

МИНЕРАЛОГИЯ

Ф. В. ЧУХРОВ

**НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГЕНЕЗИСА ГАЛОИДНЫХ
МИНЕРАЛОВ СЕРЕБРА**

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 27 III 1940)

1. Имеющиеся в литературе данные говорят о том, что галоидные минералы серебра являются наиболее характерными для тех областей, которые характеризуются сухостью климата в настоящем или прошлом.

В соответствии с климатическими особенностями значительная часть Центрального Казахстана представляет бессточные области, в которых весьма широко распространены соляные озера. Отражением климатических условий является также высокое содержание хлора в грунтовых водах казахстанских месторождений. В качестве примеров можно привести следующие данные о содержании хлора в рудничных водах тех месторождений Центрального Казахстана, в которых нами установлены галоидные минералы серебра: Джеламбет (шахта № 5)—409 мг/л; Джезказган—до 283 мг/л; Майкаин—до 240 мг/л. Для сравнения укажем, что в отдельных месторождениях Среднего Урала содержание хлора составляет менее 1 мг/л.

Содержание брома и иода в природных водах обычно находится в более или менее прямой зависимости от содержания хлора. По определению Л. С. Селиванова, в подземных водах Майкаина содержится до 0,5 мг/л брома, тогда как содержание иода выражается значительно меньшими количествами. Бром констатирован также в самосадочной соли озера Туз-куль, расположенного сравнительно недалеко от Майкаина. В рапе того же озера содержится 732 мг брома на 1 л (определение Л. С. Селиванова).

На основании собственных наблюдений и литературных данных мы считаем, что существующее представление о роли морской воды для образования галоидных соединений серебра не имеет сколько-нибудь значительного применения к известным месторождениям минералов этой группы. Источниками хлоридов и других солей, содержащихся в грунтовых водах, являются выветривающиеся горные породы. Повышение концентрации солей в грунтовых водах связано с капиллярным поднятием вод к поверхности. При этом происходит испарение воды и выделение солей с образованием солончаков. Нисходящими дождевыми водами соли солончаков вновь переносятся в зону грунтовых вод. При капиллярном поднятии растворов к поверхности в них увеличивается количество ионов хлора за счет уменьшения количества сульфатных ионов. Причиной этого является вытеснение катионами растворов того кальция, который содержится в почве в поглощенном состоянии. Этот

кальций дает с сульфатными ионами слабо растворимый сульфат, который в значительной части выпадает из раствора. Следовательно, в условиях Центрального Казахстана вследствие капиллярного поднятия грунтовых вод количество хлоридов в них возрастает.

Источниками серебра, фиксированного в галоидных минералах, в значительной части несомненно является самородное серебро и серебросодержащие сульфаты.

Наши наблюдения в Центральном Казахстане позволяют сделать вывод, что наряду с самородным серебром и серебросодержащими сульфидами существенными источниками серебра галоидных минералов в природных условиях местами является самородное золото. Примером месторождения, в котором прослежено образование галоидных минералов серебра в результате гипергенного изменения золота, является Майкаин. Образование галоидных минералов серебра при выветривании серебросодержащих сульфидов прослеживается в Джеккагане.

2. Вопрос о зональном распределении галоидных минералов серебра в рудных месторождениях впервые был поднят в 1896 г. Ф. Мёста⁽¹⁾. По данным этого автора в Чили наблюдается приуроченность кераргирита к верхним горизонтам, тогда как иодаргирит характерен для наиболее глубоких горизонтов, а именно для границы с сульфидными рудами. Эмболиты занимают промежуточное положение.

Следует, однако, отметить, что по указанию Мёста Домейко для Альгодонес (близ Кокимбо) отмечает обратное расположение галоидных минералов серебра по вертикали в сравнении с данными самого Мёста. Значительно позже вопрос о зональном распределении галоидных минералов серебра в рудных месторождениях был освещен Бэрджесом⁽²⁾ на примере месторождения Тонопа (Tonopah) в Неваде. В этом месторождении в общем кераргирит характерен для верхней части зоны гипергенеза, эмболит— для средней и иодаргирит— для нижней. Резкие границы, однако, наблюдаются не везде. Обычно эмболит сопровождается кераргиритом и иногда— иодаргиритом.

Наблюдения в Тонопа привели Бэрджеса к заключению о более раннем выделении кераргирита в сравнении с эмболитом и последнего в сравнении с иодаргиритом. Указанный порядок выделения противоречит данным о растворимости галоидных соединений серебра, так как AgCl является значительно более растворимым, чем AgI . Причиной более позднего выделения иодаргирита в сравнении с кераргиритом, по Бэрджесу, является весьма значительное преобладание в нисходящих водах хлоридов щелочных металлов над бромидами и подидами.

Для выводов о зональном распределении галоидных соединений серебра представляют интерес следующие данные о составе этих минералов с различных горизонтов месторождения Майкаин. Соответствующие аналитические определения выполнены Л. С. Селивановым.

Приведенные выше данные не подтверждают наблюдения Мёста и Бэрджеса и не позволяют применительно к Майкаину говорить об определенной зональности в распространении галоидных соединений серебра по вертикали.

Интересно отметить, что иодаргирит встречен сравнительно близко от поверхности, тогда как разность, наиболее обогащенная хлоридом серебра (бромистый иодаргирит), установлена на глубине 60 м, что полностью соответствует данным о растворимости хлористого и иодистого серебра. Интересно также отметить тесную ассоциацию иодаргирита с галоидными минералами из группы кераргирита, установленную для участка «А» Майкаина. Совместное нахождение галоидных минералов серебра отмечено также и Бэрджесом для Тонопа.

Участок	Глубина от поверхности и место взятия образца	Состав чистого минерала в весовых %	Название минерала
А	Около 10 м; большой карьер	AgI 97,3 AgBr 1,8 AgCl 0,9	Иодаргирит
С	Около 10 м; карьер № 9	AgCl 46,9 AgBr 36,8 AgI 16,3	Иодэмболит
С	Там же; другой образец	AgCl 44,9 AgBr 36,8 AgI 16,3	Иодэмболит
С	40 м; шахта № 2, восточный штрек, южная стенка	AgBr 59,9 AgCl 38,1 AgI 2,4	Эмболит
С	40 м; сбойка между шахтами № 2 и № 3, южная стенка	AgBr 75,0 AgCl 22,4 AgI 2,6	Эмболит
С	Там же; другой образец	AgBr 58,3 AgCl 40,3 AgI 1,4	Эмболит
С	58 м; шахта № 2, насосная камера, южная стенка	AgCl 50,5 AgBr 42,8 AgI 6,7	Иодэмболит
С	60 м; из выделений самородной серы	AgCl 88,6 AgBr 11,6 AgI 0,2	Бромистый кераргирит
С	60 м; из выделений самородной серы	AgBr 52,2 AgCl 33,8 AgI 14,0	Иодэмболит

Таким образом зональное расположение галоидных минералов серебра в зоне гипергенеза рудных месторождений не является правилом, равно как и более позднее выделение иодида серебра в сравнении с его бромидом и хлоридом. Выделение галоидных соединений серебра в том порядке, какой установлен Мбста и Бэрджесом и противоречит данным о растворимости AgCl, AgBr и AgI, всецело можно объяснить (вслед за Бэрджесом) резким преобладанием в растворах хлора над бромом и последнего над иодом. Здесь проявляется действие общего иона.

3. Имеющиеся в литературе данные о парагенетических соотношениях галоидных минералов серебра с другими минералами весьма скудны. Для

Майкаина нами отмечено выделение галоидных соединений серебра в полостях ярозита и на буром железняке, образовавшемся по ярозиту. В отдельных образцах на галоидных минералах серебра установлены пленки вторичного золота. Выделения золота в ассоциации с бромаргиритом из месторождения Томбстон в Аризоне отмечено Ч. Разором⁽³⁾. П. П. Пилипенко⁽⁴⁾ для хлоридов алтайских месторождений указал на ассоциацию кераргирита с ярозитом и другими охристыми сульфатными минералами. Образование хлоридов, по этому автору, сопутствует образованию сульфатов, но чаще хлориды являются более поздними, чем сульфаты.

Совокупность имеющихся данных позволяет заключить, что образование галоидных минералов серебра захватывает различные стадии в развитии зоны гипергенеза, начиная от ранних и кончая поздними. Об этом говорит ассоциация галоидных серебряных минералов с минералами как ранних, так и поздних стадий выветривания. Объясняется это тем, что условия осаждения серебра в виде галоидных соединений в общем сохраняются одинаковыми при переходе от ранних к поздним стадиям гипергенеза. Количество хлора как главного осадителя серебра в разные стадии выветривания резко не изменяется, но в виду малой растворимости галоидных соединений серебра значительная масса этого элемента осаждается в ранние стадии. Особенно это применимо к тому серебру, которое переходит в растворы при выветривании сульфидных минералов. Серебро, составляющее примесь самородных элементов, особенно золота, может перейти в растворы и в более поздние стадии.

Поступило
29 III 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ F. M ö s t a, Ueber das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Iodverbindungen des Silbers in der Natur. Marburg (1869). ² J. A. B u r g e s, Econ. Geol., 6, № 1, 13—21 (1911). ³ C h. A. R a z o r, Amer. Min., 23, № 3, 157—159 (1938). ⁴ П. П. П и л и п е н к о, Изв. Томск. ун-та, кн. 62, 412 (1915).