

Литература

- Гаврилов А. М.* О сингенетичном с сульфидами характере тонкодисперсного золота на золоторудном месторождении Бакырчик (Восточный Казахстан) // Минеральный состав руд и изменения вмещающих пород в месторождениях золота, свинца и цинка. Труды ЦНИГРИ, 1971. Вып. 96. Ч. 1. С. 158–166.
- Каймирасова А. Г.* Особенности микроскопического и тонкодисперсного золота некоторых месторождений Казахстана // Условия образования рудных месторождений Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1984. С. 74–86.
- Масленников В. В.* Некоторые черты процесса рудообразования в Калбинском золотоносном районе // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Вып. 8. Алма-Ата, 1979. С. 84–90.
- Нарсеев В. А., Гостев Ю. В., Захаров А. В. и др.* Бакырчик: геология, геохимия, оруденение. М.: ЦНИГРИ, 2001. 174 с.
- Рассохин А. Г., Степанов С. А.* Структурно-морфологические особенности месторождения Большевик и условия формирования оруденения // Геология месторождений золота Казахстана. Алма-Ата, 1984. С. 85–92.
- Сорокин В. Н.* О хемогенной и гидротермальной золотоносности на месторождении Бакырчик (Восточный Казахстан) // Минеральный состав руд и изменения вмещающих пород в месторождениях золота, свинца и цинка. Труды ЦНИГРИ, 1971. Вып. 96. Ч. 1. С. 148–158.
- Старова М. М., Баханова Е. В., Старова В. В.* О минеральной зональности месторождений золота в породах углеродистых формаций // Условия образования рудных месторождений Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1984. С. 87–102.
- Щерба Г. Н.* (ред.) Большой Алтай: (геология и металлогения). Кн. 2. Металлогения. Алматы: РИО ВАК РК, 2000. 400 с.

А. Л. Тимкина

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск

Флюидный режим формирования Васильковского золото-сульфидно-кварцевого месторождения (Казахстан) (научный руководитель Н. А. Гибшер)

Рудное поле расположено в юго-западной части Алтыбайского интрузивного массива, приуроченного к северному обрамлению Кокчетавской глыбы. Васильковское золоторудное месторождение по запасам золота отнесено к классу гигантов мирового значения [Рафаилович и др., 2001]. Запасы золота превышают 380 т со средним содержанием золота в рудах 2,9 г/т [Некрасов, 1999]. Месторождение находится на севере Казахстана в 25 км от г. Кокчетав. Васильковское месторождение представляет собой штокверк прожилково-вкрапленных руд, приуроченный к контакту гранодиоритов и диоритов. Месторождение сформировано в три этапа гидротермальной деятельности: прерудный, рудный и пострудный [Абишев и др., 1972; Исакович, 1987]. Во время каждого этапа шла кристаллизация кварца.

В данной работе приведены результаты исследования флюидных включений в кварце только рудного этапа формирования Васильковского золоторудного месторождения до глубины 765 м. В ходе работы всего было выполнено 1218 анализов, из которых 458 – определение температур частичной гомогенизации CO_2 , 414 – измерение температур плавления CO_2 , 346 анализов – определение температур плавления соли. Данные криометрических исследований флюидных включений в кварце Васильковского золоторудного месторождения приведены в таблице.

Изучались первичные водно-углекислотные газово-жидкие включения различной степени наполнения с водным раствором. В образцах присутствуют включения двух типов. Первый тип – газово-жидкие включения с жидким водным раствором и газовой фазой углекислоты. Второй тип – двухфазовые и трехфазовые жидко-газовые включения. Внешняя флюидная фаза в таких включениях представлена водным раствором, средняя фаза – жидкой углекислотой, а внутренняя – газовой смесью углекислоты и метана, о чем свидетельствуют температуры плавления этой фазы ниже $-56.6\text{ }^\circ\text{C}$ (табл.). Включения обоих типов не приурочены к трещинам и расположены хаотично во всем объеме кварцевых зерен. Водный раствор во всех включениях является раствором хлоридов натрия, о чем свидетельствуют температуры эвтектики (от -21 до $-25\text{ }^\circ\text{C}$) [Борисенко, 1977]. Соленость водного раствора по всей глубине меняется от 0.1 до 22.5 мас. % NaCl-экв.

Температуры плавления замерзшего сжиженного газа изменяются в интервале от -67 до $-56.6\text{ }^\circ\text{C}$. Температуры плавления ниже $-56.6\text{ }^\circ\text{C}$ указывают на присутствие других низкокипящих газов – метана (температура плавления $-182.3\text{ }^\circ\text{C}$) и/или азота ($T_{\text{пл}} -210\text{ }^\circ\text{C}$) [Варгафтик, 1972].

Плотность флюида, определенная по справочным данным [Варгафтик, 1972], а также рассчитанная по уравнению состояния с использованием программы FLINCOR [Brown et al., 1995], на основании замеренных температур гомогенизации CO_2 , меняется от 0.596 г/см^3 до 1.009 г/см^3 при гомогенизации в жидкость и от 0.726 г/см^3 до 1.117 г/см^3 при гомогенизации с критическими явлениями.

Обсуждение результатов работы

Микротермометрические исследования показали, что при кристаллизации кварца происходил захват включений двух типов: газово-жидких и жидко-газовых. Причем соотношение газовой и жидкой фаз во включениях варьирует, при этом, частичная гомогенизация CO_2 происходит как в жидкую фазу (табл.), так и с критическими явлениями. Такая особенность свидетельствует о близости флюида к линии двухфазового равновесия и периодическом кипении [Реддер, 1987]. Физико-химические параметры флюида при формировании месторождения, такие как температуры плавления, плотность, соленость и температуры частичной гомогенизации меняются в широких пределах не только по глубине, но и на отдельных глубинах. Выявлена тенденция к значительному разбросу значений солености и плотности флюидов на глубинах 421, 425 и 544 м, а также в интервале глубин 673–765.5 м, где происходит скачкообразное изменение этих параметров. Частичная гомогенизация углекислоты с критическими явлениями, свидетельствующими о вскипании флюида [Реддер, 1987] также приурочена к глубинам 425 и 705.2–719 м, где отмечены повышенные содержания золота.

Т а б л и ц а

**Результаты криометрических исследований флюидных включений в кварце
Васильковского золоторудного месторождения (скв. 1673)**

Глубина, м	Т _{пл. льда} , °С		Соленость, мас. % NaCl-экв.		Т _{пл. CO₂} , °С		Т _{част.гом. CO₂} , °С		Вид гомоге- низации CO ₂	Плотность, г/см ³	
	от	до	от	до	от	до	от	до		от	до
315	-15	-7	11	19							
421	-7	-1	2	11	-59.5	-56.6	5	21.3	Ж	0.76	0.897
425	-19	-8	12.5	22	-67	-60	-17	11	Ж, ГЖ	0.854	1.018
544	-12	-1	2	16.5	-58.2	-56.8	14	25	Ж	0.712	0.83
579	-20	-1	2	22.5	-56.8	-56.6	-3	30	Ж	0.596	0.946
645	-19	-12.5	17	22	-60	-56.6	3	18	Ж	0.795	0.91
673	-18.2	-5	9	21.2	-61	-56.6	4	29	Ж	0.631	0.903
695	-8	-1	2	12.5	-59.5	-57	3	18	Ж	0.795	0.91
705.2	-16	-5	9	19.5	-62	-57.5	-6	20	Ж, ГЖ	0.744	0.962
710	-19	-6	10	22	-67	-57.3	-40	3	Ж, ГЖ	0.91	1.117
719	-15	-0.8	1.6	19	-66	-64.8	-30	3	Ж, ГЖ	0.91	1.076
730.3	-12	-1	2	16.5	-58	-57.4	17	24	Ж	0.726	0.804
730.5					-58.8	-57.6	3	23	Ж	0.739	0.91
733.7	-12.5	-6	10	17	-57.8	-56.8	-5.5	26	Ж	0.696	0.96
744.4	-9	-7	11	13.5	-57.9	-56.8	-15	23.5	Ж	0.733	1.009
765.5	-14	-1	2	18	-58.5	-57.5	9	22.5	Ж	0.746	0.869

Примечания. Вид гомогенизации: Г – в газовую фазу, Ж – в жидкую фазу, ГЖ – по третьему типу (критический – исчезновение мениска газ-жидкость).

Полученные результаты свидетельствуют о нестабильности минералообразующей обстановки. В таких условиях нестабильности и вскипания флюидов чаще всего происходит интенсивное рудоотложение [Реддер, 1987]. По литературным данным [Абишев и др., 1972; Чекваидзе, 1987] золотое оруденение также размещено ярусно, и горизонты наиболее богатых руд приурочены к глубинам ниже 400 м. Сравнение полученных параметров флюида с изменением содержания золота с глубиной, показало, что на глубинах с резко варьирующими параметрами сосредоточены максимальные концентрации золота.

Литература

Абишев В. М., Баханова Е. В., Зорин Ю. М. и др. Геология, вещественный состав руд и геохимические особенности Васильковского золоторудного месторождения // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана, Алма-Ата, 1972. С. 107–162.

Борисенко А. С. Изучение солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика, 1977. № 8. С. 16–27.

Варгафтик Н. Б. Справочник по тепло-физическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972. 167 с.

Исакович И. З. Значение ореолов нерудной прожилковой минерализации при поисках золото-сульфидно-кварцевого оруденения // Советская геология, 1987. № 7. С. 89–94.

Некрасов Е. М. Сходство и коренные различия крупных и рядовых трещинных месторождений золота // Руды и металлы, 1999. № 3. С. 48–62.

Рафаилович М. С., Федоренко О. А., Старова М. М. Крупные месторождения золота Казахстана: метасоматическая, минеральная и геохимическая зональности // Руды и металлы, 2001. № 3. С. 5–14.

Реддер Э. Флюидные включения в минералах. М.: Мир, 1987. Т. I. 558 с.

Чекваидзе В. Б. Поисковая минералого-геохимическая модель штокверкового золото-сульфидно-кварцевого оруденения // Советская геология, 1987. № 1. С. 121–126.

Philip E. B., Steffen G. H. MacFkinCor and its application to fluids in Archean lode-gold deposits // Geochimica et Cosmochimica Acta, 1995. Vol. 59. № 19. P. 3943–3952.

Н. М. Чернышов, А. Ю. Альбеков, М. Н. Чернышова, В. В. Абрамов
Воронежский государственный университет, г. Воронеж
sashaalb@list.ru

Основные критерии и этапность работ по прогнозированию и поискам золото-платинометалльных руд тимского типа черносланцевой формации Воронежского кристаллического массива (Центральная Россия)

Высокоуглеродистые металлоносные (Mo, W, Au, U, V, Ni, Zn, Cu, Ag, TR) стратифицированные толщи и их метасоматиты выступают в качестве нового глобального крупнообъемного источника металлов платиновой группы (МПП) и золота в XXI столетии [Додин и др., 2007; Золоев и др., 2001; Чернышов, 2004; 2007]. Их широкое развитие, значительная протяженность (до первых тысяч километров), многоуровневый стратифицированный характер размещения, значительные содержания рудных компонентов определяют их высочайший приоритет для проведения поисковых и исследовательских работ. В пределах Воронежского кристаллического массива (ВКМ) высокие концентрации благородных металлов (Au до 20.2 г/т, МПП до 5.4 г/т) связаны с полигенными и полихронными высокоуглеродистыми терригенно- и вулканогенно-осадочными породными ассоциациями оскольской и курской серий раннепротерозойских интракратонных складчато-глыбовых структур (тимской, старооскольской, кшенский типы) [Чернышов, 2004; 2007; Чернышов и др., 2008].

Этапность проведения работ по прогнозированию и поискам золото-платинометалльных руд подчиняется закономерным строго иерархичным критериям, позволяющим решать поставленные задачи при минимальных затратах средств и времени. Одной из целей является установление критериев диагностики оруденения с последующей проверкой теоретических разработок на практике.

Технология прогнозирования и поисков золото-платинометалльных руд состоит из трех последовательных этапов – прогноза рудоносных площадей, поисковых и поисково-оценочных работ, каждый из которых включает ряд стадий со специфическим набором операций [Чернышов, 2007]. Завершающей стадией работ является разноранговая количественная оценка благороднометалльного оруденения в пределах