

М. А. САТИАН, Ж. О. СТЕПАНЯН, В. Н. ЖАМАГОРЦЯН

## ОТКРЫТИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ШЛАКОВ И ПЕПЛОВ СРЕДИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ОЗ. СЕВАН

### В в е д е н и е

Котловина озера Севан расположена в зоне активнейшего четвертичного вулканизма. Только на Гегамском нагорье установлено около ста вулканов, причем большая часть из них сосредоточена на склоне, обращенном к озеру с запада.

Предыдущими исследованиями грунтов озера (С. Я. Лятти, 1932; Г. Д. Афанасьев, 1933; С. Г. Саркисян, 1962) пирокластические отложения не были обнаружены. Современные осадки перекрыли горизонты пирокластики и лишь применение в 1961 г. вибропоршневой трубки принесло успех совместной экспедиции Института водных проблем и Института геологических наук АН Армянской ССР: в районе южного склона Баязетского (Норадузского) поперечного поднятия среди донных осадков озера были вскрыты шлаки и пеплы (фиг. 1).

### Последовательность наслоения, типы пород

#### Трубка № 942 (снизу вверх)

1. Шлак сажисто-черный, при высыхании приобретает зеленоватый оттенок. Обломки шлака угловатой формы, размером до 2—3, реже 4 см без признаков спекания, хрупкие, пористые. До 40% породы слагают алеврито-песчаной размерности обломки шлаков и пирокластические минералы. Мощность неполная—80 см.

2. Вулканический и туффитовый песок лито-кристалло-витрокластический, среднезернистый, рыхлый яркозеленого («глауконитового») цвета, при высыхании становится желтовато-зеленоватым. Содержит единичные диатомеи. Вверх по разрезу постепенно сменяется мелкозернистым туфопеском, в котором содержание обломочного материала, как и карбонатного, заметно увеличивается. Мощность 90 см.

3. Вулканомиктовый песок с примесью пирокластического материала, зелено-серый, крупнозернистый, переходящий вверх по разрезу в среднезернистый песок. Мощность 46 см.

4. Алеврит глинистый, зелено-серый, переходящий к кровле в обогащенный органическим материалом ил. Мощность 2,2 м.

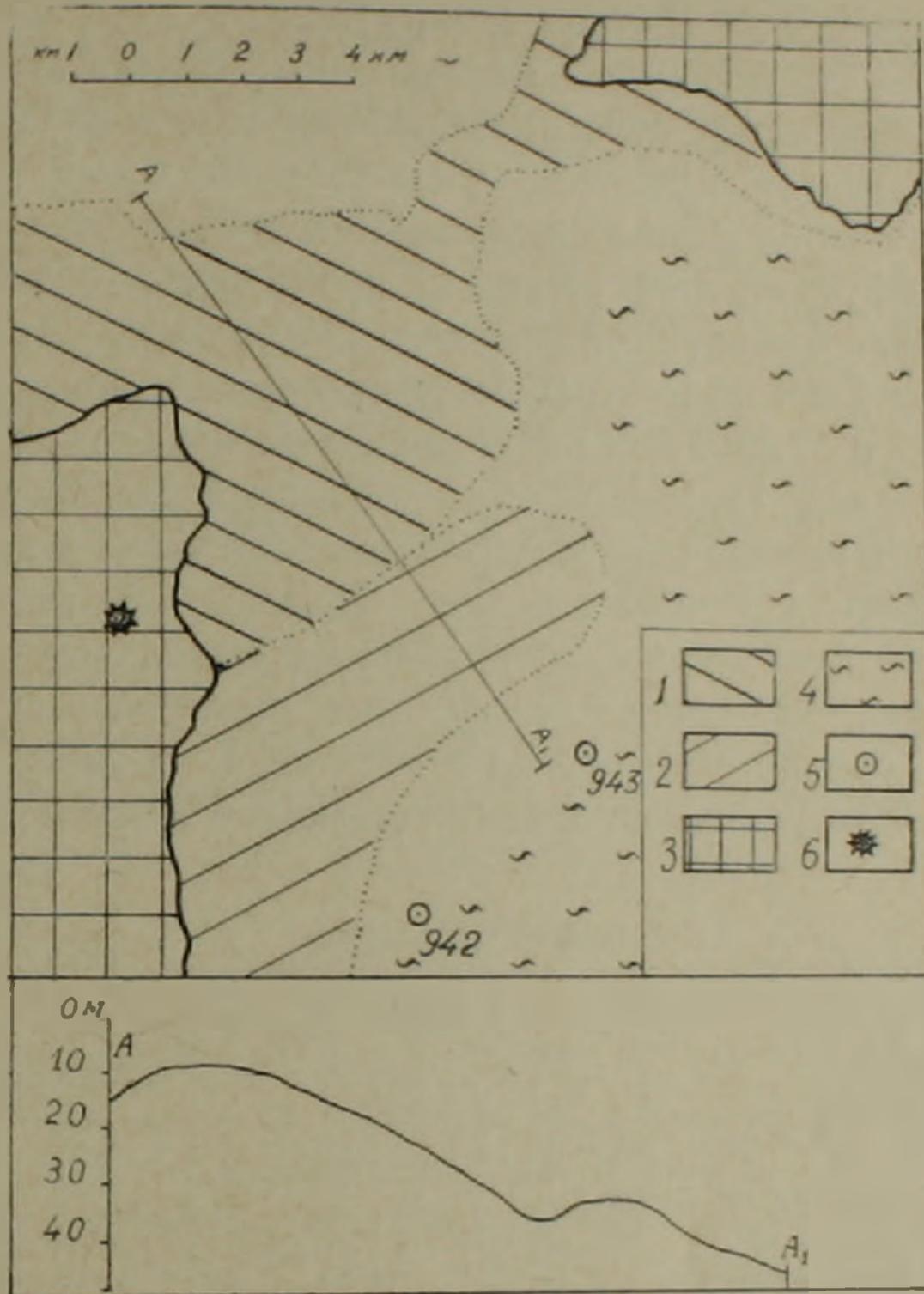
#### Трубка № 943.

1. Вулканический песок сажисто-черный и темно-коричневый, разнозернистый с преобладанием крупно- и среднезернистой размерности, лито-кристалло-витрокластический, рыхлый. Сменяется вверх

по разрезу среднезернистым вулканическим песком и далее к кровле — вулканической пылью (0,1 — 0,01 мм). Мощность 80 см.

2. Вулканическая пыль светло-серая, рыхлая. Мощность 15 см.

3. Вулканомиктовый песок зелено-серый. Содержит примесь мелкой гальки и пепла, разнозернистый с преобладанием средне- и крупнозернистых размерностей. Вверх по разрезу сменяется мелкозернистым песком. Содержит обломки раковин. Мощность 85 см.



Фиг. 1. Обзорная карта дна Б. Севана в районе обнаружения шлаков и пеплов

1. Баязетский (Норадузский) вал.

2. Подводное поднятие. Предположительно вулканический шлаковый конус.

3. Суша. На западе Гегамский берег у г. Камо (Баязет), на востоке — Шоржинский полуостров.

4. Дно Б. Севана со спокойным волнистым рельефом.

5. Место бурения.

6. Наземные вулканы.

Внизу — профиль дна на отрезке А—А<sub>1</sub> в расчете от условного нулевого уровня озера.

4. Вулканомиктовый песок с примесью пепла, мелкозернистый, яично-желтый, при высыхании становится желто-серым. Мощность 5 см.

5. Ил алеврито-глинистый, темно-серый с прослоями (2—5 см) диатомового ила. Мощность 20 см.

6. Ил глинисто-алевритовый серо-зеленоватый. Содержит обломки раковин. Мощность 55 см.

### Петрография и минералогия

**Шлаки.** Под микроскопом в стекловатой изотропной пузырьчатой массе зеленовато-бурого цвета рассеяны (5—8%) вкрапленники (до 0.1—0.3 мм) андезина, обычно полисинтетически сдвойникового, нередко зонарного строения. Отмечаются редкие зерна темноцветных и рудных минералов. В основной стекловатой массе при большом увеличении видны микролиты плагиоклазов, темноцветные минералы, гематит. По стеклу по краям пор развиваются новообразования, представленные эпидотом. Пористость, определенная методом насыщения по И. А. Преображенскому, равна для двух шлаков 72.6% и 70.4%. Под микроскопом форма пор сферическая, каплевидная и неправильная. Высокопористые участки состоят из изометрических мелких пор. Мелкообломочная часть шлаков, песчаная и алевритовая, имеет низкую степень отсортированности ( $So \geq 10$ ). Минералогический состав шлаков приведен в табл. 3.

По химическому составу шлаки приближаются к базальтам. В числах А. Н. Заварицкого порода относится к нормальному ряду, чем сходна с четвертичными лавами Гегамского нагорья (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав шлака

Окислы	1	2	Окислы	1	2
SiO <sub>2</sub>	51,45	50,29	Na <sub>2</sub> O	3,58	3,25
TiO <sub>2</sub>	1,12	1,15	K <sub>2</sub> O	1,59	2,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,02	15,15	H <sub>2</sub> O	0,21	1,26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,60	6,88	н.п.п.	0,31	2,68
FeO	3,32	3,21	S	н. о.	0,15
MnO	0,18	0,11	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	н. о.	0,63
MgO	5,09	5,74	CO <sub>2</sub>	н. о.	1,76
CaO	7,93	7,54	Сумма	100,39	100,24

Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому

№ обр.	a	c	b	s	f'	m'	c'	n	t	φ	Q	a:c	По Ритману
1	10,5	7,7	20,3	61,5	45,5	44,1	10,4	77,3	1,6	28,4	-5,0	1,3	3
2	10,5	5,3	23,7	60,5	39,4	42,7	17,9	70,5	1,8	25,7	-5,3	1,9	3,9

Примечание: 1. Основной андезито-базальт, среднее из 8 анализов, К. И. Карапетян, 1963; 2. Вулканический шлак, трубка 942, слой 1.

На правой части диаграммы Заварицкого исследованный образец располагается в поле распространения фигуративных точек лав Гегамского нагорья (К. И. Карапетян, 1963).

Шлаки, как и основные андезито-базальтовые лавы, недосыщены кремнием. Отмечается сравнительно более низкое, чем в андезито-базальтах, содержание алюминия и повышенное — калия. Общее сходство шлаков и песков с лавами можно заметить и из сопоставления по малым элементам семейства железа (табл. 2).

Таблица 2

Распределение малых химических элементов в шлаках и вулканических песках донных осадков оз. Севан

№ п/п	Наименование породы	0,001— —0,003 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,003— —0,01 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,01— —0,03 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,03— —0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
942/1	Вулканический шлак	Pb, Ga	Ni, Co, Cr, Cu, Zn	V, Zr	Sr, Ba
943/1	Вулканический песок	Pb, Ga	Ni, Cr, Zr, Cu, Zn	Co, V	Sr, Ba
943/2	Туффитовый песок	Cu, Pb, Ga	Ni, Co, V, Cr, Zr, Zn	—	Sr, Ba
	Андезито-базальты Ге- гама	Pb —	Ni, Co, Ga	V, Cr, Zr, Cu	Sr, Ba, Zn?

По данным К. Г. Шириняна и др. (1963).

**Вулканические пеплы, туффиты и туфопески.** Состав этих отложений весьма сходный. Главным признаком, отличающим пеплы от туффитов и туфопесков — это высокое содержание свежего вулканического стекла (табл. 3).

В туффитах и особенно в туфопесках заметно повышается содержание разложившихся зерен и увеличивается карбонатность пород.

Наряду с этим, от пеплов к туфопескам имеет место увеличение содержания тяжелых минералов. Среди них несколько уменьшается содержание малоустойчивых (оливин) и растет содержание рудных минералов. Появляются новообразования эпидота, акцессорные минералы (циркон, сфен, гранат). Новообразования обнаруживаются и среди минералов легкой фракции (опал, халцедон, кальцит). К вулканическим стеклам среднего состава примешиваются стекла кислые.

В иммерсионной жидкости определяются бесцветные, зеленовато-бурые, редко желтовато-бурые вулканические стекла неправильной формы, угловатые, часто с рваными краями.

Среди бесцветных вулканических стекол выделяются следующие разновидности:

1. С цельной гладкой поверхностью;
2. С раковистым изломом;
3. Волокнистые.

Обычно эти стекла несут в себе признаки начальной раскристаллизации. Показатель преломления главной массы их 1,495 —



1,496, реже — 1,485 — 1,486. В некоторых образцах встречаются стекла с показателем преломления 1,515 (табл. 4).

Зеленовато-бурые стекла в большинстве случаев пузырчатые. Часто наблюдаются в них кристаллиты и микролиты, в то время как в бесцветных стеклах они весьма редки. Микролиты представлены тонкими призмочками прагиноклазов, редко — пироксенов. Очень характерны для этих стекол сростки с плагиноклазами. Показатель преломления бурых стекол 1,549 — 1,550.

По гранулометрическому составу (табл. 5) вулканические пески заметно менее отсортированы, чем пыль той же пепловой тучи (тр. 943, обр. № 1, 1а, 1б).

Выход тяжелой фракции повышается от вулканических песков к пескам вулканомиктовым — результат механической дифференциации при перемыве вулканического материала.

### Источники вулканического материала

Специальные исследования вулканов Гегамского нагорья и особенно в последние годы (К. И. Карапетян) показали, что шлаки являются главным «строительным материалом» вулканических конусов и за пределы их обычно не распространяются. Шлаковые конусы имеют преимущественное развитие на вулканическом нагорье. Состав продуктов андезито-базальтовый.

Отсутствие в обнаруженных подводных шлаках инородной примеси исключает предположение об их намывном характере. Ассоциация шлаков с вулканическими песками, туффитами и вулканомиктовыми накоплениями в кровле осадков является прямым признаком близрасположенного подводного вулканического конуса.

При ознакомлении со средне- и крупномасштабными батиметрическими картами озера было обращено внимание на подводный вал вблизи участка бурения. Также как и Баязетский (Норадузский) вал, он протягивается от западного берега в северо-восточном направлении примерно на 7,5 км при ширине 3—3,5 км (фиг. 1).

От южного склона Баязетского вала его разделяет узкая ложбина. Своими значительными размерами и ориентацией этот вал отличается от озерных песчаных валов и конусов выноса. Трубка 942 и 943 установлен сокращенный по мощности разрез осадков, залегающих над пирокластическими и осадочно-пирокластическими породами (1,65—2,66 м), тогда как только в центральной части Большого Севана неполная мощность алевролитистых глин превышает 4,5 м. Можно поэтому полагать, что склоны его, видимо, из-за крутизны были мало благоприятны для накопления осадков. Таковыми аномальными формами рельефа на фоне волнистой спокойной впадины Большого Севана могла быть цепь вулканических конусов.

Таблица 4

Распределение типов вулканического стекла и плагиоклазов в шлаках и осадочно-пирокластических отложениях озера Севан

№ п/п	№ образцов	Наиболее распространенное вулканическое стекло (покр. пр.)	Второстепенное вулканическое стекло (покр. пр.)	Плагиоклазы (покр. пр.)
1	942/1	1,549—1,550	—	Nm = 1,557 (An)
2	942/1a	1,549—1,550	—	Np = 1,554 (An)
3	942/2	1,549—1,550	—	Np = 1,554 (An)
4	942/2a	1,495—1,496	1,485—1,486	Np = 1,533; 1,544 (ol)
5	942/3	1,495—1,496	—	Nm = 1,515 (ol)
6	942/3a	1,495—1,496	1,549—1,550	Np = 1,538 (ol)
7	943/1	1,549—1,550	—	Nm = 1,558 (An)
8	943/16	1,549—1,550	1,495—1,496	Nm = 1,550 (An)
9	943/2	1,515	—	Np = 1,542 (ol)
10	943/3	1,495—1,496	1,539—1,540 и 1,485—1,486	Nm = 1,540 (ol); 1,550 (An)
11	943/3a	1,495—1,496	1,539—1,540	Ng = 1,546 (ol)

Таблица 5

## Гранулометрический состав осадочно-пирокластических пород

№ п/п	№ трубки	№ обр.	Выход тн-желой фр. %	Карбонатность %	> 1 мм	1—0,5 мм	0,5—0,25 мм	0,25—0,1 мм	0,1—0,01 мм	< 0,01 мм	Md	So	Наименование породы
					вес %	вес %	вес %	вес %	вес %	вес %			
1	942	1	1,9	3,2	3,12	5,11	7,98	9,57	27,86	46,36	0,01	7,0	Мелкообломочная часть шлаков (примесь вулканического пепла)
3	942	1a	0,7	7,0	35,70	7,17	11,47	8,16	12,04	25,16	0,32	13,8	
	942	2	1,2	12,6	—	13,26	20,46	15,81	39,16	11,28	0,12	3,7	Туффитовый песок
	942	2a	1,6	33,4	—	13,35	11,68	16,62	49,38	8,97	0,07	3,6	Вулканомиктовый алеврит с примесью пепла и обломками раковин
4	942	3a	2,2	57,6	5,19	6,18	17,10	21,13	24,36	26,04	0,11	5,6	Вулканомиктовый песок, содержащий обломки раковинного материала
	5	943	1	1,1	3,2	3,59	17,66	22,13	10,38	28,59	17,65	0,17	4,9
6	943	1a	1,5	4,2	3,25	6,69	38,76	22,73	22,18	6,39	0,24	2,2	Вулканический песок
7	943	16	0,3	11,6	—	0,15	0,96	2,17	90,74	5,98	0,03	1,9	Вулканическая пыль
8	943	2	5,5	11,0	1,35	1,18	4,89	2,00	31,51	59,07	0,03	4,6	Вулканическая пыль
9	943	3	11,80	15,5	6,17	7,46	23,59	13,46	30,37	18,95	0,11	4,6	Вулканомиктовый песок с примесью пепла
10	943	3a	8,9	9,5	—	19,23	20,04	16,31	16,40	28,02	0,13	7,9	Вулканомиктовый песок с примесью пепла
11	943	36	8,6	26,0	5,18	7,61	24,77	22,22	31,40	8,82	0,17	3,7	Вулканомиктовый песок с примесью пепла
12	943	36	8,6	26,0	5,18	7,61	24,77	22,22	31,40	8,82	0,17	3,7	Вулканомиктовый песок с примесью пепла

Интересно отметить, что вулканы Норадузской группы, по предположению К. И. Карапетяна, располагаются вдоль трещины, имеющей северо-восточное простирание ( $45-60^\circ$ ), т. е. аналогичное простиранию Баязетского вала и подчиненного ему интересующего нас вала в районе буровых работ.

Склоны цепи вулканических конусов, видимо, были перекрыты водами озера: в залегающих над шлаками вулканических песках и песках туффитовых встречаются единичные диатомеи, вверх по разрезу резко возрастает содержание карбоната кальция, в каждом ритме устанавливается уменьшение среднего размера обломков от основания к кровле, улучшается также отсортированность породы. Наконец, от шлаков к вулканомиктовым пескам наблюдается разнообразный набор промежуточных осадочно-пирокластических пород. В шлаках отсутствуют признаки окисления и спекания и по колонке создается впечатление быстрой, без перерыва смены их вулканическими песками. Следует также упомянуть, что вскрытые породы гипсометрически расположены ниже Норадузской группы вулканов на 50—90 м, тогда как, по мнению К. И. Карапетяна, вулканы эти после извержения были перекрыты водами озера, на что указывает кратерная галька из разнообразных пород водосбора.

Таким образом, совокупность фактов приводит к предположению, что трубками были вскрыты шлаки и вулканические пеплы одного из подводных шлаковых конусов.

Есть ли ему подобные на дне озера, каковы продукты извержений и площадь их распространения — эти вопросы представляют несомненный интерес и требуют комплексного исследования бассейна. Наиболее вероятно открытие вулканических аппаратов в районе Баязетского вала и подводной гряды, протягивающейся вдоль западного берега М. Севана с азимутом СЗ 315.

Институт геологических наук

АН Армянской ССР

Поступила 3.XI.1966.

Институт водных проблем и гидротехники

ММиВХ АрмССР

#### ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев Г. Д. «Донные отложения озера Севан (Гокча)». Сб. Бассейн озера Севан (Гокча), т. III, в. 2, 1933.
- Карапетян К. И. Петрохимические особенности четвертичного вулканизма Гегамского нагорья и Айоцзора (Армения). «Петрохимические особенности молодого вулканизма». Изд. АН СССР, 1963.
- Классификация вулканогенно-обломочных горных пород. Лаб. вулканологии АН СССР. Институт геологических наук АН Арм. ССР, М., 1962.
- Лятти С. Я. Грунты оз. Севан и его бассейна. Мат. исследования оз. Севан и его бассейна, ч. IV, вып. 4, 1932.
- Саркисян С. Г. Петрографо-минералогические исследования бассейна озера Севан. Изд. АН Арм. ССР, 1962.

Ширинян К. Г., Адамян А. А., Карапетян К. И., Карапетян С. Г. Некоторые особенности рассеяния микроэлементов в новейших вулканических продуктах Армении. Зап. Арм. отд. Всесоюзн. минерал. об-ва, вып. 2, 1963.