

**Особенности морфологии и состава цинковых шпинелей
различных месторождений мира**
(научный руководитель профессор А. И. Глазов)

Цинковые шпинели – ганит $ZnAl_2O_4$ и франклинит $ZnFe_2O_4$ – являются акцессорными минералами в гранитных пегматитах, гранитах и породах регионального и контактового метаморфизма. Авторами были исследованы цинковые шпинели различных объектов Южного Урала: ганит из гранитных пегматитов Санарского массива, зеленые шпинели из хлоритовых пород Большой Шишимской копи и синие ганиты из везувиан-гранатовых пород копи Веселкина-Гуленко. Помимо материалов, отобранных при полевых работах, были изучены шпинели из коллекций Горного музея: месторождений Финбо (Швеция), Франклин (Нью-Джерси, США) и редкоземельных пегматитов Алакертти [Жданов и др., 1981]. В работе применялись методы электронного микронзондирования, оптической микроскопии и визуального определения свойств и генетических признаков минералов.

В гранитах Санарского массива ганит установлен в одной из пегматитовых жил, вскрытой вблизи дороги Верхняя Санарка – Каменная Санарка. Ганит встречается в виде изометричных зерен с частично собственными гранями октаэдра (рис. 1а). Для кристаллов ганита характерны поверхности совместного роста с кварцем и полевым шпатом. Химический состав ганитов гранитных пегматитов характеризуется практически полным отсутствием магния (рис. 2). Это верно как для Санарского массива, так и для ганитов Финбо (Швеция) и Бельвис-де-Монрой (Испания) [Merino, Villaseca, 2010]. В химическом составе ганитов с Южного Урала и из шведских месторождений заметно сходство в содержании и распределении главных минералообразующих элементов (табл.).

Другой тип минерализации связан с контактово-метасоматическими образованиями. В частности, исследована шпинель Большой Шишимской копи и ганит копи Веселкина-Гуленко, минерализация которых связана с внедрением габбрового Кусинско-Копанского интрузива в толщу доломитовых мраморов Саткинской свиты.

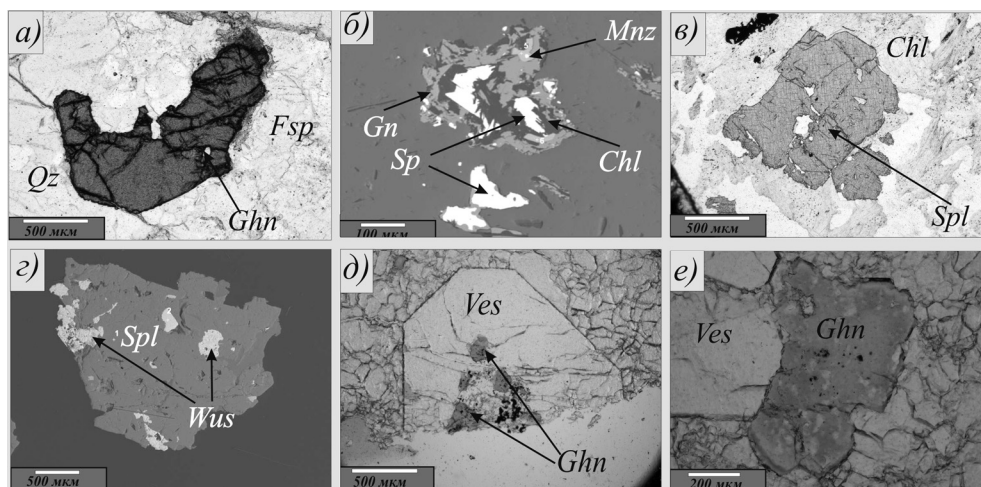


Рис. 1. Изученные шпинелиды: а) ганит из гранитного пегматита Санарского массива (коллекция авторов), б) ганит с полиминеральным включением из гранитных пегматитов Финбо, Швеция (коллекция Горного музея); в) зерно шпинели с отдельностью по {111}; г) цинксо-держащая шпинель с включениями вюститита (Шишимская копь, из коллекции Горного музея); д) включения ганита в везувиане; е) ганит с зональным строением (копь Веселкина-Гуленко, коллекция В. А. Попова).

Spl – шпинель; Wus – вюстит; Chl – хлорит; Qz – кварц; Fsp – калиево-натриевый полевой шпат; Ghn – ганит; Mnz – монацит; Ves – везувиан, Gn – галенит.

Т а б л и ц а

**Химический состав ганита (1–4, 8–11), шпинели (5–7) и франклинита (12)
из исследованных объектов**

№ п/п	№ обр.	Al	Mg	Fe	Zn	Mn	O	Сумма
1	S-1.1	27.77	–	4.98	32.69	0.34	34.22	100.00
2	S-1.2	27.96	–	5.37	31.93	0.4	34.34	100.00
3	S-1.3	27.71	–	5.03	32.75	0.32	34.19	100.00
4	S-1.4	22.42	–	4.96	41.18	–	31.44	100.00
5	Sh-1	36.86	15.51	2.18	1.24	–	44.22	100.01
6	Sh-2	35.66	15.81	3.34	1.43	0.26	43.5	100.00
7	Sh-3	36.18	15.61	2.92	1.4	0.2	43.69	100.00
8	V.G.-1	30.35	3.62	2.02	26.67	0.43	36.9	99.99
9	V.G.-2	29.56	2.70	1.15	30.00	0.52	36.06	99.99
10	F-1	30.57	1.71	2.09	29.49	0	36.13	99.99
11	Fr-1	24.90	–	7.68	33.95	0.64	32.84	100.01
12	Fr-2	1.90	3.29	38.73	22.71	5.64	27.73	100.00

Примечание. 1–4 – гранитные пегматиты Санарского массива, 5–7 – хлоритовые и серпентин-хлоритовые породы Большой Шишимской копи, 8–9 – везувиан-гранатовые породы копи Веселкина-Гуленко, 10 – гранитные пегматиты месторождения Финбо, 11–12 – горный округ Франклин. Анализы выполнены на электронном микроскопе-микроанализаторе CamScan MV 2300, аналитик В. Ф. Сапега.

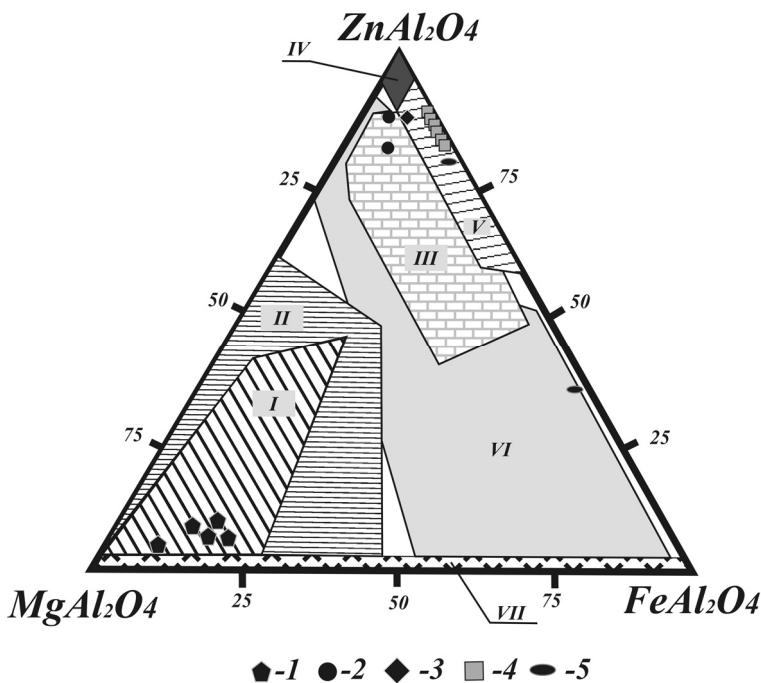


Рис. 2. Положение проанализированных Zn-шпинелей на Zn-Mg-Fe диаграмме с полями составов шпинелидов [Heimann et al., 2007].

Поля составов: I – мраморы; II, III – метаморфизованные сульфидные руды в породах, обогащенных Mg, Ca и Al (II) и Fe и Al (III); IV – метабазиты; V – граниты; VI – гидротермально-преобразованные богатые Fe и Al метаосадочные и метавулканические породы, VII – обогащенные Al гранулиты.

1 – шпинель Большой Шишимской копи; 2 – ганит из копи Веселкина-Гуленко; 3 – ганит месторождения Финбо; 4 – ганит из пегматитов Санарского массива; 5 – франклинит и ганит месторождения Франклин.

Шпинель Большой Шишимской копи обнаружена в хлоритовых и тальк-хлоритовых сланцах и приурочена к пустотам, представляющим собой разнообразные трещины. На их стенках нарастают хорошо ограненные кристаллы магнетита, перовскита, шпинели, герцинита размером до 0.5 см. Шпинель образует сложно ограненные зерна и реже – идиоморфные кристаллы октаэдрического габитуса (рис. 1в, г) с малым содержанием ZnO и FeO. Зеленый цвет обусловлен примесью железа. Приуроченность шпинели к трещинам в низкотемпературных хлоритовых и серпентин-хлоритовых породах Большой Шишимской копи указывает на ее образование на последнем этапе развития объекта.

Севернее Большой Шишимской копи находится горная выработка, за которой закрепилось название копи Веселкина-Гуленко («Барботова яма»). В везувиан-гранатовых метасоматитах встречается вкрапленность ганита синего цвета. В шлифе это небольшие изометричные зерна с плохо проявленной огранкой размером 0.1–0.2 мм, иногда до 0.7–0.8 мм (рис. 1д). В проходящем свете ганит зонален: внутренние части кристаллов зеленые, внешние – ярко-синие (рис. 1е). Состав зеленой зоны (мас. %): ZnO 27.62, MgO 8.27, FeO 3.79; синяя зона характеризуется большим содержанием

ZnO при меньшем MgO и FeO [Попов, Колисниченко, 2012]. В крупных индивидах характерны включения рудного минерала менее 0.1 мм. Нередко обнаруживаются вроски ганита в гроссуляре, а также в крупных зернах везувиана. Также изучены прозрачные синевато-серые октаэдрические кристаллы ганита (0.3–0.7 см) из магнезиальных скарнов (в ассоциации с магнезитом, красным гранатом, минералами группы гумита и флогопитом), приуроченные к наиболее крупным полостям в породе, что указывает на их кристаллизацию на поздней гидротермальной стадии процесса скарнообразования.

Из месторождений, связанных с гидротермальными полиметаллическими рудами, изучены ганит и франклинит из рудников горного округа Франклин (Нью-Джерси, США). Шпинелиды встречаются в виде кристаллов октаэдрического габитуса размером до нескольких сантиметров с преобладанием желтых тонов в окраске. Общим для них является высокое содержание ZnO и отсутствие или крайне низкое содержание MgO. Для ганита характерно повышенное содержание железа в отличие от ганита из гранитных пегматитов Южного Урала; франклинит содержит примеси Mn и Al (табл., ан. 11).

Литература

Жданов В. В., Матвейчик В. С., Куранова В. Н. Ганит из сланцев Больших Кейв // Записки ВМО. 1981. № 6. С. 611–614.

Попов В. А., Колисниченко С. В. Синий ганит из скарнов «Барботовой ямы» Шишимской копи на Южном Урале // Тринадцатые Всерос. науч. чт. пам. ильменского минералога В. О. Полякова. Миасс: ИМин УрО РАН, 2012. С. 14–17.

Heimann A., Spry P. G., Teale G. S. Zincian spinel associated with metamorphosed Proterozoic base-metal sulphide occurrences, Colorado: A re-evaluation of gahnite composition as a guide in exploration // Canadian Mineralogist. 2007. Vol. 43. P. 601–622.

Merino E., Villaseca C., Perez-Soba C., Orejana D. First occurrence of gahnite and chrysoberyll in an Iberian Hercynian pluton: the Belvis de Monroy granite (NE Cáceres, Spain) // Revista de la Sociedad Española de Mineralogía macla. 2010. № 13. P. 159–160.