
КРУПНЫЕ Pb-Zn МЕСТОРОЖДЕНИЯ В МАКЕДОНИИ

М.Г. Добровольская

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

М. Александров, Т. Серафимовски

Горно-геологический факультет
Университета Скопье
г. Штип, Македония

Анализ минеральных парагенезисов, текстур и структур руд, стабильных изотопов в минералах послужили основанием для понимания процессов рудообразования в двух крупных метасоматических Pb-Zn месторождениях Саса и Тораница, локализованных в одной и той же металлогенической зоне Сербско-Македонского массива.

На северо-востоке Македонии известны крупные промышленные месторождения свинца и цинка, в том числе Саса, Тораница и др. Месторождение Саса открыто в 1954 г., но добыча руды началась с 1966 г. С момента эксплуатации месторождения добыто примерно 13,0 млн т руды. Содержание металла (Pb + Zn) — 8%. Запасы составляют 27,5 млн т. По всем параметрам месторождение является крупным не только в Македонии, но и в юго-восточной Европе. Месторождение Тораница находится к северу от известного месторождения Саса. Разведка месторождения началась в 1974 г., эксплуатация — в 1987 г. На 1995 г. запасы руд месторождения Тораница составляют 12,6 млн т, содержание Pb — 4,47%, Zn — 2,93%, Ag — 20 г/т.

В специальной литературе известны разные точки зрения на генезис месторождений Саса и Тораница. Одни исследователи [6] рассматривают руды как стратиформные, сингенетичные, претерпевшие региональный метаморфизм в третичный период, другие [1—5] считают месторождения Саса и Тораница эпигенетическими гидротермальными, связанными с третичным магматизмом. По мнению Т. Серафимовски и М. Александрова [5], для решения вопроса о генезисе месторождения возникла необходимость более детального изучения минералогии, геохимии, текстур и структур руд, что было выполнено вместе с македонскими геологами.

Геологическая позиция. Месторождения Саса и Тораница расположены в Сербско-Македонской рудной провинции и находятся в одной структурно-металлогенической зоне почти меридионального направления. Тораница занимает северную, а Саса — южную часть этой структуры. Месторождения являются главными в рудном районе Саса-Тораница, который представляет часть металлогенической зоны Бесна Кобила-Осогово (рис. 1).

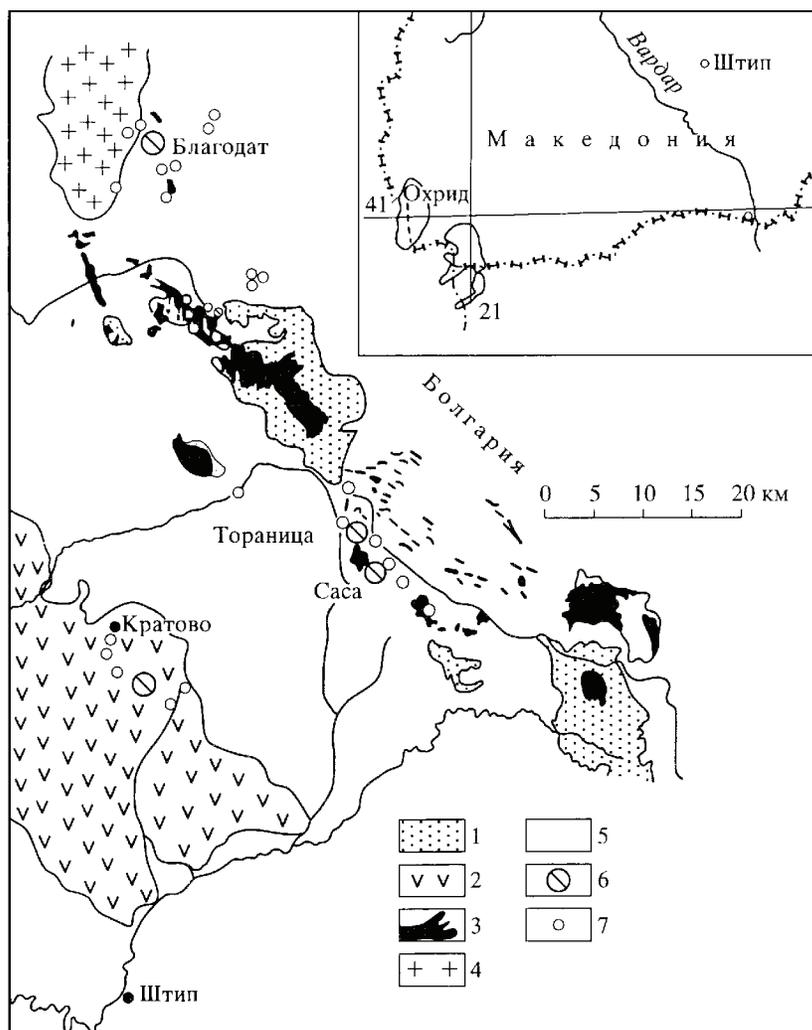


Рис. 1. Схематическая геологическая карта рудного района Бесна Кобила-Осогово [1] с изменениями:

- 1 — третичные осадки; 2 — дацит-андезиты (эоцен-плиоцен);
 3 — кварц-латиты (эоцен-плиоцен); 4 — гранодиориты (мел-триас); 5 — докембрийские и нижне-палеозойские метаморфические породы; 6 — стратиформные свинцово-цинковые месторождения; 7 — другие свинцово-цинковые месторождения

Геологическое положение зоны определяется геотектоническими факторами. С северо-запада на юго-восток в нее входят самостоятельные структуры, соответственно, Сербско-Македонский и Родопский массивы. В рудном районе выделены докембрийские метаморфические породы, представленные гнейсами, слюдяными сланцами, кварцитами, амфиболитами и метабазитами. На докембрийских породах залегают метаморфические кварц-альбит-эпидот-хлорит-мусковитовые сланцы с фациальными различиями в составе, кварциты, амфиболиты и метабазиты, относящиеся к зеленосланцевой фации метаморфизма, по возрасту отвечающие рифею-кембрию.

Палеозойские метаморфические и магматические породы (кварц-графитовые, хлорит-серицитовые сланцы с прослоями известняков, гранитоиды) залегают трансгрессивно на древних комплексах

Породы третичного и четвертичного возраста представлены конгломератами, алевролитами, глинами и песчаниками, а также вулканитами среднего и кислого состава.

Различные тектонические нарушения, контролирующие магматизм и оруденение, широко проявлены в зоне. Известны три системы разломов, имеющие разное значение. Одна система (СЗ-ЮЮВ) определяет генеральную позицию главной геотектонической структуры. Она характеризуется дислокациями, которые подновлялись в разные геологические периоды. Эти структуры служили каналами для магматических проявлений и поступления флюидов и контролировали оруденение в рудных районах и полях. Другая система разломов (СЗ-ЮВ) развита в южной части Балканского полуострова и пересекает главную геотектоническую структуру. Эта система не имеет особого значения в распределении магматических проявлений и оруденения. Третья система — наиболее распространенная, ее направление — СВ-ЮЗ и широтное. Она сечет главную геотектоническую структуру и связана с активными неотектоническими движениями. М. Александров считает, что эти структуры являются обновленными и имеют важное значение в распределении оруденения. С главными системами разломов связаны тектоно-магматические процессы в неогене. Кварц-графитовые сланцы с прослоями известняков мощностью от нескольких сантиметров до одного метра осуществляют литологический контроль оруденения. Под воздействием гидротермальных растворов образовались известковые скарны инфильтрационного типа. При этом наблюдается избирательное замещение пород рудными минералами, иногда с сохранением ксенолитов незамещенных пород. Кварц-графитовые сланцы служили экраном. Литологический фактор не имел значения в случаях интенсивной деформации пород. В таких условиях рудные тела формировались в сланцах, в гнейсах и в дайках.

Среди третичных вулканитов выделены покровные дациты и дайки кварцевых латитов, возраст которых, определенный К-Аг-методом, составляет 20—18,5 млн лет. Дайки кварцевых латитов, секущие сланцы или залегающие в них послойно, служат четким магматическим контролем оруденения. Дайки известково-щелочной серии пространственно связаны с оруденением. Вблизи даек увеличиваются размеры рудных тел и повышаются концентрации основных металлов.

Рудные тела приурочены к контактам кварц-графитовых сланцев с гнейсами, известняками и кварцевыми латитами. Сульфидная руда наложена на метасоматически измененные породы, о чем свидетельствуют формы рудных тел, неравномерное распределение оруденения, в частности в известняках, где сохранились безрудные блоки. Метасоматиты формировались в интервале температур 350—450 °С. Рудные тела образуют ленты, пласты, линзы, залежи неправильной формы. Мощность рудных тел меняется от 1 до 20 м. Простираение рудных тел — северо-западное или близкое к меридиональному отвечает общему направлению структурно-металлогенической зоны. Протяженность отдельных рудных тел — от 150 до 1800 м.

Месторождение Саса объединяет пять отдельных самостоятельных участков, расположенных на разных гипсометрических уровнях: Свина Река, Козья Река, Голема Река и др., которые характеризуют многие особенности рудного поля и месторождения Саса (рис. 2).

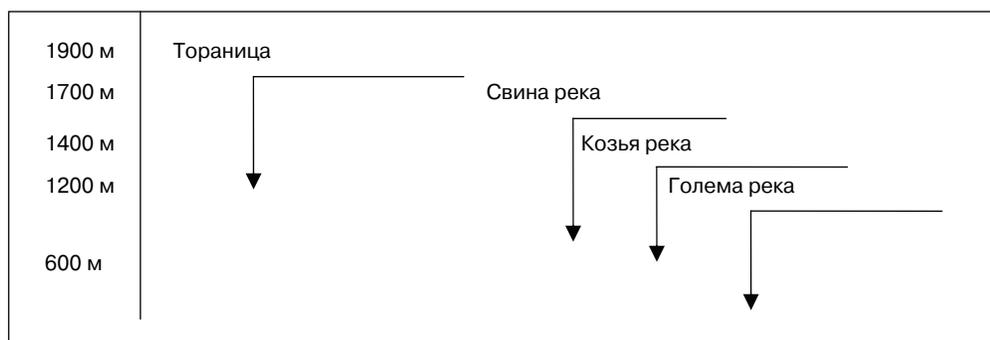


Рис. 2. Гипсометрические уровни рудных участков в зоне Тораница-Саса

Минеральный состав, текстуры и структуры руд. Многие исследователи отмечают сходство минерального состава в рассматриваемых месторождениях. В рудах месторождения обнаружено более 70 минералов. Главные рудные минералы: галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, пирротин. К второстепенным относятся блеклые руды разного состава, фрейбергит, марказит. Редко встречаются пентландит, кубанит, борнит, арсенопирит, самородные висмут и серебро, висмутин, алтаит, эмплектит, электрум и др.

Нерудные минералы также разнообразны по составу. В скарнах встречаются гранат (гроссуляр, андрадит), бустамит, аугит, диопсид, ильваит, геденбергит, иогансенит, родонит. Изменения скарнов сопровождаются образованием актинолита, эпидота, кварца, кальцита, хлорита с магнетитом и гематитом. Среди жильных минералов наблюдаются доломит, кутнагорит, родохрозит, сидерит, анкерит, барит, халцедон, опал, кадмиевый отавит, впервые обнаруженный в Македонии. Перечисленные минералы развиты не повсеместно, и количества их меняются в зависимости от глубины формирования рудных тел, степени изменения скарнов и вмещающих пород, интенсивности и продолжительности действия флюидов в той или иной структуре. Так, скарновые минералы наиболее развиты на участках Свина Река и Козья Река. В рудах последнего описаны сульфиды и сульфосоли серебра: акантит, полибазит, стефанит, прустит, пираргирит. На участке Голема Река встречаются энаргит, халькозин, ковеллин и сульфосоли свинца — буланжерит и джемсонит. Многие рудные и нерудные минералы образуют разные по морфологии и химическому составу генерации, что указывает на неоднократное поступление гидротермальных растворов, вызывавших растворение, замещение и перетложение ранних минералов.

В рудах месторождений распространены полосчатые, пятнистые, вкрапленно-прожилковые, реже массивные текстуры. Они четко отражают их метасома-

тическое происхождение. Полосчатые текстуры характеризуются чередованием полос рудного и нерудного вещества как в сланцах, гнейсах, так и в скарнах. Их происхождение обусловлено избирательным замещением благоприятных слоев и полос кварц-хлорит-серицит-карбонатного состава, в скарнах — актинолит-эпидотовых участков. Полосчатые текстуры руд унаследовали строение вмещающих пород. Иногда в полосчатых текстурах видны следы брекчирования и дробления. Пятнистые текстуры характеризуются неравномерным распределением рудных минералов во вмещающих породах. В этих рудах существенную роль играют жильные (кварц, карбонаты) и скарновые минералы (геденбергит, иогансенит, эпидот). Пятнистое распределение сульфидов сопровождается рассеянной вкрапленностью среди нерудных минералов. Пятнистые текстуры часто наблюдаются в скарнах, где последние сохраняются в виде реликтов среди сульфидных агрегатов. Вкрапленно-прожилковые и вкрапленно-полосчатые текстуры широко развиты в рудах, которые сложены разнообразными минеральными агрегатами. Эти текстуры наиболее распространены в рудах, сформированных в сланцах и гнейсах. Они указывают не только на замещение породообразующих минералов, но и на последовательное отложение разных по составу сульфидных агрегатов. Образование вкрапленно-прожилковых текстур связано с возникновением трещин вследствие тектонических деформаций, предшествующих и сопутствующих оруденению. Массивные текстуры наблюдаются в рудных телах, локализованных в скарнах, богатых пирит-пирротин-сфалеритовыми и галенит-халькопирит-сфалеритовыми рудами. Микроскопическое изучение руд массивной текстуры позволило выявить признаки разновременного отложения минеральных агрегатов разного состава и их соотношения.

На основании изучения минерального состава руд и текстурно-структурного анализа в месторождениях Саса и Тораница установлены сходные по составу минеральные парагенезисы и закономерная их смена во времени и пространстве. Для рудообразующих сульфидов типично образование разных генераций, отличающихся не только морфологией зерен и агрегатов, но и химическим составом [3].

На месторождениях Саса и Тораница выделены последовательно отложившиеся минеральные парагенезисы. Часть из них относится к первичным, т.е. к парагенезисам, которые кристаллизовались из поступающих гидротермальных растворов, другая часть возникла вследствие реакционного взаимодействия ранних парагенезисов с последующими порциями растворов. В результате анализа минеральных парагенезисов, изменения химического состава разных генераций минералов, температурного режима формирования руд и фракционирования изотопов серы в сульфидах установлено многостадийное формирование месторождений.

Таким образом, для месторождений Саса и Тораница выявлены литологический, структурный и магматический контроль оруденения. Промышленные руды сконцентрированы в метаморфических сланцах и метасоматитах по известнякам. Рудоотложению предшествовали региональный и контактовый метаморфизм.

Оруденение наложено на низкотемпературные (320—450 °С) кварц-карбонат-эпидот-хлорит-серицит-актинолитовые метасоматиты с фациальными различиями в минеральных парагенезисах, локализованных в сланцах и известняках. Гидротермальные растворы вызвали последующие метасоматические изменения, с которыми связаны замещение, переотложение кварца, эпидота, кальцита, магнетита, пирита, сфалерита, их новообразования.

Текстуры и структуры руд, геохимические особенности рудообразующих минералов указывают на прерывистость процесса оруденения, который проходил на месторождении Тораница в три стадии: кварц-пирротин-пирит-сфалеритовую (370—320 °С), кварц-кальцит-сфалерит-галенитовую (250—190 °С) и кварц-барит-кальцитовую. Руды месторождения Саса формировались в таком же температурном режиме в течение четырех стадий: кварц-пирротин-пирит-сфалеритовой, карбонат-пирит-марказит-магнетитовой, кварц-кальцит-пирит-блеклая руда-халькопирит-сфалерит-галенитовой и кварц-карбонатной. В составе минеральных парагенезисов разных стадий возможны фациальные различия в зависимости от среды минералообразования, состава остаточных растворов, окислительно-восстановительных условий. О дискретности рудного процесса и химических реакциях ранних минеральных агрегатов с последующими порциями гидротермальных растворов свидетельствуют текстуры и структуры руд, а также неоднородный химический состав рудообразующих минералов.

Фракционирование изотопного состава серы, углерода и кислорода указывает на вероятное участие в рудном процессе разных по происхождению вод: магматических, метаморфических и метеорных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Bogojevski K.* Metallogeny of the tertiary magmatism in the area of Osogovo-Besna Kobila // Rep. 6th symp. Skopje. — 1967. — P. 81—97.
- [2] *Богоевски К., Гаитеовски В.* Концентрација на корисните метали (Pb-Zn) во подинската рудна зона на лежиштето Тораница // XII Конгрес на Геолозите на Југославија. Охрид, 1990.
- [3] *Добровольская М.Г., Серафимовски Т., Александров М.* Текстурно-структурные соотношения и последовательность формирования руд свинцово-цинкового месторождения Тораница (Македония) // Геология рудных месторождений — 1997. — Том 39. — С. 91—105.
- [4] *Jankovic S.* Metlogenetske epohe i rudonoska podrucja Jugoslavije. — Beograd, 1967. — S. 159.
- [5] *Серафимовски Т., Александров М.* Наогалишта и појави на олово и цинк во Република Македонија // Посебно издание бр. 4, Рударско-геолошки факултет. — Штип, 1995. — С. 387.
- [6] *Tufar W., Struel I.* The Sasa lead-zinc deposit (Macedonia/Yugoslavia) and its position in the Serbian-Macedonian ore province // Syngeneses and epigenesis in the formation of mineral deposits. — Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1984. — P. 412—421.

BIG PB-ZN DEPOSITS IN MACEDONIA

M.G. Dobrovol'skaya

Engineering faculty
Peoples' Friendship Russian University
Miklucho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

M. Aleksandrov, T. Serafimovski

Faculty of Mining and Geology
University «Sv. Kiril i Metodij»
Skopje, Stip, Macedonia

The analysis of mineral parageneses, ore textures and structures, stable isotopes in minerals provided a base for understanding of mineralization processes in two big metasomatic Pb-Zn deposits Sasa and Toranica located in the same structural-metallogenic zone of SMM.