

А. А. АДАМЯН, Г. М. МКРТЧЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИБЛИЖЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОЛОДЫХ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД АРМЕНИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ИХ ИСКУССТВЕННЫХ СТЕКОЛ

Валовый химический состав является одним из существенных показателей вещественного состава горной породы; особо важное значение он приобретает для изверженных горных пород, в частности для эффузивов.

Определение названия эффузивных пород в силу их структурных особенностей бывает очень затруднительно, порой даже невозможно без валового химического анализа, производство которого требует много времени и больших затрат.

За последние годы ряд исследователей: Каллаган и Сан (Callagan and Ming Shan Sun, 1956), Мукаэ (Mukae, 1957), В. Н. Шилов и др. (1958), основываясь на том факте, что состав вулканического стекла разнотипных пород полностью отвечает составу соответствующих пород, доказали, что химический состав искусственного стекла, полученного путем плавления порошка соответствующих пород, также отвечает составу породы и что показатель преломления искусственного стекла вулканической породы является функцией ее химического состава; указанная зависимость является особенно четкой и определенной внутри серии генетически родственных вулканических пород.

В 1960 г. Е. К. Мархинин, О. Г. Борисов, С. Н. Мархинина также подтвердили функциональную зависимость показателя преломления искусственного стекла лав и их состава на примере камчатских и курильских эффузивных пород.

В Армении, подобно Камчатке и Курильским островам, наблюдаются мощные накопления вулканических продуктов, свидетельствующих о тех вулканических явлениях, которые сравнительно недавно происходили на ее территории. Мощные покровы молодых вулканических образований Армении, представленные разнотипными породами — базальтами, андезито-базальтами, андезитами, андезито-дацитами, дацитами, липаритами, обсидианами и их пирокластами, составляют серию генетически родственных пород, относящихся к известково-щелочной ассоциации.

Для облегчения и сокращения времени определения валового химического состава и названия вышеперечисленных вулканических пород

Армении по примеру исследователей сахалинских, камчатских и курильских лав [2, 3] мы задались целью выявить зависимость показателя преломления искусственного стекла от состава породы на примере молодых эффузивов Армении.

Для проведения исследования мы располагали 56 полными силикатными анализами* вулканических пород плиоцен-четвертичного возраста.

Получение искусственных стекол и определение их показателей преломления

Для получения искусственного стекла из породы необходимо расплавить ее. Порошок породы можно расплавить в высокотемпературных муфельных печах, в индукционных печах, в пламени газовых горелок, а также в электрической дуге. Последний способ нагревания является наиболее простым и быстрым [1, 2, 3].

Температура пламени электрической дуги в зависимости от силы тока и химического состава светящегося столба достигает 4000—8000°C. Температура конца электрода достигает при этом 2500—3800°C.

Электрическая дуга генерировалась нами при помощи генератора дуги ДГ-2. Угольные электроды укреплялись в штативе ПС-164. Порода помещалась в отверстия (кратере), высверленном в торцевой части нижнего электрода. Дуга включалась на определенное время, при этом порода плавилась, превращаясь в каплю расплава. После отключения дуги капля остывала, образуя стеклянную бусинку (королек), показатель преломления которой определялся иммерсионным методом. Заслуживает внимания зависимость вида королек от химического состава пород. Так, кислая порода (с содержанием SiO_2 —76,6%) дает светлый, несколько зернистый, с внутренними мелкими пузырьками, хрупкий, неопределенной формы королек, сплавляющийся с угольным электродом. Королек основной породы (содержание SiO_2 —47%) — темного цвета, глянцевый, твердый, имеет форму шарика, легко отстает от угольного электрода.

Таким образом, представляется принципиальная возможность классифицировать породы уже по внешнему виду их королек. Однако для окончательных выводов необходимо статистически обработать результаты значительно большего числа испытаний, чем произведенных нами.

Метод плавления пород в электрической дуге, наряду с отмеченными выше достоинствами (доступность, простота и быстрота), не свободен от недостатков: сплавление породы в королек сопровождается неодинаковым испарением составляющих ее химических элементов (ввиду различия в их температурах кипения), в результате чего химический состав искусственных стекол будет несколько отличаться от химического состава соответствующих пород. Поэтому главной задачей, ставшей перед нами,

* Результаты 27 полных силикатных анализов были любезно предоставлены нам сотрудниками сектора вулканологии ИГН АН Арм. ССР К. Г. Шириняном, К. И. Карапетяном, С. Г. Карапетяном. Силикатные анализы произведены в химической лаборатории ИГН АН Арм. ССР.

был выбор оптимальных условий плавления, при которых различие в химическом составе породы и ее искусственного стекла сводилось бы к минимуму. Под условиями сплавления нужно понимать: форму угольного электрода, навеску пробы (m), силу тока (J), питающего дугу, и время сплавления (T).

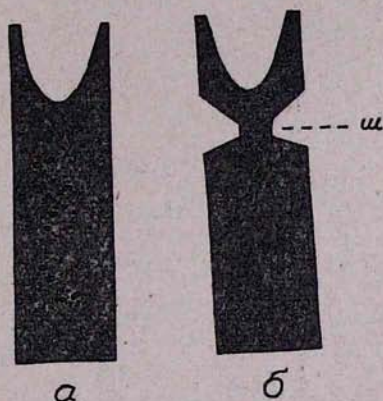
Механизм влияния перечисленных факторов на химический состав, а следовательно и на показатель преломления стекла, состоит в более или менее сильном разогреве пробы и упомянутой ранее различной улетучиваемости элементов.

С целью экспериментальной проверки степени влияния перечисленных факторов на показатель преломления искусственного стекла породы были проведены исследования, во время которых изменялось одно из четырех условий плавления при постоянстве трех других. Условия плавления практически могут меняться в широких пределах. Мы решили остановиться на условиях плавления порошков горных пород, предложенных в работе [3], и проверить их пригодность для наших пород.

Прежде всего необходимо было выбрать форму электрода. На фиг. 1 представлены нижние электроды, использованные нами для проверки зависимости показателя преломления искусственного стекла породы от формы электрода.

В электродах просверливались отверстия эллипсоидальной формы, способствующие лучшей сплавляемости породы в королек [3]. Электрод «б» в отличие от электрода «а» имеет утоньшение—«шейку» («Ш»). Показатели преломления корольков, полученных в обоих электродах для четырех типов пород (при условиях: $J=9a$, $T=2$ мин., $m=40$ мг), представлены в табл. 1.

Из таблицы следует, что электрод с «шейкой» несколько увеличивает показатель преломления искусственного стекла (исключение—проба 793). Это увеличение можно объяснить плохим отводом тепла вдоль



Фиг. 1. Нижние электроды.

по электроду и более сильным разогревом конца электрода вместе с пробой*. Однако различия показателя преломления незначительны и не выходят из пределов ошибок определения показателя преломления стекла иммерсионным методом. Для дальнейших исследований мы выбрали электрод «а» из-за простоты его изготовления.

Исследования производились для четырех типов пород с различным химическим составом.

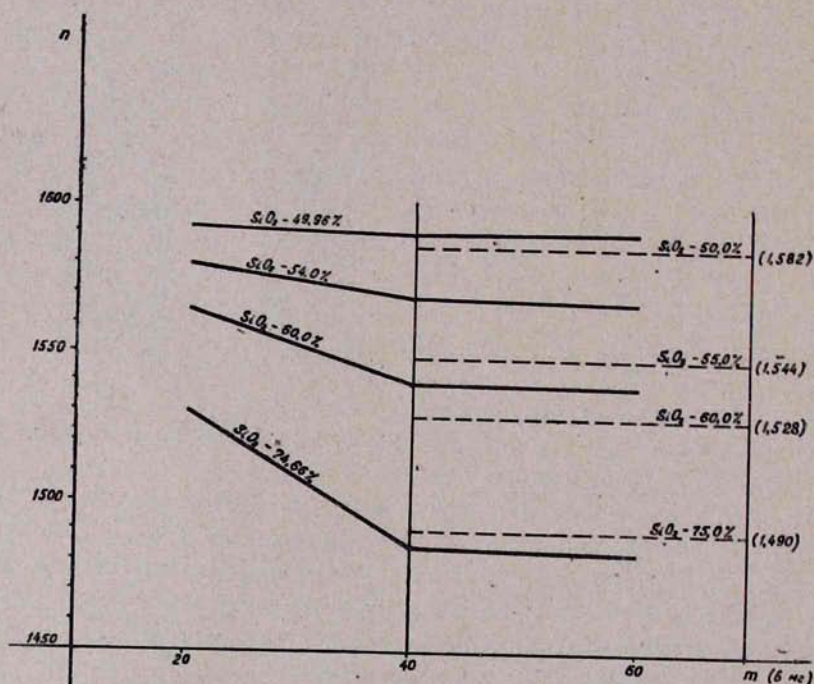
* Что приводит к относительно большему улетучиванию легкоплавких и соответственно обогащению стекла тугоплавкими элементами.

Полученные результаты представлены на графиках (фиг. 2, 3, 4). На всех графиках по оси ординат отложен показатель преломления искусственного стекла («п») (справа в скобках отмечены показатели преломления естественных стекол, идентичных по составу исследованным породам), а по оси абсцисс отложена навеска пробы (фиг. 2), сила тока (фиг. 3) и время сплавления (фиг. 4).

Таблица 1

Форма электрода	№ образца			
	21	785	782	793
а	1,483	1,543	1,563	1,588
б	1,484	1,545	1,565	1,585
SiO ₂ в %	76,6	60,0	54,0	47,0

Из графика (фиг. 2) следует, что показатель преломления искусственного стекла при навеске в 20 мг увеличивается; при этом степень увеличения больше для пород с большим содержанием SiO₂; для навески в 40 и 60 мг показатель преломления искусственных стекол остается постоянным.

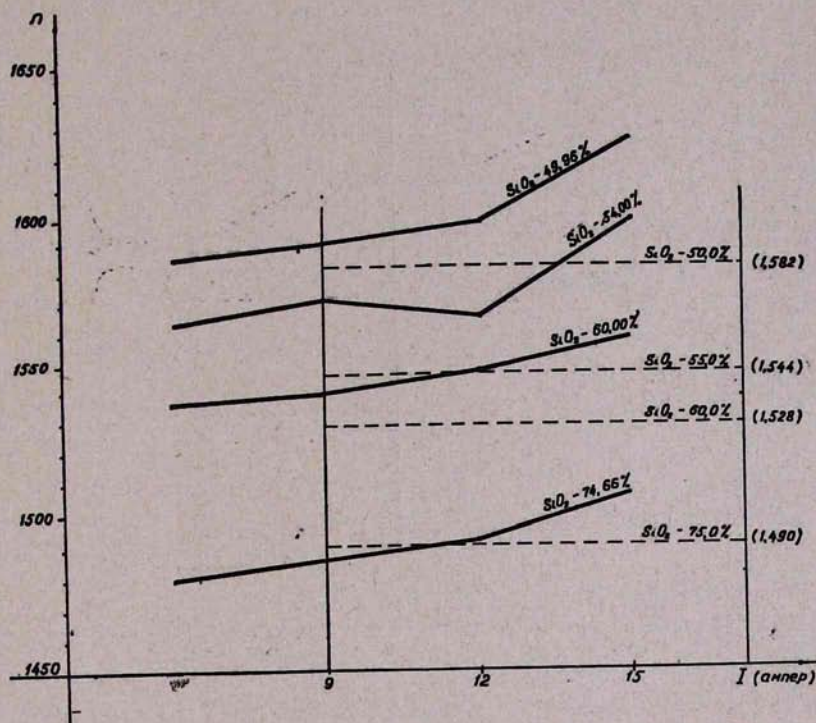


Фиг. 2. Зависимость показателя преломления искусственного стекла пород от сплавленной навески (сила тока — 9а, время сплавления — 2 мин.).

Таким образом, из рассмотренного графика, а также сопоставления его с показателями преломления соответствующих природных стекол можно считать навеску в 40—60 мг оптимальной, так как в этом случае

помимо постоянства показателя преломления (что значительно уменьшает ошибку его определения, связанную с неточным взятием навески) достигается наибольшая близость его к показателю преломления соответствующих природных стекол.

Повышение силы тока (фиг. 3) увеличивает показатель преломления искусственного стекла пород. Однако это увеличение не равномерное: в пределах от 6 до 12 ампер графики идут с меньшим наклоном по отношению к оси абсцисс, чем в пределах от 12 до 15 ампер. Для уменьшения ошибки при определении показателя преломления искусственного стекла, обусловленной неконтролируемыми колебаниями силы тока,



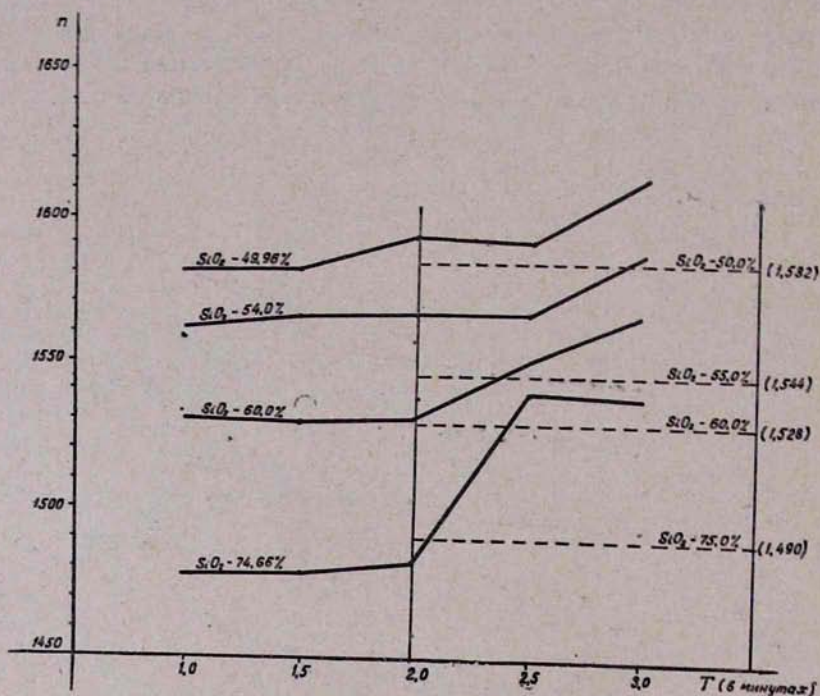
Фиг. 3. Зависимость показателя преломления искусственного стекла пород от силы тока, питающего дугу (время сплавления — 2 мин., навеска пробы — 40 мг).

предпочтительнее пользоваться токами до 12 ампер, так как изменение силы тока (скажем на 1 ампер) в этом случае вызовет меньшее изменение показателя преломления, чем соответственно для токов от 12 до 15 ампер. Сопоставление с показателями преломления соответствующих природных стекол подтверждает необходимость токов до 12 ампер.

Из фиг. 4 следует, что показатель преломления искусственного стекла для всех типов пород при плавлении до двух минут включительно остается постоянным (незначительное отклонение наблюдается в пробе 793) и ближе всего приближается к показателю преломления соответствующих природных стекол. После 2—2,5 минут показатель преломления увеличивается. Таким образом, время сплавления до двух минут является наилучшим как с точки зрения уменьшения ошибок определе-

ния показателя преломления, обусловленных неточным отсчетом времени, так и близостью показателя преломления искусственного стекла породы к показателю преломления соответствующего природного стекла.

Все приведенные выше результаты исследований по выбору оптимальных условий не дали существенных отклонений от условий, указанных в работе [3].



Фиг. 4. Зависимость показателя преломления искусственного стекла от времени сплавления (сила тока — 9 ампер, навеска — 40 мг).

Для дальнейших исследований мы остановились на следующих условиях: время сплавления—2 минуты*, навеска—40 мг, сила тока—9 ампер.

Измерение показателей преломления искусственных стекол проводилось при электрическом свете с одновременной проверкой показателя преломления применяемой жидкости рефрактометром.

Корреляция между показателями преломления искусственного стекла породы и содержанием SiO_2 . Определение названия новейших известково-щелочных вулканических пород по показателю преломления их искусственного стекла

Имеющиеся в нашем распоряжении химические анализы пород, использованные для построения вариационных кривых зависимости по-

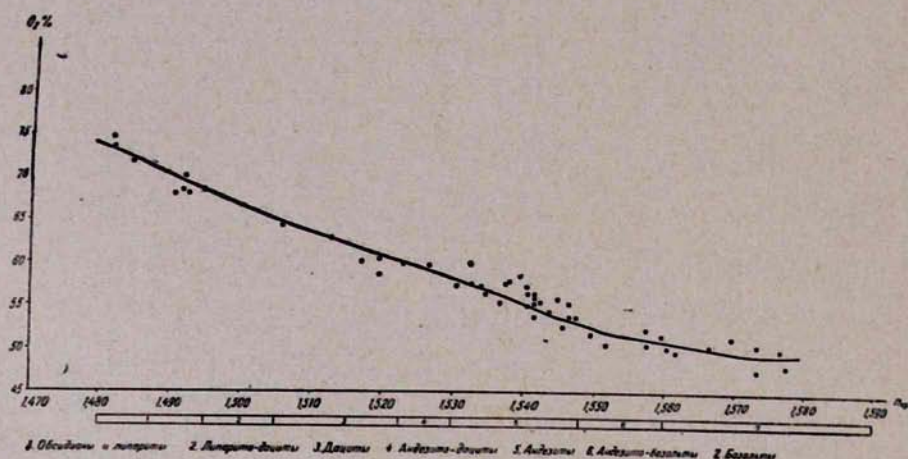
* Однако следует отметить, что при наличии лабораторных условий, дающих возможность доведения силы тока до 20 и более ампер, можно сократить время плавления порошка породы до 30 секунд [2].

Таблица 2

№ образцов	Показатель предела	О к и с л ы														Сумма			
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	S	P ₂ O ₅	п. п. п.				
793	1,584	47,33	0,77	19,40	5,09	2,56	0,12	6,19	11,15	2,14	1,42	3,12	0,07	0,64	0,46	100,46			
518	1,588	48,27	1,59	14,96	4,86	8,01	0,18	7,51	9,87	3,42	1,98	0,18			Н.о.	100,87			
519	1,572	49,69	1,39	20,58	1,57	6,78	0,15	6,01	8,38	3,08	1,81	0,19			Н.о.	99,57			
786	1,556	49,96	0,77	21,14	2,20	7,22	0,13	5,66	9,65	2,58	1,14	0,02	0,10	0,32	—	100,89			
791	1,587	50,32	0,81	17,00	6,52	1,28	0,08	4,80	12,15	2,34	2,00	2,18	0,10	0,50	0,88	100,96			
12ш	1,577	50,50	0,17	23,58	5,40	3,04	0,06	2,77	6,76	4,68	2,22	0,20			0,58	100,52			
493	1,584	50,60	0,74	16,27	10,20	2,11	0,12	3,58	8,79	3,96	2,26	0,35			1,42	100,43			
6ш	1,562	50,80	0,28	19,02	7,74	0,96	0,13	3,80	7,99	4,30	1,03					99,79			
1001	1,568	50,89	0,95	19,30	7,02	4,82	0,14	4,35	8,25	3,40	1,28				1,20	100,40			
731	1,560	51,32	1,07	17,62	7,16	3,74	0,13	3,60	8,50	3,46	3,08	0,28			0,58	100,52			
938	1,580	51,50	1,10	19,32	3,65	6,38	0,20	4,75	8,90	2,70	1,04	0,40	0,13	0,37	0,60	100,48			
803	1,572	51,61	0,97	19,26	4,08	4,89	0,11	6,23	8,73	2,24	1,30	0,23	0,11	0,36	0,02	100,14			
1018	1,570	51,62	1,10	16,93	4,49	5,84	0,14	6,14	9,48	3,78	1,28			0,10	0,10	100,58			
915	1,571	52,08	0,95	18,77	4,86	5,70	0,17	4,75	8,05	2,70	1,68	0,20	0,14	0,35	0,14	100,43			
496	1,568	52,28	1,27	17,11	6,97	2,84	0,12	3,70	8,59	4,79	2,07	0,35			0,69	100,72			
810	1,566	52,68	1,07	21,50	5,12	3,76	0,10	3,48	6,68	2,82	2,20	0,06	0,05	1,03		100,55			
1019	1,542	53,60	1,00	17,28	8,70	0,33	0,13	5,90	6,05	3,50	2,15	0,18			0,90	99,72			
900	1,552	53,71	1,05	17,85	6,92	2,18	0,17	5,25	7,12	2,70	1,74	0,20	0,10	0,48	0,30	100,27			
778	1,557	53,76	0,85	20,45	6,03	2,92	0,13	1,99	7,32	2,94	3,12	0,4				99,91			
979ш	1,588	53,90	0,71	15,51	4,90	4,20	0,32	6,05	8,60	3,30	2,10		0,11		0,42	100,12			
782	1,560	54,00	0,34	18,88	5,41	2,93	0,08	3,78	8,09	2,90	2,00	0,63		0,49	0,12	99,65			
737	1,554	54,32	0,69	17,10	5,60	2,80	0,16	4,27	8,17	4,14	2,65	0,10			0,10	100,10			
992	1,551	55,02	0,90	18,04	5,00	2,34	0,23	3,00	7,05	3,32	2,60	Н.о.	0,17	—	1,86	99,67			
772	1,552	55,10	0,26	18,88	3,10	3,61	0,10	2,93	7,41	2,12	1,60	1,36	0,07	0,32	0,07	100,93			
719ш	1,557	55,24	0,75	17,55	5,74	3,34	0,07	3,26	6,82	4,28	2,85	0,40			0,44	100,74			
609	1,547	55,34	0,83	18,31	6,49	2,67	0,16	2,95	6,90	4,48	3,28	0,16			Н.о.	100,97			
655ш	1,553	55,36	0,83	17,94	5,27	2,93	0,13	3,20	6,73	3,95	3,19	0,26			0,60	100,39			
844	1,552	55,22	0,51	17,37	5,56	2,34	0,20	4,64	7,20	3,34	2,64	Н.о.	0,10		Н.о.	100,22			
1043	1,552	56,18	0,88	16,60	3,67	4,01	0,11	5,60	7,03	3,09	3,04	0,12				100,34			
1032	1,545	56,30	0,80	16,76	4,79	3,84	0,10	4,25	6,63	3,72	2,50				0,30	99,99			
1041	1,551	56,42	0,86	16,76	3,91	3,18	0,12	4,60	7,85	3,58	2,14				0,64	100,00			
800	1,536	56,60	0,85	17,62	5,03	4,00	0,13	2,62	5,86	4,08	2,74					100,53			
45	1,541	57,29	0,98	17,56	3,38	4,91	0,07	3,46	6,14	3,46	3,32					100,57			
79	1,543	57,30	0,84	17,16	4,93	4,04	0,13	3,22	6,59	4,12	2,64	0,40				101,40			
751	1,551	57,40	0,48	16,86	2,91	3,80	0,10	5,36	7,50	2,68	2,22				0,92	100,16			
2ш	1,548	57,58	0,23	16,70	2,37	3,80	0,13	6,35	6,11	4,30	2,04					99,53			
1012	1,548	57,80	0,70	15,72	4,06	3,84	0,12	5,15	7,03	3,38	1,90				0,40	100,10			
1009	1,550	58,55	0,65	14,59	4,94	3,49	0,12	4,95	7,38	3,58	2,50	0,04			0,80	100,69			
42	1,530	58,57	0,98	16,20	6,47	1,33	0,06	2,35	4,70	4,88	2,00	0,57			2,73	100,84			
778	1,543	59,70	0,27	19,04	3,34	2,26	0,06	3,23	6,31	2,18	2,32	0,90	Н.о.	0,22	0,22	100,05			
11	1,537	59,70	0,41	17,78	2,57	3,96	0,06	2,35	6,90	2,42	2,40	0,91			1,48	100,94			
405/56	1,526	59,93	1,01	14,73	2,37	4,16	0,11	2,68	5,18	4,71	2,32		Сл.	1,33	0,25	0,05	99,55		
785	1,537	60,02	0,42	19,10	3,57	2,62	0,05	2,60	6,24	3,04	2,30				1,10	100,92			
427/56	1,530	60,37	0,81	15,12	3,85	2,01	0,08	2,35	5,11	3,86	2,79			0,08	1,93	0,97	0,05	99,68	
386/56	1,515	64,03	0,81	14,81	4,46	0,29	0,06	1,71	3,57	5,01	3,06			Сл.	1,86		0,05	100,35	
435/56	1,523	64,55	0,63	14,48	2,12	1,86	0,06	1,82	3,29	4,41	3,77			0,08	1,62	1,78	0,08	100,55	
276/61	1,503	66,92	0,24	17,06	2,67	1,00	0,06	6,57	1,96	6,15	2,50			Сл.	0,34	—	—	0,12	99,59
372/61	1,502	67,01	0,34	14,46	2,03	0,86	0,06	0,90	2,31	5,54	2,99			Сл.	1,73	1,50	0,05	99,78	
371/61	1,501	67,03	0,20	15,68	2,43	0,86	0,06	0,56	4,34	5,24	2,90			0,14	0,56	—	—	0,10	100,20
91	1,501	67,85	0,41	15,22	4,41	0,66	0,06	0,38	2,32	3,28	3,70	0,50				2,00		100,79	
275/61	1,505	69,04	0,28	16,17	2,62	0,43	0,07	0,86	1,61	5,50	3,79			0,20	0,66	0,11		100,24	
125	1,495	71,54	0,18	14,45	1,07	0,45	0,10	0,63	1,23	5,17	2,64				0,08	2,86		100,35	
1	1,482	73,55	0,05	12,31	0,35	0,07	0,04	0,10	0,59	3,13	5,35	0,59		0,38	0,01	3,57		100,03	
307б	1,492	73,62	0,20	14,34	1,06	1,17	Н.о.	0,51	1,46	2,24	4,46			0,18				99,24	
154	1,492	74,43	0,13	13,07	0,70	1,16	0,04	1,18	1,12	3,70	5,00	0,07	0,21	0,01	0,14			100,93	
21	1,483	76,62	0,08	8,24	5,55	0,79	0,03	0,10	0,90	3,46	4,82	0,06				0,30		100,95	

казателя преломления от содержания основных породообразующих окислов, а также показатели преломления искусственных стекол тех же пород, сведены в табл. 2. Из таблицы видно, что существует обратная зависимость между содержанием кремнекислоты вулканических пород и показателем преломления их искусственных стекол.

Для наглядности и практического использования эта зависимость выражена графически путем построения вариационной кривой (фиг. 5), которая дает возможность определить весовое содержание кремнекислоты в породе с предельной ошибкой 3% (табл. 3).



Фиг. 5. График зависимости показателя преломления искусственного стекла породы от содержания SiO_2 .

В таблице приводятся систематические ошибки, обусловленные вариационным характером построения кривой зависимости между содержанием SiO_2 и показателем преломления стекла; случайные ошибки, связанные с разбросом отдельных измерений показателя преломления стекла (разброс носит случайный характер и может давать ошибку в обе стороны) и предельные ошибки, определяемые как суммы систематических и случайных ошибок. При этом мы исходили из самого неблагоприятного случая, при котором случайная ошибка имеет тот же знак, что и систематическая.

Среднее значение предельной ошибки определено нами — 3,07% относительных.

Предельную ошибку можно уменьшить, соответственно уменьшив случайную и систематическую. Для этого необходимо показатель преломления определять как среднее из нескольких определений и, кроме того, использовать для построения вариационной кривой по возможности большее число образцов с химическими анализами.

По величине показателя преломления искусственного стекла молодые эффузивные породы Армении подразделяются следующим образом:

- $n > 1,560$ — базальты
- $1,560 > n > 1,548$ — андезиты-базальты
- $1,548 > n > 1,530$ — андезиты
- $1,530 > n > 1,523$ — андезиты-дациты
- $1,523 > n > 1,505$ — дациты
- $1,505 > n > 1,495$ — липарито-дациты
- $1,495 > n > 1,480$ — липариты и обсидианы

Таблица 3

Точность определения кремнекислоты

Номер пробы	Содержание SiO_2	Отдельные измерения показателя преломления											Среднее значение показателя преломления	Средняя абс. ошибка опред. показат. преломл.	Содержание SiO_2 (%), найденное на вариац. кри-сталлич. по среднему знач. покр. прел.	Систематич. ошибка (в % от носителей)	Случайн. ошибка (в % от носителей)	Пределы. ошибка (в % от носителей)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
793	47,3	1,590	1,591	1,584	1,590	1,597	1,602	1,591	1,584	1,588	1,576	1,585	1,589	±0,005	48,5	2,5	±2,0	4,5
782	54,0	1,579	1,565	1,565	1,565	1,560	1,564	1,560	1,563	1,560	1,565		1,565	±0,003	52,0	3,7	±1,5	5,2
785	60,0	1,540	1,530	1,537	1,534	1,543	1,529	1,545					1,537	±0,005	59,0	1,7	±2,5	4,2
95	74,7	1,486	1,485	1,480	1,510	1,483	1,516	1,480	1,484	1,554			1,483	±0,002	74,9	0,3	±0,5	0,5
21	76,6	1,483	1,483	1,484	1,483	1,481	1,484						1,483	±0,001	74,9	2,2	±0,25	0,45
154	74,4	1,492	1,486	1,490	1,486	1,483	1,491						1,488	±0,003	74,2	0,3	±1,0	1,3
Среднее значение ошибок:														±1,78	±1,29	±3,07		

Средняя предельная ошибка $\pm 3\%$.

Примечание: 4-е, 6-е и 9-е определения показателя преломления пробы № 95 дают явно завышенный результат и в соответствии с правилами подсчета средних значений могут быть отброшены как «промахи». Последнее подтверждается хорошей воспроизводимостью результатов на примере проб № 21 и 154, имеющих такое же содержание SiO_2 , как и проба № 95.

С целью сопоставления показателя преломления и содержания SiO_2 искусственных стекол исследованных разнотипных пород с данными естественных (природных) стекол составлена табл. 4, из которой нетрудно убедиться в хорошей сходимости указанных величин.

Таким образом, получается, что весьма надежным критерием для определения валового содержания кремнекислоты породы является показатель преломления искусственного стекла.

Таблица 4

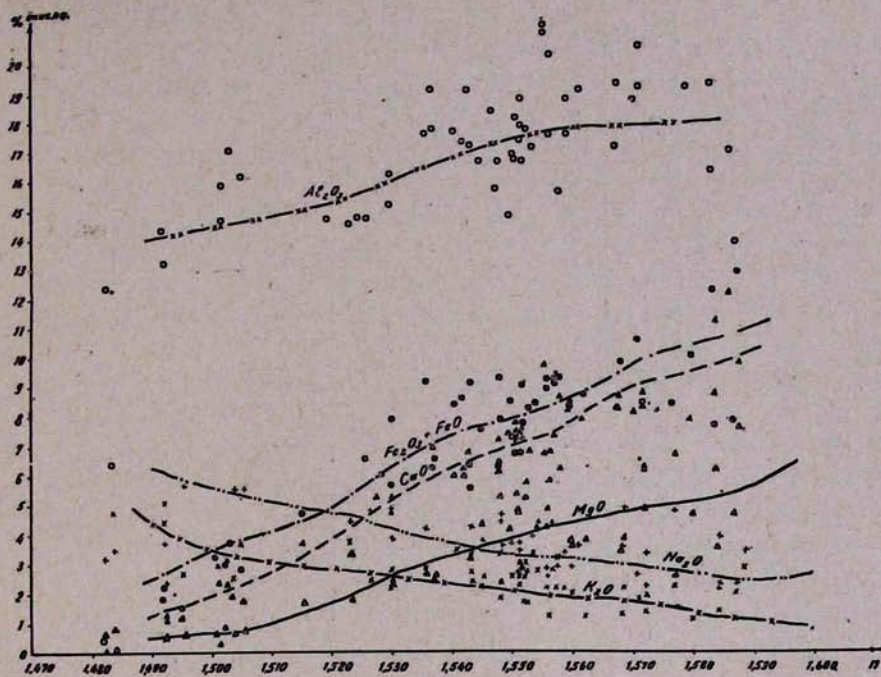
Сравнительная таблица изменения показателя преломления природных и искусственных стекол от содержания кремнекислоты

Искусственное стекло эффузивов Армении			Природное вулканическое стекло		Подразделение вулканических пород Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом по содержанию кремнекислоты [4]	
наименование эффузив. породы	SiO_2 (в %)	пределы колебания показателя преломления	содержание SiO_2	показатель преломления [5]	содержание SiO_2 (в %)	вид породы
Липариты, обсидианы	73,95	1,480—1,495	75,0	1,490	74,1	Липариты
Липариты, дациты	68,70	1,495—1,505	70,0	1,506	—	—
Дациты	64,23	1,505—1,523	65,0	1,516	65,8	Дациты
Андезиты, дациты	61,29	1,523—1,530	—	—	—	—
Андезиты	58,36	1,530—1,548	60,0	1,528	60,0	Андезиты
Андезитобазальты	55,10	1,548—1,560	55,0	1,544	—	—
Базальты	50,58	1,560—1,580	50,0	1,582	49,5	Базальты

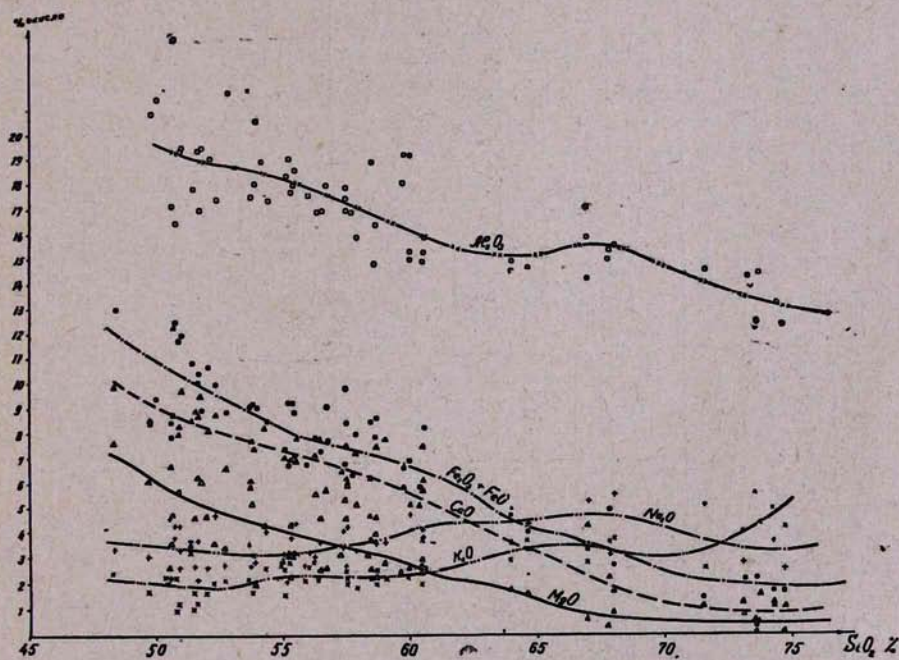
Выделение отдельных семейств внутри серии эффузивных пород по содержанию SiO_2 является весьма существенным не только для определения петрографического состава породы после ее затвердевания, но также для суждения о физическом свойстве расплава, обуславливающим тип извержения и морфологию вулканических образований.

Корреляция между показателем преломления искусственного стекла и остальными породообразующими окислами

Для полной петрографической характеристики породы, кроме содержания кремнекислоты, характерными критериями являются также коэффициент кислотности породы и содержание RO , которые могут быть вычислены при определении полного химического состава породы. Нами была сделана попытка определения приближенного полного химического состава породы по вышеописанному методу. Для наглядности и практического применения на фиг. 6 показаны корреляционные зависимости между показателем преломления искусственного стекла и породообразующими окислами исследованных молодых эффузивных пород Армении. Наблюдаемая на графике зависимость между показателем преломления искусственного стекла и остальными окислами выражена менее



Фиг. 6. Вариационные кривые: показатель преломления искусственного стекла — содержание породообразующих окислов Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , CaO , MgO , Na_2O , K_2O .



Фиг. 7. Вариационные кривые: кремнекислота — другие породообразующие окислы для молодых вулканических пород Армении.

Таблица 5

Предполагаемый и действительный химический состав образцов молодых вулканических пород Армении

Компо- ненты	О б р а з е ц 386			О б р а з е ц 405			О б р а з е ц 427			О б р а з е ц 248			О б р а з е ц 6		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
SiO ₂	65,9	64,0	+1,9	62,0	60,0	+2,0	61,0	60,4	+0,6	57,1	54,3	+2,8	51,9	50,8	+1,1
TiO ₂	0,7	0,8	-0,1	0,7	1,01	-0,4	0,7	0,8	-0,1	0,7	0,9	-0,2	0,7	0,3	+0,4
Al ₂ O ₃	16,2	14,5	+1,4	16,6	14,7	+1,9	16,7	15,1	+1,6	17,4	18,7	-1,3	17,9	19,0	-1,1
Fe ₂ O ₃	} 6,2	4,5	} +1,4	} 6,8	2,4	} +0,2	} 7,0	3,6	} +1,4	} 7,5	5,9	} -1,2	} 8,7	7,7	} -2,9
FeO		0,3			4,2			2,0			2,8			3,9	
MnO	0,1	0,1	—	0,1	0,1	—	0,1	0,1	—	0,1	0,1	—	0,1	0,1	—
MgO	1,6	1,7	-0,1	2,4	2,7	-0,3	2,7	2,9	-0,2	3,4	3,5	-0,1	4,4	3,8	+0,6
CaO	3,7	3,6	+0,1	4,8	5,2	-0,4	5,2	5,1	+0,1	6,5	7,1	-0,6	8,0	8,0	—
Na ₂ O	3,3	5,0	-1,7	3,3	4,7	-1,4	3,3	3,9	-0,6	3,3	3,1	+0,2	3,2	4,3	-1,2
K ₂ O	3,0	3,1	-0,1	2,5	2,3	+0,2	2,6	2,8	-0,2	2,2	2,3	-0,1	1,9	1,0	+0,9
Показа- тель пре- ломления искусств. стекла	1,515			1,526			1,530			1,544			1,577		

Примечание: 1 — предполагаемый состав, 2 — действительный состав (с округлением до 0,1%), 3 — отклонения.

четко, чем зависимость между содержанием SiO_2 породы и показателем преломления искусственного стекла (фиг. 5). Тем не менее по этим кривым можно определить вероятное содержание суммы окислов железа ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$), CaO , MgO и K_2O , весьма ориентировочно Al_2O_3 и Na_2O . Для более точного определения Al_2O_3 , Na_2O и для контроля содержания остальных окислов, определенных методом плавления, нами составлены вариационные кривые (фиг. 7): кремнекислота—другие породообразующие окислы, так как вулканические породы различных серий обнаруживают постепенные изменения в содержании отдельных окислов.

Двуокись титана в вулканических породах Армении содержится в небольшом количестве и колеблется обычно от 0,4 до 1,2%; подсчет среднего содержания показывает 0,7%; среднее содержание закиси марганца равно 0,13%.

Таким образом, доказывается пригодность метода плавления и возможность определения приближенного химического состава разнотипных вулканических пород с точностью до 2—3% при минимальных затратах времени и средств. Требуется всего лишь несколько минут для того, чтобы с помощью вольтовой дуги получить из порошка породы искусственное стекло, замерить его показатель преломления и по кривым определить состав вулканической породы. Несколько примеров таких определений приведено нами в табл. 5.

Наблюдаемая небольшая разница между приближенным и действительным составом пород показывает пригодность метода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Callagan E., Mind-Shan Sun. Correlation of Some Igneous Rocks of New Mexico by the Fusion Method. Trans. Am. Geophys. Un., 37, 761 (1956).
2. Шилов В. Н., Беликова Н. Н., Ершова З. П. О применимости метода плавления для определения приблизительного химического состава кайнозойских вулканических пород Южного Сахалина. Докл. АН СССР, т. 119, № 2, 1958.
3. Мархинин Е. К., Борисов О. Г., Мархинина С. Н. Опыт определения приближенного химического состава вулканических пород Камчатки и Курильских островов по показателю преломления из искусственных стекол. Бюлл. Вулкано-логической станции, № 30 АН СССР, 1960.
4. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. О разграничении базальтов и андезитов. 2. О разграничении липаритов и дацитов. Избранные труды, т. 3. Изд. АН СССР, М., 1952.
5. Лодочников В. Н. Главнейшие породообразующие минералы. Гос. изд. геол. литературы, Мин. Геол. СССР, М.—Л., 1947.