

## **Бор и редкие щелочные элементы в брекчиях грязевых вулканов Шонгарской группы Абшеронского полуострова Азербайджана**

### **Геология**

**Бабаев Н.И.**

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности;*  
E-mail: nibabayev@yandex.ru

На основе современных полевых и лабораторных исследований, описаны условия накопления бора и редких щелочных элементов в брекчиях грязевых вулканов юго-запада Абшеронского полуострова Азербайджана. Характерные особенности этих условий изложены по результатам анализа многочисленных геохимических проб, являющихся представительными в отношении охвата всего литогеохимического разнообразия сопочных брекчий. При этом, учитывались также и данные исследований редкометальной минерализации брекчий грязевых вулканов других частей Абшеронского полуострова.

*Ключевые слова:* сопочная брекчия, борный ангидрид, коэффициент вариации, дисперсия выборки, среднеарифметическое отклонение.

### **Введение**

За последнее десятилетие на территории СНГ и за его пределами проведены значительные по объему геолого-поисковые работы, которыми достигнуты определенные успехи по выявлению новых генетических типов борных месторождений и рудопроявлений. Детализированы и уточнены запасы борного сырья по ряду месторождений и выделены перспективные площади для поисков бороносных комплексов. За это время значительно расширились исследования по разработке различных технологических схем извлечения бора в промышленные концентраты. В наши дни бор и его соединения играют большую роль в развитии многих отраслей науки и техники. Этот элемент по праву входит в число важнейших химических элементов, необходимых человеку в его практической деятельности. Известно более сотни различных производств, в которых бор и его соединения находят свое применение.

### **Постановка задачи**

*Шонгарская группа* грязевых вулканов включает в себя вулканы Шонгар, Сарынча и Гюльбахт, расположенные на полуострове в направлении с юго-востока на северо-запад в порядке их перечисления.

В геологическом строении площади расположения этих вулканов принимают участие, преимущественно, отложения абшеронского и акчагальского ярусов, диатомовой свиты и майкопа, составленные, в основном, ракушечными известняками, прикрытыми наносами и отчасти сопочными брекчиями. Указанные отложения слагают крылья и сводовые части многочисленных брахиантиклиналей района. Мощность абшеронских отложений колеблет-

ся от 200 до 400 м и представлены крупнозернистыми известняками. Отложения акчагыльского яруса состоят из глин, алевроитовых песчаников и песчаных глин.

В тектоническом отношении рассматриваемые грязевые вулканы занимают северное ответвление Аташкя-Локбатан-Путинского поднятия.

*Грязевой вулкан Шонгар*, площадью порядка 0,5х0,3 км, характеризуется развитием на нём покрова сопочной брекчии мощностью от 10 м по периферии до 200 м в центральной части. Сопочная брекчия обогащена гипсоносными глинисто-песчаными отложениями с заметно желтоватой окраской. В брекчии нередки обломки спириалисового известняка и песчаника. Местами отмечаются обломки конкреций сидеритовых мергелей. Все эти обломки, в различной степени, покрыты налетами нефти [1].

Сопочные брекчии вулканов *Сарынча* и *Гюльбахт* расположены несколько севернее от Шонгара. Примерная площадь развития покровов и потоков сопочных брекчий вулкана Сарынча составляет 0,5х0,2 км. Длина отдельных потоков достигает 400-450 м, ширина от 12 до 15 м. Сопочная брекчия сложена майкопскими, коунскими, диатомовыми отложениями и породами продуктивной толщи. В них часто встречаются мелкие кубики пирита, то в виде сросшихся друг с другом тонкокристаллических агрегатов, то в виде более крупных кристаллов (до 0,5 см) с хорошо развитыми плоскостями куба. Мощность сопочных брекчий колеблется в пределах 80-120 м.

*Грязевой вулкан Гюльбахт* расположен в 1,5-2 км на северо-западе от грязевого вулкана Сарынча. Площадь его составляет около 0,03 км<sup>2</sup>. В центральной части кратерного поля расположены несколько грифонов, из которых один, иногда два выделяют шламовый материал. Средняя мощность покровов сопочных брекчий не превышает 50 м. Среди обломков сопочных брекчий отмечаются песчаники, плотные песчаные глины майкопа и коунской свиты [2].

### Решение задачи

Характер распределения борного ангидрида и окисей редких щелочных элементов в сопочных брекчиях вышеуказанных грязевых вулканов исследовался по наиболее представительному литогеохимическому профилю, пройденному вдоль их длинных осей (табл.1).

Таблица 1. Содержание борного ангидрида, окисей лития, рубидия и цезия в сопочных брекчиях грязевых вулканов Гюльбахт-Сарынча-Шонгар

№ пробы и вид опробования	№ скважин	Характеристика опробуемого материала	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Li <sub>2</sub> O, %	Rb <sub>2</sub> O, %	Cs <sub>2</sub> O, %
Геохимическое						
1	2	3	4	5	6	7
550	499	Породы продуктивной толщи, песчаные глины	0.04	0,008	0,007	-
551		Сопочная брекчия-глина	0.05	0,009	0,008	0,002
552		то же с гипсом и другими солями	0.04	0,01	0,008	0,004
553		то же	0.06	0,01	0,009	0,005
554	500	то же, глины, песчаники и их смесь с гипсом	0.06	0.010	0.009	0.004
555		то же без гипса	0.05	0.010	0.01	0.005
556		то же	0.08	0.015	0.01	0.006
557		то же	0.09	0.013	0.011	0.007
558	501	то же с гипсом, налетами солей и нефти	0.10	0.013	0.01	0.01
559		то же	0.12	0.014	0.011	0.009
560		то же, редкие обломки брекчии	0.15	0.018	0.014	0.01
561		то же	0.25	0.02	0.018	0.015
562	502	то же	0.21	0.022	0.02	0.009
563		то же	0.22	0.020	0.019	0.01
564		то же	0.21	0.018	0.015	0.008
565		то же	0.19	0.015	0.012	0.01
566	503	то же без обломков грязи	0.12	0.02	0.015	0.01
567		то же	0.10	0.015	0.01	0.008

№ пробы и вид опробования	№ скважин	Характеристика опробуемого материала	В2О3, %	Li2O, %	Rb2O, %	Cs2O, %
1	2	3	4	5	6	7
568		то же	0.09	0.015	0.008	0.007
569		то же	0.07	0.01	0.01	0.005
570		то же	0.01	0.008	0.07	0.006
571	504	Породы продуктивной толщи, песчанистые глины	0.05	0.01	0.008	-
572		то же	0.04	0.008	0.005	0.001
573		Сопочная брекчия - песчанистые глины и их обломки	0.07	0.006	0.005	0.002
574		то же	0.008	0.007	0.005	0.003
575		то же	0.10	0.009	0.007	0.005
576	505	то же, местами обломки с гипсом	0.12	0.012	0.001	0.007
577		то же	0.14	0.012	0.012	0.007
578		то же	0.13	0.017	0.014	0.009
579		то же, обломки песчанистых глин с нефтью	0.15	0.019	0.015	0.01
580	506	то же, местами грязь	0.15	0.002	0.02	0.015
581		то же, обломки грязи учащаются	0.19	0.021	0.09	0.01
582		то же	0.20	0.020	0.020	0.012
583		то же	0.22	0.021	0.022	0.014
584	507	то же с пиритом	0.32	0.024	0.022	0.019
585		то же	0.35	0.021	0.02	0.009
586		то же	0.38	0.025	0.024	0.01
587		то же	0.38	0.027	0.026	0.012
588	508	то же	0.36	0.032	0.030	0.014
589		то же	0.34	0.030	0.028	0.012
590		то же	0.32	0.029	0.025	0.011
591		то же	0.30	0.026	0.021	0.010
592	509	то же	0.30	0.020	0.019	0.012
593		то же без пирита	0.29	0.021	0.009	0.005
594		то же	0.25	0.020	0.01	0.008
595		то же	0.22	0.020	0.018	0.01
596	510	то же, без обломков брекчии	0.18	0.0015	0.016	0.008
597		то же	0.15	0.015	0.012	0.01
598		то же	0.16	0.014	0.011	-
599		то же	0.14	0.012	0.010	-
600	511	то же	0.16	0.010	0.009	0.008
601		то же	0.13	0.009	0.006	0.007
602		то же	0.12	0.011	0.01	0.003
603		Песчанистые глины продуктивной толщи	0.04	0.007	0.004	0.002
604	512	Породы продуктивной толщи, глины песчанистые	0.03	0.006	0.01	-
605		Сопочная брекчия - песчанистые глины с гипсом	0.05	0.005	0.002	0.004
606		то же	0.06	0.008	0.004	0.003
607		то же	0.07	0.009	0.007	0.003
608		то же	0.09	0.009	0.006	0.004
609	513	то же	0.11	0.12	0.001	0.004
610		то же	0.15	0.016	0.011	0.004
611		то же, сильно загипсованные	0.20	0.018	0.025	0.006
612		то же с пиритом и нефтью	0.25	0.02	0.018	0.007
613	514	то же с грязью	0.42	0.025	0.022	0.004
614		то же	0.40	0.026	0.024	0.01
615		то же без грязи	0.30	0.021	0.02	0.01
616		то же	0.28	0.02	0.019	0.011
617	515	то же	0.22	0.012	0.015	0.009
618		то же	0.20	0.014	0.011	0.005

№ пробы и вид опробования	№ скважин	Характеристика опробуемого материала	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Li <sub>2</sub> O, %	Rb <sub>2</sub> O, %	Cs <sub>2</sub> O, %
Геохимическое						
1	2	3	4	5	6	7
619		то же	0.21	0.012	0.01	0.004
620		то же	0.18	0.001	0.1	0.005
621	516	то же, редкие обломки с гипсом	0.18	0.011	0.009	0.004
622		то же	0.17	0.010	0.007	-
623		то же без гипса	0.23	0.006	0.002	-
624		то же	0.09	0.004	0.001	0.002
625		то же	0.17	0.002	0.001	0.001
626		то же	0.05	0.001	0.001	-

Ориентировка последних – северо-западная при общей протяженности порядка 3,8 км. В этом же направлении дана характеристика поведения изучаемых элементов с помощью вариационных кривых с привязкой к литологическим разностям сопочных брекчий (рис. 1).

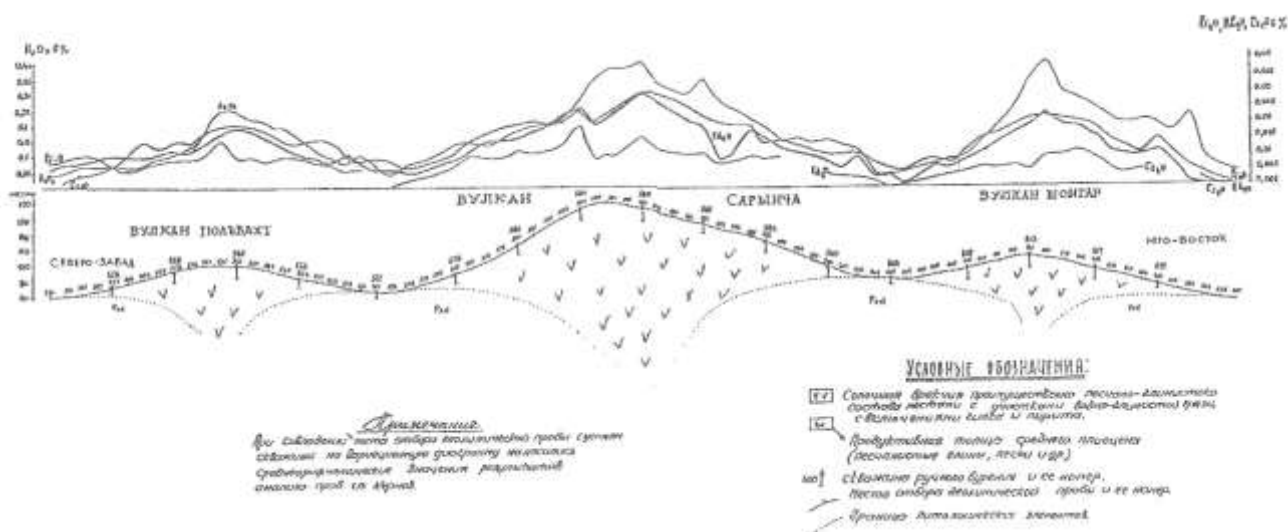
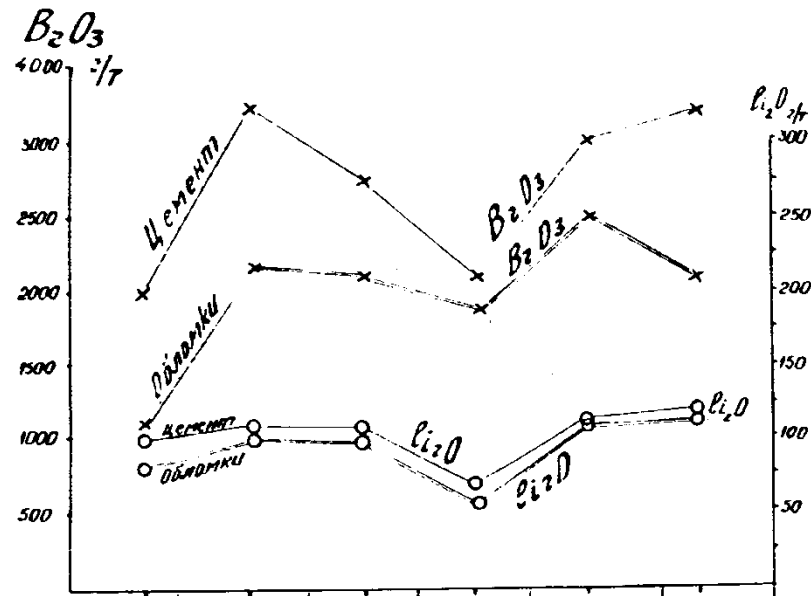


Рис.1. Литогеохимический профиль через грязевые вулканы Гюльбахт-Сарынча-Шонгар

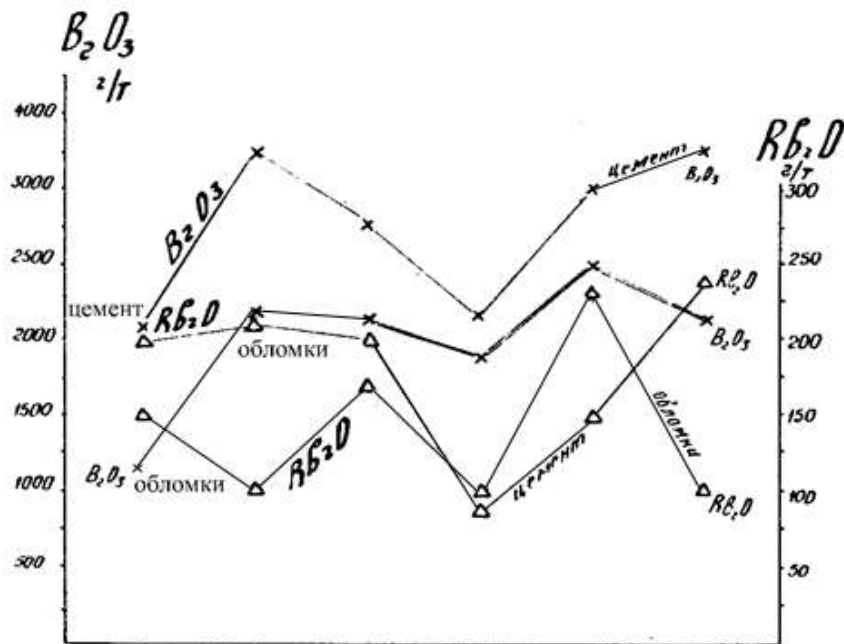
Бор определялся количественным спектральным методом просыпки порошка проб в разряд дуги между горизонтально расположенными медными электродами. Анализы редких щелочей проводились методом пламенной фотометрии. Пороги чувствительности принятых методов по каждому испытываемому элементу вполне удовлетворительны и позволяют определить их значительно малые содержания [3].

По результатам проведенных исследований были составлены сводные вариационные кривые, иллюстрирующие характер зависимости или степень типоморфной связи бора и редких щелочных элементов в главнейших литофациальных типах сопочных брекчий, как обломков, так и цемента. В качестве основных представителей литофаций были определены песчаники, песчаные алевриты, глины, алевритовые глины и глины песчаные, с основными фракциями >0,25 мм, 0,1-0,01 мм и <0,01 мм. На рис. 2, 3, 4 довольно отчетливо подчеркивается согласованность кривых концентраций исследуемых элементов, что явилось обоснованием их типоморфности в грязевулканических образованиях. Из этих вариационных диаграмм видно, что борный ангидрид во всех литофациях, составляющих цемент сопочных брекчий, по сравнению с обломками, имеет повышенные значения. В самом же цементном веществе максимальные концентрации борного ангидрида наблюдаются в песчаных алевритах.



Обломки-песчаники Ведущая фракция в мм: >0,25; 0,1-0,01	Песчаные алевриты 0,1-0,01	Глинисто-песчаные алевриты 0,1-0,01	глины < 0,001	Глины алевритовые 0,1-0,01; < 0,01	Глины песчаные < 0,01
Цемент-глинисто-песчаные алевриты Ведущая фракция в мм: >0,25; 0,1-0,01	Песчаные глины < 0,01	Песчаные глины < 0,01	глины < 0,001	Глины алевритовые 0,1-0,01; < 0,01	Глины песчаные < 0,01

Рис.2. Характер зависимости содержания борного ангидрида и окиси лития в обломках и цементе сопочных брекчий с различными гранулометрическими фракциями



Обломки-песчаники Ведущая фракция в мм: >0,25; 0,1-0,01	Песчаные алевриты 0,1-0,01	Глинисто-песчаные алевриты 0,1-0,01	глины < 0,001	Глины алевритовые 0,1-0,01; < 0,01	Глины песчаные < 0,01
Цемент-глинисто-песчаные алевриты Ведущая фракция, мм: >0,25; 0,1-0,01	Песчаные глины < 0,01	Песчаные глины < 0,01	глины < 0,001	Глины алевритовые < 0,01	Глины песчаные < 0,01

Рис.3. Характер зависимости содержания борного ангидрида и окиси рубидия в обломках и цементе сопочных брекчий с различными гранулометрическими фракциями

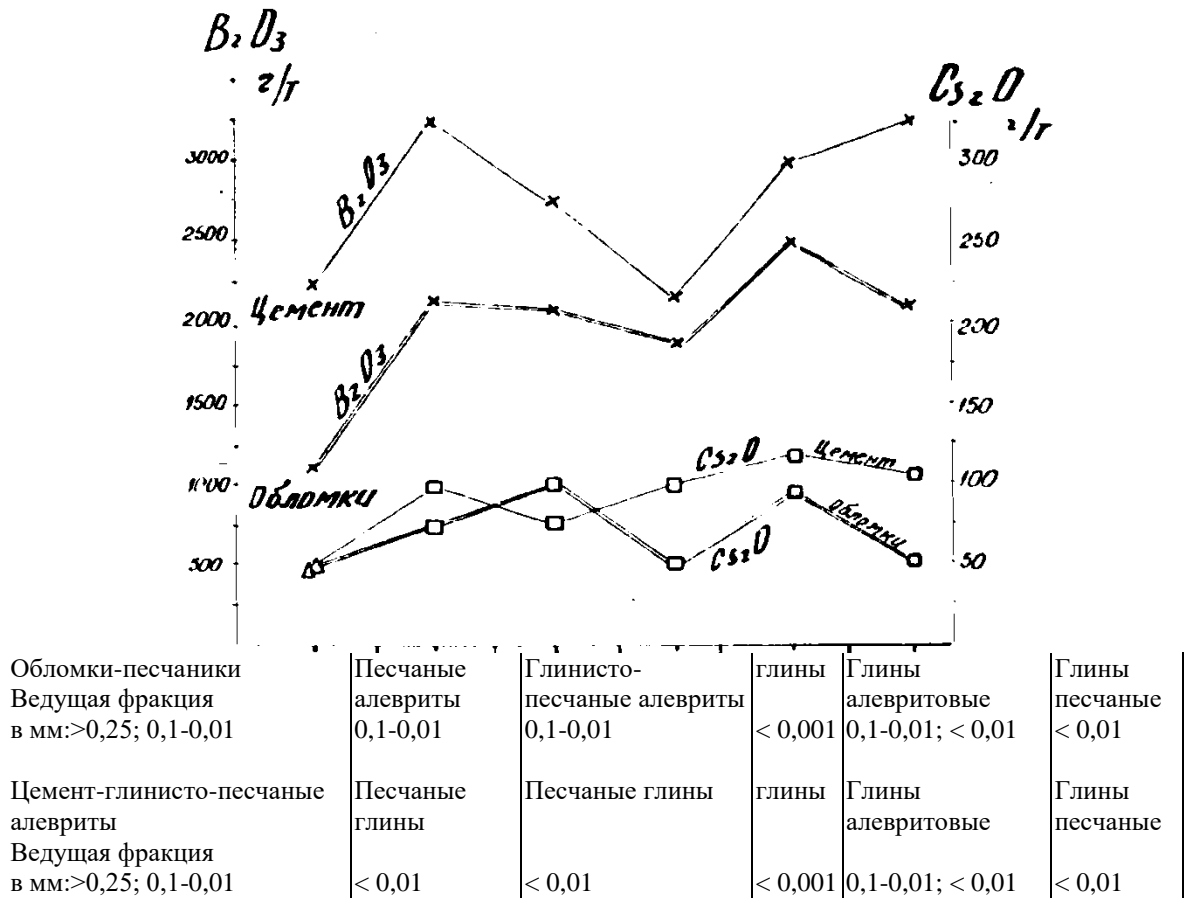


Рис.4. Характер зависимости содержания борного ангидрида и окиси цезия в обломках и цементе сопочных брекчий с различными гранулометрическими фракциями

Количественная оценка характера распределения борного ангидрида приведена в табл.2. В ней даны сводные результаты статистической обработки наиболее представительных по литологическому составу проб из всех трех вулканов.

Таблица 2. Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевых вулканов Гюльбахт-Сарынча-Шонгар

Характеристика опробуемого материала	Интервалы содержания $B_2O_3$ кг/т $X_1$	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание $B_2O_3$ кг/т, X	Дисперсия выборки, $S^2$	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости $\lambda$ , кг/т	Закон распределения	Коэффициент концентрации
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,5	10							1,3
	1,0	20							3,6
	1,5	35							1,3
То же с гипсом	2,0	62	2,06	0,558	0,746	36,2	0,077	лог.норм.	25,0
То же свежего извержения и с остатками илистой грязи	2,5	115							8,3
	3,0	75							10,0
	3,5	6							11,6
	4,0	6							13,3

Целесообразность сведения в единую табл.2 данных обработки аналитических определений вызвана едиными литолого-структурными условиями нахождения всех этих трёх вулканов, а также почти однообразием характера становления и поведения изучаемых элементов [4].

Редкие щёлочи в этих грязевулканических образованиях обнаруживают повышенные концентрации. Это особенно касается лития и цезия. На примере 60 анализов, выбранных из общего числа по литогеохимическому профилю через три вулкана, составлена табл.3.

Таблица 3. Распределение лития, рубидия и цезия в сопочных брекчиях грязевых вулканов Гюльбахт-Сарынча-Шонгар

Апробируемый материал	Литий					Рубидий					Цезий				
	Количество определений по интервалам содержания в г/т			Среднее содержание в г/т	Коэффициент концентрации	Количество определений по интервалам содержания в г/т			Среднее содержание в г/т	Коэффициент концентрации	Количество определений по интервалам содержания в г/т			Среднее содержание в г/т	Коэффициент концентрации
	5-50	50-100	100-150			10-100	100-200	200-300			5-50	50-100	100-150		
Сопочная брекчия песчано-глинистого состава древнего извержения	15	4	2	55	0,9	8	4	2	110	0,59	13	2	-	22	1,8
То же с гипсом	4	16	1	62	1,0	2	9	3	150	0,75	15	4	-	36	3,0
То же с остатками водно-илистой грязи свежего извержения	4	4	10	82	1,3	8	10	14	260	1,3	8	4	14	125	10,4
Среднее значение по вулкану	7,2	8	4,3	66,3	1,0	6	7,6	6,3	170,3	0,88	10,3	3,3	4,1	61	5,6

В табл.3 даны интервалы содержания лития, рубидия и цезия. Среднее содержание лития составляет 66,3 г/т, рубидия – 170,3 г/т и цезия 61 г/т с коэффициентами концентрации соответственно 1,0; 0,88 и 5,6. Только эти данные, в самом первом приближении, указывают на некоторое накопление лития и цезия в процессе грязевулканизма Гюльбахт, Сарынча и Шонгар. В этих условиях рубидий заметно выносятся. Пределы концентрации редких щелочей почти сходятся с таковыми вышеуказанного литогеохимического профиля по всем трем вулканам [5]. Максимальное содержание лития составляет 82 г/т, рубидия – 260 г/т и цезия 125 г/т приходятся на брекчии свежего излияния. Ранние по времени извержения грязевулканические брекчии отличаются малыми значениями концентрации этих элементов. Для количественных определений характера распределения редких щелочей в табл.4 приводятся оценки их параметров по результатам анализов 15 проб.

Таблица 4. Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевых вулканов Гюльбахт-Сарынча-Шонгар

Апробируемый материал	Среднеарифметическое содержание X, %	Дисперсия выборки, S <sup>2</sup>	Среднеарифметическое отклонение, S	Коэффициент вариации v, %	Оценка X с 5% уровнем значимости λ, кг/т
Литий					
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава с остатками илистой грязи при равных частях древнего и свежего извержений	0,0060	0,0000022	0,0015	24,1	0,0002
Рубидий					
То же	0,0180	0,000007	0,0052	28,8	0,008
Цезий					
То же	0,0055	0,0000022	0,0015	27,2	0,0002

Из табл.4 также следует подтверждение о стабильности ранее установленных основных закономерностей распределения редких щелочей в сопочных брекчиях. Величины среднеарифметического содержания лития, рубидия и цезия весьма близки со средними значениями интервалов их содержания, указанных в табл.3. Низкие величины их дисперсности и коэффициентов вариации также усиливают достоверность этих параметров.

### Заключение

Борный ангидрид (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) во всех литофациях, составляющих цемент сопочных брекчий, по сравнению с обломками, обнаруживает повышенные значения.

Редкие щелочные элементы (особенно литий и цезий) в грязевулканических образованиях обнаруживают высокие концентрации. Величины среднеарифметического содержания лития, рубидия и цезия близки со средними значениями интервалов их содержания. Низкие величины дисперсности и коэффициентов вариации проанализированных образцов усиливают достоверность этих параметров.

### Литература

1. Алиев Ад.А. Развитие геохимических исследований грязевых вулканов в Азербайджане. / Тезисы докладов конференций по истории наук о Земле. – Баку, 1991. – С.21-23.
2. Якубов А.А. и др. Грязевой вулканизм Советского Союза и его связь с нефтегазодобыванием. – Баку: Элм, 1980.
3. Бабаев Н.И. Бор и редкие щелочи в сопочных брекчиях грязевого вулкана Дашмардан. // Уч.зап. АЗИНЕФТЕХИМ. – 1973, №5. – С.14-20.
4. Бабаев Н.И. Бор и редкие щелочи в сопочных брекчиях грязевых вулканов Азербайджана. // АН СССР. – М.: Геохимия, 1973, №9.
5. Бабаев Н.И. Бор и редкие щелочные элементы в продуктах грязевых вулканов Азербайджана. – Баку: Nafta-Press, 1998. – 226 с.

### Xülasə

**Babayev N.İ.**

**Azərbaycanın Abşeron yarımadasının Şonqar qrupu palçıq vulkanlarının brekçiyalarındaki bor və nadir qələvi elementlər**

Müasir çöl və laboratoriya tədqiqatları əsasında Azərbaycanın Abşeron yarımadasının cənub-qərbindəki palçıq vulkanlarının brekçiyalarındaki bor və nadir qələvi elementlərin toplanma-



sı şəraiti təsvir edilmişdir. Bu şəraitin özünəməxsus xüsusiyyətləri pilpilə brekçiyalarının litogeo-kimyəvi müxtəlifliyinin əhatəsi nöqtəyi-nəzərindən nümunəvi olan çoxsaylı geokimyəvi nümunələrin təhlili nəticələrinə əsasən şərh edilmişdir. Bununla yanaşı, Abşeron yarımadasının digər sahələrinin palçıq vulkanları brekçiyalarının nadir qələvi minerallaşmasının tədqiqat nəticələri də nəzərə alınmışdır.

*Açar sözlər:* pilpilə brekçiyası, borlu anhidrid, dəyişmə əmsalı, seçmənin səpələnməsi, orta arifmetik yayınma.

### **Summary**

**Babayev N.I.**

### **Boron and rare alkaline elements in mud volcano breccias of the Shongar group of Absheron Peninsula of Azerbaijan**

Based on current field and laboratory researches the accumulation environment of boron and rare alkaline elements in mud volcano breccias of the south-western part of the Absheron peninsula of Azerbaijan has been described. Specific properties of conditions have been set based on results of analysis of numerous geochemical samples that are representative from point of view of the range of lithogeochemical variety of mud breccias. Meanwhile, data of the researches of rare elements mineralization of mud volcano breccias of other parts of the Absheron peninsula have also been considered.

*Keywords:* mud breccias, boron anhydride, variation coefficient, sampling variance, average deviation.