

Ярославцева Н. С., Масленников В. В., Сафина Н. П. и др. Углеродсодержащие алевропелиты Сафьяновского медно-цинково-колчеданного месторождения (Средний Урал) // Литосфера. 2012. № 2. С. 106–123.

McDonough W. F., Sun S.-S. The composition of the Earth // Chemical Geology. 1995. Vol. 120. № 3–4. P. 223–253.

**М. Н. Анкушев<sup>1</sup>, А. М. Юминов<sup>2,1</sup>, В. В. Зайков<sup>1,2</sup>,  
В. А. Котляров<sup>1</sup>, И. А. Блинов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс  
ankushev\_maksim@mail.ru

<sup>2</sup> – Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

### **Старинные медные рудники Никольского рудного поля (Южный Урал)**

Никольское рудное поле находится на южном склоне г. Бурома-Тау, в 5 км к востоку от д. Тунгатарово (Башкортостан). Рудное поле приурочено к Магнитогорской мегазоне и локализовано в вулканогенных толщах березовской свиты раннекарбонического возраста [Садрисламов и др., 1961ф]. Выше залегают зилаирские песчаники (D<sub>3</sub>) и карбонатные отложения кизильской свиты (C<sub>1</sub>), содержащие многочисленные остатки визейско-серпуховской фауны. Вулканогенные отложения секутся линейными телами гранитоидов, с которыми связаны кварцевые жилы и зоны березитизации [Юминов, Зайков, 2009]. На юго-восточном фланге рудного поля фиксируется небольшая дайка диоритов (рис. 1). Рудные тела образуют серию крутопадающих линз субширотного простирания протяженностью до 100 м и поперечником первые десятки метров. Прожилково-вкрапленное орудуенение приурочено к серии кварцевых и карбонат-кварцевых жил в базальтах. На рудном поле находятся три рудника, основная разработка которых происходила в XVIII–XIX вв.: Таш-Казган-1, Таш-Казган-2 и Никольское. Предполагается, что никольские руды ранее использовались для выплавки меди в эпоху ранней бронзы на значительной территории Южного Урала [Черных, 1970]. Их отличительной чертой являются высокие содержания Ag (до сотен г/т) и As.

Целью настоящего исследования стала минералогическая характеристика проявлений Никольского рудного поля. В ходе работы были использованы методы рудной микроскопии (микроскопы Olympus BX51 и Axiolab Carl Zeiss). Состав минералов установлен на электронных микроскопах РЭММА-202М (аналитик В. А. Котляров) и Tescan Vega 3 SBU (аналитик И. А. Блинов).

Рудник *Таш-Казган-1* обнаружен в конце XVIII в. по «чудским копиям». С башкирского языка название Таш-Казган переводится как «Каменоломня», ранее рудник назывался также Кукушевским. Промышленные разработки начались с добычи медных руд в начале XIX в. [Юминов, Зайков, 2009]. Руды месторождения перерабатывались на Миасском медеплавильном заводе в 50 км к северо-западу от рудника. Позднее, к 60-м гг. XIX в., месторождение было полностью отработано. В настоящее время объект представляет собой серию выработок, самые крупные достигают в поперечнике до 20–30 м и глубиной до 7 м.

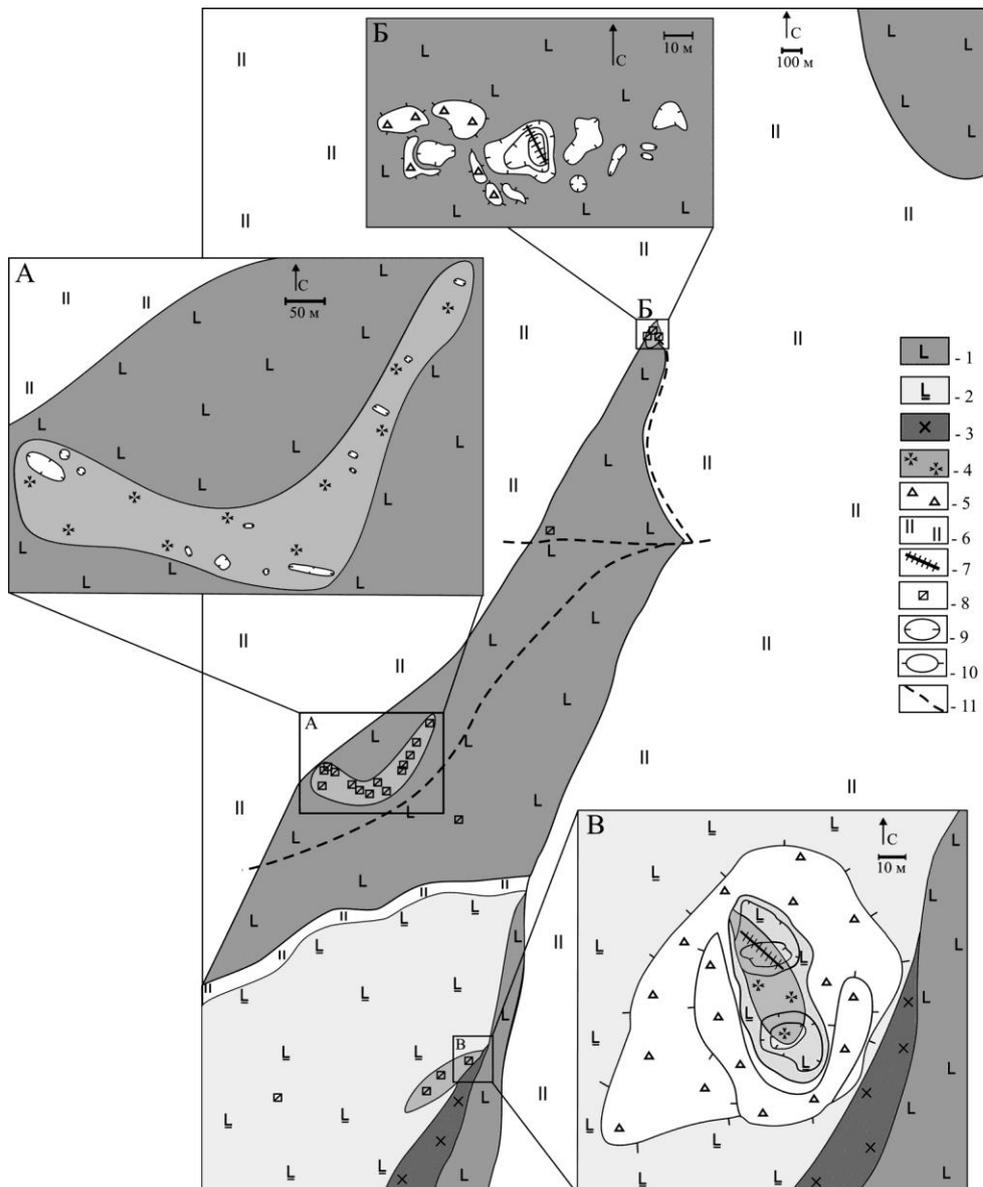


Рис. 1. Геологическая схема Никольского рудного поля с рудопроявлениями: А – Таш-Казган-1, Б – Таш-Казган-2, В – Никольское. Составили М. Н. Анкушев, А. М. Юминов.

1 – базальты, 2 – базальты эпидотизированные, 3 – диориты, 4 – зона развития кварц-карбонатных жил и метасоматитов с медной прожилково-вкрапленной минерализацией, 5 – щебнистый материал, 6 – четвертичные отложения, 7 – кварцевые жилы с медной минерализацией, 8 – старинные выработки, 9 – границы выработок, 10 – отвалы, 11 – дорога.

Основным объектом добычи являлась сульфидно-кварцевая жила северо-западного простирания. Руды представлены продуктами окисления медьсодержащих сульфидов. Из первичных рудных минералов обнаружен халькопирит. Вторичные минералы зоны окисления представлены борнитом, халькозином, ковеллином, малахитом, акантитом (табл. 1). Сульфиды Cu содержат примесь Ag (до 4 %). Акантит образует мелкие включения размером 1–2 мкм во вторичных рудах. В сростании с серебросодержащим ковеллином наблюдаются 1–2 мкм включения иодаргирита. Руда Таш-Казганского месторождения характеризуется высокими концентрациями As (до 10 мас. %) [Черных, 1970]. Руды характеризуются следующими содержаниями полезных компонентов: (г/т) Au до 1, Ag 2.9; (мас. %) Cu 0.7, Zn и Pb 0.01, Mo 0.07. Гранит-порфиры содержат 0.03 г/т Au и Ag [Зайков и др., 1994ф].

Таблица 1

**Состав сульфидов из зоны окисления рудопоявлений Таш-Казган-1 и -2, мас. %**

№ п/п	№ ан.	Минерал	Cu	Ag	Fe	S	Сумма	Кристаллохимическая формула
1.	22241d	Борнит	63.69	–	10.64	25.20	99.53	$Cu_{5.1}Fe_{0.97}S_{4.00}$
2.	22241a	Халькозин	76.48	–	2.17	21.08	99.73	$(Cu_{1.83}Fe_{0.06})_{1.92}S_{1.00}$
3.	22241c		76.59	–	1.33	21.45	99.37	$(Cu_{1.8}Fe_{0.04})_{1.84}S_{1.00}$
4.	22241e		76.94	–	1.30	21.60	99.84	$(Cu_{1.8}Fe_{0.03})_{1.83}S_{1.00}$
5.	22241b		67.42	–	1.46	30.93	99.81	$(Cu_{1.1}Fe_{0.03})_{1.13}S_{1.00}$
6.	22241g	Ковеллин	64.89	1.16	–	33.41	99.46	$(Cu_{0.98}Ag_{0.01})_{0.99}S_{1.00}$
7.	22241i		63.55	4.12	–	31.48	99.15	$(Cu_{1.02}Ag_{0.04})_{1.06}S_{1.00}$
8.	22241f		Акантит	–	84.15	2.19	13.66	100.00
9.	22061i	Борнит	62.82	0.45	11.04	25.55	99.86	$Cu_{4.96}Fe_{0.99}S_{4.00}$
10.	22061g	Халькозин	77.93	0.70	0.43	20.90	99.96	$(Cu_{1.88}Fe_{0.01}Ag_{0.01})_{1.9}S_{1.00}$
11.	22062b		77.79	0.50	0.73	20.88	99.90	$(Cu_{1.88}Fe_{0.02}Ag_{0.01})_{1.91}S_{1.00}$
12.	22062g		76.88	0.68	1.05	21.34	99.95	$(Cu_{1.82}Fe_{0.03}Ag_{0.01})_{1.86}S_{1.00}$
13.	22062h		77.28	0.58	1.89	19.94	99.69	$(Cu_{1.96}Fe_{0.05}Ag_{0.01})_{2.02}S_{1.00}$
14.	22062i		78.02	0.68	1.31	19.85	99.86	$(Cu_{1.98}Fe_{0.04}Ag_{0.01})_{2.03}S_{1.00}$
15.	22062j		77.04	0.54	1.78	19.92	99.28	$(Cu_{1.95}Fe_{0.05}Ag_{0.01})_{2.01}S_{1.00}$
16.	22062a	Ковеллин	67.81	0.97	0.87	30.29	99.94	$(Cu_{1.13}Fe_{0.02}Ag_{0.02})_{1.15}S_{1.00}$
17.	22062c		65.68	0.91	1.23	32.08	99.90	$(Cu_{1.03}Fe_{0.02}Ag_{0.02})_{1.07}S_{1.00}$
18.	22062d		66.47	1.13	0.75	31.66	100.01	$(Cu_{1.06}Fe_{0.01}Ag_{0.01})_{1.08}S_{1.00}$
19.	22062e		66.90	0.68	0.65	31.55	99.78	$(Cu_{1.07}Fe_{0.01}Ag_{0.01})_{1.09}S_{1.00}$
20.	22062f		65.90	0.32	1.64	31.84	99.70	$(Cu_{1.04}Fe_{0.03}Ag_{0.01})_{1.08}S_{1.00}$

Примечание. Здесь и в таблице 2 анализы выполнены на электронном микроскопе РЭММА-202М (аналитик В. А. Котляров), прочерк – элемент не обнаружен. Анализы 1–8 – обр. Тк 888-10 (Таш-Казган-1); анализы 9–20 – обр. Ткн-01 (Таш-Казган-2). Формулы борнита рассчитаны на 4 атома серы, акантита, халькозина и ковеллина – на один атом серы.

*Рудник Таш-Казган-2* представляет собой группу небольших карьеров глубиной до 4 м и шурфов с отвалами кварцевых и карбонат-кварцевых жил с сульфидной минерализацией. Площадь распространения выработок составляет 50×120 м. Мощность жил варьирует в пределах 1–5 см, в раздувах может достигать до 0.5 м. Жилы расположены на расстоянии до 1 м друг от друга и образуют отдельные пачки по 3–5 жил в каждой. Они имеют северо-западное простирание, крутое падение (70–80°) и сложены тонкими сростками зернистых агрегатов кварца и кальцита. В жилах установлены первичные сульфидные минералы и продукты их преобразования в зоне гипергенеза. К первичным минералам относятся халькопирит, сфалерит, теннантит. Вторичные минералы представлены борнитом, халькозином, ковеллином, малахитом, метациннабаритом, арсенатом меди, гематитом и гидроксидами железа (см. табл. 1). Из нерудных минералов обнаружен барит, образующий небольшие, около 10 мкм, ксеноморфные агрегаты в колломорфной массе гидроксидов железа [Тютев и др., 2015].

Иодаргирит и иодбромаргирит образуют ксеноморфные агрегаты размером 5–20 мкм в гидроксидах железа. Галогениды серебра являются типичными минералами зон окисления рудных месторождений Южного Урала [Белогуб, 2009ф]. Сложные Ag-Hg-S-Br-Cl фазы представляют собой мелкие ксеноморфные агрегаты размером 1–2 мкм в массе гидроксидов железа. По составу обнаруженные минералы близки редким минералам имитериту  $Ag_2HgS_2$  и илтиситу  $HgAgS(Cl,Br)$  (табл. 2).

*Никольский рудник* расположен на южном склоне г. Бурома-Тау. В настоящий момент объект представляет собой серию небольших выработок, реже линейных карьеров размером 10–15 м, глубиной 1–2 до 4 м, с отсыпанными по бортам невысокими оплывшими отвалами. Общее число выработок около 30. Все они сгруппированы на площади 1×2.5 км. Месторождение интенсивно разрабатывалось русскими горнопромышленниками еще с конца XVIII по начало XIX вв. на месте древних, так называемых «тунгатаровских чудских копей». Никольский рудник был полностью отработан и закрыт в 1938 г. К настоящему времени на участке сохранились многочисленные отвалы, полузасыпанные карьеры и обвалившиеся шурфы.

Т а б л и ц а 2

**Состав галогенидов из зоны окисления рудопроявлений Таш-Казган-2, мас. %**

№ п/п	№ ан.	Минерал	Ag	Hg	Cl	Br	S	I	Сумма	Кристалло-химическая формула
1	22061b	Иодаргирит	44.23	–	–	0.55	–	54.89	99.67	$Ag_{0.93}I_{0.99}Br_{0.01}$
2	22061c		45.31	–	–	1.14	–	53.26	99.71	$Ag_{0.97}I_{0.98}Br_{0.02}$
3	22061d		43.42	–	–	0.51	–	55.19	99.12	$Ag_{0.91}I_{0.99}Br_{0.01}$
4	22061a	Hg-Ag-S-Br-Cl фаза (илтисит?)	32.00	45.95	2.38	12.67	6.99	–	99.99	$Ag_{1.31}Hg_{1.01}S_{0.97}(Br_{0.70}Cl_{0.30})$
5	22061f	Ag-Hg-S фаза (имитерит?)	47.96	38.82	–	0.60	12.62	–	100.00	$Ag_{2.26}Hg_{0.98}S_{2.00}$

П р и м е ч а н и е. Обр. Ткн-01. Формулы минералов рассчитаны: иодаргирит – на сумму анионов, Hg-Ag-S-Br-Cl фаза – на сумму анионов галогенов, Ag-Hg-S фаза – на 2 атома серы.

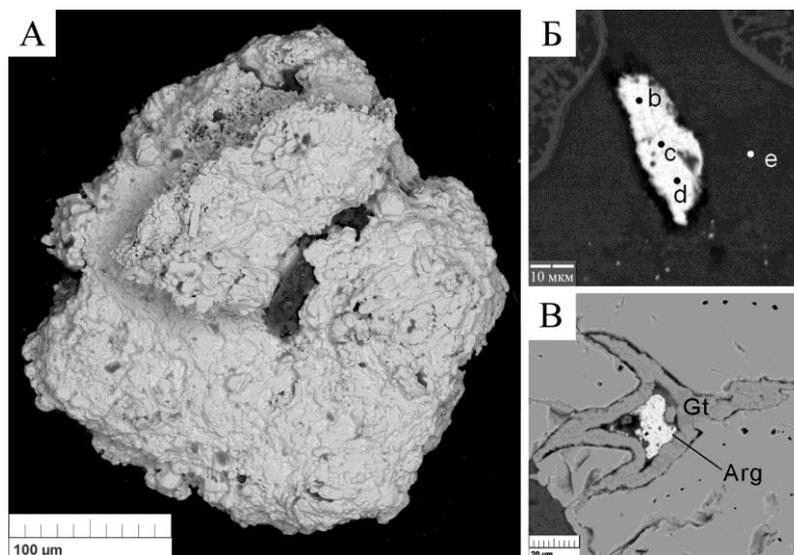


Рис. 2. Минералы зоны окисления Никольского рудного поля.  
А – ртутистое золото; Б – иодаргирит; В – иодбромаргирит.

Старинные выработки, вскрывающие медные руды, представлены несколькими оплывшими карьерами глубиной до 30 м при протяженности 50–100 м. Возле выработок сосредоточены отвалы жильного кварца с сульфидной минерализацией и безитизированных пород. Месторождение сопряжено с малыми интрузивными телами и представлено серией сульфидно-кварцевых жил, сопровождаемых метасоматитами. Мощность жил колеблется от нескольких сантиметров до 1 м, протяженность по простиранию – первые десятки метров. В рудных отвалах преобладает прожилково-вкрапленное и гнездовое оруденение [Юминов, Зайков, 2009].

В первичных рудах среди минералов фиксируются теннантит, халькопирит, пирит. Часть сульфидов содержит примесь серебра. Основными рудными минералами зоны окисления являются халькозин, борнит, ковеллин, малахит, азурит, псевдомалахит, хризоколла, корнваллит [Юминов, Зайков, 2009]. Хризоколла образует зеленовато-голубые корочки на кварце. Псевдомалахит образует темно-зеленые радиально-лучистые агрегаты вместе с малахитом и хризоколлой. Среди корочек малахита и хризоколлы обнаружен агрегат ртутистого золота сложной морфологии размером 0.3 мм (рис. 2).

Своеобразие Никольского рудного поля заключается в повышенных содержаниях серебра в кварц-карбонатных метасоматитах. Ранее проявления серебряной минерализации на Южном Урале в каменноугольных вулканитах не отмечались [Овчинников, 1998], и полученные данные расширяют представления о металлогении региона. По северо-западной и субширотной ориентировке карбонат-кварцевых жил предполагается, что они формировались в трещинах отрыва, сопутствовавших коллизионным процессам в раннем карбоне [Металлогения..., 2002].

*Авторы благодарны Д. А. Артемьеву за помощь в работе. Исследования поддержаны РФФИ (проект № 16-36-00299\_мол\_а) и Минобрнауки (госзадание № 33.2644.2014к).*

## Литература

- Белогуб Е. В.* Гипергенез сульфидных месторождений Южного Урала // Дис. ... докт. геол.-мин. наук. Миасс, 2009ф. 537 с.
- Зайков В. В., Юминов А. М., Зайкова Е. В. и др.* Минеральное сырье района историко-ландшафтного заповедника Аркаим. Отчет. Миасс, 1994ф. 292 с.
- Металлогения рядов коллизионных геодинамических обстановок / Под ред. Г. С. Гусева. Т. 1. М.: ГЕОС, 2002. 409 с.
- Овчинников Л. Н.* Полезные ископаемые и металлогения Урала. М.: Геоинформмарк, 1998. 412 с.
- Садрисламов Б. М., Веретенников В. В., Дурнев Ю. Ф.* Геологическое строение района верховьев рр. Уй и Миасс. Уфа, 1961ф.
- Тютев Я. М., Анкушев М. Н., Блинов И. А.* Минералогические особенности медного месторождения Таш-Казган (Южный Урал, республика Башкортостан) // Металлогения древних и современных океанов–2015. Месторождения океанических структур: геология, минералогия, геохимия и условия образования. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015. С. 215–218.
- Черных Е. Н.* Древнейшая металлургия Урала и Поволжья / В серии: Материалы и исследования по археологии. № 172. М.: Наука, 1970. 180 с.
- Юминов А. М., Зайков В. В.* Никольское месторождение серебряно-медных руд (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов–2009. Модели рудообразования и оценка месторождений. Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. С. 194–197.

*А. С. Целуйко<sup>1,2</sup>, Н. Н. Анкушева<sup>2,1</sup>*

<sup>1</sup> – Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе  
*celyukoa@rambler.ru*

<sup>2</sup> – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

### **Условия формирования труб «палеокурильщиков» Юбилейного медноколчеданного месторождения (Южный Урал) по данным термобарогеохимии и КР-спектроскопии (научный руководитель В. В. Масленников)**

В последние годы накоплено много геологических, геохимических и минералогических данных о гидротермальных системах «черных курильщиков» колчеданных месторождений Урала [Зайков и др., 2001; Масленников, 2006 и др.]. Большое значение в этих исследованиях имеет изучение флюидных включений в прозрачных минералах, позволяющее получать информацию о физико-химических параметрах рудообразующих систем. Целью данной работы является оценка условий формирования и газового состава рудоносных гидротермальных растворов, сформировавших трубы «черных курильщиков» на Юбилейном колчеданном месторождении. Данные исследования продолжают и дополняют работы, начатые в 2015 г. [Целуйко, Анкушева, 2015].

Юбилейное месторождение расположено в Бурибайском рудном районе в пределах силур-девонской Западно-Магнитогорской островной дуги. Шесть рудных тел линзовидной формы залегают на контакте базальтовой и андезит-риолит-дацитовой толщ и реконструированы как пологие сильно разрушенные сульфидные холмы [Масленников, 2006]. Многочисленные хорошо сохранившиеся фрагменты диффузеров