

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

С. В. КАЗАРЯН

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ПИРИТИЗИРОВАННЫХ ПОРОДАХ  
ВЕРШИНЫ ГОРЫ АРАГАЦ

Массив г. Арагац, занимая около десятой части территории республики, на протяжении многих лет являлся предметом пристального изучения довольно большого числа исследователей.

Интерес к этой горе вызван не только ее красотой и высотой (4095 м), а, главным образом, ее ролью в геологическом строении страны, в формировании подземных вод Араратской долины и наличием на ее склонах огромных масс вулканических продуктов, являющихся прекрасными строительными материалами.

Из многочисленных исследований, посвященных Арагацу, следует отметить работы П. И. Лебедева [6], К. Н. Паффенгольца [9, 10], А. Н. Заварицкого [3, 4], В. М. Амаряна и К. Г. Шириняна [11].

Несмотря на эти детальные исследования, по ряду вопросов, касающихся стратиграфического взаимоотношения отдельных отложений и происхождения самого массива г. Арагац, по сей день идут оживленные споры. Интересно отметить, что, за исключением К. Н. Паффенгольца, все остальные геологи признают вулканическое ее происхождение.

К. Н. Паффенголец [9] считает, что массив г. Арагац не является вулканом и его разрозненные вершины представляют края антиклинальной долины ледникового типа, а не края кратера.

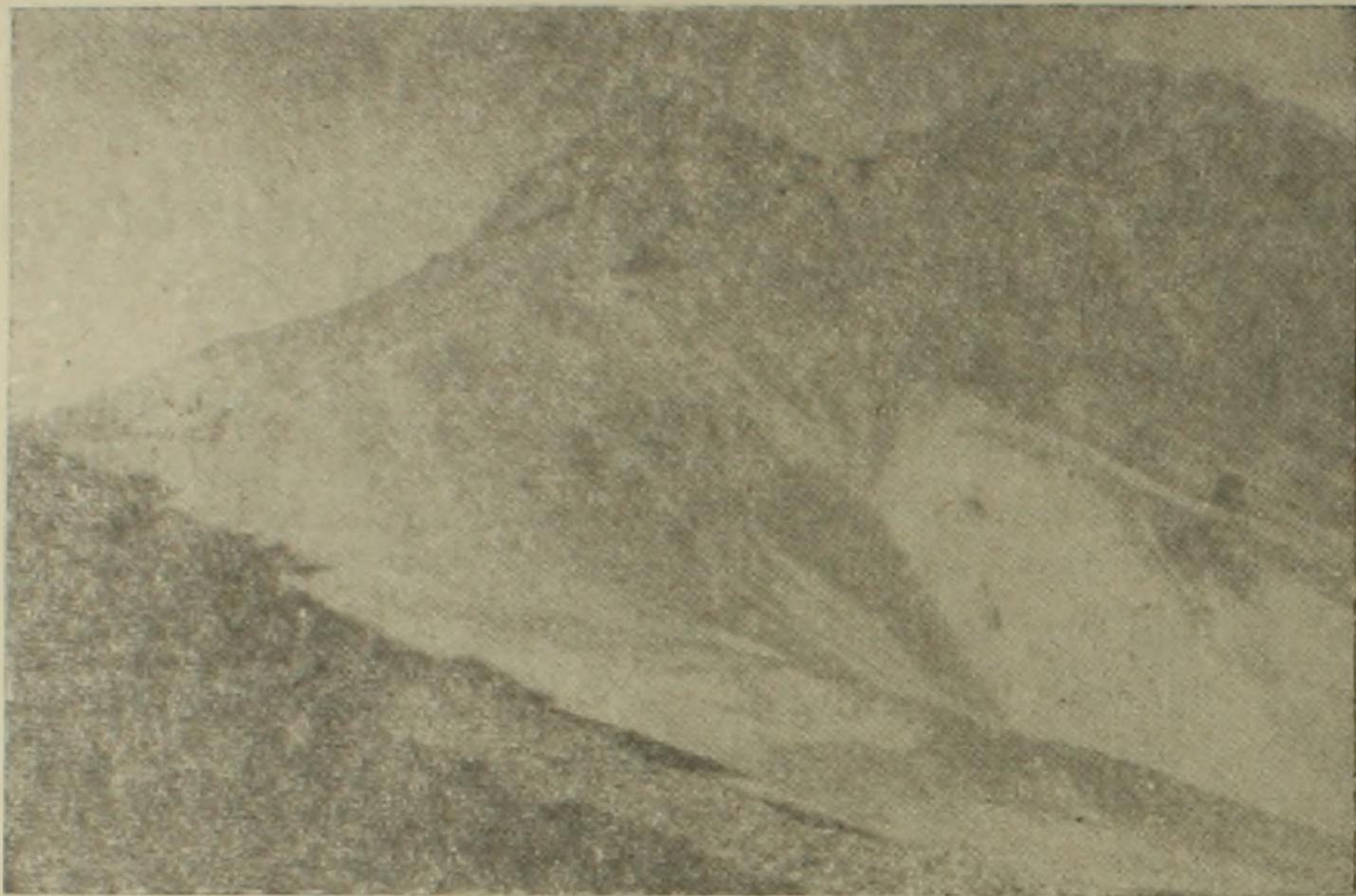
С целью уточнения некоторых спорных вопросов большая группа геологов (К. Н. Паффенголец, А. А. Габриелян, А. Т. Вегуни, А. И. Адамьян, С. П. Бальян, В. М. Амарян, Г. Т. Тер-Месропян, К. Г. Ширинян, К. И. Карапетян и С. В. Казарян) в октябре 1962 г. совершила ряд маршрутов на узловыe пункты массива г. Арагац, а также восхождение на ее вершину.

В данной статье речь пойдет лишь о пиритизированных породах, осмотренных автором настоящей статьи и С. П. Бальяном на дне громадной «воронки», окруженной четырьмя вершинами Арагаца.

Общие сведения об измененных и пиритизированных породах, а также о наличии элементарной серы в пределах вершинной части Арагаца содержатся в работах П. И. Лебедева [6] и К. Н. Паффенгольца [9]. Однако конкретных данных о природе этих изменений или же о вещественном составе и минералого-петрографических особенностях пиритизиро-

ванных пород как в работах указанных исследователей, так и других отсутствуют.

Широкую полосу желто-окрашенных измененных пород отчетливо можно наблюдать еще с седловины южной пары вершин Арагаца, с рас-



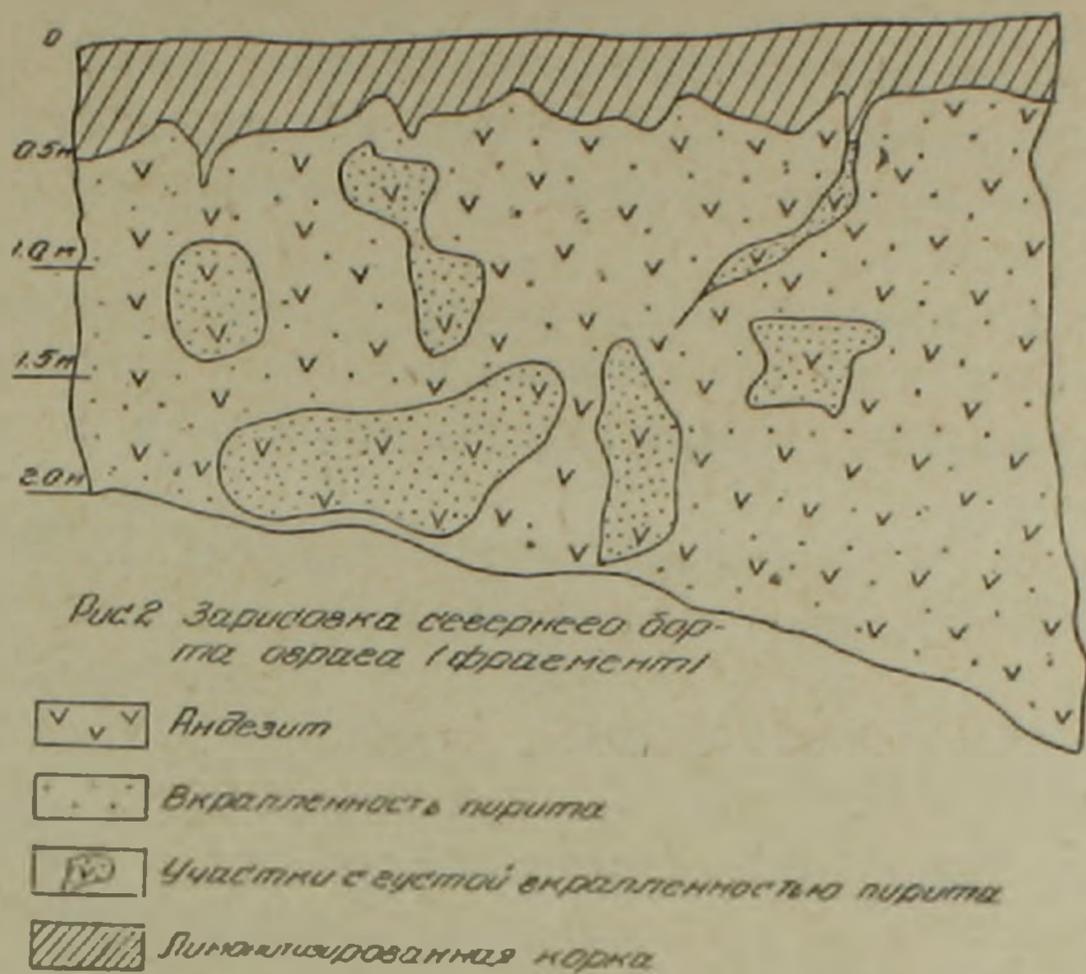
Фиг. 1. Общий вид северной пары вершины г. Арагац со стороны седловины между вершинами южной пары. Фото. С. П. Бальяна.

стояния около 1 км. Она расположена гипсометрически ниже полого и периклинально залегающих слоистых пород и протягивается до самого дна воронки. Дно воронки покрыто флювиогляциальными отложениями и осыпью больших глыб пород преимущественно андезитового и дацитового составов, среди которых нами были найдены скопления окатанных галек. Последние по всей вероятности являются продуктом разрушения пачек пород, залегающих на высоких отметках вершин горы. Глыбы пород и галечники покоятся в основном на поверхности погребенного ледника.

В центральной части дна воронки, откуда берет начало р. Лали, воды погребенного ледника прорыли овраг, глубиной около 2—3 м, на северном борту которого можно наблюдать следующую картину (фиг. 2, 3).

От поверхности до глубины 0,4—0,6 м с извилистой нижней границей протягивается лимонитизированная полоса, которая постепенно переходит в пиритизированный андезит, рассланцованный и перемятый до такой степени, что без затруднения можно разобрать его вручную. Такое состояние породы объясняется видимо действием экзогенных процессов.

Лимонитизированную полосу следует рассматривать как окисленную зону пиритизированных андезитов—железную «шляпу» сульфидных образований.



Фиг. 2. Зарисовка северного бор-  
та оврага, располо-  
женного на дне „воронки“ между четырьмя вершинами  
г. Арагац.



Фиг. 3. Обнажение пиритизированного андезита с лимонитизированной коркой (северный борт оврага) на дне воронки между вершинами г. Арагац. Фото С. П. Бальяна.

Таким образом, на маленьком отрезке оврага мы наблюдаем как окисленную, так и сульфидную зоны.

Внешне окисленная зона представляет собой заохренную лимонитизированную породу, состав которой трудно поддается определению ввиду сильной измененности и отсутствия в массе реликтов первичной породы.

В отличие от окисленной зоны, в сульфидной зоне, несмотря на большое количество пирита, сохранились обломки свежей породы, на основании которых можно точно определить ее петрографический состав.

Для сульфидной зоны характерно неравномерное распределение вкрапленников пирита.

На общем фоне редкой пиритовой вкрапленности наблюдаются бессистемно расположенные обогащенные пиритом участки в виде гнезд, желваков и прожилков, размеры которых колеблются в широких пределах.

Из окисленной и сульфидной зон совместно с С. П. Бальяном были отобраны характерные образцы для детальных исследований.

Микроскопические изучения образца сульфидной зоны, проведенные в лаборатории Минералогии НИГМИ Армянской ССР, дали следующие результаты.

Порода определена как неизменный андезит с миндалекаменной текстурой, обусловленной наличием пустот, заполненных хлоритом. Название породы подтверждается силикатным анализом, результаты которого приводятся в таблице.

Силикатный анализ пробы № 2 (в %, сульфидная зона)

№ лаб	№ пр.	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	вл.	п.п.п.
96,84	2	54,00	4,95	0,94	0,75	15,40	3,47	2,71	2,05	1,37	6,06	6,62

Структура породы порфировая с гиалопилитовой структурой основной массы.

Порфиновые выделения представлены водянопрозрачными идиоморфными таблитчатыми кристаллами плагиоклаза (андезин №№ 44—47), имеющего зональную структуру.

Основная масса состоит из бурого вулканического стекла, в котором расположены микролиты плагиоклаза, не обнаруживающего зональную структуру; состав плагиоклаза микролитов андезиновый, но более кислый, чем в порфиновых выделениях (№№ 35—37).

Миндалины составляют около 40—45% породы и имеют в основном неправильную форму. Они заполнены хлоритом, причем периферия этих миндалин сложена более железистым бурым хлоритом, образующим кайму вокруг менее железистого хлорита. Хлорит в незначительном количестве замещает и плагиоклаз во вкрапленниках.

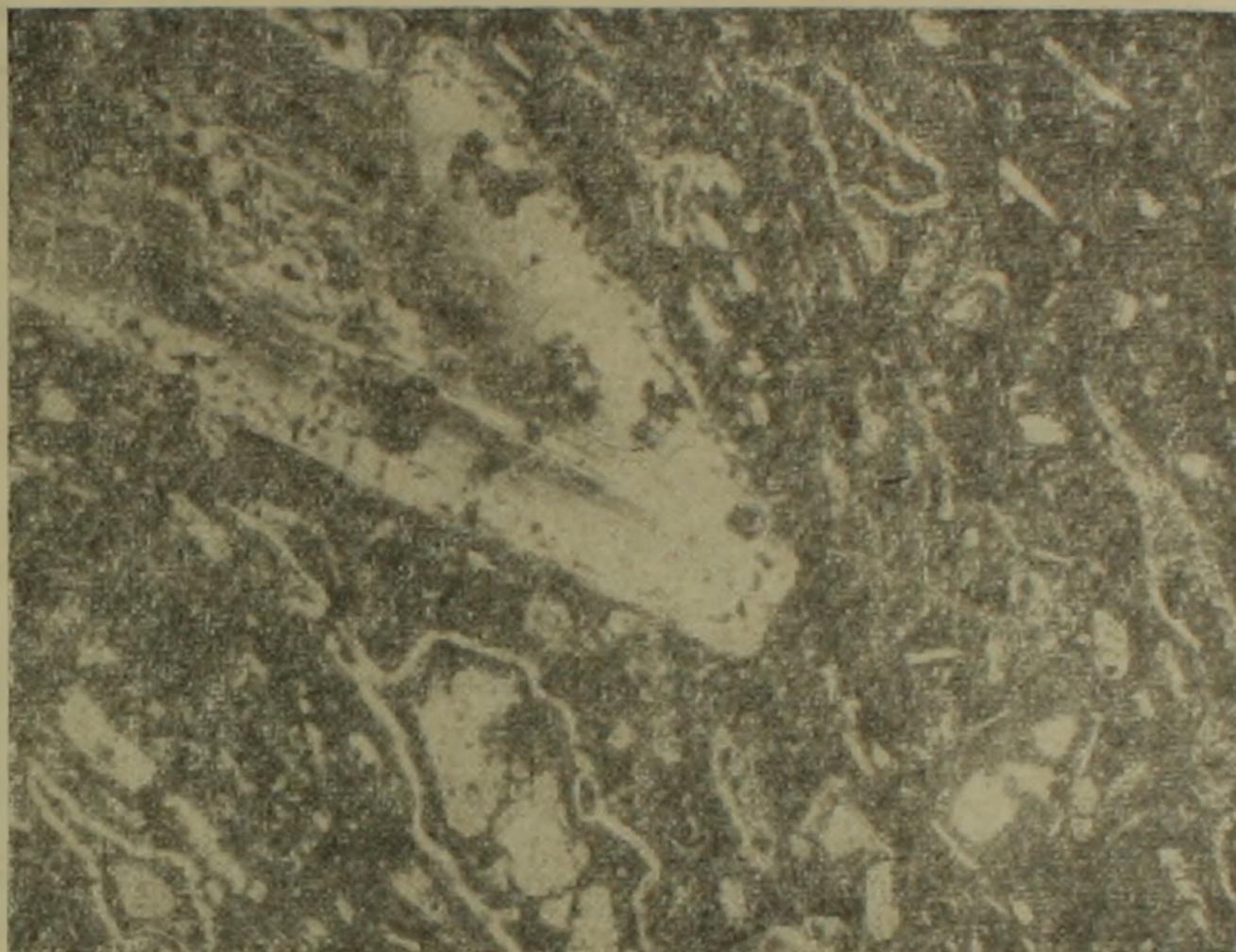
Рудная минерализация представлена только пиритом, образующим неравномерную вкрапленность в породе. Выделения пирита аллотриоморфны, размер от 0,3 до 0,01 мм; занимают 3—5% площади шлифа.

Весьма характерен тот факт, что пирит повсеместно тесно ассоциирует с хлоритом и замещает его. Это обстоятельство указывает на то, что очевидно железо в пирите заимствовано у хлорита. Замещение хлорита пиритом наблюдается вдоль периферии хлоритовых выделений, где

пирит образует кольцеобразные скопления отдельных зерен (структуру разъедания).

Очень часто пирит встречается в виде тончайших волосяных прожилков, причем подавляющее большинство их приурочено к более или менее крупным зернам пирита и как бы вытекает из них.

Пирит свежий и никаких признаков изменения не обнаруживает.



Фиг. 4. Структура андезита. 1 — плагиоклаз, 2 — хлорит, 3 — основная масса. Шлиф увел.  $\times 40$ , николи +. Фото Э. Амирбеяна.

Судя по спектральному анализу проб, элементарный состав окисленной и сульфидной зон один и тот же, если не считать незначительных расхождений по никелю, кобальту, молибдену, олову и лантану, вызванных, по-видимому, пределом точности анализа.

Такое сходство элементарных составов окисленной и сульфидной зон можно объяснить отсутствием глубоких процессов выщелачивания и выноса материала, что указывает на относительно «молодой» (доледниковый) возраст описанных минерализованных зон.

По спектральному анализу в элементном составе одинаково для обеих зон наиболее высокую концентрацию имеет медь (0,1 до 0,5%). Химический анализ пробы из сульфидной зоны (см. табл.) по сравнению со спектральным показал низкое содержание меди и, наоборот, относительно высокие содержания свинца — 0,16% и цинка — 0,03%.

Указанные расхождения анализов для таких содержаний находятся в пределах чувствительности метода их анализов и существенного значения иметь не могут.

Для определения наличия благородных металлов в сульфидной зоне производился пробирный анализ, который показал отсутствие золота

## Спектральный анализ проб № 1 и 2 (в ‰)

Элементы	№ проб		Элементы	№ проб		Элементы	№ проб	
	1	2		1	2		1	2
Si	>1	>1	Pb	0,001	0,001	Zr	0,01	0,01
Al	>1	>1		0,005	0,005		0,03	0,03
Fe	>1	>1	Zn	0,01	0,01	Hf	Н	Н
Ca	>1	>1	Cd	Н	Н	Nb	Н	Н
Mg	>1	>1	Ag	Н	Н	Ta	Н	Н
Na	>1	>1	Sb	Н	Н	Be	0,0003	0,0003
Ti	0,3—1	0,3—1	Bi	Н	Н		0,001	0,001
Mn	0,01—	0,01—	As	0,01	0,01	Se	0,001	0,001
	0,03	0,03	Te	Н	Н	Y	0,001	0,001
Cr	0,001	0,001	Sn	0,01	0,005	Ce	Н	Н
	0,003	0,003		0,05	0,01	La	~ 0,01	Н
Ni	0,001	0,003	Ge	Н	Н	Sr	0,1	0,1
	0,003	0,01	U	Н	Н		0,5	0,5
Co	Н	0,001	Yb	0,0001	0,0001	Ba	0,03	0,03
		0,003		0,0005	0,0005		0,1	0,1
V	0,03	0,03	Ga	0,001	0,001	P	Н	Н
	0,1	0,1		0,003	0,003	Li	Н	Н
Mo	Н	0,0005	In	Н	Н	Pt	Н	Н
W	Н	Н	Tl	Н	Н	Th	Н	Н
Cu	0,1	0,1				Pd	Н	Н
	0,5	0,5						

Примечание: Проба № 1 — из окис. зоны.

Проба № 2 — из сульфид. зоны.

## Химический анализ пробы № 2 (в ‰)

№ пп	№ проб з.к.	S	Se	Te	Cu	Pb	Zn
9684	2	3,05	сл.	сл.	0,02	0,16	0,03

Проба № 2 — из сульфидной зоны.

и наличие серебра в количестве 1,2 г/т (лаборатория Зодской экспедиции УГ и ОН при СМ Армянской ССР).

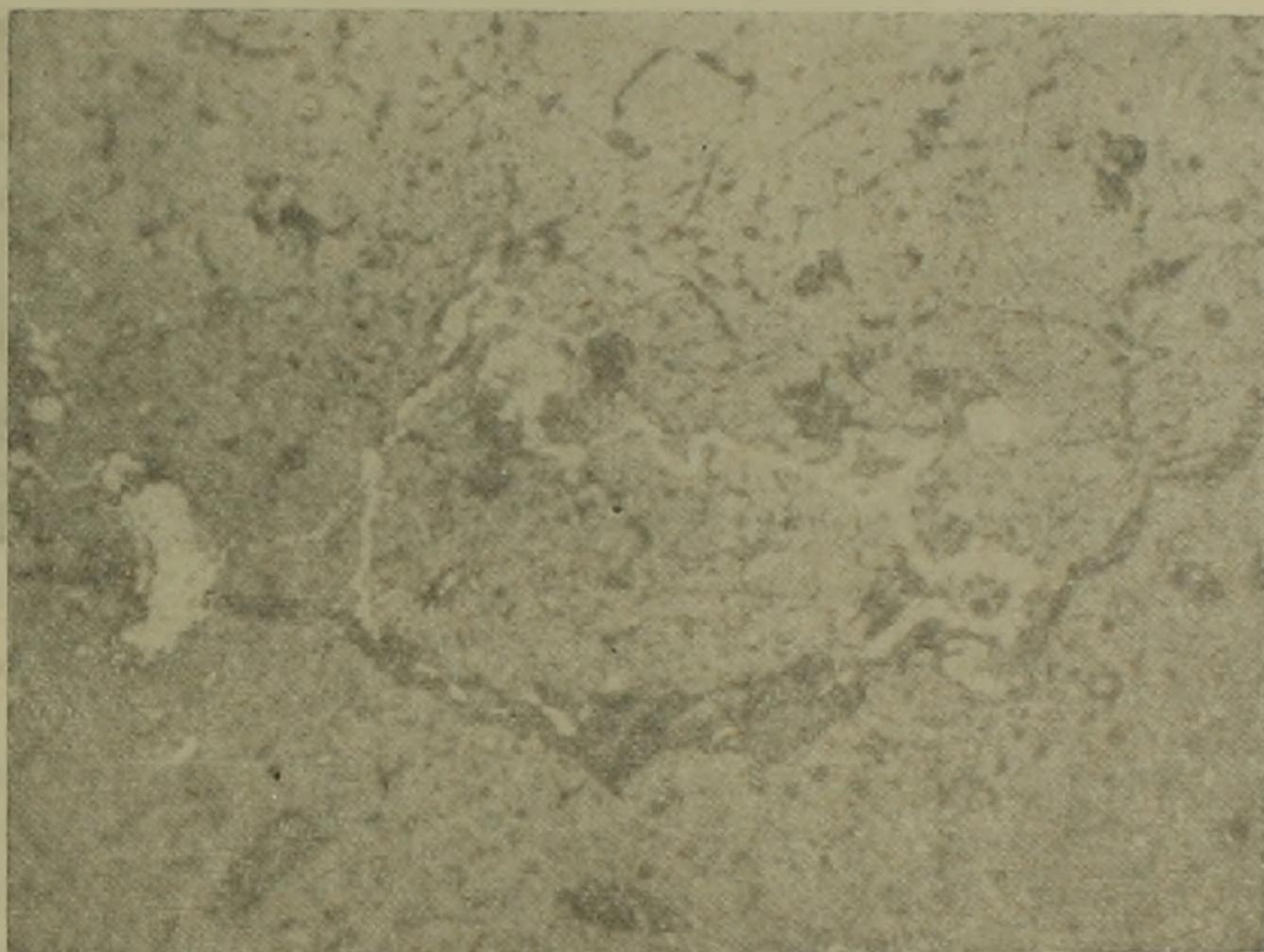
Незначительность концентраций этих элементов (медь, свинец, цинк, золото, серебро), с одной стороны, и отсутствие каких-либо минералов их в исследуемом образце с другой, позволяют предполагать, что медь, свинец, цинк, золото и серебро находятся в пирите в виде механических примесей, заимствованных из вмещающих пород или привнесенных экзгальциями сольфатарной стадии деятельности гидротерм.

Наше предположение относительно формы нахождения в пирите указанных элементов несколько отличается от данных С. И. Набоко [8], согласно которым эти элементы находятся в пирите в виде сульфидов.

Этим исследователем получены весьма интересные результаты по изучению гидротермально измененных пород Камчатки, которые проливают свет на некоторые вопросы происхождения гидротермально измененных пород г. Арагац.

В своей работе С. И. Набоко [8], отмечая различные условия образования сульфидов, в частности указывает, что в более значительных количествах сульфиды, преимущественно железа (пирит и марказит), образуются на сольфатарных полях различных вулканов и в местах разгрузки глубинных гидротерм. Образование сульфидов в этих случаях происходит при воздействии сероводорода на железо, выщелоченное из пород.

На нашем примере, как было указано выше и хорошо иллюстрировано на фото (фиг. 5, 6), пирит образовался по всей вероятности в результате воздействия сероводорода на находящийся в андезите железистый



Фиг. 5. Развитие пирита по раннему хлориту. Полир. шлиф. увел.  $\times 59$ , светлое—пирит, темное—хлорит. Фото Э. Амирбекяна.

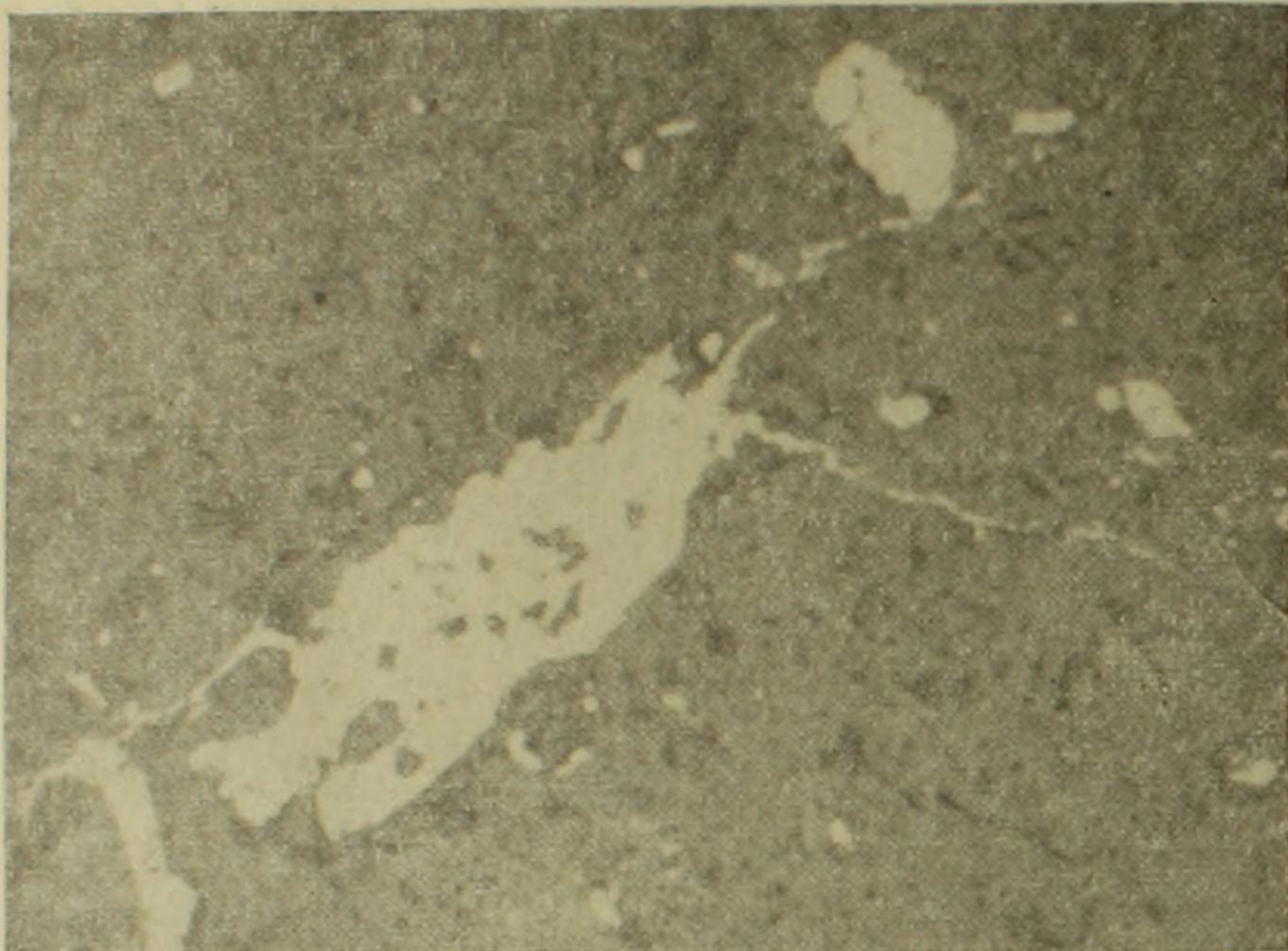
хлорит, заимствуя из него железо. Подтверждением этому служит повсеместная приуроченность пирита к хлориту.

Кроме пиритизации, в литературе имеются также сведения о других изменениях пород вершинной части Арагаца. П. И. Лебедев [6] отмечает: «Из новообразований, кроме алунитизированных лав, можно отметить нахождение на левом борту кратера против красно-желтого хребта белых каолинизированных пород».

Таким образом, в настоящее время в вершинной части Арагаца можно считать установленными четыре типа изменений: хлоритизация, пиритизация, алунитизация и каолинизация. Все указанные изменения типичны для современных гидротерм. По исследованиям С. И. Набоко [8]

на Камчатке и Курильских островах выделены одиннадцать типов измененных пород.

Изменения пород вершинной части Арагаца с незначительным отклонением охватывают второй, четвертый и одиннадцатый типы С. Н. Набоко, а именно: опало-алунитовый, каолинитовый и карбонат-хлорит-пиритовый.



Фиг. 6. Псевдоморфоз пирита по хлориту. Полир. шлиф, увел.  $\times 130$ .  
Фото Э. Амирбекяна.

Изложенный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. Наличие изменений пород (пиритизация, алунитизация и каолинитизация) в пределах вершинной части Арагаца и простота их элементарного состава свидетельствуют, по-видимому, о поствулканических процессах, имевших место здесь по крайней мере до ледникового времени. Последнее подтверждается тем, что измененные породы несут следы ледниковой обработки. Однозначное решение происхождения измененных пород возможно при детальном всестороннем их изучении.

Детальное изучение измененных пород должно являться задачей самого ближайшего времени, осуществлением которой можно решить многие спорные вопросы, касающиеся истории формирования г. Арагац.

К тому же неотложной задачей является еще вопрос глубины залегания гетерогенного субстрата массива г. Арагац, залегающего под чехлом молодых лав, решение которого возможно лишь посредством буровых скважин в верховьях долины р. Дали.

2. Пирит в андезитах по всей вероятности низкотемпературный. Это обстоятельство, с одной стороны, и наличие здесь алунита и каолина, с другой, указывают на температурный интервал ниже  $100^{\circ}\text{C}$ , что соответствует сольфатарной стадии деятельности вулканов.

3. Образование лимонитизированной корки над пиритизированными андезитами, а также рассланцевание и перемятие последних являются результатом экзогенных процессов (морозное выветривание, окисление и др.).

4. Большое сходство элементарных составов лимонитизированной корки и пиритизированных андезитов свидетельствует об отсутствии процесса глубокого выщелачивания и переноса материала. Это еще раз подтверждает сравнительно молодой возраст процессов изменения пород.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 14.II. 1963

Ս. Վ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

ՄԻ ՔԱՆԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԱՐԱԳԱԾԻ ԼԵՌԱՆ ՊԻՐԻՏԱՑՎԱԾ  
ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում շարադրված են մի քանի նոր տվյալներ Արագածի գագաթի փոփոխված ապարների մասին, որոնք որոշ չափով լրացնում են մեր գիտելիքները այդ հետաքրքիր լեռան ծագման մասին:

Փոփոխված ապարների նմուշների ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս հանգելու հետևյալ եզրակացություններին՝

Արագածի գագաթում ապարների փոփոխվածության առկայությունը և նրանց էլեմենտար կազմի պարզությունը վկայում են այնտեղ տեղի ունեցած հետհրաբխային կամ հետմագմատիկական թույլ հիդրոթերմալ (ցածր ակտիվության) պրոցեսների մասին: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ փոփոխված ապարների վրա կան սառցադաշտի գործունեության հետքեր, ապա պետք է ենթադրել, որ փոփոխման պրոցեսները տեղի են ունեցել մինչ սառցադաշտերի առաջանալը:

Փոփոխված ապարների ծագման վերջնական լուծումը հնարավոր է նրանց բազմակողմանի մանրամասն ուսումնասիրության միջոցով, որը, անկասկած, թույլ կտա լուծել Արագածի ծագման հետ կապված մի շարք վիճելի հարցեր:

Հողվածում բերվում են նաև տնտեսական և գործնական որոշ նշանակություն ունեցող այլ եզրակացություններ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Айпетрат, 1958.
2. Бальян С. П. О происхождении г. Арагац в свете новых геоморфологических данных.
3. Заварицкий А. Н. Некоторые черты четвертичного вулканизма Армении. Изв. АН АрмССР, № 5—6, 1944.
4. Заварицкий А. Н. Некоторые черты новейшего вулканизма Армении. Изв. АН СССР, серия геолог., № 1, 1945.
5. Лебедев П. И. Массив Алагез по данным исследований 1928 г. Осведомительный бюлл., № 3—4, 1929.

6. Лебедев П. И. Вулкан Алагез и его лавы. «Алагез»—потухший вулкан Армянского нагорья. т. 1, тр. Сов. по изуч. пр. сил, серия Закавказ., вып. 3, 1931.
7. Лебедев П. И. Вулкан Алагез. Межд. геолог. конгресс, XVII сессия, СССР. Экскурсия по Кавказу, Армянская ССР, 1937.
8. Набоко С. И. Гидротермальные процессы и минералообразование в областях активного вулканизма, АН СССР, Тр. лаб. вулканологии, вып. 19. Изд. АН СССР, 1961.
9. Паффенгольц К. Н. Алагез и его происхождение. Природа № 6, 1939.
10. Паффенгольц К. Н. К проблеме горы Алагез (Армения), мат. ВСЕГЕИ, 1940.
11. Ширинян К. Г. Стратиграфическое расчленение четвертичной туфолоавовой толщи области г. Арагац, «Вопросы геологии и гидрогеологии АрмССР», Изд. АН Арм. ССР.