

К. Г. ШИРИНЯН

К ВОПРОСУ СТРОЕНИЯ И ГЕНЕЗИСА ТУФО-ТУФОЛАВОВОЙ ТОЛЩИ АРМЕНИИ

В условиях Армении туфы и туфолавы представляют собою широко распространенные продукты новейшей вулканической деятельности.

Специфичность физико-технических свойств, декоративность и петрографическое своеобразие армянских туфов и туфолав издавна привлекали внимание видных представителей геологической науки. Изучением туфов и туфолав Армении занимались, в частности, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, А. Н. Заварицкий, Д. С. Белянкин, П. И. Лебедев, В. П. Петров.

Несмотря на это, туфы и туфолавы Армении все еще продолжают оставаться одним из наиболее интереснейших объектов геолого-петрографических исследований и многие, связанные с ними, вопросы все еще не решены. Так, например, продолжают оставаться спорными вопросы генезиса и местоположения центров извержений туфов и туфолав, нет надлежащей ясности в типизации вулканических проявлений, способов передвижений вулканического материала, характера и масштаба физико-химических преобразований постэруптивного этапа.

Предложенная в свое время Маршаллом игнимбритовая теория происхождения пород риолитовой формации Новой Зеландии, впоследствии примененная А. Н. Заварицким для объяснения природы туфов и туфолав Армении, несомненно, является одним из значительных открытий последних лет.

Игнимбритовой теорией объясняются многие особенности туфов и туфолав Армении. Но этот новый взгляд, как отмечал и сам А. Н. Заварицкий [5], пока является рабочей гипотезой, требующей дальнейшего развития, доработки и уточнения.

В игнимбритовой теории, на наш взгляд, не нашел своего полного решения вопрос о строении туфо-туфолавовой толщи Армении, представленной двумя основными разновидностями туфовых образований: туфов еревано-ленинканского типа и туфов арктического типа или туфолав.

Основные различия между указанными разновидностями, как известно, заключаются в том, что туфолавы не имеют характерной для туфов витрокластической структуры. Присущая туфолавам стекловатая структура напоминает скорее всего структуру лав.

Отсутствие пирокластической структуры в туфовых лавах А. Н. Заварицкий [5] объяснял интенсивным свариванием частиц раскаленного пепла после их отложения.

Почти такой же точки зрения придерживается и К. Н. Паффенгольц [10], полагающий, что особенности туфовых лав обусловлены воздействием паров и газов при высокой температуре.

Туфы и туфолавы рассматривались А. Н. Заварицким [5] как единые генетические образования, связанные между собой постепенными переходами.

По мнению А. И. Месропяна [8], все известные разновидности туфов ереванско-ленинканского типа произошли в результате единого вулканического акта.

Таким образом, ставился вопрос о генетическом единстве всей туфо-туфолавовой толщи принималась одноактность ее образования.

Изучение туфо-туфолавовой толщи южных склонов массива г. Арагац позволило А. А. Адамян [1] впервые расчленить туфо-туфолавовую толщу этого района на три стратиграфических горизонта, отделенных друг от друга небольшими перерывами. Эти горизонты, по ее данным, снизу вверх представлены: туфами ереванско-ленинканского типа, фиолетово-розовыми туфолавами (арктический тип) и пятнистыми черно-красными туфолавами. Несмотря на то, что такое представление о строении туфо-туфолавовой толщи Армении является неполным и включает в себе некоторые неточности, тем не менее оно представляет определенный интерес, как первую попытку ее расчленения.

Наши исследования позволили дополнить и уточнить картину строения туфо-туфолавовой толщи применительно ко всей области их распространения [12]. Собранный нами фактический материал позволил нам не только разделить туфы от туфовых лав в виде самостоятельных горизонтов, но и установить в пределах каждой из этих разновидностей пирокластических образований несколько самостоятельных горизонтов.

Прежде чем остановиться на некоторых фактах, подтверждающих вышесказанное, рассмотрим общий разрез туфо-туфолавовой толщи.

Хотя в Армении нигде не удастся наблюдать непрерывного разреза всех разновидностей туфов и туфолав, тем не менее анализ имеющихся материалов позволяет достаточно определенно наметить картину последовательности образования туфо-туфолавовой толщи.

В наиболее полных разрезах туфо-туфолавовая толща (снизу вверх) имеет следующую последовательность напластования: 1) пемзы — постепенно переходящие в желтые пемзовые туфы анийского типа; 2) черные витрокластические туфы ереванско-ленинканского типа; 3) туфовые лавы арктического типа, и снова, 4) черно-красные витрокластические туфы ереванско-ленинканского типа. С такой последовательностью разрезов мы встречались на месторождениях Арктического района (Могровский, Кипчагский и Туфошенский овраги), в Талинском и в Аштаракском районах.

Такое постоянство взаимоотношений туфов и туфолав на достаточно значительной площади, казалось, в достаточной мере свидетельствует об одноактности образования всей туфо-туфолавовой толщи.

И действительно, на первый взгляд трудно совместить наличие та-

кой согласованности в последовательности расположения разновидностей туфов и туфолав, с одной стороны, и существования перерывов во время их образования — с другой. Но вместе с тем, нельзя не обратить внимания на некоторые факты, имеющие, на наш взгляд, решающие значения в обосновании многоактности процесса формирования туфо-туфолаво-вой толщи Армении.

Остановимся на некоторых из них. В овраге, расположенном в юго-западной части с. Верхний Талин, темно-фиолетовые туфолавы залегают непосредственно на андезито-базальтовых лавах верхнего плиоцена. Следовательно, здесь отсутствуют располагающиеся в других местах под ними черные, а также желтые туфы. Важно подчеркнуть, что хотя мощность туфолав в южном направлении уменьшается до 2 м, но все же порода продолжает сохранять характерную для туфолав структуру.

В этом же разрезе над туфовыми лавами залегают туфы еревано-ленинканского типа с изменяющейся снизу вверх окраской от черной к желтовато-коричневой и далее к кирпично-красной окраске. Для этих туфов характерно большое содержание включений материнской лавы, имеющих в разрезах характерную форму языка пламени.

В самой южной части того же оврага туфолавы вообще выклиниваются и здесь черные туфы еревано-ленинканского типа залегают непосредственно на андезито-базальтовых лавах. В том же Талинском районе на дацитах г. Заринджа залегают красные и желтовато-коричневые туфы еревано-ленинканского типа, а шурф, пройденный в дацитах (у основания горы), вскрыл залегающие под ними желтые пемзовые туфы анийского типа. Таким образом, здесь мы сталкиваемся с фактом, когда два различных по времени своего образования туфовых покрова разделяются лавовым потоком.

В овраге, протягивающемся к югу от г. Заринджа, над желтыми туфами залегают туфовые лавы, перекрываемые, в свою очередь, туфами еревано-ленинканского типа. Дацитовые лавы здесь отсутствуют.

В Агинском районе развиты только желтые туфы анийского типа, а туфовые лавы здесь совершенно отсутствуют. В этом же районе большой интерес представляют впервые найденные нами включения частично окатанных обломков анийских туфов в залегающих над ними черных туфах еревано-ленинканского типа.

В некоторых случаях наблюдаются примеры залегания над пемзами туфов не анийского типа, а непосредственно — еревано-ленинканского типа. В подобных случаях между этими двумя разновидностями пород постепенных переходов не наблюдается. При сравнении петрографических особенностей желтых туфов и залегающих непосредственно над ними черных туфов сходство между ними обнаруживается только в присущей этим типам пород обломочной структуре.

В черных туфах практически отсутствуют характерные для желтых туфов пемзовые включения и резко снижено количество содержащихся в них обломков древних пород. Вместо включений обломков пемз, в чер-

ных туфах большей частью наблюдаются плотные смоляно-черные стекловатые обломки.

Неоспоримым подтверждением перерыва между временем образования туфолав и подстилающих их черных туфов является наличие между ними 20 см слоя суглинки, что установлено нами в районе Туфашенского месторождения в Арктическом районе.

Особенно бросается в глаза различная окраска отдельных горизонтов туфо-туфолаво-вой толщи. Поскольку окраска обусловлена постэруптивными окислительными процессами и происходит сверху вниз, трудно допустить единство в образовании рассматриваемых типов туфов.

Приведенные примеры, на наш взгляд, достаточно убедительно свидетельствуют о том, что в строении туфо-туфолаво-вой толщи принимает участие ряд самостоятельных горизонтов пород, среди которых петрографически и генетически обособляются друг от друга туфы и туфолавы.

Основные петрографические различия туфов и туфолав сведены в нижеследующей таблице, где указаны также существенные различия их физико-технических свойств.

Данные таблицы основаны на испытании 180 образцов туфолав и 200 образцов туфов.

	Т у ф о л а в ы	Т у ф ы
Удельный вес	от 2,42 до 2,60	от 2,42 до 2,55
Объемный вес	„ 0,67 „ 1,73	„ 1,36 „ 2,32
Пористость истинная .	„ 29,43 „ 72,98	„ 6,83 „ 41,65
Предел прочности сжатия в сухом состоянии	„ 14 до 397 кг/см ²	„ 92 до 582 кг/см ²
Характер включений . .	Крупные пористые включения серого, бурого и красного цветов, часто со слоистым сложением. Смоляно-черные, плотные стекловатые включения лав совершенно отсутствуют.	Преобладают смоляно-черные, плотные стекловатые включения лав. Серые включения совершенно отсутствуют.
Окраска	В основном розовато-фиолетовая, иногда красная. Очень редко черная.	Основной цвет черный, в зависимости от степени окисленности меняется до коричневого и разных оттенков красного. Фиолетово-розовая окраска отсутствует.
Средняя мощность . . .	10—15 м	3—4 м
Структура	Витрофирова-я главная масса с включениями лапилли и более крупных пемзовидных обломков.	Пирокластическая—с пепловой структурой основной массы.

Существование столь значительных различий между туфами и туфолавами не оставляет сомнения в том, что они представляют образования различного генетического типа, разделенные к тому же и по времени своего образования.

Что касается особенностей физико-технических свойств туфовых лав, то и они позволяют сделать некоторые существенные выводы.

Установлено, что степень механической прочности туфов и туфолав зависит от интенсивности спекания пирокластических частиц после их отложения и изменяется в зависимости от глубины залегания.

Поскольку туфолавы принимались за туфы, лишенные пирокластической структуры вследствие интенсивного спекания пирокластических частиц [5], то сверху вниз при переходе от туфов к туфолавам следовало бы ожидать значительное увеличение плотности и механической прочности туфолав по отношению к вышележащим туфам. Однако, фактически этого не наблюдается. Кроме того, среди известных разновидностей туфов и туфолав весьма плотные и, следовательно, наиболее интенсивно сваренные красные окисленные туфы еревано-ленинканского типа имеют прекрасно сохранившуюся пирокластическую структуру.

Необходимо также отметить, что туфы еревано-ленинканского типа сохраняют присущую им пепловую структуру на всю свою мощность, даже и в тех случаях, когда их мощность достигает 10—12 м. В таких случаях нижние части туфов достигают такой плотности, когда различия между объемными и удельными весами составляют всего лишь 0,17 (2,49—2,32).

В настоящее время на основании имеющегося большого фактического материала можно говорить не только о стратиграфической обособленности туфов от туфолав, но и о неоднократности формирования каждого из этих разновидностей в отдельности.

Остановимся на разборе некоторых из этих фактов.

На вершине шлакового конуса г. Капах, в Талинском районе, нами установлены три горизонта туфов, переслаивающихся с красными шлаками. Нижняя часть каждого горизонта характеризуется черной окраской, а верхняя — красной.

Хорошо выражены перерывы между отдельными горизонтами туфов и на южных склонах Базумского хребта. Здесь, в районе с. Шенаван можно выделить два основных горизонта чернокрасных туфов мощностью до 8—10 м, разделенных друг от друга 4—5 м слоем аллювиальных отложений. Кроме того, в пределах каждого из этих горизонтов можно выделить три отдельных слоя туфов мощностью от 0,5 до 1,0 м, разделенных небольшими слоями грубообломочного вулканогенного материала.

Перерывы в разрезах туфов еревано-ленинканского типа устанавливаются также и в северной части г. Ереван, в начале Аванского шоссе. Здесь, между двумя пластами наблюдаются слои грубообломочного материала из пород древних андезитобазальтовых лав.

Подтверждается также неоднократность образования туфовых лав.

Так, например, в Пемзашенском месторождении достаточно хорошо выделяются фациально переходящие друг в друга пестроцветные и фиолетово-розовые разновидности туфолав, перекрываемые пятнисто-красными туфолавами. В Заринджа-Дзитханковском месторождении, снизу вверх, выделяются три горизонта туфолав: светлофиолетовые, светлорозовые (весьма пористые и рыхлые) и фиолетовые (мелкопористые и плотные) туфолавы. Переход от одной разновидности к другой резкий с отчетливо прослеживаемыми контактами. Почти такой же разрез мы встречали на месторождениях в районе сс. Мастара и Бюракан.

Отсутствие постепенных переходов, полная стратиграфическая обособленность и существенные петрографические различия между туфами и туфолавами, как было отмечено выше, не позволяют считать их вполне однотипными образованиями.

В настоящее время можно считать доказанной игнимбритовую природу туфов еревано-ленинканского типа. При этом надо полагать, что образование их происходило неоднократно в виде извержений, которые по своему характеру могут быть приравнены к извержениям пелейского типа, образующим нисходящие раскаленные лавины, движущиеся с большой скоростью.

Об этом свидетельствуют хаотически заключенные в тонком пепле обломки и глыбы слабо окатанных пород ранних образований, захваченных раскаленными потоками из выветрившейся поверхности разных пород. Характерно, что состав этих обломков в каждом случае отвечает составу пород, распространенных в районе залегания туфовых пластов.

Это обстоятельство дает основание полагать, что известные туфовые месторождения Армении представляют образования, отложившиеся не на большом отдалении от центров своих извержений.

Отсутствие пепловой структуры в туфолавах, не объясняемое постэруптивными изменениями (интенсивное спекание пепловых частиц с потерей первоначальной структуры), не дает основание считать их игнимбритами.

Однако, это не означает, что мы склонны вернуться к прежним представлениям о полной лавовой природе этих пород.

Несмотря на существенные различия между туфами и туфолавами, существуют и некоторые факты, позволяющие предполагать наличие между ними некоторой генетической связи. Такими фактами являются большое химическое и минералогическое сходство, часто совместное залегание, горизонтальный характер поверхностей покровов, особенности состава и распределения содержащихся древних обломков и др.

Таким образом, сопоставляя сходства и различия туфов и туфовых лав, можно предполагать, что здесь представлены продукты определенных фаз вулканической деятельности, отличавшихся друг от друга характером выхода вулканического материала на поверхность.

На наш взгляд, при образовании туфов расширение газов в магматическом расплаве получает свое полное развитие в виде взрыва газовых пузырьков в расплавленной массе. И действительно, по своей форме об-

ломки в туфах еревано-ленинаканского типа представляют собою не что иное, как частицы разорванной и распыленной газами лавовой массы, окружавшей в виде пленки пузырьки газа. Сохранение в пирокластических обломках некоторых контуров газовых пузырьков говорит одновременно и о высокой вязкости лавы в момент взрыва.

При образовании же туфовых лав расширение газов, видимо, не завершилось катастрофическим взрывом и кончалось тем, что сильно насыщенная газами лава доставлялась на поверхность во вспученном до максимума состоянии.

Процесс этот сопровождался, видимо, и выбросами некоторого количества обломочного материала, который тут же смешивался с сильно пористой (пенистой) лавой. Об этом свидетельствуют включения пемзо-во-шлаковых обломков в туфовых лавах. Следует отметить, что обломков в туфовых лавах значительно меньше, чем принято считать. Очень часто за обломки ошибочно принимаются образованные газами местные вспучивания лавы, имеющие округлые, линзовидные и продолговатые формы, которые в зависимости от степени окисления выделяются на общем фоне породы и по своей окраске.

Относительно характера движения вулканического материала (туфолав) после извержения, можно сделать лишь предположения.

Указанные сходства туфов и туфолав позволяют предполагать, что движение туфовой лавы происходило в виде высокоподвижной насыщенной газами пенистой массы.

Анализируя вышеприведенный материал, мы можем коротко сформулировать основные положения, изложенные в статье, следующим образом:

Туфо-туфолавовая толща Армении сложилась в результате неоднократно повторяющихся вулканических извержений. В этой толще туфы и туфолавы представлены в виде самостоятельных горизонтов и отличаются друг от друга по ряду существенных признаков. Обособленность туфов и туфолав исключает возможность существования между ними постепенных переходов и поэтому лавоподобная структура туфолав является первичной и не может быть объяснена потерей первоначальной пирокластической структуры, вследствие интенсивного сваривания.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 16 VII 1956

Կ. Գ. ՇԻՐԻՆՅԱՆ.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏՈՒՖՈ-ՏՈՒՖՈՂԱՎԱՅԻՆ ՀԱՍՏՎԱԾՔԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՈՒ ՊԱԳՄԱՆ ՀԱՐՅԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Ինչպես հայտնի է Հայաստանի շորրորդական հասակի հրաբխային տուֆերը ներկայացրած են երկու հիմնական տիպերով՝ Երևան — Լենինականի և Արթիկի տիպի տուֆերով կամ տուֆոլավաներով:

Նշված տիպերի տարրերու թյունը կայանում է նրանում, որ տուֆուլավաները գուրկ են տուֆերին՝ յուրահատուկ պիրոկլաստիկ կառուցվածքից և իրենց ապակենման սարուկտուրայով ավելի նման են լավաներին:

Ըստ Ա. Ն. Զավարիցիու տուֆերի ծագման իզնիմբրիտային թեորիայի, տուֆուլավաներն իրենցից ներկայացնում են Երևան — Լենինականի տիպի նույնպիսի տուֆեր, միայն՝ այն տարրերու թյամբ, որ նրանց պիրոկլաստիկ կառուցվածքը անհետացել է մեծ ճնշման հետևանքով շիկացած բեկորային նյութի ինտենսիվ ձուլման շնորհիվ:

Այդ տեսակետը հիմնավորվում էր տուֆո-տուֆուլավային հաստվածքի գեներալական ամբողջականությամբ, այսինքն վերից վար տուֆերի աստիճանական անցումով տուֆուլավաների:

Սակայն վերջերս կատարված ուսումնասիրությունների շնորհիվ հավաքած փաստային տվյալները ժխտում են այդ տեսակետը:

Պարզվում է, որ տուֆո-տուֆուլավային հաստվածքը ներկայացված է առանձին սարատիգրաֆիական հորիզոններով, որտեղ տուֆերի առանձին պետրոգրաֆիական տիպերը լրիվ կտրվածքներում վարից վեր դասավորվում են հետևյալ կերպ.

- 1) Պեմզային դեղին տուֆեր (Անիի տիպ),
- 2) Երևան — Լենինականի տիպի սև տուֆեր,
- 3) Արթիկի տիպի սև տուֆեր կամ տուֆուլավաներ,
- 4) Երևան — Լենինականի տիպի սև և կարմիր տուֆեր:

	Տուֆուլավաներ	Տ ու ֆ ե ռ
Տեսակարար կշիռ	2,42—2,60	2,42—2,55
Ծավալային կշիռ	0,67—1,73	1,36—2,32
Ծակոտկենություն	29,43—72,98	6,83—41,65
Սեղմման ժամանակավոր դիմադրություն չոր վիճակում	14—397 կգ/սմ ²	92—582 կգ/սմ ²
Ներփակումների բնույթը	Մոխրագույն գորշ և կարմիր գույնի խոշոր ծակոտկեն ներփակումներ, հաճախ շերտավոր կառուցվածքով: Ծակոտիներից գուրկ, մուգ սև գույնի լավաների ապակենման ներփակումները բացակայում են:	Փերակշռում են ծակոտկենությունից գուրկ մուգ սև գույնի, լավաների ապակենման ներփակումները: Մոխրագույն ներփակումները լրիվ բացակայում են:
Գույնը	Հիմնականում վարդամանիշակագույն, երբեմն կարմիր: Ծառ հազվադեպ սև:	Հիմնական գույնը սև է, որը կախված օքսիդացման աստիճանից, փոփոխվում է մինչ շագանակագույնի կամ կարմիրի տարբեր երանգների: Վարդամանիշակագույն գունավորումը բացակայում է:
Միջին կարողությունը	10—15 մ	3—4 մ
Կառուցվածքը	Հիմնական զանգվածն ունի ապակենման կառուցվածք լայիլների և ավելի խոշոր պեմզային բեկորների ներփակումներով:	Հիմնական զանգվածն ունի հրաբեկորային կառուցվածք:

Տուֆերը և տուֆոլավաները տարբերվում են միմյանցից մի շարք պետրոգրաֆիական և ֆիզիկա-տեխնիկական հատկանիշներով, որոնք ի մի են բերված տվյալ աղյուսակում:

Անհրաժեշտ է նշել, որ Երևան — Լենինականի տիպի տուֆերը պահպանում են իրենց յուրահատուկ հրաբեկորային կառուցվածքը բոլոր դեպքերում, որքան էլ որ բարձր լինի նրանց ձուլվածույթյան աստիճանը: Այսպես օրինակ, 10—12 մ խորության վրա տեղադրված տուֆերը, որոնց տեսակարար և ծավալային կշիռների տարբերությունը կազմում է միայն 0,17 (2,49—2,32), իրենց հրաբեկորային կառուցվածքը չեն կորցնում:

Այսպիսով, կարելի է հանգել այն եզրակացության, որ տուֆոլավաների լավանման կառուցվածքն ունի սկզբնական բնույթ:

Տուֆերի և տուֆոլավաների միջև աստիճանական անցումների բացակայությունը, նրանց ստրատիգրաֆիական մասնատվածությունը, ինչպես նաև պետրոգրաֆիական հատկանիշների մի շարք տարբերությունները հիմք են տալիս մեզ բացասելու նրանց ծագման ընդհանուր իզնիմբրիտային հիպոթեզը:

Ներկայումս կարելի է ապացուցված համարել միայն Երևան — Լենինականի տիպի տուֆերի իզնիմբրիտային բնույթը, որը պելեյան տիպի ժայթքումների հետևանք է եղել: Տուֆերի առաջացումը պայմանավորվել է նրանով, որ մագմատիկ հալոցքում գտնվող գազերի լայնացումը ստացել է իր լրիվ զարգացումը գազային բշտիկների պայթման ձևով: Եվ իսկապես, Երևան — Լենինականի տիպի տուֆերում գտնվող միկրոսկոպիկ բեկորներն իրենց ձևով ներկայացնում են այդ բշտիկները ներփակող լավային հալոցքի կտորներ: Հրաբեկորային նյութում գազային բշտիկների որոշ ուրվագծերի պահպանման փաստը խոսում է լավային հալոցքի բարձր մածուցիկության և նրանց ոչ շատ գանդաղ սառեցման մասին:

Ինչ վերաբերվում է տուֆոլավաների առաջացմանը, ապա դա բացատրվում է նրանով, որ գազերի լայնացումը մագմայում չի տվարտվել կատաստրոֆիկ պայթյունով, այլ գազերով ուժեղ հագեցված լավան գուրս է հոսել երկրի մակերևույթ ծայր աստիճան ուժացված ձևով: Այդ երևույթը ուղեկցվել է նաև որոշ չափով բեկորային նյութի ժայթքումով, որը հենց նույն տեղում խառնվել է փրփրանման լավային հալոցքի հետ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамян А. А. К вопросу о стратиграфическом расчленении четвертичной туфо-туфолоавовой толщи южных склонов массива г. Арагац. Изв. АН АрмССР, т. 3, № 2, 1950.
2. Белянкин Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1952.
3. Заварицкий А. Н. О четвертичных вулканических туфах и туфолавах Армении. Вестник АН СССР, № 10—11, 1945.
4. Заварицкий А. Н. О четвертичных вулканических туфах Армении. ДАН СССР, 1945, т. 53, № 8.

5. *Заварицкий А. Н.* Игнимбриты Армении. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1947.
6. *Лебедев П. И.* К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагез. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1947.
7. *Левинсон-Лессинг Ф. Ю.* Армянское вулканическое нагорье. Природа № 5, 1928.
8. *Месропян А. И.* О генезисе четвертичных туфов Армении. Изв. АН АрмССР, т. IV, № 4, 1951.
9. *Мкртчян К. А.* Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа (Армянская ССР). Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1954.
10. *Паффенгольц К. Н.* К вопросу о возрасте и генезисе туфолав Армении. Зап. Всеросс. мин. общ. ч. XVIII, № 3, 1938.
11. *Ширинян К. Г.* Совершенная столбчатая отдельность в покровах вулканических туфов Армении в связи с их происхождением. Сборн. научн. трудов Ереванск. политехн. инст-та, № 13, 1956.
12. *Ширинян К. Г.* Общая последовательность образования четвертичных вулканических продуктов области г. Арагац и их фациальные взаимоотношения. Сборн. «Вопросы геологии и гидрогеологии Армении», АН АрмССР, Ереван, 1956.