

УДК 549.731.13

**СОСТАВЫ ГРАНАТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ СКАРНОВ И МАГНЕТИТОВЫХ РУД СУХАРИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ТЕЛЬБЕССКИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ РАЙОН, ГОРНАЯ ШОРИЯ)**

Казанцева Д.В., студент гр. ГЛ-221, IV курс, Маслова Д. А., студент гр. ГЛ-221, IV курс, Маюнова Д. А. студент гр. ГЛ-221, IV курс  
Научный руководитель: Наставко Е. В., к.г.-м.н., доцент  
Кемеровский государственный университет  
г. Кемерово

Железорудные скарны Сухаринского рудного поля расположены в Тельбесском железорудном районе (северо-западная часть Горной Шории).

Общая протяженность рудной зоны около 8 км. На месторождении развита мощная зона окисления и карст с окисленными валунчатыми рудами. В составе руд преобладают скарново-магнетитовые руды, развитые в непосредственной близости от интрузий. На удалении от интрузий находятся карбонатно-магнетитовые, амфибол-магнетитовые, флогопит-хлорит-магнетитовые руды. Генезис руд метасоматический скарновый и гидротермальный, при этом предполагается, что часть руд сформировалась в результате метасоматической переработки первичных вулканогенно-осадочных руд [1].

Руды комплексные разного состава, с преобладанием разных полезных компонентов, во всех рудных полях формировались в результате последовательного наложения минерализаций однотипных стадий: магнетитовой–халькопирит–пирротиновой → арсенопирит–пиритовой → халькопирит–пиритовой (полиметальной) → серебро–полиметаллической. При этом золотоносны в той или иной степени все сульфидные парагенезисы [3].

РТ-параметры образования железорудных скарнов Сухаринского рудного поля составляют  $T=850-600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P=4-10\text{ кбар}$ , глубина 15-30 км [4]. Формирование магнетита происходит на позднескарновом этапе где с ним ассоциируют хлорит и часто гематит. Последний встречается при изменении окислительно-восстановительных условий. Температуры формирования магнетитовых руд Тельбесского железорудного района составляют  $460-420\text{ }^{\circ}\text{C}$  [5].

Завершает образование скарнов этап гидротермального минералообразования, наступающий при снижен ниже субкритической температуры растворов. Прекращается образование собственно скарных минералов. Начинается осаждение собственно гидротермальных минералов. Их минеральная ассоциация зависит от геохимической специфики магмы. Гидротермальные минералы либо образуют вкрапленность вдоль трещин, либо жилы [2].

Исследуемые магнетитовые руды состоят преимущественно из карбоната (55-60 %), магнетита (20-25 %), граната (5 %), амфибола (до 5 %), хлорита (до 5 %) и сульфидов и сульфоарсенидов, суммарно составляющих около 5%.

Железорудные скарны состоят главным образом, из граната (45-50%), пироксена (15-20%) и магнетита (до 10%). Везувиан, эпидот, амфибол и карбонат каждый составляют около 5%. Сульфиды (сфалерит, галенит и халькопирит) суммарно составляют около 5%.

Макроскопически структура руд оолитовая, под сканирующим электронным микроскопом установлена коррозионная структура. Структура скарнов гранобластовая.

Химический состав и строение граната исследованы при помощи сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega3 (Чехия) с энергодисперсионным спектрометром Oxford Instruments.

Гранаты из скарнов зональные (рис. 1), по составу соответствуют гранату гроссуляр-андрадитового ряда (таблиц 1).

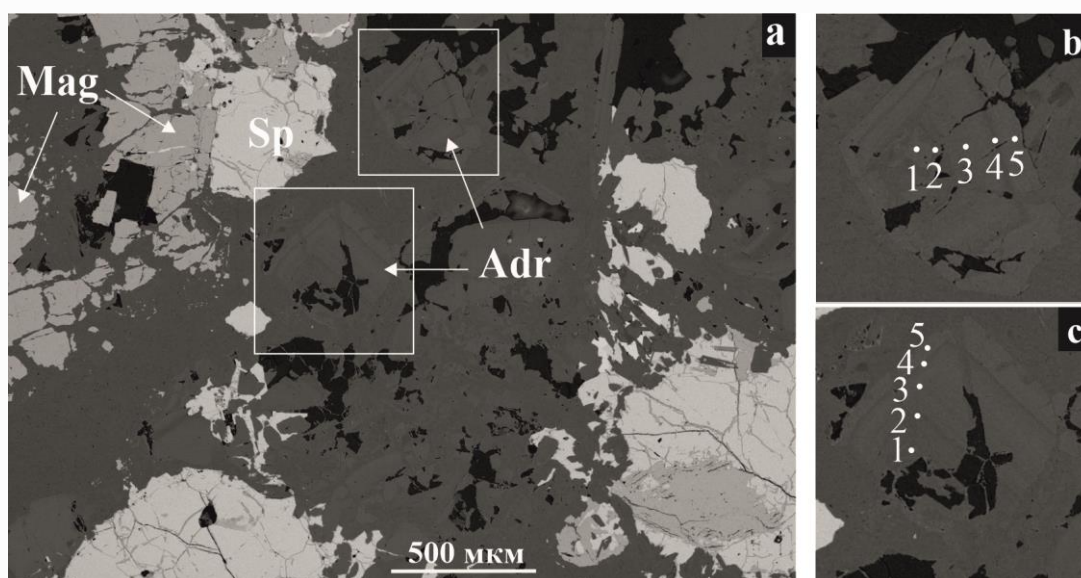


Рис. 1. Зональные кристаллы андрадита среди магнетита и сфалерита (а). Увеличенные фрагменты кристаллов андрадита (b-c). Условные обозначения: And – андрадит, Mag – магнетит, Sp – сфалерит

В нем собственно андрадитовые зоны ( $\text{Adr}_{100}$ ) сменяются гроссуляр-андрадитовыми ( $\text{Adr}_{66-79}\text{Gross}_{17-20}\text{Alm}_{4-14}$ ).

Гранат, приуроченный к магнетитовым рудам, постоянен по своему составу и соответствует андрадиту с существенной долей альмандинового минала ( $\text{Adr}_{57-59}\text{Alm}_{39-40}\text{Gross}_{2-3}$ ).

Основное отличие гранатов заключается в присутствии цинка в гранатах связанных с магнетитовыми рудами ( $\text{ZnO}$  2.33-2.80 мас. %), тогда как в гранатах из скарнов цинк отсутствует, а также большими содержаниями железа (34.05-34.17 мас. %) и алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  12,33-12,48 мас. %), и пониженными содержаниями кальция (20.30-20.73 мас. %). Тогда как в гранатах из скарнов содержание  $\text{FeO}$  составляет 23.86-29.79 мас. %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  до 7.11 мас. %,  $\text{CaO}$  29.84-33.57 мас. %.

Таблица 1 – Химический состав зональных кристаллов граната (мас. %) из  
скарнов (определения 1-5) и гранатов из магнетитовых руд (6-8)

| Эл-ты,<br>масс. %   | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>  | 37.25 | 38.19  | 36.87  | 39.10  | 36.79  | 30.47  | 30.32  | 30.38  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0.00  | 4.42   | 0.00   | 7.11   | 0.00   | 8.33   | 8.48   | 8.40   |
| CaO   | 33.57 | 33.52  | 33.45  | 29.84  | 33.42  | 20.70  | 20.73  | 20.30  |
| FeO   | 29.18 | 23.86  | 29.68  | 23.94  | 29.79  | 38.17  | 38.05  | 38.12  |
| ZnO   | -     | -      | -      | -      | -      | 2.33   | 2.42   | 2.80   |
| Сумма   | 100.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Кристаллохимические коэффициенты  |       |        |        |        |        |        |        |        |
| Si  | 3.05  | 3.08   | 3.02   | 3.14   | 3.02   | 2.50   | 2.49   | 2.50   |
| Al  | 0.00  | 0.42   | 0.00   | 0.67   | 0.00   | 1.19   | 1.21   | 1.20   |
| Fe <sub>Σ</sub>   | 2.00  | 1.61   | 2.03   | 1.61   | 2.04   | 2.35   | 2.34   | 2.34   |
| Fe <sup>2+</sup>  | 0     | 0.11   | 0      | 0.42   | 0      | 1.18   | 1.19   | 1.21   |
| Fe <sup>3+</sup>  | 2.00  | 1.50   | 2.03   | 1.19   | 2.04   | 1.17   | 1.15   | 1.13   |
| Ca  | 2.95  | 2.89   | 2.95   | 2.58   | 2.94   | 1.82   | 1.81   | 1.79   |
| Zn  |       |        |        |        |        | 0.14   | 0.15   | 0.17   |
| Сумма   | 8.00  | 8.00   | 8.00   | 8.00   | 8.00   | 8.00   | 8.00   | 8.00   |
| Миналы, %   |       |        |        |        |        |        |        |        |
| Alm   | -     | 4      | -      | 14     | -      | 39     | 39     | 40     |
| Gross   | -     | 17     | -      | 20     | -      | 2      | 3      | 3      |
| Adr   | 100   | 79     | 100    | 66     | 100    | 59     | 58     | 57     |
| Кристаллохимические формулы:  |       |        |        |        |        |        |        |        |
| Ca <sub>2.94-2.95</sub> Fe <sub>2.00-2.04</sub> [Si <sub>3.02-3.05</sub> O <sub>12</sub> ] – андрадит (определения 1, 3, 5)<br>(Ca <sub>2.58-2.89</sub> Fe <sub>0.11-0.42</sub> )Σ <sub>3.00</sub> (Fe <sub>1.19-1.50</sub> Al <sub>0.42-0.67</sub> )Σ <sub>1.92</sub> [Si <sub>3.08</sub> O <sub>12</sub> ] гроссуляр-андрадито-<br>вый ряд с альмандином (определения 2 и 4)<br>(Ca <sub>1.79-1.82</sub> Fe <sub>1.18-1.21</sub> )Σ <sub>3.00</sub> (Fe <sub>1.13-1.17</sub> Al <sub>0.83-0.87</sub> )Σ <sub>2.00</sub> [(Si <sub>2.49-2.50</sub> Al <sub>0.33-0.36</sub> Zn <sub>0.14-0.17</sub> )Σ <sub>3.00</sub> O <sub>12</sub> ]<br>андрадит с альмандиновым миалом (определения 6-8) |       |        |        |        |        |        |        |        |

Состав гранатов из скарнов Сухаринского рудного поля типичен для гранатов скарнов и соответствует гроссуляр-андрадитовому ряду. Тогда как гранат приуроченный к рудам характеризуется более железистым составом повышенным содержанием альмандинового минала, а также наличием примеси цинка (ZnO 2.33-2.80 мас. %), что, вероятно, является результатом дальнейших гидротермальных преобразований магнетитовых руд и наложению на них гидротермальной сульфидной минерализации.

### Список литературы:

1. Кондаков, А. Н. Минеральные ресурсы недр кемеровской области. В 2 кн. Кн. 1. Металлические полезные ископаемые / А. Н. Кондаков, А. А. Возная. – Кемерово: КузГТУ; ООО «ИНТ», 2013. – 290 с.

2. Основные понятия минералогии. Процессы минералообразования : учебное пособие / С. З. Смирнов, Н. А. Кулик, Ю. Д. Литасов [и др.] – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 167 с.

3. Санин, В. Н. «Золотоносность скарново-магнетитовых рудных полей Горной Шории : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геол.-минерал. наук : спец. 25.00.11 / Санин Владимир Николаевич ; НИ Томск. политех. ун-т (ТПУ). – Томск, 2010. – 22 с.

4. Синяков, В. И. Генетические типы скарновых рудообразующих систем. – Новосибирск: Наука, 1990. – 72 с.

5. Синяков, В. И. Температурные условия образования магнетитовых руд скарновых месторождений / В. И. Синяков // Теоретическая и генетическая минералогия. – 1980. – С. 73-83.