

and petrochemical characteristics are brought. The siliceous rocks have been formed as a result of the Pliocene Gomshategh polygenous volcano apparatus andesites fumarole-solfataric alteration. Technological tests show the opalites and quartzites to serve as a raw material for wollastonite, sodium metasilicate, different metals hydrosilicates, pure silicium dioxide, optical and other glasses, etc production.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гуюмджян О. П., Яшвили Л. П. Изверженные кремнистые породы (кварцолиты) Вайоцдзора.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, т. XXXIII, № 6, с. 3—16.
2. Карапетян А. И., Гуюмджян О. П., Налбандян Э. М. Об обнаружении месторождения опалитов-нового вида высокотехнологического минерального сырья кремнезема.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, т. XXXVIII, № 2, с. 36—41.
3. Магидович В. И., Финько В. И. Фарфоровые камни.—В кн.: Новые виды неметаллических полезных ископаемых. М.: Наука, 1975, 240 с.
4. Набоко С. И. Гидротермальный метаморфизм пород в вулканических областях. М.: Изд. АН СССР, 1963, 172 с.
5. Наковник Н. И. Вторичные кварциты СССР. М.: Недра, 1964, 339 с.
6. Плюшев Е. В., Ушаков О. П., Шатов В. В., Беляев Г. М. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований. Л.: Недра, 1981, 259 с.
7. Флеренский А. А., Устиев Е. К. Петрография и полезные ископаемые центральной части Нахичеванской АССР. СОПС и петрографический институт, сер. Закавказская, вып. 16, 1935, 102 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXIX, № 1, 23—31, 1986

УДК:552.313(479.25)

Ю. Г. ГУКАСЯН

#### ПЛАГИОКЛАЗЫ АРАГАЦКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Рассматриваются особенности химического состава, оптические свойства и рентгеноструктурная характеристика плагиоклазов в разнотипных породах Арагацкого вулканического комплекса. Выявлены закономерности изменения их состава в ряду альбит-анортит в направлении от основных к кислым породам комплекса.

Плагиоклаз является наиболее важным и характерным минералом всех разновидностей пород верхнеплиоцен-четвертичного вулканического комплекса Арагаца. Количественное распределение этой минеральной фазы в породах комплекса нестабильное и варьирует в широких пределах. Так, в основных породах содержание его вкрапленников колеблется от 0,7% (олигофиновые разности) до 18%, в андезитах составляет 7,5—12,5%, в редких случаях (лавы дзорапского типа)—24%, а в андезито-дацит-дацитах варьирует в пределах 4,6—19%. Микроскопический анализ морфологических особенностей, габитуса и размерности зерен плагиоклаза в шлифах и его взаимоотношения с другими минеральными фазами позволяют установить три генерации этого минерала, кристаллизующегося в большом временном и температурном интервале, отвечающем интрателлурической и эффузивной стадиям кристаллизации. Порфиновые вкрапленники первой генерации образуют идиоморфные зерна призматического и реже табличчатого габитуса, относящиеся к размерной категории от 0,5 до 2,7 мм. В основном встречаются sdвойникованные по граням (100) и (010) кристаллы и реже зерна с полисинтетическим двойникованием и с

изъеденными или оплавленными очертаниями. Вкрапленники второй генерации по составу мало отличаются от таковых интрателлурической кристаллизации. В основном они имеют меньшие размеры (до 0,3 мм), длиннопризматический габитус, частично оплавлены и корродированы. К третьей генерации относятся лейсты и микролиты плагиоклаза, участвующие в строении основной массы пород.

*Оптические свойства.* Произведено большое количество (500) замеров оптических параметров плагиоклазов главных типов пород Арагацкого комплекса. Результаты замеров показывают, что плагиоклазы изученного комплекса в изоморфном ряду альбит-анортит относятся к андезин-лабрадору с изменением состава от 30 до 70% Ап, что близко соответствует данным, полученным аналитическим путем. В основных породах плагиоклазы первой и второй генераций относятся к лабрадору с вариацией состава от 50 до 70% анортита, причем наибольшую основность обнаруживают плагиоклазы базальтов и андезито-базальтов поздних излияний. Плагиоклазы третьей генерации (лейсты) в этих породах отличаются от фенокристаллов на 2—4% в сторону покисления.

Фенокристаллы плагиоклаза из андезитов по составу меньше варьируют (от 42—43 до 52—53% Ап) и относятся к андезину и андезин-лабрадору. В редких случаях (где наблюдается постепенный переход от андезито-базальтов к андезитами) анортитовый компонент доходит до 62—66%. Лейсты по составу мало отличаются от вкрапленников первой и второй генераций с возрастанием на 4—6% альбитового компонента.

В кислых вулканитах фенокристаллы плагиоклаза относятся к андезину и андезин-лабрадору с вариацией анортитового компонента от 30 до 54%, а лейсты отличаются от фенокристаллов на 10—15%.

По ориентировке оптической индикатрисы кристаллов плагиоклаза установлено, что двойниковые срастания происходят обычно по альбитовому, карлсбадскому и альбит-карлсбадскому (в редких случаях по альбит-эстерельскому и манебахскому) законам. Оптические замеры плагиоклазов использовались также для определения степени упорядоченности (по диаграмме А. С. Марфунина [1]), варьирующей от 0,0 до 1,00. Изучение зональных кристаллов плагиоклазов показало, что они характеризуются нормальной (а плагиоклазы кислых пород — иногда и обратной) зональностью, причем в основных и средних породах она проявлена слабее, чем в кислых. О температурном состоянии плагиоклазов можно судить по величинам углов  $2V$ , варьирующим в широких пределах и в некоторой степени отражающим изоморфное замещение Са на Na. Значения  $2V$  андезинов из кислых вулканитов концентрируются в основном вдоль высокотемпературной кривой (по графику Смита в сводке У. А. Дира и др. [2]) (рис. 1). По значению  $2V$  плагиоклазов из основных и средних пород однозначно судить об упорядоченности трудно, поскольку их составы варьируют в основном в интервале 40—60% Ап (за исключением некоторых составов выше 60% Ап), а на графике Смита кривые на этих интервалах сближены.  $2V$  плагиоклазов из основных пород, имеющих состав выше 50% Ап, всегда положительный и колеблется в пределах от +74 до +82°; из андезитов — от +76 до +88°, а в кислых вулканитах имеет более широкий диапазон — от ±76 до ±88°. Определенные по показателям преломления (варьирующим в пределах  $N_g$ —1,549—1,572;  $N_p$ —1,542—1,562) составы плагиоклазов близко отвечают данным химических анализов.

*Особенности химизма.* Для характеристики особенностей химизма плагиоклазов Арагацкого комплекса произведены пятнадцать полных

силикатных химических анализов, результаты которых помещены в табл. 1, а в табл. 2 приводятся кристаллохимические формулы плагиоклазов, пересчитанные на 32 атома кислорода и молекулярные содержания их главных компонентов. Данные табл. 2 указывают на принадлежность изученных плагиноклазов к андезину и лабрадору с колебанием содержания главных компонентов в пределах:  $Ab_{33,6-57,5}An_{34,7-64}$ ,  $Or_{1,5-7,6}$ . Кристаллохимические формулы большинства образцов плагиноклазов обнаруживают небольшой избыток катионов в группе X за счет нахождения  $Fe^{3+}$ , Ti и Mg, которые, вероятно, связаны с мелкими вростками темноцветных минералов или стекла. Общее содержание ка-

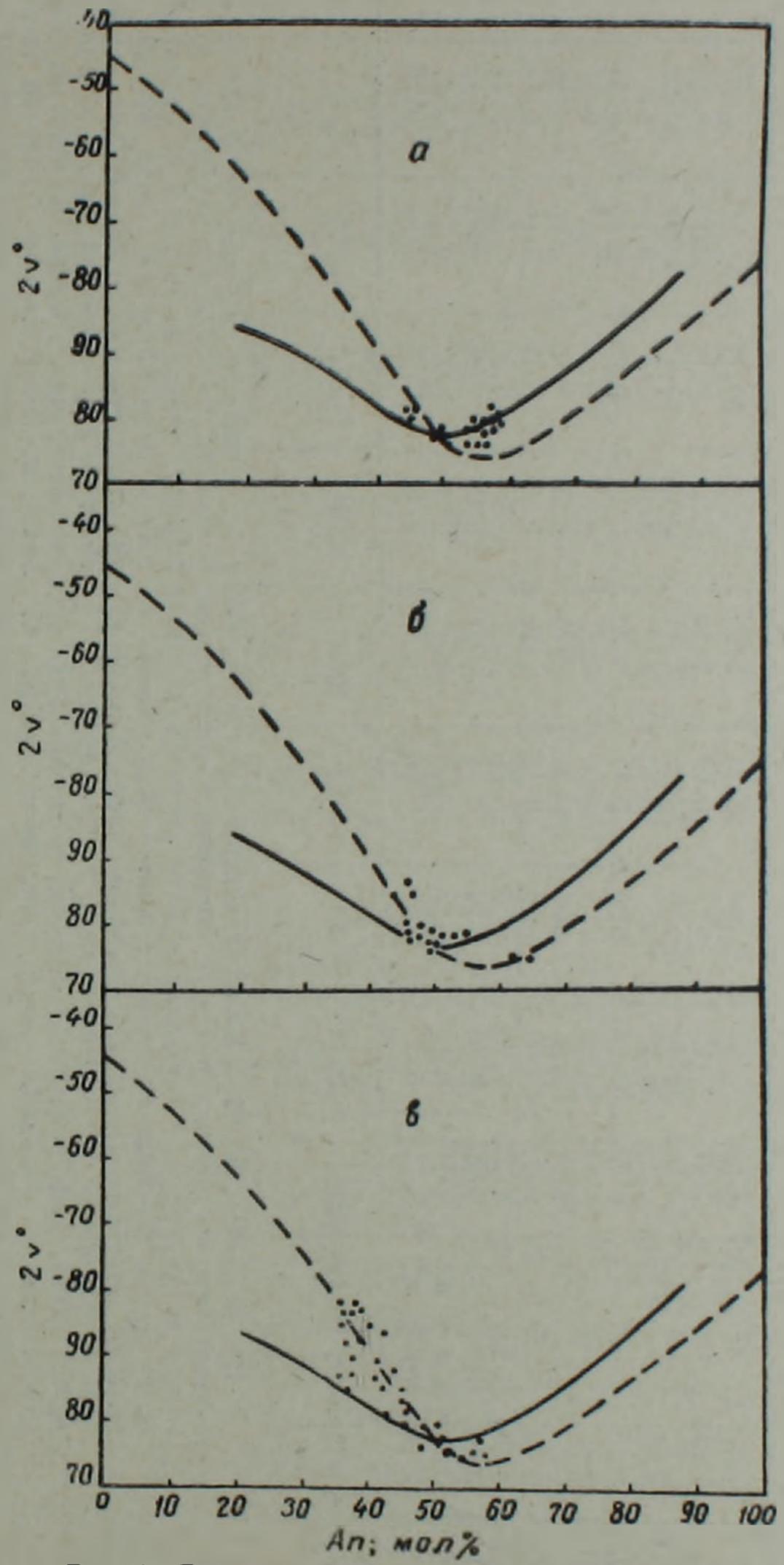


Рис. 1. Диаграмма зависимости угла оптических осей от состава плагиноклазов Арагацкого вулканического комплекса.

Таблица 1

## Химический состав плагиоклазов Арагацкого вулканического комплекса

Окис- лы	Номера образцов														
	62	58	1	32	21	67	72	68	8	70	3	54	13	42	31
SiO <sub>2</sub>	52,51	54,96	53,27	53,56	51,34	52,94	58,74	56,30	55,79	59,17	56,88	55,76	57,60	58,86	58,14
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,11	0,11	0,07	0,10	0,13	0,08	0,10	0,11	0,10	0,11	0,06	0,11	0,06	0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,21	27,76	28,56	28,51	31,30	28,45	24,83	27,11	26,95	25,17	26,34	26,80	26,15	25,51	24,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,09	сл.	0,21	0,59	0,12	сл.	0,56	сл.	0,10	сл.	0,14	сл.	сл.	1,08	сл.
FeO	0,18	0,32	0,25	0,77	0,18	0,30	0,11	0,30	0,14	0,20	0,10	0,24	0,21	0,11	0,30
MnO	н.о.	сл.	сл.	0,01	н.о.	0,01	н.о.								
CaO	11,53	9,72	10,97	12,01	12,88	11,08	8,34	9,38	9,16	6,55	8,06	9,26	8,03	7,78	7,34
MgO	0,24	0,57	0,33	0,21	0,56	0,56	0,16	0,24	0,45	0,24	0,16	0,48	0,24	0,23	0,48
Na <sub>2</sub> O	4,35	5,20	5,90	4,25	3,70	4,68	5,05	5,07	5,68	6,00	5,80	5,72	6,00	5,50	7,20
K <sub>2</sub> O	0,38	0,70	0,40	0,25	0,30	0,60	0,66	0,37	0,68	1,25	0,84	0,83	0,97	1,12	0,75
H <sub>2</sub> O	0,40	н.о.	н.о.	0,10	н.о.	0,22	0,54	н.о.	0,08	н.о.	0,20	н.о.	0,28	0,20	0,08
п.п.п.	0,76	0,22	н.о.	0,20	н.о.	0,57	0,50	1,28	0,44	0,96	0,94	0,76	н.о.	0,30	0,68
Σ	99,73	99,56	10000	10053	10048	99,53	99,56	10015	99,58	99,64	99,57	99,91	99,59	10076	99,61

*Примечание:* обр. 62—базальт, северный склон г. Арагац у с. Манташ; 58—андезито-базальт, каньон р. Манташ, верхнее течение, нижняя пачка, 1—андезито-базальт, каньон р. Амберд у с. Бюракан, нижняя пачка, 32—андезито-базальт, каньон р. Амберд у с. Антарут, верхняя пачка; 21—андезито-базальт, каньон р. Касах у с. Оганаван, верхний (Аштаракский) поток; 67—андезито-базальт, правый борт ущелья р. Амपुर, верхний поток (лава вулкана Тирин-Катар); 72—андезит, ущелье р. Амपुर у г. Кара-даг, средний горизонт; 68—андезито-дацит ущелье р. Амपुर у места слияния рр. Амपुर и Архашан; 8—андезито-дацит, р-н с. Апаран; 70—андезито-дацит, верхний пояс г. Арагац, у оз. Карелич; 3—андезито-дацит, каньон р. Амберд, севернее с. Антарут; 54—андезито-дацит, ущелье р. Манташ, верхнее течение; 13—андезито-дацит, западный склон массива г. Арагац; 42—дацит, западная вершина г. Арагац (верхушка); 31—туфолава (состав дацитовый), каньон р. Амберд, у с. Бюракан, нижний горизонт. Анализы выполнены в хим. лаб. ИГН АН Арм. ССР (аналитиками З. Ш. Гаспарян, Л. А. Оганесян) и ИГФМ АН Укр. ССР (аналитиком Г. А. Скринник).

Таблица 2

## Кристаллохимические формулы и параметры состава плагиноклазов Арагацкого комплекса

Ком- понен- ты	Номера образцов														
	62	58	1	32	21	67	72	68	8	70	3	54	13	42	31
Si	9,646	9,985	9,688	9,720	9,287	9,724	10,636	10,206	10,135	10,692	10,355	10,15	10,41	10,521	10,563
Ti	0,011	0,015	0,015	0,010	0,013	0,018	0,011	0,013	0,015	0,013	0,015	0,009	0,015	0,008	0,016
Al	6,327	5,948	6,125	6,100	6,674	6,161	5,299	5,795	5,773	5,361	5,654	5,751	5,572	5,375	5,251
Fe <sup>+3</sup>	0,011	—	0,028	0,081	0,015	—	0,076	—	0,013	—	0,020	—	—	0,146	—
Fe <sup>+2</sup>	0,027	0,048	0,023	0,117	0,027	0,046	0,016	0,046	0,022	0,030	0,015	0,036	0,031	0,016	0,046
Ca	2,269	1,892	2,138	2,336	2,497	2,180	1,618	1,822	1,783	1,268	1,572	1,795	1,554	1,490	1,429
Mg	0,065	0,154	0,090	0,07	0,151	0,153	0,043	0,064	0,122	0,064	0,044	0,130	0,064	0,06	0,130
Na	1,547	1,832	2,081	1,494	1,298	1,667	1,774	1,782	2,002	2,102	2,048	2,020	2,102	1,905	2,537
K	0,088	0,162	0,092	0,057	0,070	0,141	0,152	0,085	0,157	0,287	0,195	0,193	0,224	0,256	0,175
Z	16,0	15,948	15,86	15,91	15,99	15,90	16,023	16,014	15,936	16,066	16,04	15,91	15,995	16,05	15,93
X	4,0	4,058	4,439	4,06	4,043	4,187	3,604	3,799	4,086	3,751	3,874	4,174	3,975	3,73	4,32
Ab	39,6	47,1	48,3	38,4	33,6	41,8	50,1	48,3	50,8	57,5	53,7	50,4	54,2	52,2	61,3
An	58,1	48,7	49,6	60,1	64,6	54,7	45,6	49,4	45,2	34,7	41,2	44,8	40,0	40,8	34,5
Or	2,3	4,2	2,1	1,5	1,8	3,5	4,3	2,3	4,0	7,8	5,1	4,8	5,8	7,0	4,2
Si/Al	1,5	1,7	1,6	1,6	1,4	1,6	2,0	1,8	1,8	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0
Na/Ca	0,7	0,9	0,9	0,6	0,5	0,8	1,1	1,0	1,1	1,7	1,1	1,1	1,4	1,3	1,8



пять образцов вкрапленников плагиоклазов из различных пород комплекса. Определялась степень упорядоченности по графику Д. В. Симмонса [3], а также по графику зависимости  $\Delta(131) = 2\theta_{131} - 2\theta_{\bar{131}}$  от химического состава [4]. Снимки сделаны на дифрактометре УРС-50 ИМ с гейгеровским счетчиком на медном отфильтрованном излучении при скорости сканирования  $0,5^\circ$  в минуту. Дифрактограммы снимались в интервале углов  $2\theta = 29-32^\circ$ , где фиксируются рефлексы (131) и  $(\bar{131})$ , разность которых ( $2\theta$ ) является диагностической. В табл. 3 приведены рентгенометрические данные и структурная характеристика изученных плагиоклазов.

Таблица 3

Состав и структурная характеристика плагиоклазов Арагацкого вулканического комплекса

№№ обр.	% An по кристаллохимической формуле	Отношение Si/Al	$\Delta 2\theta_{131-\bar{131}}$ ( $\Delta 131$ )	Степень упорядоченности ( $\Delta 131$ )
1	50	1,6	2,00	10
62	58	1,5	1,95	50
13	40	1,9	1,95	0 (не упор.)
22	45		1,93	15
42	41	2,0	1,75	73

Примечание: обр. 22—андезит (II этап), каньон р. Амберд, у с. Дзорап. Остальные номера обр. соответствуют таковым в табл. 1.

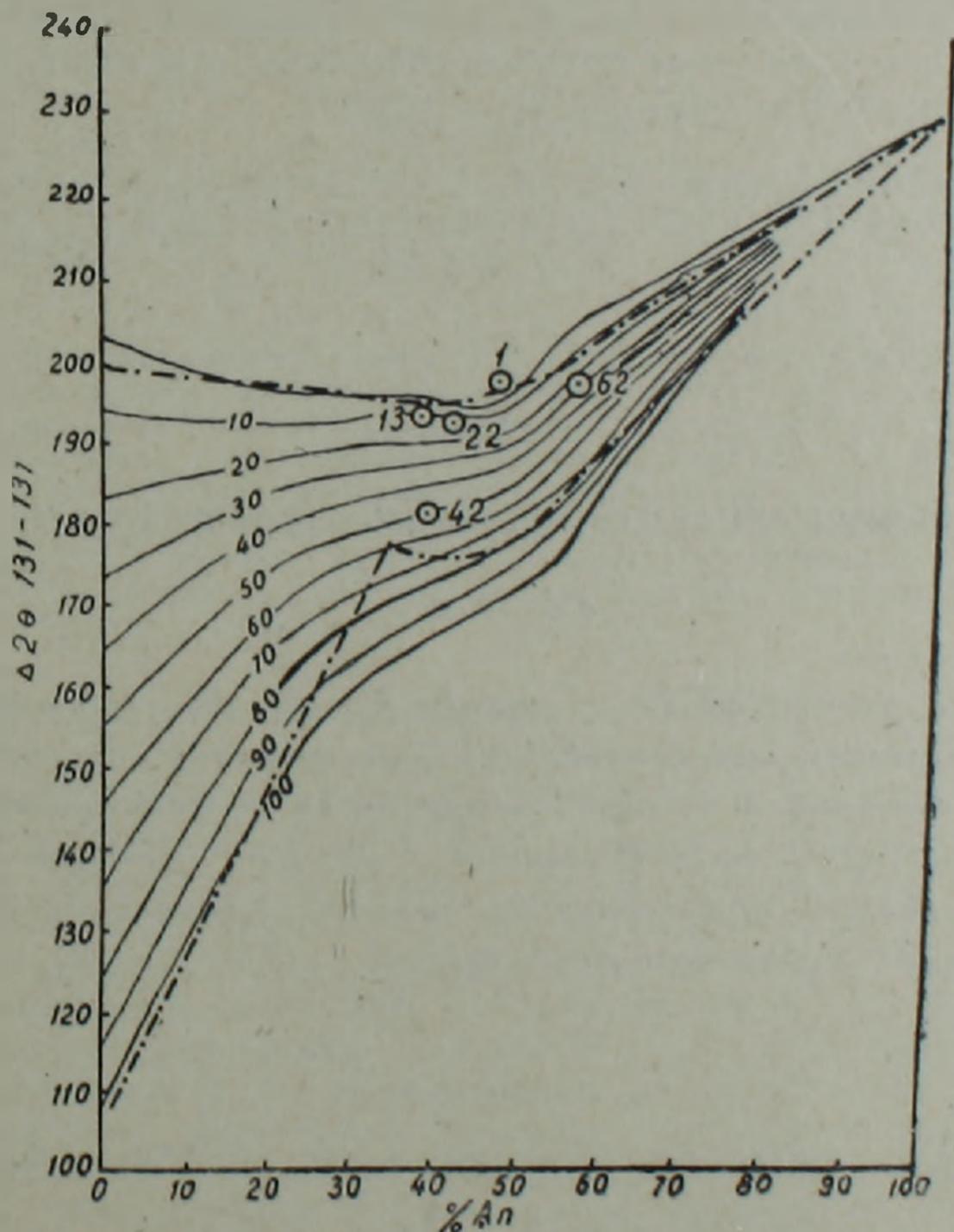


Рис. 4. Положение фигуративных точек и структурное состояние вкрапленников плагиоклазов Арагацкого комплекса на диаграмме зависимости  $\Delta 2\theta_{131-\bar{131}}$  от состава, построенной Бамбауэром и соавторами. Номера кружков соответствуют таковым в табл. 3.

На диаграмме рис. 4, отражающей зависимость между величиной  $\Delta 2\theta_{131-131}$  и химическим составом, видно, что вкрапленники плагиоклазов из андезито-базальтов, андезитов и андезито-дацитов близко подходят к неупорядоченному типу, а из дацитов располагаются вдоль изолинии 50, характеризующей промежуточное состояние. Сопоставление этих данных с оптическими, полученными на диаграмме Марфунина, в общем показывает их близкое соответствие.

Анализ фактического материала по плагиоклазам Арагацкого комплекса позволяет сделать следующие выводы:

1. Все изученные вкрапленники плагиоклазов принадлежат к лабрадор-андезину и имеют сравнительно узкие пределы вариации в ряду андезито-базальт (базальт)—дацит. Наибольшей кальциевостью в основных типах пород обладают плагиоклазы из лав поздних излияний.

2. Небольшой интервал колебания состава фенокристаллов плагиоклаза в каждом типе пород указывает на близко-равновесные соотношения между последними и исходным расплавом.

3. Характер и степень зональности плагиоклазов указывают, что равновесие между расплавом и кристаллами сохранялось только до момента излияния.

4. Близость составов фенокристаллов и лейстов плагиоклазов основных и средних пород указывает на высокую скорость охлаждения, вследствие которой состав кристаллической фазы основной массы не успевал выравняться с остаточным расплавом.

5. Кристаллизация плагиоклазов шла непрерывно в плагиоклазовом поле, не достигая точки тройной эвтектики, в которой к ним присоединился бы и калиевый полевой шпат.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 31.X.1984.

Յու. Գ. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ

## ԱՐԱԳԱԾԻ ՀՐԱԲԵԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼԻՐԻ ՊԼԱԳԻՈԿԼԱԶՆԵՐԸ

### Ա մ փ ո փ ու մ

Հոգվածում քննարկված են Արագածի հրաբխային համալիրի տարբեր տիպի ապարներում պլագիոկլազների քիմիական կազմի յուրահատկությունները, նրանց օպտիկական հատկանիշները, ինչպես նաև ուսումնասիրություններին բնութագրելու և հայտ են բերված համալիրի հիմնային ապարներից թթուներին անցնելիս ալբիտ-անորթիտ շարքում պլագիոկլազների կազմության փոփոխման օրինաչափությունները:

Yu. G. GHUKASIAN

## VOLCANIC COMPLEX PLAGIOCLASES OF THE ARAGATZ

### A b s t r a c t

Peculiarities of the chemical composition, optical properties and X-ray structural characteristics of plagioclases in various types of the Aragatz

volcanic complex rocks are considered. Regularities of their composition changes in the albite-anorthite series in range from the basic to acidic rocks of the complex are revealed.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марфуни А. С. Полевые шпаты—фазовые взаимоотношения, оптические свойства, геологическое распределение.—Тр. ИГЕМ АН СССР, М.: 1962, вып. 78.
2. Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Том 4, М.: Мир, 1966.
3. Stemmans D. B. Observation on order—disorder relation of natural plagioclases. Norsk. Geol. Tidsskr., Bd. 42, № 2, 1962.
4. Bambauer H. V., Corlett M., Vitswanatan K. Diagrams for the determination of plagioclases using X-ray powder methods. III. Schweiz. Miner. Petrog. Mitt., Bd. 47, № 1, 1967.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXIX, № 1, 31—41, 1986

УДК:550.344(479.25)

Г. В. ЕГОРКИНА

### АЗИМУТАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН И ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД ДЖАВАХЕТСКОГО НАГОРЬЯ

В результате анализа сейсмограмм местных землетрясений установлено, что скорости продольных волн в верхней части кристаллического фундамента Джавахетского нагорья существенно зависят от направления распространения колебаний. Различие скоростей Р—волн в разных направлениях достигает 600—800 м/с. Кроме того, выделены две различно поляризованные поперечные волны, распространяющиеся по одинаковому пути, но с разными скоростями. Разница во временах вступления этих волн также зависит от азимута линии приемник-источник. Наиболее вероятной причиной анизотропии скоростей является ориентированная трещиноватость горных пород Джавахетского нагорья.

Согласно теоретическим исследованиям трещиноватые среды отчетливо проявляют себя в сейсмическом волновом поле. Сюда относится изменение скорости распространения колебаний в зависимости от ориентации трещин, образование двух ортогонально поляризованных поперечных волн, распространяющихся с разными скоростями в одном и том же направлении, аномальная поляризация поперечных волн, характер распределения величины  $\Delta t_{s_1-s_2}$  в зависимости от азимута и угла падения волны и т. д. [4, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19]. Рассмотренные особенности позволяют заключить, что, изучая скорости и распределение величины  $\Delta t_{s_1-s_2}$  в зависимости от направления, мы можем судить о характере трещиноватости среды, ориентации трещин, плотности трещин.

Функция, описывающая в общем виде зависимость горизонтальной компоненты скорости продольной волны от азимута, в анизотропной среде имеет вид [13]:

$$v^2 = A + C \cdot \cos 2\alpha + D \cdot \sin 2\alpha + E \cdot \cos 4\alpha + F \cdot \sin 4\alpha. \quad (1)$$