

УДК 553.546.553.241.3(479.25)

Г. А. САРКИСЯН, С. В. МАРТИРОСЯН, Э. М. НАЛБАНДЯН,  
Э. Х. ХАРАЗЯН, В. Ш. УЗУНЯН

## АЛУНИТОВЫЕ ВТОРИЧНЫЕ КВАРЦИТЫ ВАЙКА

Рассматриваются особенности вертикальной зональности четырех крупных разновозрастных массивов алунитовых кварцитов и генетические типы алунитообразования.

Подсчеты ориентировочных запасов алунита в алунитовых кварцитах свидетельствуют о больших перспективах промышленного освоения этого ценного комплексного сырья для нужд народно-хозяйственного строительства.

Алунитовые вторичные кварциты на территории Армянской ССР к настоящему времени установлены во многих пунктах—на вулканическом массиве г. Арагац [9, 11], на Тандзутском и Чибухлинском серно- и медноколчеданных месторождениях [1, 12], в бассейне р. Гетик Красносельского района [4], на Кафанском рудном поле [10], в центральной части Зангезурского хребта [13] и, наконец, в Айоцзорском рудном районе (Вайке) [3, 4, 7, 8, 15].

Большинство массивов алунитовых кварцитов локализовано в пределах вулканогенных толщ палеоген-неогенового возраста; лишь алунитовые кварциты Шаумянского золото-полиметаллического месторождения расположены в среднеюрской толще барабатумских кварцевых андезитов.

Научно-тематическими и геолого-съемочными работами последнего десятилетия в пределах Вайка обнаружены новые крупные массивы вторичных кварцитов, в том числе и алунитовых, которые могут представить определенный практический интерес как с точки зрения алюминиевого сырья и многих других побочных продуктов переработки алуниатов [5, 7, 8], так и с точки зрения их рудоносности в отношении медно-молибденовых, ртутных и серных руд [7, 13, 18].

В настоящее время в пределах Вайка обнаружено около десятка массивов и зон алунитовых вторичных кварцитов, из которых промышленное значение могут иметь Элпинский массив (Западный Вайк), Амулсарский и Гябутский массивы (Восточный Вайк) и Варденисский массив (Центральная водораздельная часть Варденисского хребта, абс. отм. 3200—3500 м).

Более мелкие выходы алунитовых кварцитов и алунитсодержащих гидротермально аргиллизированных пород установлены в контактовых ореолах Джермукской и Чайкендской интрузивов монзонитов и сиенито-диоритов, а также на рудном поле Гюмушханского свинцово-серебряного месторождения.

Алунитовые кварциты Вайка локализованы в пределах вулканогенных образований палеогена (Амулсарский, Варденисский массивы) и неогена (Элпинский и Гябутский массивы).

Геолого-структурная обстановка формирования массивов вторичных кварцитов достаточно сложна.

Анализ имеющегося материала по разным массивам позволяет выделить два генетических типа вторичных алунитовых кварцитов (по классификационной схеме М. А. Кашикая [5]).

а) Вулканический тип с комбинированным проявлением аутометасоматических, околожерловых газо-гидротермальных и собственно гидротермально-метасоматических процессов на фоне формирования сложнопостроенных вулканогенных комплексов и их экструзивно-субвулканических фаций.

К вулканическому типу относятся Элпинский, Варденисский и Гябутский массивы, образованные за счет палеоген-неогеновых вулкаников в связи с миоценовым вулканизмом. Каждый из этих массивов вторичных кварцитов характеризуется определенными отличительными чертами формирования, что связано с конкретными тектоно-магматическими и физико-химическими условиями протекания вулканизма и поствулканических процессов.

б) Контактный околоинтрузивный тип с явлениями контакто-метасоматического преобразования окружающих интрузивы вмещающих пород на гипабиссальных и субвулканических уровнях глубинности как процесс сернокислотного приконтактового выщелачивания.

К контактовому околоинтрузивному (надинтрузивному) типу относятся вторичные кварциты г. Амулсар, а также контактовых зон южной оконечности Джермукского интрузива монцонитов и сиенито-диоритов.

Следует подчеркнуть, что на территории Армянской ССР преобладающим развитием пользуется вулканический генетический тип алуни-тообразования.

Амулсарские алунитовые кварциты еще в 1945—1946 г.г. были изучены поверхностными горными выработками. Однако, разведочными работами был охвачен не весь массив, а север-северо-восточные склоны г. Амулсар, где было выделено два участка с некондиционными алуни-товыми рудами II-го сорта. Северо-западные и южные склоны массива г. Амулсар практически остаются до сих пор необследованными, хотя и, как будет показано ниже, здесь, по неполным данным наших петрографических исследований, процессы алуни-тообразования проявлены достаточно широко, и выделяются участки алуни-то-вых руд с содержанием алуни-та в пределах 48—73% (по ГОСТ-у кондиционные руды первого сорта).

Гябутский массив алуни-то-вых кварцитов выделен и изучен единичными мелкомасштабными петрографическими разрезами, в основном, по латерали. Слабая эродированность неогеновых вулкаников района этого массива не позволяет судить о вертикальном размахе распространения алуни-то-вых фаций на глубину.

Элпинский массив вторичных кварцитов и, в частности, его вертикальная и горизонтальная зональность, изучены относительно детальнее благодаря расчлененному рельефу и проведению буровых работ, которые вскрыли массив на глубину дополнительно еще на 350 м.

Элпинский полифациальный массив вторичных кварцитов площадью 10—11 кв. км с приуроченным к нему одноименным Cu—Mo—ым рудопроявлением расположен в истоках р. Элпин на абс. отм. 2000—2500 м (западные-юго-западные отроги хребта Каракая).

В геолого-структурном отношении, по данным [7], массив приурочен к северо-восточной части Зовашен-Варданесской вулкано-тектонической депрессии, которая граничит с Аргичайским выступом эопалеозойского фундамента.

Вулкано-тектоническая депрессия сложена контрастными комплексами вулканогенных пород миоплиоцена мощностью примерно 1300 м, прорванных экструзивными, субвулканическими, дайковыми телами щелочных базальтоидов, санидиновых трахилипаритов, трахиандезитов, дацитов, липарито-дацитов, диорит-порфиритов и гранодорит-порфиритов.

В составе вулканогенного комплекса выделяются три свиты, соответствующие трем крупным этапам вулканизма [7]:

- а) нижняя-элпинская (верхний олигоцен--верхний сармат);
- б) средняя--вохчабердская (мэотис-понт);
- в) верхняя--цахкуняцкая (нижний--средний плиоцен).

В пределах депрессии геолого-геофизическими методами выделены три крупных вулканических центра (вулкано-купольные структуры), которые играли основную роль в накоплении вулканогенно-обломочных образований.

Массив вторичных кварцитов с прожилково-вкрапленной медно-молибденовой минерализацией приурочен к центральной части наиболее масштабной Сачанлинской вулкано-купольной структуры.

В плане эта структура имеет овальную форму диаметром 7 км, центральная часть которой на поверхности представлена экструзивным телом дацитов, на глубине--интродурируемым, не вскрытым эрозией массивом субвулканических гранодиорит-порфиритов (по данным бурения на глубине 280—300 м от наиболее глубокого эрозионного вреза центральной части структуры).

В обрамлении Сачанлинской купольной структуры отмечаются экструзивные купола дацитов и липарито-дацитов (г. Дидванк, Топдаг и др.).

В пределах Сачанлинской структуры широко развиты линейные и кольцевые разломы, контролирующие внедрение разновозрастных даек, экструзивных и субвулканических тел основного, средне-кислого и субщелочного составов, а также зоны восходящей циркуляции газо-гидротерм.

Элпинский рудовмещающий массив вторичных кварцитов является полифациальным и характеризуется отчетливой вертикальной зональностью (табл. 1), изученной нами на глубину 750 м с абсолютных отметок 2375 м по 1625 м (по поверхности и по двум скважинам).

Вопросы рудоносности и перспектив глубинных фаций вторичных кварцитов в отношении молибденовой минерализации рассмотрены в работе [7].

Интересующие нас алунитовые кварциты, кроме массива г. Фарухтуманял, развиты также по северо-западному, северному и северо-восточному обрамлению Сачанлинокой структуры на гипсометрических отметках 2275—2350 м и выше при средней мощности 75—125 м.

Благодаря постплиоценовым эрозионным процессам, первоначально единый массив вторичных кварцитов расчленен на ряд более мелких с различными размерами в пространстве.

Вертикальный разрез г. Фарухтуманял

Таблица 1

Фация	Абсолютная отметка	Мощность, м	Минеральный состав
Монокварцевая	2375—2350	25	Кварц, халцедон, гематит, лейкоксенизированный рутил, гидроокислы железа.
Алунитовая	2350—2275	75	Кварц, алунит, диаспор, каолинит, гидраргиллит, гематит, лейкоксенизированный рутил, гидроокислы железа, ярозит.
Каолинитовая	2275—2200	75	Кварц, каолинит, гидрослюда, алунит, монтмориллонит, ангидрит, карбонат, магнетит, пирит, гидроокислы железа.
Гидрослюдяная с двумя подфациями:	2200—1775	425	
а) каолинит-гидрослюдяная	2200—1975	225	Кварц, каолинит, гидрослюда, карбонат, ангидрит, пирит, халькопирит, галенит, магнетит.
б) карбонат-гидрослюдяная	1975—1775	200	Кварц, гидрослюда, карбонаты, альбит, гипс, ангидрит, рутил, пирит, халькопирит, молибденит, магнетит.
Хлорит-карбонат-гидрослюдяная*	1775—1675	100	Кварц, гидрослюда, хлорит, карбонат, альбит, ангидрит, гипс, цеолиты, флюорит (?), реликты биотита и калиевого полевого шпата, магнетит, рутил, пирит, халькопирит.

\* С абсолютной отметки 1750 м вскрыты гранодиорит-порфиры.

Алунитовые кварциты повсеместно залегают под сохранившимися от денудации «шапками» монокварцитов, что свидетельствует о слабой размывости массива, и представлены пологозалегающими пластообразными телами. Значительная часть массива вторичных кварцитов перекрыта практически неизменными плиоценовыми лавами цахкуняцкой свиты хребта Каракая.

Примерно общая площадь изолированных тел алунитовых кварцитов составляет в сумме 1,2—1,5 кв. км.

По неполным данным изучения штучных образцов, алуниты разреза г. Фарухтуманял относятся к смешанному кали-натровому типу с

преобладанием калия над натрием в 1,5—3 раза. Количественное содержание алуниита, определяемое по весовому содержанию суммы щелочей и сернистого ангидрида в породе (по методу М. А. Кашкая [5]), колеблется в пределах 31,0—38,5%, что по ГОСТу соответствует алуниитовым рудам второго сорта. Однако имеющиеся в нашем распоряжении весьма ограниченные аналитические данные не позволяют судить о кондиционности алуниитовых руд Элпинского массива в целом.

Варденисский массив вторичных кварцитов расположен на западных и северо-западных склонах вершины г. Варденис (3522,0 м) в центральной части Варденисского хребта.

Площадь массива составляет примерно 1 кв. км (3×0,3 км); вертикальный размах распространения—370—400 м (абс. отм. 2700—3100 м).

Исходные породы, подвергшиеся алунификации и окварцеванию, представлены дацитами, липарито-дацитами, кварцевыми липаритами и их туфобрекчиями предположительно олигоценового возраста.

В структурном отношении поле развития алуниитовых кварцитов приурочено к юго-западному борту зоны глубинного разлома северо-западного простирания, отдельные швы которого вскрыты туннелем Арпа—Севан между шахтами № 3 и № 4.

Массив алуниитовых кварцитов прорван многочисленными дайками субвулканическими (экструзивными?) телами оливиновых андезитобазальтов, андезитов и андезито-дацитов миоцен-плиоценового возраста, которые практически не изменены поствулканическими процессами, и перекрыт вулканогенными образованиями варденисской свиты (аналог вохчабердской) нижнего плиоцена.

В приводораздельной части хребта, разделяющей бассейны р.р. Соганлу и Гезалдара, в алуниитовых кварцитах залегают дайкообразные тела кварцевых липаритов, нацело преобразованные в алуниитовые кварциты с содержанием алуниита в 36,0%.

Гипсометрически ниже и юго-восточнее выходов алуниитовых кварцитов обнажаются гранитоиды липабиссальной фации, которые территориально тяготеют к району Соганлинского барит-полиметаллического рудопроявления. Сами гранитоиды, как и вмещающие их туфобрекчии и эффузивы, по отдельным разрывным и приконтактовым зонам интенсивно гидротермально преобразованы в аргиллизиты кварц-каолинитового и кварц-гидрослюдяного состава, но алунификация в них не обнаружена. Эти данные позволяют предполагать связь процессов алунификации с заключительными газогидротермальными этапами вулканической деятельности верхнеолигоцен-нижнемиоценового (?) возраста.

Ориентировочно подсчитанные запасы алуниита в алуниитовых кварцитах Варденисского массива при среднем содержании его ~33 вес. % и степени извлекаемости в 60% составляют 200 млн тонн.

Варденисский массив является одним из наименее изученных в петрографическом отношении.

Гябутский массив вторичных кварцитов расположен в высокогорной приводораздельной части Айюздзорского хребта на границе с Нахичеванской АССР. Несколько юго-восточнее, в верховьях р. Мадан,

находится второй крупный массив вторичных кварцитов, значительная часть (примерно 2/3) которого локализована за водораздельной линией хребта в Нахичеванской АССР.

Площади Гябутского и Маданского массивов, расположенных на абсолютных отметках 2500—2740 м, соответственно составляют 27—28 и 14—15 кв. км. Собственно алунитовые кварциты совместно с монокварцитами имеют площадь ~ 1,5 кв. км. По данным И. Я. Ценгер и др. [15], вторичные кварциты верховьев р.р. Гябут и Мадан приурочены к эродированным вулканам центрального типа (стратовулканам) андезитового и андезито-дацитового состава, заложенным на палеогеновом основании. Алунитовые кварциты образуются как по лавобрекчиям андезитов склонов, так и по андезитам и андезито-дацитам жерловой фации стратовулканов.

Ввиду слабой эродированности вулканических построек и отсутствия глубоких эрозионных врезов вертикальная зональность массивов вторичных кварцитов не устанавливается, а вертикальный размах распространения массивов оценивается предположительно в 150 м [15].

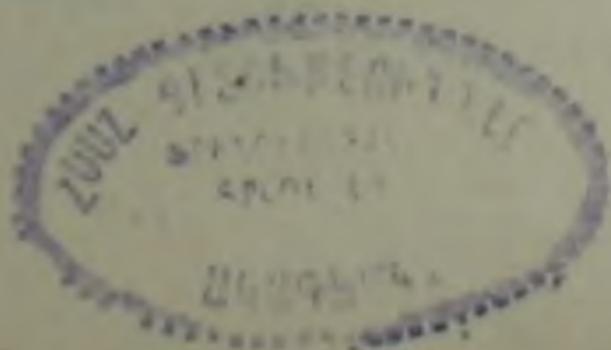
Горизонтальная зональность массивов проявлена достаточно четко (от внешних зон к внутренним): цеолитизированные, хлоритизированные, монтмориллонитизированные, карбонатизированные андезиты → каолинизированные, гидрослюдазированные, алунизированные андезиты → алунитовые кварциты и монокварциты.

Алунитовые кварциты Гябутского массива, по единичным определениям, содержат 0,5—2,00 вес. %  $\text{Na}_2\text{O}$ , 1,25—3,64 вес. %  $\text{K}_2\text{O}$  и 7,53—19,45 вес. %  $\text{SO}_3$ , что в пересчете на алунит составляет 19,0—47,0% (по ГОСТ-у алунитовые руды 3-го и 2-го сортов).

Мощность зоны алунитовых кварцитов и обрамляющих их алунизированных андезитов не выявлена, однако ориентировочная оценка запасов алунитовых руд при допущении конусообразной формы и ниже принятых наиболее реальных с геологической точки зрения параметров массива ( $R=1,5$  км,  $r=1,0$  км,  $H\sim 0,1$  км) указывает на цифру 75 млн. тонн валовой руды, что при среднем содержании алунита в 33% составит 25 млн. тонн. При извлекаемости алунита в 60% получается 15 млн. тонн чистой алунитовой продукции.

Амулсарский массив вторичных кварцитов занимает приводораздельную часть вершины г. Амулсар на абсолютных отметках 2500—2998 м и локализован в поле широкого развития вулканогенных образований амулсарской свиты [2], прорванных гипабиссальными интрузивами гранитоидов (монзонитов, сиенито-диоритов, гранит-порфиров и др.), а также более молодыми (послеалунитовыми) дайками липаритов и липарито-дацитов предположительно плиоценового возраста.

На современном уровне эрозионного среза Амулсарский хребет возвышается в виде меридионально вытянутой крупной четырехглавой морфоструктуры типа овально-эллипсоидального ступенчато-усеченного конуса с относительным превышением его вершин примерно на 20—55 метров и с максимальным—110 метров.



Площадь основания конуса с радиусом 2 км, о контуренная по границе неизменных пород и наиболее внешней (и глубинной) зоне вторичных кварцитов, составляет 12 кв. км. Привершинная наклонно усеченная часть с радиусом 1 км в плане имеет площадь 3,5 кв. км.

Амулсарский массив вторичных кварцитов имеет полифацнальное зональное строение с хорошо выраженной вертикальной зональностью в интервале 550—600 м (сверху вниз): монокварциты → алунитовые кварциты → алуни-каолинитовые кварциты → каолинит-серицитовые кварциты, пропилитизированные в альбит-хлорит-эпидотовой фации андезиты, их лавобрекчии и разнообразные гранитоиды.

Ширина выходов алунитовых кварцитов по склонам массива г. Амулсар по вертикали колеблется от 2600 до 2900 метров. С учетом углов склонов и практически горизонтального залегания подошвы алунитовой зоны истинная мощность алуни-содержащего горизонта оценивается в порядке 280 метров.

Данные геологоразведочных работ 1946—1947 г.г. [3] показывают, что кварциты с содержанием алунита ~ 10 вес. % занимают гипсометрические отметки, начиная с 2600 м и выше, вплоть до 2900 м; по этим же данным [3], на восточном склоне г. Амулсар (выс. 2884 м) выделяются две зоны кварцитов с содержанием алунита в пределах 43—46%.

Наши данные по поперечному профилю по линии р. Арпа—вершина г. Амулсар—р. Базарчай, а также данные О. П. Елисеевой [4] по продольному профилю Кочбекский перевал—г. Амулсар (абс. отм. 2400—2998 м) показали, что алуни-товые кварциты практически без перерыва прослеживаются по всему обрамлению массива г. Амулсар. Исключение составляют те участки алуни-тового горизонта, которые прерываются неалуни-тизированными интрузивами и дайками.

По данным химических анализов, алуни-ты Амулсарского массива относятся к смешанному кали-натриевому типу с преобладанием калия над натрием в 4—11 раз при сумме щелочей в пределах 0,56—7,77 вес. % и содержанием серного ангидрида от 3,05 до 20,60%.

Расчетные данные по этим анализам указывают о содержаниях алу-нита в пределах 3,12—73,52%, причем наиболее характерны содержа-ния 38—52%. Низкие концентрации алу-нита свойственны зонам, пере-ходным, с одной стороны, к монокварцитам, а с другой—к каолинито-вым кварцитам (низы разреза).

Ориентировочные запасы алу-нита в алуни-товых кварцитах г. Амул-сар при принятии усеченно-конусообразной формы массива с параметрами ( $R=2$  км,  $r=1$  км,  $H\sim 0,1$  км, среднее содержание алу-нита 33 вес. %, степень извлекаемости—60%) составляют ~ 360 млн. тонн.

Другим пунктом развития алуни-товых кварцитов является южная оконечность Джермукского интрузива сиенито-диоритов, в контакте которого с эффузивами амулсарской свиты развиты вторичные кварциты [4]. Изменению подвергнуты как эндоконтактные сиенито-диориты, так и эффузивы, причем сиенито-диориты преобразованы в кварц-серицит-каолинитовые, а эффузивы—в кварц-алуни-товые и кварц-серицит-каоли-нитовые метасоматиты.

Данные по содержанию алуниита и о генезисе околоинтрузивных кварцитов не приведены, однако автором [4] по аналогии с Гетикским массивом Красносельского района предполагается контактово-метасоматический генезис.

Заканчивая характеристику четырех наиболее крупных массивов алунитовых вторичных кварцитов Вайка, следует отметить, что по самым скромным ориентировочным подсчетам запасы алуниита в них составляют более полумиллиарда тонн.

Общезвестно, что алунииты представляют собой ценное комплексное сырье, из которого при соответствующей технологии можно получить около 40 видов различных продуктов как в результате его непосредственной переработки, так и из отходов производства, которые имеют и могут получить весьма широкое применение в самых разнообразных отраслях народнохозяйственного строительства: в сельском хозяйстве (калийные удобрения), в химической промышленности (серная кислота, сульфаты алюминия, натрия, калия и др.), в электротехнической промышленности (металлический алюминий), в жилищном строительстве и службах бытовой промышленности (алунитовый цемент, облицовочно-декоративные материалы, санитарно-технический фаянс и хозяйственная фаянсовая посуда, стекло для тары), в медицине (квасцы) и, наконец, как ценный коагулянт для очистки питьевых, промышленных и сточных вод.

Авторы полагают, что алунитовые кварциты Вайка заслуживают постановки специализированных оценочно-разведочных работ как для уточнения запасов алуниита в них, так и для оконтуривания алунитовых руд различной сортности с целью выявления залежей высокосортных кондиционных руд.

Однако уже сейчас, несмотря на неполные предварительные данные наших исследований, и учитывая огромные запасы алунитовых руд Вайка (не считая практически неизученных других многочисленных массивов алунитовых кварцитов территории Армянской ССР), необходимо на повестку ближайшего времени поставить вопрос о промышленном освоении ценного комплексного сырья для нужд народнохозяйственного строительства республики.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР,  
Управление геологии  
Армянской ССР

Поступила 9.VI. 1981.

Հ. Հ. ՍԱՐԴՍՅԱՆ, Ս. Վ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Է. Մ. ՆԱԻՐԱՆԻՅԱՆ,  
Է. Խ. ԽԱՐԱԶՅԱՆ, Վ. Շ. ՈՒԶՈՒՆՅԱՆ

ՎԱՅՔԻ ԱՎՈՒՆԻՏԱՅԻՆ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ՔՎԱՐՑԻՏՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում բննարկվում են զարգացման աշունիտային հակումով երկրորդային քվարցիտների տարրեր հասակի շորս խոշոր զանգվածների ուղղա-

ձիգ զոնայականության և կազմի առանձնահատկությունների հարցերը: Առանձնացվում է ալունիտագոյացման հրկու գենետիկ տիպ՝ հրաբխային և կոնտակտային (մերձինտրուզիվ):

Երկրորդային քվարցիտների տարբեր զանգվածներում ալունիտի պարունակությունը քվարց-ալունիտային ֆազիաներում տատանվում է լայն սահմաններում (3,0—71,0 տոկոս)՝ կազմելով միջին հաշվով կշռային 48—52 տոկոս ալունիտագոյացման համար առավել նպաստավոր պայմաններ ունեցող զոնաներում:

Ալունիտային քվարցիտներում ալունիտի պաշարների նախնական հաշվարկները վկայում են նրա առկայությունը նսկայական շափերի մասին:

Հողվածում քննարկվում է նաև ալունիտի՝ որպես արժեքավոր կոմպլեքսային հումքի, մանրամասն հետախուզման և սրդյունարերական յուրացման հարցը հանրապետության ժողովրդական տնտեսության մեջ:

H. H. SARKISIAN, S. V. MARTIROSIAN, E. M. NALBANDIAN,  
E. KH. KHARAZIAN, V. SH. UZUNIAN

## THE VAIK REGION ALUNITE SECONDARY QUARTZITES

### Abstract

The peculiarities of vertical zoning and composition of four large alunite-bearing secondary quartzites masses are considered. Two genetic types of alunite formation are determined such as volcanic and intrusive contact-metasomatic.

The alunite content in quartz-alunite facies of different secondary quartzites masses vary from 3% to 71% with average content 48—52% in some zones which have the optimal conditions of alunite formation.

Approximative calculations show the evidence of rich alunite reserves.

The problems of alunite raw materials detailed prospecting as well as their industrial exploitation are raised.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ачикгезян С. О. Метасоматические образования на Тандзутском серно-колчеданном месторождении. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. 17, № 3—4, 1964.
2. Габриелян А. А. Палеоген и неоген Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1964.
3. Григорян Ж. М. Отчет о геолого-поисковых работах на алунитизированные породы в районе г. Амулсар за 1946 г. Изв. Главного управления геологических фондов Арм. ССР, вып. 5, 1948.
4. Елисеева О. П. Вторичные кварциты в палеогеновых эффузивах Армянской ССР. Геология рудных месторождений, т. 6, № 1, 1964.
5. Кашкай М. А. Алуниты, их генезис и использование «Недра», т. 1 и 2, М., 1970.
6. Казарян А. Г. О вторичных кварцитах Армянской ССР. Докл. АН Арм. ССР, т. 40, № 1, 1965.
7. Качурин В. Ф., Меликсетян Б. М., Саркисян Г. А., Лисица А. А. Особенности геологического строения и основные черты рудоносности Зовашен-Варданесской

- вулcano-тектонической депрессии. Известия АН Арм. ССР. Науки о Земле, т. 26, № 4, 1973.
8. Котляр В. Н. Амулсарское (Кысырское) месторождение алунитов в Советской Армении. Докл. АН Арм. ССР, т. 3, № 3, 1945.
  9. Лебедев П. И. Алунификация лав Алагеза (Армения). Докл. АН Арм. ССР, № 18—19, А, 1928.
  10. Малхасян Э. Г. Постмагматические процессы юрского вулканического цикла Малого Кавказа. В кн. «Современный вулканизм», Тр. II-го Всесоюзного вулканологического совещания, т. 1, М., 1966.
  11. Русинов В. Л. Процессы алунификации в некоторых областях молодого вулканизма. Труды I-ой конференции по окolorудному метасоматизму, «Недра», М., 1966.
  12. Саркисян С. Ш. О гидротермальных изменениях вмещающих пород Тандзугского серно-колчеданного месторождения. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, т. XI, № 3, 1958.
  13. Торосян Р. А., Аргеняк Г. М. О генезисе и перспективах ртутной минерализации центральной части Зангезурского хребта. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. 26, № 4, 1973.
  14. Флоренский А. А., Устиев Е. К. Петрография и полезные ископаемые центральной части Нахичеванской АССР. Изд. АН СССР, сер. Закавказ., вып. 16, 1935.
  15. Центер И. Я., Розина Е. Л. Об эродированных неогеновых вулканических аппаратах в Восточном Вайке и Зангезуре. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1, 1972.