

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ГУМЕШЕВСКОЕ СКАРНОВО-МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ РУДНОЕ ПОЛЕ: СООТНОШЕНИЕ СУЛЬФИДНО-СКАРНОВОЙ ЗОНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ДИОРИТОВ ВОСТОЧНОГО МАССИВА

© 2015 г. А. И. Грабежев, О. Б. Азовскова, Ю. Л. Ронкин

Гумешевское Cu–(Au)-скарново-порфировое месторождение (на северной окраине г. Полевской, Средний Урал) разрабатывается с перерывами с 1709 г. по настоящее время. Добыто около 200 т Cu и значительное количество малахита (до 1850 г. по 1–8 т/год). В настоящее время медь извлекается из зоны окисления. Оставшиеся подсчитанные шахтные запасы составляют 462 т Cu (при содержании в гипогенных рудах 1.2–1.5 мас. % Cu), а запасы по категории P₁ – 798 т или более [8 и др.]. Представляется, что в недрах рудного поля находится гораздо больший объем рудного вещества. Во-первых, подземная разработка велась при бортовом содержании 1.1–1.2 мас. % Cu, сейчас оно составляет 0.2 мас. % при карьерной добыче, т.е. около отработанных рудных тел должен сохраниться значительный объем рудной массы. Во-вторых, практический интерес может представлять объемно минерализованный, значительный по размерам Восточный массив, примыкающий к месторождению с востока (рис. 1, 2). В пределах этого массива пройдено несколько глубоких скважин, однако керн не изучался и не опробовался производственными организациями, несмотря на наличие прожилково-вкрапленной минерализации. Основное содержание этой статьи – аргументация генетической идентичности диоритов месторождения и Восточного массива, а также краткое рассмотрение минерализации Восточного массива. Детальная характеристика месторождения дана в работах [1, 2, 6, 7].

Гумешевское рудное поле включает Гумешевское месторождение и Восточный диоритовый массив. Месторождение локализовано в зоне тектонического меланжа Серовско-Маукского глубинного разлома и представлено меридиональной зоной перемежающихся крутопадающих тел диоритов, мраморов, серпентинитов и алюмосиликатных сланцев. Гранитоиды включают дайкообразную малую интрузию кварцдиоритового состава, простирающуюся в субмеридиональном направлении на 6–7 км при ширине 80–400 м и крутом падении на восток (см. рис. 1, 2). Внедрение гранитоидов сопровождалось образованием биметасоматических и инфильтрационных скарновых тел, сложенных амфиболовыми эпидозитами, эпидот-

гранатовыми эндоскарнами и гранатовыми экзоскарнами (иногда содержащими пироксен). Далее по скарнам сформировались разнообразные метасоматиты ретроградного этапа и магнетитсодержащие сульфидные рудные тела. Последние представлены перемежающимися в различной степени сульфидизированными (преимущественно пирит и халькопирит, иногда борнит) апотаморными, апоэксоскарновыми метасоматитами, в отдельных случаях почти полностью замещенными сульфидами. Иная картина наблюдается в пределах Восточного кварц-диоритового массива, находящегося примерно в 600 м восточнее Гумешевского месторождения. Этот массив, не вскрытый на поверхности, протягивается в субмеридиональном направлении примерно на 4 км при ширине до 400 м. Вертикальная мощность кровли массива варьирует от первых десятков метров до примерно 270 м. Нами просмотрен керн по скв. 4402 глубиной 653 м (профиль 25). Гранитоиды, силикатные вмещающие породы кровли и подошвы массива повсеместно содержат прожилково-вкрапленную халькопирит-пиритовую минерализацию. Массив также сопровождается вторичным рудно-геохимическим ореолом на поверхности.

Сравнительное изучение гранитоидов Гумешевской дайки и Восточного массива свидетельствует об идентичности их изотопно-петрогеохимических черт. Кварцевые диориты дайки иногда содержат многочисленные фациальные участки диоритов, кварцевых диоритовых порфиритов, эруптивных брекчий, которые секутся предскарновыми порфировыми дайками кварц-диоритового–габбро-диоритового состава [4]. Минимально измененные кварцевые диориты обычно содержат 61–63 мас. % SiO₂, 0.75–0.83 мас. % K₂O и состоят из андезинов № 40–52, кварцем (11–21 мас. %) и амфиболом (15–25 мас. %). Калиевый полевой шпат отсутствует полностью. Гранитоиды дайки повсеместно сильно пропилитизированы (плагиоклаз содержит до 20–30 об.% сосюрит-клиноцоизита, амфибол частично замещен хлоритом). Довольно редко и только в локальных зонах наблюдается серицитизация гранитоидов (до слюдисто-кварцевых сланцев). Кварцевые диориты Восточного массива петрохимически отличаются от них только боль-

шим содержанием K_2O (1.74 мас. % по двум анализам), что может определяться повсеместным присутствием значительного количества серицита (до 10–15 об.%) в плагиоклазе, т.е. связано с привносом калия при постмагматическом процессе. Большая часть амфибола хлоритизирована. Во многих участках наблюдается рассланцевание гранитоидов, наличие прожилково-вкрапленных сульфидов, многочисленных прожилков, сложенных карбонатом, хлоритом и кварцем. Мощность прожилков составляет 0.1–2 см и более. Таким образом, диориты Восточного массива подверглись, в отличие от диоритов Гумешевской дайки, объемному кислотному метасоматическому преобразованию. Аналогичная картина свойственна большинству меднопорфировых массивов. Кварцевые диориты дайки и массива характеризуются близкой суммой РЗЭ – 23–48 г/т (при отсутствии Eu-минимума) и одинаковым типом их распределения (рис. 3). Содержания типоморфных микроэлементов также заметно не различаются (г/т): Y = 9–15, Nb = 1–2, Zr = 20–41, Li = 4–14, Be = 0.4–0.5 [4]. Исключение составляет Rb, количество которого в диоритах массива несколько больше по сравнению с диоритами дайки (соответственно 9–23 и 2–5 г/т), что определяется поведением калия. На дискриминационных диаграммах фигуративные точки гранитоидов находятся в островодужном поле, свидетельствуя о формировании в начальную–промежуточную стадию островодужного процесса. Близкой является и величина $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i$ -отношения, составляющая соответственно 0.7045 и 0.7044–0.7048 [2], что указывает на мантийную природу вещества, содержащего небольшую примесь корового материала.

Абсолютное датирование гранитоидов проводилось двумя методами. U–Pb SHRIMP-II конкордантный возраст циркона из пробы пропилитизированного мелкосреднезернистого кварцевого диорита, отобранной из карьера вблизи центрального шахтного ствола, составляет 390.0 ± 2.8 млн лет (10 кристаллов, СКВО = 0.86, вероятность соответствия конкордантности отвечает 0.35). Детальное рассмотрение полученных данных приводится в [3]. Кроме того, изучалась Rb–Sr изотопная систематика четырех образцов гранитоидов. Согласно полученной эррохроне (рис. 4, табл. 1), Rb–Sr-возраст составляет 393.0 ± 18 млн лет ($^{87}Sr/^{86}Sr = 0.704752 \pm 0.000059$, СКВО = 4.9), т.е. вполне совпадает с возрастом, полученным U–Pb SHRIMP-II методом по циркону. Одна из фигуративных точек этой эррохроны представлена образцом заметно серицитизированного кварцевого диорита Восточного массива (4402–533.2), а три других отвечают образцам пропилитизированных кварцевых диоритов Гумешевского месторождения. Положение всех аналитических точек на одной эррохроне свидетельствует о близости возрастов кварцевых диоритов Гумешевского месторождения и Восточного массива.

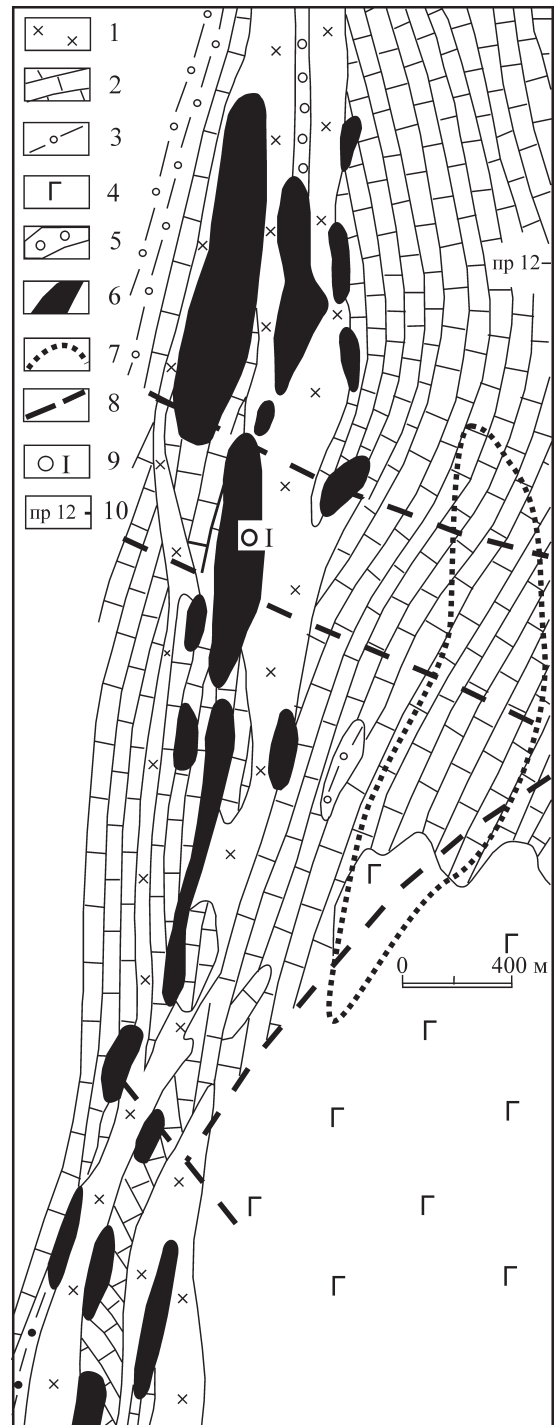


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Гумешевского рудного поля (по В.В. Черепанову и И.А. Макарову с изменениями авторов).

- 1 – кварц-диоритовый комплекс Гумешевской дайки;
- 2 – мрамора;
- 3 – серицит-хлорит-кварц-альбитовые сланцы;
- 4 – габбро Полевского массива;
- 5 – скарновые тела;
- 6 – проекции рудных тел на поверхность (в северной части преимущественно медистые глины);
- 7 – контур рудопроявления над Восточным кварц-диоритовым массивом;
- 8 – поперечные тектонические нарушения;
- 9 – центральная часть Гумешевского месторождения;
- 10 – положение широтного бурового профиля 12.

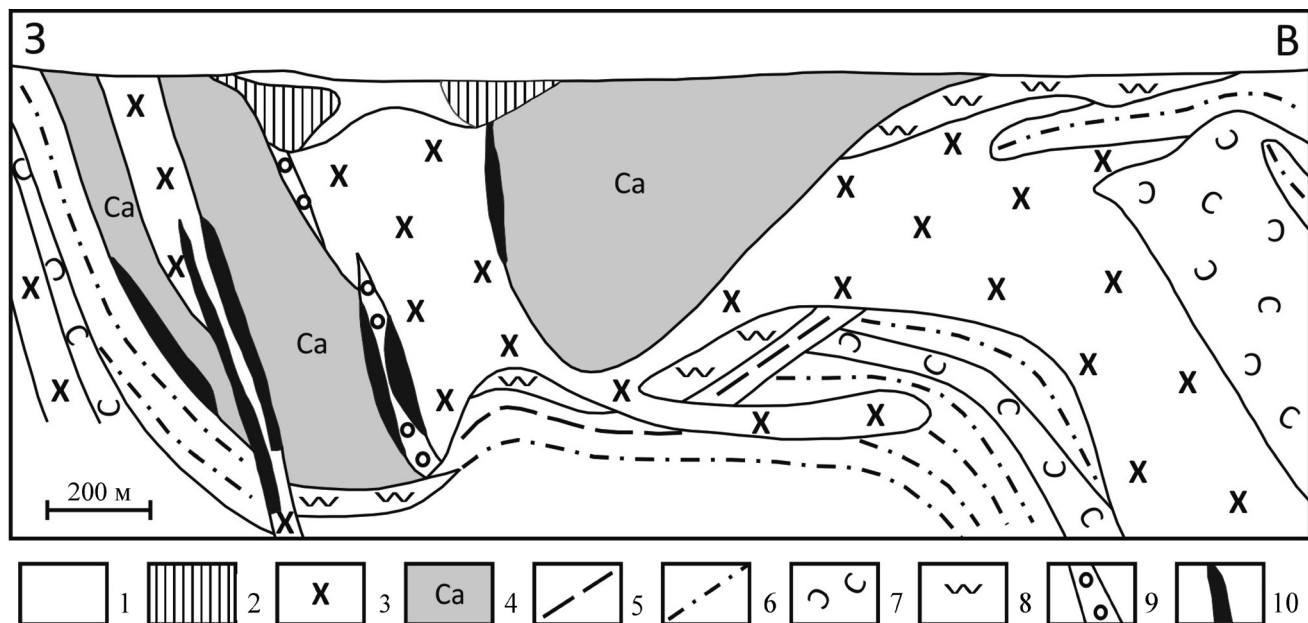


Рис. 2. Схематический разрез по профилю 12 по [8] с изменениями.

1 – карстовые глины; 2 – меденосные карстовые глины (гипергенные рудные тела); 3 – кварцевые диориты Гумешевской дайки (в западной части разреза) и Восточного массива (в восточной части разреза); 4 – мраморы; 5 – углисто-кварцевые сланцы; 6 – сланцы переменного состава серицит-хлорит-кварц-альбитовые и карбонат-кварц-хлорит-альбит-серицитовые; 8 – туфопесчаники; 9 – серпентиниты; 10 – скарны и кварц-карбонатные метасоматиты; 11 – гипогенные рудные тела (сульфидизированные метасоматиты).

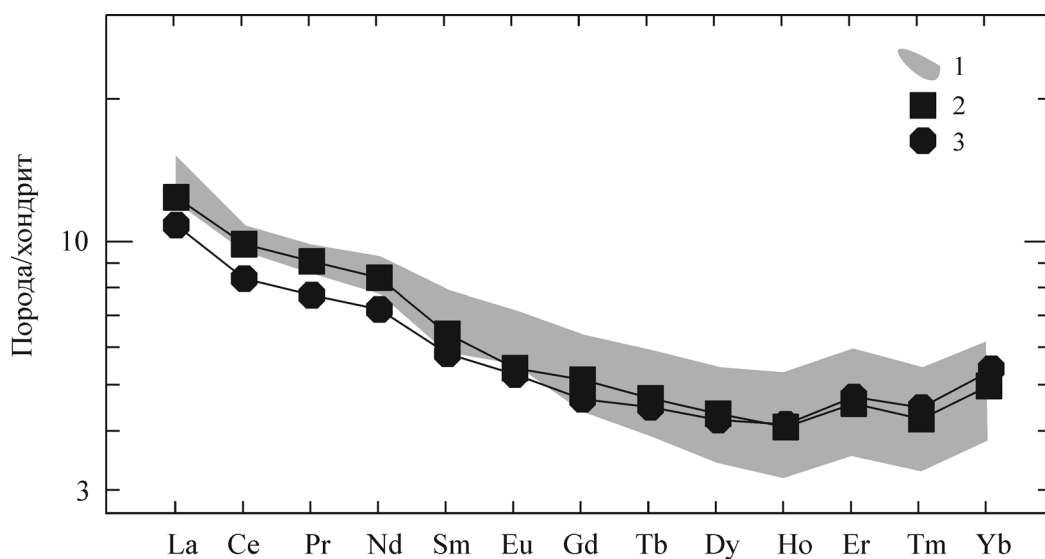


Рис. 3. Распределение редких земель в гранитоидах Гумешевского рудного поля.

1 – пропилитизированные гранитоиды Гумешевской дайки; 2, 3 – серицитизированные и сульфидизированные кварцевые диориты Восточного массива.

Обратимся к генетической стороне формирования рудного поля. Становление Гумешевского месторождения связано с внедрением диоритов и далее подъемом флюидного потока по легко проницаемой густой сети тектонических нарушений сквозного глубинного разлома. Поэтому наблю-

дается значительное число разрозненных мелких субмеридиональных даек диоритов. В гидротермальную стадию на первом этапе происходило взаимодействие флюида с наиболее легко замещаемыми породами – преимущественно мраморами, с образованием скарнов. В дальнейшем при пони-

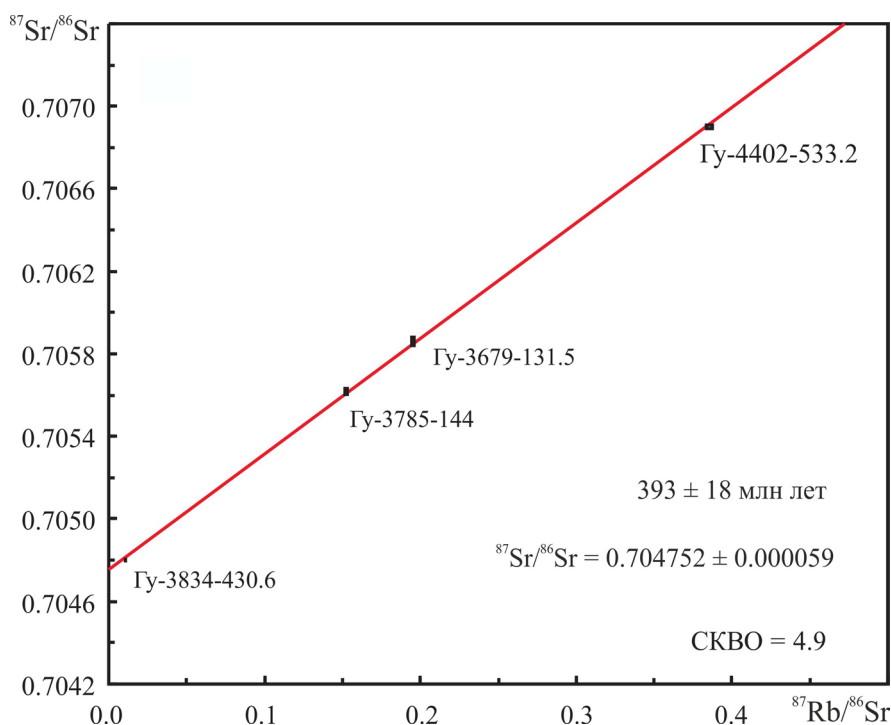


Рис. 4. Rb–Sr эволюционная диаграмма для серицитизированных кварцевых диоритов Восточного массива.

жении температуры флюида экскарны, как наиболее неустойчивые образования, разлагались, замещаясь богатыми магнетит-сульфидными рудами. Кварц-диоритовые дайки подверглись только пропилитизации (возможно, еще в этап скарнирования) и только в редких случаях – серицитизации в пределах локальных маломощных зон. Таким образом, решающее значение в формировании месторождения сыграл литологический фактор. Иной характер процесса свойствен Восточному кварц-диоритовому массиву, внедрившемуся в виде вытянутого купола, имеющего непроницаемую экранирующую покрывку вмещающих пород. Как показано выше, гранитоиды идентичны по петрогеохимическим и возрастным параметрам. Исключением является повышенное содержание калия и связанная с этим объемная повсеместная серицитизация как и прожилково-вкрапленная халькопирит-пиритовая минерализация в Восточном массиве. Решающую роль в этом сыграла концентрация флюидного потока в пределах массива в результате наличия у массива непроницаемой кровли. Таким образом, Восточный массив отвечает типичной медно-порфировой модели, а в целом рудное поле – типовому объекту скарново-медно-порфировой формации. Подобный тип рудного поля, обусловленный литологическим разнообразием вмещающих пород, неоднократно рассматривался в литературе. Блестящее обобщение приведено в статье М.Т. Эйнауи с соавторами [9], а подразделение скарнов – в статье

Таблица 1. Средний химический состав кварцевых диоритов (мас. %).

Компонент	Гумешевское		
	1	2	3
	(3)	(3)	(2)
SiO ₂	55.97	61.45	60.39
TiO ₂	0.45	0.35	0.40
Al ₂ O ₃	16.95	16.84	16.77
Fe ₂ O ₃	1.52	2.47	6.82*
FeO	3.00	2.56	–
MnO	0.12	0.10	0.12
MgO	3.93	2.85	3.56
CaO	8.56	6.06	3.63
Na ₂ O	4.04	3.42	2.97
K ₂ O	0.91	0.75	1.74
P ₂ O ₅	0.17	0.07	0.13
CO ₂	–	–	–
S	0.51	0.08	–
F	–	–	–
H ₂ O	3.79	2.78	3.86
Сумма	99.92	99.87	100.36
Rb	5	16	–
Sr	398	382	–

Примечание. 1, 2 – Гумешевское месторождение, пропилитизированные амфиболовые диориты (1) и кварцевые диориты (2) рудной зоны; 3 – серицитизированные и сульфидизированные кварцевые диориты Восточного массива (скв. 4402).

В.А. Жарикова [5]. Полагаем, что производственное изучение Восточного массива может приве-

Таблица 2. Rb–Sr изотопные данные для кварцевых диоритов Гумешевского рудного поля

№ п.п.	Номер пробы	Rb, г/т	Sr, г/т	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\sigma$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\sigma$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$	$\epsilon_{\text{Sr}}(380)$
1	ГУ-3834-430.6	1.35	362	0.0107	0.0001	0.704840	0.000011	0.704782	+10.4
2	ГУ-3785-144	15.7	296	0.1525	0.0008	0.705619	0.000015	0.704794	+10.5
3	ГУ-3679-131.5	27.4	403	0.1954	0.0010	0.705859	0.000021	0.704802	+10.6
4	ГУ-3701-4.9	16.1	218	0.2123	0.0011	0.705628	0.000009	0.704479	+6.1
5	ГУ-4402-533.2 UR	29.6	221	0.3852 0.0827	0.0019	0.706900 0.704500	0.000007	0.704816	+10.8

Примечание. Концентрации и изотопный состав Rb и Sr определены масс-спектрометрическим методом изотопного разбавления.

сти к выявлению промышленного прожилково-вкрапленного оруденения.

Исследования выполнены по программе Президиума РАН № 27, финансируемой УрО РАН (проект 12-П-5-2015).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Грабежев А.И.* Скарны Гумешевского скарново-медно-порфирикового месторождения (Средний Урал) // Петрология. 2004. № 2. С. 176–190.
2. *Грабежев А.И.* Гумешевское скарново-медно-порфириковое месторождение (Средний Урал, Россия): анализ эволюции рудно-магматической системы (с использованием изотопной геохимии Sr, Nd, С, О, Н) // Геол. рудн. месторождений. 2010. № 2. С. 153–170.
3. *Грабежев А.И., Ронкин Ю.Л.* U–Pb возраст цирконов из рудоносных гранитоидов медно-порфириковых месторождений Южного Урала // Литосфера. 2011. № 3. С. 104–116.
4. *Грабежев А.И., Шардакова Г.Ю.* Рудоносные гранитоиды медно-скарновых месторождений Урала (петрогеохимия в связи с особенностями рудно-метасоматической зональности) // Литосфера. 2006. № 4. С. 68–78.
5. *Жариков В.А.* Скарновые месторождения // Генезис эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1968. С. 220–302.
6. *Иванов С.Н.* Гумешевское медное месторождение на Урале // Сов. геология. 1941. № 2. С. 82–96.
7. *Мошев С.И.* Морфология рудных тел и условия формирования Гумешевского полигенного меднорудного месторождения: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1993. 203 с.
8. *Штейнберг Д.Д.* Гумешевское рудоуправление // Урал. геол. журн. 2000. № 1. С. 5–46.
9. *Эйнауди М.Т., Мейнерт Л.Д., Ньюберри Р.Дж.* Скарновые месторождения // Генезис рудных месторождений. М.: Мир, 1984. Т. 1. С. 401–515.