротермальной модели формирования золотоносных родингитов интерметаллиды меди образуются из водно-хлоридного низкоуглекислотного раствора с высоким содержанием золота (>1 г/т). Содержание золота в растворе определяет и соотношение Au и Ag в образующихся твердых растворах. Высокопробное золото ($\text{Au} \gg \text{Ag}$) выпадает из растворов, содержащих более 1 г/т Au, а электрум и кюстеллит ($\text{Au} \ll \text{Ag}$) — из более бедных золотом растворов (<0.1 г/т).

3. Установлено соответствие природных парагенезисов минералов на месторождении Золотая Гора модельным в диапазоне температур 300—500 °С. Минералы золота в этом температурном диапазоне отлагаются из кислых растворов ($\text{pH} = 5.2\text{—}5.5$) с редокс-потенциалом, отвечающим значениям фугитивностей $\log f_{\text{O}_2} = -7.4\text{...} -11.2$ и

$\log f_{\text{O}_2} = -24\text{...} -35$. Основными формами золота в растворе являются сульфидные комплексы — $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ и AuHS^0 при $T < 400^\circ\text{C}$ и AuOH^0 — при более высоких температурах ($T > 400^\circ\text{C}$).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-05-00407а).

Литература

1. Берзон Р. О. Золоторудные гипербазиты. М.: ВИЭМС, 1983. 72 с.
2. Мурзин В. В., Варламов Д. А., Ронкин Ю. Л., Шанина С. Н. Происхождение золотоносных родингитов Карабашского массива альпинотипных гипербазитов на Южном Урале // Геология рудных месторождений, 2013. Т. 55. № 4. С. 320—341.
3. Мурзин В. В., Шанина С. Н. Флюидный режим формирования и происхождение золотоносных родингитов Карабашского массива альпинотипных гипербазитов на Южном Урале // Геохимия, 2007. № 10. С. 1085—1099.
4. Переляев А. П. Месторождение Золотая гора // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФАН СССР. 1948. С. 285—295.
5. Сазонов В. Н. Золотопродуктивные метасоматические формации подвижных поясов (геодинамические обстановки и РТХ-параметры образования, прогностическое значение). Екатеринбург: УГГГА, 1998. 180 с.
6. Спиридонов Э. М., Плетнев П. А. Месторождение медистого золота Золотая Гора. М.: Научный мир, 2002. 220 с.