

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,  
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ**

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК АН Арм. ССР  
АКАДЕМИИ НАУК СССР**

На правах рукописи

**Э. А. САГАТЕЛЯН**

**МИНЕРАЛОГИЯ СВИНЦОВО-СУРЬМЯНЫХ РУД  
АЗАТЕКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРМЯНСКОЙ ССР**

**Автореферат**

диссертации, представленной на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

**Научный руководитель —  
академик Д. И. ЩЕРБАКОВ**

**МОСКВА—1958**

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ  
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ ГЕОХИМИИ

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК АН Арм. ССР  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

На правах рукописи

Э. А. САГАТЕЛЯН

МИНЕРАЛОГИЯ СВИНЦОВО-СУРЬМЯНЫХ РУД  
АЗАТЕКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРМЯНСКОЙ ССР

Автореферат

диссертации, представленный на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель —  
академик Д. И. ЩЕРБАКОВ

МОСКВА—1958



93

Представленная работа является результатом обобщения материалов по детальному изучению минералогического состава свинцово-сурьмяных руд Азатекского месторождения Армянской ССР, полученных автором за период с 1953—1955 годов включительно.

Азатекское месторождение свинцово-сурьмяных руд, открытое геологом А. А. Асатрянном в 1950 г., является новым для Армении генетическим типом оруденения, пользующимся как это показали данные наших исследований и последующие исследования геологов Армянского Геологического Управления значительным развитием в районе месторождения и представляющим определенный практический интерес.

В минералогическом отношении этот тип оруденения детально не был изучен. В связи с этим существуют неясности не только в характеристике вещественного состава руд, но не решены и многие вопросы о стадиях минерализации и генетических особенностей месторождения. Эти вопросы имеют практическое значение: без них не может быть дана обоснованная перспективная оценка месторождения. Вместе с тем они позволили бы выяснить условия образования сульфосолей, которые до сих пор являются спорными.

Полевой материал, собранный автором, обработан в основном в минералогической лаборатории ИГЕМ АН СССР.

Наличие необычайно тонких сростаний сульфоантимонитов друг с другом и с прочими минералами, не позволяющие наряду с микроскопическим исследованием применять химический анализ, а также невозможность точной диагностики сульфоантимонитов обычными методами микроскопии, заставило уделить много внимания рентгенометрическому анализу минералов. Рентгенометрические анализы произведены автором в рентгенометрической лаборатории ИГЕМ АН СССР после прохождения соответствующего курса под руководством Н. Н. Слуцкой. Материал для рентгеновских и большей части спектральных анализов отобран иглой под микроскопом, после проверки чистоты материала при пятом увеличении, а в отдельных случаях с иммерсией.

Общая часть работы, содержащая краткие данные о геологической характеристике района расположения месторождения и самого месторождения написана в основном по работам предыдущих исследователей (К. Н. Паффенгольц, В. Н. Котляр, И. Г. Магакьян, С. И. Аванесян, Э. А. Амирбекян, Э. Г. Малхасян, Г. О. Григорян). В основу последующих глав положен материал личных исследований автора, подкрепленный данными опубликованных теоре-

тических и экспериментальных работ. При составлении работы использованы также данные химических и спектральных анализов бороздового опробования рудных тел, имеющиеся в Азатекской ГРП Армянского геологического управления.

Результаты наших исследований, освещенные в работе в основном следующие:

1. Тщательно изучены строение рудных тел в забоях и текстурно-структурные особенности руд; на основе фактического материала доказано наличие четырех последовательных стадий минерализации.

2. Детально изучен вещественный состав руд:

а) изучены сростания сульфoантимонитов и на основе оптических, рентгеноструктурных, спектральных и отчасти химических данных установлены новые для месторождения минералы: плагионит (серебро — висмутовая разность), семсеит, геокронит. Из прочих минералов впервые установлены: марказит, арсенопирит, халькопирит, пираргирит;

б) определены изоморфные примеси элементов в минералах различных стадий минерализации. Установлена комплексность свинцово-сурьмяных руд, выделены типы руд и выяснен характер их распределения.

3. Выделены три парагенетические ассоциации рудных минералов и доказано наличие единой парагенетической ассоциации сульфосолей, независимо от многообразия их сочетаний в различных жилах. На основе ионных компонентов доказана приложимость к сульфосолям минералогического правила фаз, оспариваемая до сих пор рядом исследователей.

Приведены определенные данные о химизме растворов, о режиме серы и кислорода и о значении величины  $p^H$  при образовании той или иной парагенетической ассоциации.

4. Приведены соображения об условиях образования месторождения (факторы локализации оруденения, глубина и температура образования рудных жил). На основании имеющихся данных сделано заключение о том, что месторождение является переходным от полиметаллических к сурьмяно-ртутным и относится к средне-низкотемпературным месторождениям малых глубин. Произведено сравнение месторождения с его аналогами и в заключение рассмотрен вопрос перспективности месторождения.

#### **ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА, СТРОЕНИЕ И ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД, СТАДИИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ**

В геологическом строении месторождения принимают участие вулканогенно-осадочные толщи среднего эоцена (туффиты, туфопесчаники, туфобрекчии, туфоконгломераты и порфириты) смятые в небольшую антиклинальную складку СВ простирания, прорванную гипабиссальной интрузией гранитоидного состава (Коярчен-

ский массив). Оруденение приурочено, как к плоскостям напластования пород, падающих под углом 25—30°, так и к крутопадающим секущим трещинам и трещинам отдельностей интрузива.

В морфологическом отношении рудные жилы приближаются к типу сложных, представляя собой то брекчированные зоны оруденения, то прожилковые зоны. Для всех жил характерны раздувы, пережимы и выклинивания в форме конского хвоста.

Строение рудных тел в основном типично поясовое, хотя и различное по условиям образования. В одних случаях поясовое строение рудных тел обусловлено ритмическим отложением вещества, вследствие изменения концентрации растворов в пределах одной стадии минерализации. Это так называемая грубая полосчатость отложения, столь характерная для жильного типа большинства гидротермальных месторождений. В других случаях поясовое строение обусловлено наложением последующих стадий минерализации на первую, вследствие повторного раскрытия одной и той же трещины.

В этом отношении особый интерес представляют жилы так называемого «инверсионного строения». В разрезе подобная жила состоит из четырех полос: из коих верхняя и нижняя сложены крупно-кристаллическим антимонитом с кварцем гребенчатой текстуры. Центральная часть жилы сложена двумя полосами буланжерита с кварцем, отделенных друг от друга тонкой глиной притирания. Контакты антимонитовых полос с буланжеритовыми резкие с тончайшими, местами еле заметными корками измененных вмещающих пород. Подобное строение жилы привело ряд исследователей к выводу, что сульфоантимонитовая стадия минерализации является более поздней, чем антимонитовая. В действительности имеет место обратная картина, доказательством чего служит факт пересечения буланжеритовой жилы антимонитовым прожилком, задокументированный нами в одной из штолен месторождения.

Касаясь вопроса структурно-текстурных особенностей руд, следует отметить, что они сравнительно разнообразны и свидетельствуют о значительной сложности и длительности процесса рудообразования, который шел отдельными стадиями, пульсируя и изменяясь во времени. Некоторые из стадий отделялись новыми подвижками стенок трещин, обуславливая дробление и цементацию ранее отложенного материала. В связи с описанным характером рудоотложения на месторождении широким развитием пользуются брекчиевые и брекчиевидные текстуры, текстуры пересечения, а также симметрично и асимметрично полосчатые текстуры. Что касается структурных особенностей руд, то следует отметить, что здесь наряду с среднезернистыми структурами необычайно широким развитием пользуются мелкозернистые структуры с размером зерен от сотых долей до одного миллиметра, дающие наибольшее разнообразие типов минеральных сростаний (мирмекитовые структуры замещения, одновременного выделения и разложения).

Наблюдения над структурно-текстурными особенностями руд и строением рудных тел в забоях позволяют выделить следующие четыре стадии минерализации:

Первая стадия, пользующаяся на месторождении повсеместным, но слабо выраженным развитием, представлена маломощными кварц-пиритовыми жилами с сфалеритом и галенитом. Эти жилы приурочены к наиболее ранним в пределах рудного поля трещинам.

Вторая стадия — сульфоантимонитовая — характеризуется наибольшей интенсивностью оруденения. Рудные жилы в основном приурочены к крутопадающим трещинам разрывного характера. Наряду с сульфоантимонитами свинца (буланжерит, плагионит, геокронит, семсеит) здесь значительным развитием пользуются также галенит, тетраэдрит, бурнонит, сфалерит, пирит. Главным жильным минералом является халцедоноподобный кварц, в подчиненном количестве развиты карбонаты.

Третья стадия минерализации представлена жилами гребенчатого кварца с крупнокристаллическим антимонитом и подчиненным количеством сфалерита и пирита.

Четвертая стадия минерализации имеет сравнительно слабое и весьма неравномерное развитие. Представлена она в основном баритом, заполняющим повторно приоткрывшиеся трещины, и нередко цементирующим первичную руду.

#### **ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД**

Характерной особенностью руд Азатекского месторождения является их принадлежность к двум различным семействам: полиметаллическому и сурьмяно-ртутному.

Последнее объясняется своеобразием месторождения, представляющего собой переходный тип от среднетемпературных полиметаллических месторождений умеренных и малых глубин, к низкотемпературным сурьмяно-ртутным месторождениям малых глубин.

Первый тип руд тесно связанный с полиметаллическими представлен жилами кварца и халцедона с сульфоантимонитами свинца и меди, небольшим количеством пирита, и галенита. Сульфоантимониты свинца являющиеся главной составной частью руды представлены буланжеритом, семсеитом, геокронитом, плагионитом, которые в химическом отношении отличаются друг от друга в первую очередь различными соотношениями свинца и сурьмы от 1:1 до 1:5.

Последнее обстоятельство, а также совместное их нахождение в тесных сростаниях с галенитом является одной из основных причин резкого колебания содержаний основных компонентов (свинец и сурьма) в сульфоантимонитовых рудах. Из прочих минералов в рудах этого типа установлены тетраэдрит, бурнонит, а также са-

морозное золото, пираргирит, халькопирит, арсенопирит, аурипигмент. Из гипергенных минералов встречаются халькозин, ковеллин, сурьмяные охры.

В виду резкого колебания содержания основных компонентов (свинца и сурьмы) не только в рудах отдельных участков месторождения, но даже в рудах одной и той же выработки, выделение богатых или бедных руд с точки зрения их обогатимости нецелесообразно. Для месторождения в целом более характерна некоторая усредненная проба руды с содержанием свинца 2,7% и сурьмы 3,2%. Наличие в рудах значительных примесей меди — от сотых долей процента до 8%, цинка — от десятых долей до 3—4%, мышьяка — от сотых долей до 3—5%, висмута и ртути — от полного отсутствия до целых процентов, а также присутствие в рудах золота до 3,5 г на тонну и серебра до 1 кг на тонну предопределили выбор методики обогащения путем коллективной флотации, при которой достигается максимальное извлечение свинца, сурьмы и меди. В коллективный концентрат переходят почти целиком цинк, кадмий, мышьяк, висмут, серебро и золото, отделение которых предусматривается путем гидрометаллургической обработки концентрата.

Помимо описанного типа руд на месторождении развиты и чисто сурьмяные руды, сложенные в основном антимонитом, с которым ассоциируют сфалерит и пирит. По содержанию сурьмы в этом типе выделяются: богатые антимонитовые руды с содержанием сурьмы — 15—20% и бедные руды (вкрапленность антимонита в кварцы) с содержанием сурьмы 3—5%.

С геохимической точки зрения руды Азатекского месторождения характеризуются наличием в них таких ведущих элементов, как свинец, сурьма, железо, сера с подчиненным значением серебра, висмута, золота, ртути, мышьяка, кадмия, индия, стронция участвующих по-видимому в форме изоморфной примеси в составе ряда минералов, что придает особое своеобразие месторождению. В целом для руд месторождения характерно преобладание свинца над цинком, повышенная серебристость и обилие сурьмы в форме сложных сульфоантимонитов и антимонита.

С экономической точки зрения месторождение следует рассматривать как комплексное свинцово-сурьмяное с промышленным содержанием золота и серебра.

### ПАРАГЕНЕЗИС РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ

Согласно теории минерального парагенезиса, разработанной Д. С. Коржинским и А. Г. Бетехтиным на месторождении выделяются следующие три парагенетические ассоциации рудных минералов:

1. Пирит — сфалерит — галенит.
2. Сульфоантимониты — галенит — пирит — сфалерит.
3. Антимонит — пирит — сфалерит.

Из них особый интерес представляет второй парагенезис, дающий наибольшее разнообразие различных минеральных сочетаний в разных жилах (известны плагионит — геокронитовые жилы, галенит — семсеитовые, буланжеритовые и другие). Согласиться с мнением некоторых предыдущих исследователей тракующих подобное разнообразие, как наличие многостадийности оруденения трудно, поскольку нигде взаимопересечения этих жил не установлено и несколько разный минералогический состав вряд ли можно брать за основу многостадийности и наличия разных парагенезисов. Основываясь на теории Д. С. Коржинского о подвижности компонентов при околотрещинном метасоматозе и исследованиях Ф. И. Скрейнемаркера в области дивариантных равновесий можно предполагать, что образование геокронита и плагионита в одних жилах, а буланжерита и семсеита — в других в сущности есть не что иное, как явление так называемой «гидротермальной дифференциации», связанное с колебаниями концентрации компонентов в различных трещинах.

Общность физико-химических условий образования сульфоантимонитов, доказанная экспериментами Робинсона и Г. И. Лисецкой, которой впервые выведены константы равновесия сульфосолей и показано, что сульфоантимониты могут быть получены из щелочных растворов при средней величине  $\mu_{\text{H}_2\text{O}} = 5$  в основе их образования лежит реакция типа  $\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons 2 \text{SbS}_2^-$ ,

а также однотипность химических соединений позволяют относить их к единой парагенетической ассоциации независимо от многообразия минеральных ассоциаций в рудных жилах.

Анализ парагенетических ассоциаций минералов с точки зрения правила фаз нами выведен из представлений о типично ионной солевой системе, каковой в щелочном растворе является система  $\text{Pb}^{2+} - \text{SbS}_3^-$  или  $\text{SbS}_2^- - \text{S}^{2-}$ , а не из системы  $\text{PbS} - \text{Sb}_2\text{S}_3$  как это трактовалось до сих пор и каковая является приложимой лишь к расплавам данных сульфидов. Такая трактовка позволяет объяснить те кажущиеся несоответствия минералогическому правилу фаз, которые неоднократно отмечались исследователями сульфоантимонитов разных месторождений.

Избыточное против правила фаз число минералов в сульфоантимонитовых рудах не всегда можно объяснить более поздним привнесом сурьмы и соответствующей переработкой свинцовых минералов. В ряде случаев, как например, на Азатекском месторождении мы действительно имеем дело с равновесными ассоциациями минералов и несоответствие правилу фаз можно объяснить несколько неправильной трактовкой понятия компонент в приложении к гидротермальным растворам. Классическое определение компонентов, основанное на данных многочисленных исследований силикатных систем и сплавов, где отдельные молекулы и элементы являются реальными компонентами несколько неприемлемо при



исследовании физико-химических явлений в гидротермальных растворах, в которых все вещества согласно теории электролитической диссоциации Аррениуса должны находиться в диссоциированном состоянии.

Так, говорят не о концентрации  $H_2S$ , а о концентрации  $H^+$ ,  $HS^-$  и  $S^{2-}$  ионов, не о концентрации  $H_2O$ , а о концентрации  $H^+$  и  $OH^-$  ионов, не о концентрации  $PbCl_2$ , а о концентрации  $Pb^{2+}$  и  $Cl^-$ . В результате взаимодействия тех или иных ионов, а не молекулярных соединений, образуется тот или иной минерал и все особенности процессов минералообразования в гидротермальном растворе связаны именно с вопросами устойчивости, преобразования и реакционной способности ионов того или иного элемента, которые в сущности и являются реальными компонентами в гидротермальных растворах.

Анализ парагенетических ассоциаций показал возможность парагенезиса сульфоантимонитов свинца и меди друг с другом и с галенитом. Что касается ассоциации сульфоантимонитов свинца и меди с антимонитом, то последнее невозможно в силу различных условий их образования.

Основным фактором образования той или иной равновесной ассоциации в указанной выше системе помимо наличия в растворах значительных концентраций сурьмы, свинца, меди и ионов двухвалентной серы является  $P^H$  реакционной среды в тесной зависимости от которой проявляются кислотно-основные свойства сурьмы. При  $P^H$  выше 7 сурьма фигурирует как комплексный анион образуя сульфоантимониты. При  $P^H$  ниже 7 сурьма фигурирует как катион, как например, в антимоните. Геохимическая валентность сурьмы, почти во всех минералах зоны гипогенного оруденения равна +3, что определяется ее положением в периодической системе Менделеева и строением ее атомов.

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕНЕЗИСА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Пространственная обособленность на Азатекском месторождении полиметаллической, сульфоантимонитовой и антимонитовой стадий минерализации, а также геохимическая общность элементов, наблюдающаяся при сравнении Азатекского месторождения с остальными полиметаллическими месторождениями района позволяют говорить о тесном генетическом родстве Азатекского месторождения с последними и рассматривать его, как более поздний этап гидротермального процесса рудообразования в Даралагезской полиметаллической провинции. Касаясь непосредственно условий образования месторождения, следует отметить, что гидротермальная деятельность на участке месторождения началась непосредственно после формирования антиклинальной структуры второго порядка и внедрения Каялинского интрузива.

Начало рудоотложения совпадает со временем образования трещин отдельностей и разрывов внутри интрузива. Трещины были

выполнены пиритом, галенитом, сфалеритом. Дальнейшие тектонические подвижки привели к формированию трещин юго-западного направления, выполненных сульфоантимонитовыми рудами, сменяющимися по мере развития трещиноватости в северо-восточном направлении антимонитовыми рудами. Таким образом, намечается определенная закономерность между развитием трещиноватости в пространстве и изменением характера рудообразующих растворов во времени.

Приуроченность оруденения к антиклинальной структуре, а в последней к трещинам разрыва и плоскостям напластования различных пород, слагающих эту структуру, при почти полном отсутствии метасоматических явлений и слабом изменении боковых пород в непосредственных контактах с жилами (пиритизация, серицитизация, каолинизация) свидетельствуют о том, что основным фактором локализации оруденения на данном месторождении является структурный фактор.

Совокупность минералов, слагающих руды месторождения, дают основание полагать, что начальная температура металлоносных растворов была порядка 400—300 в сульфоантимонитовой стадии, порядка 200—100 в антимонитовой и еще ниже в баритовой стадиях минерализации. (Робинсон синтезировал сульфоантимониты и антимонит из щелочных растворов при температуре 475—200° и давлении 2200 бар). Что касается глубин формирования месторождения, то непосредственных данных у нас нет. Однако, учитывая приуроченность месторождения к экзо- и эндо-контакту Каялинской интрузии (Коярчёнский массив), глубина формирования которой по аналогии с остальными интрузивами района принята порядка 2—3 км, можно говорить о относительно небольших глубинах образования месторождений. Об этом свидетельствуют также широкое развитие колломорфных структур и невыдержанность оруденения на глубину. Приведенные выше факты позволяют отнести Азатекское месторождение к средне-низкотемпературным месторождениям, сформированным в условиях близких к малым глубинам. Согласно новой классификации свинцово-рудных месторождений данной Ф. И. Вольфсоном в 1956 г. Азатекское месторождение может быть отнесено к выделенному им VIII генетическому типу свинцово-рудных месторождений.

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Изучены тонкие сростания сульфоантимонитов.

В результате произведенных микроскопических исследований, подтвержденных данными рентгеноструктурного, спектрального и химического анализов в рудах месторождения установлены плагионит (серебро-висмутовая разность) геокронит, семсент.

Из прочих минералов впервые установлены марказит, арсенипирит, пираргирит, халькопирит.

2. Установлена принадлежность руд к двум различным семействам: полиметаллическому и сурьмяно-ртутному и выделены два основных типа руд: свинцово-сурьмяный и сурьмяный.

Характерной геохимической особенностью свинцово-сурьмяных руд является их комплексность, обусловленная наличием в последних помимо свинца и сурьмы промышленных содержаний золота и серебра, а также присутствием таких элементов; как: висмут, ртуть, кадмий, индий, германий, стронций.

3. Выделены три парагенетические ассоциации рудных минералов:

- а) пирит, галенит, сфалерит;
- б) сульфoантимониты — галенит-пирит-сфалерит;
- в) антимонит-пирит-сфалерит.

Основываясь на теории Д. С. Коржинского и исследованиях Ф. И. Скрейнемаркера доказано наличие единого парагенезиса сульфoантимонитов независимо от многообразия их минеральных сочетаний в жилах, что подтверждается как общностью физико-химических условий их образования, так и однотипностью их химических соединений.

4. Анализ парагенетических ассоциаций минералов с точки зрения правила фаз дан из представлений о типично ионной солевой системы каковой в щелочном сульфидном гидротермальном растворе является система  $Pb^{2+} - SbS_2^-$  или  $SbS_3^{3-} - S^{2-}$ , а не из системы  $PbS - Sb_2S_3$  приложимой к расплавам.

5. Показано, что основным фактором образования той или иной равновесной ассоциации в указанной выше системе, помимо наличия в растворах значительных концентраций свинца, сурьмы и ионов двухвалентной серы, является  $P^H$  реакционной среды, в тесной зависимости, от которой проявляются кислотно-основные свойства сурьмы.

При  $P^H$  выше 7 сурьма фигурирует как комплексный анион, образуя сульфoантимониты. При  $P^H$  ниже 7 фигурирует как катион, как например, в антимоните.

6. Выделены четыре стадии минерализации:

- а) кварц-пиритовая;
- б) сульфoантимонитовая;
- в) антимонитовая;
- г) баритовая.

Из них промышленный интерес представляют руды второй и отчасти третьей стадии минерализации.

Показано, что на протяжении последовательного развития указанных стадий минерализации наблюдаются как изменения  $P^H$  среды, так и концентрации ионов двухвалентной серы. В начальных стадиях характер растворов щелочной, в конечных — кислый.

В начальных стадиях концентрация ионов  $S^{2-}$  значительна, в конечных — она уменьшается, уступая место аниону  $SO_4^{2-}$ .

7. На основе пространственной связи месторождения с интрузивами средне-малых глубин, совокупности рудных минералов и характера околорудного изменения установлен генетический тип месторождения.

Месторождение отнесено к VIII генетическому типу выделенному Ф. И. Вольфсоном (классификация свинцово-рудных месторождений 1956 г.), т. е. относится к средне-низкотемпературным месторождениям, сформированным на относительно небольших глубинах и представляет собой переходный тип от полиметаллических к сурьмяно-ртутным.

8. Обнаруженный за последние годы сотрудниками Армянского геологического управления целый ряд новых свинцово-сурьмяных жил (количеством более 20) на Шишкаинском участке Азатекского месторождения, а также наличие мощной гидротермальной измененной зоны со следами сурьмяно-свинцового оруденения, протягивающейся к юго-западу от месторождения на 5 км, позволяют говорить о значительных перспективах рудного поля Азатекского месторождения.

\* \* \*

По данной теме автором опубликованы следующие работы:

1. Минералы Азатекского свинцово-сурьмяного месторождения и их парагенетические ассоциации («Известия» Академии наук Армянской ССР, серия геологических и географических наук, том. X, № 2, 1957 г.).

2. О рентгенометрическом исследовании сульфоантимонитов Азатекского месторождения Армянской ССР. Сборник «Научных трудов» Ереванского университета, том. 59, (серия геологических наук, вып. 3, 1957 г.).

-50R.

93