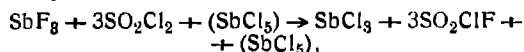


Большой интерес представляют опыты, в которых производилось соединение водорода с кислородом в присутствии фталоцианина как катализатора. Контрольные опыты показали, что в отсутствие катализатора эта реакция, в кварцевых сосудах и в сосудах из стекла Пирекс, практически не идет при температурах до 370°, между тем как в присутствии фталоцианина соединение H₂ и O₂ идет уже со значительной скоростью при 250—290° С. Анализ показал, что кислород и водород соединяются в стехиометрических соотношениях, образуя воду, которую можно было сконденсировать в ловушке, погруженной в твердую углекислоту. Энергия активации этой реакции около 17 000 кал. При растворении фталоцианина его каталитическая активность пропадает.

Р. Бурштейн.

Фторирование хлористого сульфурита и получение хлорофтористого сульфурита.¹ Фторирование хлористого сульфурита должно было бы дать два продукта, но в литературе упоминается лишь один — фтористый сульфурит SO₂F₂, который получен разными авторами различными путями. Однако их методы не пригодны для получения хлорофтористого сульфурита. Последний может быть получен по реакции



в которой SbCl₅ является катализатором. Предварительное изучение этой реакции показало, что при пониженном давлении реакция практически не идет, при атмосферном давлении получается незначительный выход хлорофтористого сульфурита, а при повышенном — выход его заметно увеличивается.

Авторы описывают довольно сложный прибор, в котором они производили опыты получения хлорофтористого сульфурита при давлении в 6.8 атм. и температуре 300°, а также описывают очистку полученного продукта путем фракционированной перегонки в колонке. Самое фторирование хлористого сульфурита производилось по вышеприведенной реакции, причем реагирующие вещества брались в следующих количествах: 220 куб. см (365 г) хлористого сульфурита, 187 г мелкого порошка трехфтористой сурьмы и 40 г пятихлористой сурьмы к качестве катализатора. При 100° и давлении около 1 атмосферы за 2 часа было получено менее 1 куб. см сжиженного продукта; при 175° и давлении 2.7 атм. за 2 часа было получено 8 куб. см сжиженного продукта; при 300° и давлении 6.8 атм. за то же время получено около 80 куб. см того же продукта. Из этого количества около 10 куб. см было низкокипящих газов, около 60 куб. см сырого хлорофтористого сульфурита и около 10 куб. см хлористого сульфурита. Очистка сырого хлорофтористого сульфурита производилась в фракционированной колонке с такой скоростью, чтобы получить около 4 куб. см продукта в час,

причем 60 куб. см сырого продукта дали 5 куб. см хлористого водорода, около 0.5 куб. см неисследованного газа, вероятно, SO₂, 50 куб. см хлорофтористого сульфурита и около 5 куб. см хлористого сульфурита.

Анализ полученного чистого продукта показал, что это есть хлорофтористый сульфурит SO₂ClF. Хлорофтористый сульфурит представляет собой бесцветный газ, плотность которого при давлении 168 мм и температуре 25° равна 1.175 г/л, откуда вычисляется молекулярный вес, равный 119.0 (вместо теоретического 118.5). Газ при температуре 7.1 ± 0°.1 сжижается, и плотность жидкого хлорофтористого сульфурита, определенная пикнометром, равна 1.623 г в 1 куб. см при 0°. Температура плавления хлорофтористого сульфурита под давлением его собственных паров найдена равной —124.7 ± 0°.1. Давление пара хлорофтористого сульфурита определялось по статическому способу в пределах от —89°.3, где оно равно 1.1 мм, до +8°.98, где давление равно 809.5 мм; оно подчиняется уравнению:

$$\lg p = -1385.4 (1/T) + 7.8241 (-80 + 10).$$

Скрытая теплота испарения при температуре кипения найдена 6338 кал. на моль. Константа Трутона равна 22.6, что показывает, что жидкость слегка ассоциирована. Поверхностное натяжение хлорофтористого сульфурита при 0° найдено 17.2 дин/см. Газообразный и жидкий хлорофтористый сульфурит бесцветны, а в твердом состоянии — белого цвета и не прозрачны. Газ на воздухе не дымит, но водой легко гидролизуется, вероятно, по уравнению

$$\text{SO}_2\text{ClF} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} + \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$$

и хорошо поглощается раствором едкого натра. Сухой газ при комнатной температуре не действует на стекло, ртуть и латунь.

П. А. Архангельский.

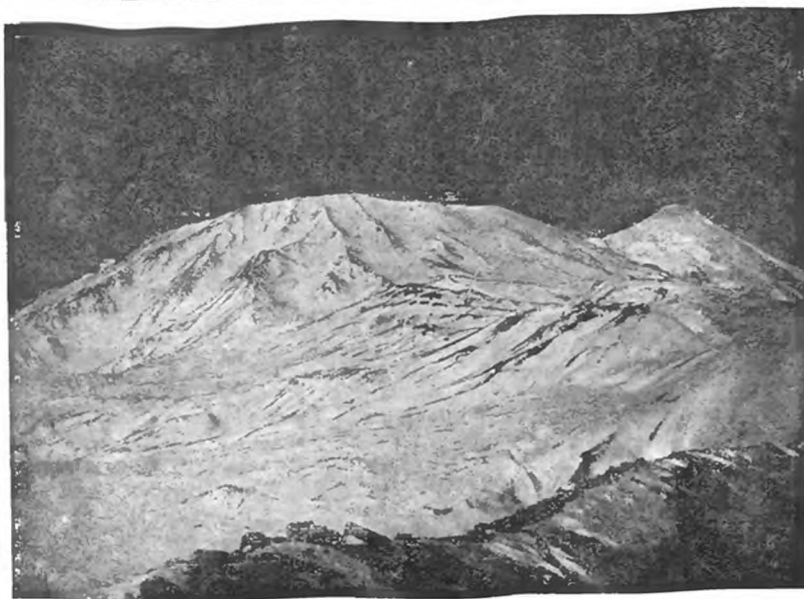
ГЕОЛОГИЯ

Гавайский тип вулканов на Камчатке. На Камчатке щитовидные формы вулканов для вулканических явлений новейшего времени указываются К. И. Богдановичем только для плиоцена. При позднейших исследованиях Камчатки таких форм не констатировалось для нашего времени. Летом 1935 г. автору этих строк при маршрутной геологической съемке от селения Козыревск на восток до берега океана удалось встретить действующий в наше время вулкан гавайского типа.

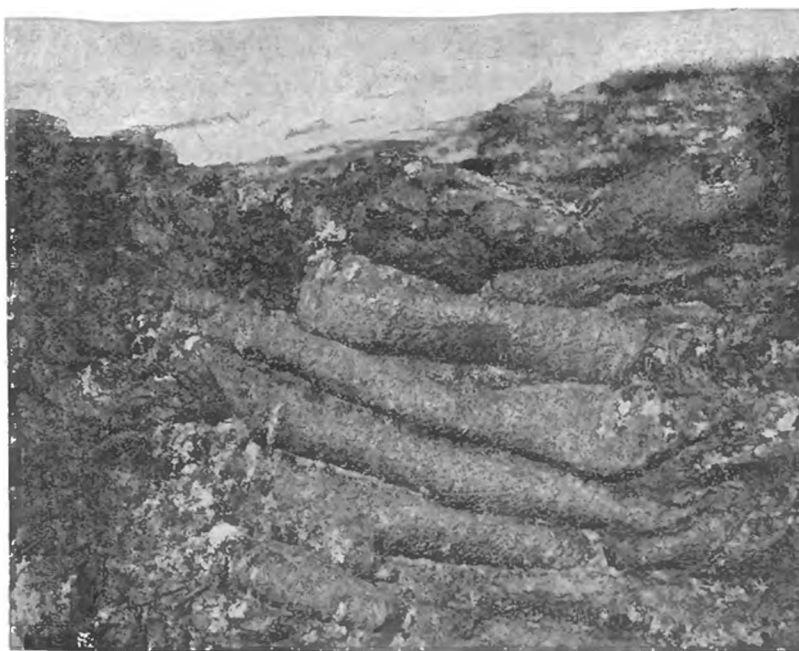
Таким вулканом оказался Толбачик.

Вулкан Толбачик. По своей форме он представляет широтно вытянутый хребет с наиболее высокой остроконечной западной частью и плоской куполообразной восточной (фиг. 1). До наших исследований генезис вулкана трактовался как кальдера, достигающая в поперечнике 16 км. При наблюдениях с северного и южного склонов за падением слоистых толщ лав вулканического массива приходится ясно видеть, что здесь мы имеем дело с двумя слившимися вулканическими горами, притом генетически различными. В связи с этим встает и необходимость дополнительных

¹ Harold Simmons Booth a. C. V. Herrmann, Journ. amer. Chem. Soc., 58, 63—66 (1936).



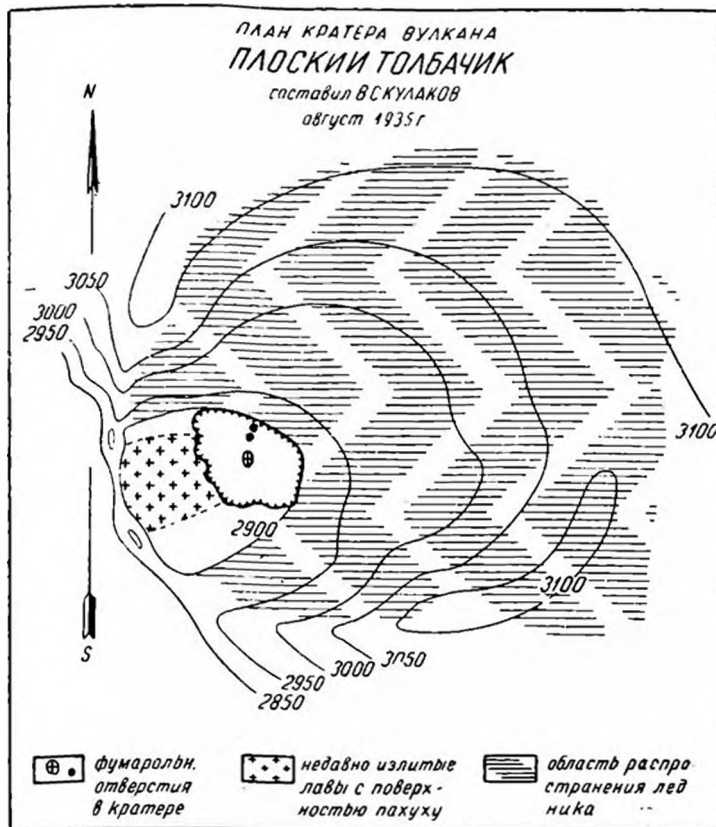
Фиг. 1. Общий вид вулкана Толбачик с северо-востока. Слева Плоский Толбачик, справа Острый Толбачик. Май 1935 г., фот. В. Кулакова.



Фиг. 2. Лавы пахуху с южного подножия вулкана Плоский Толбачик. Май 1935 г., фот. В. Кулакова.

178 названий к вулкану Толбачик. Наиболее рациональными будут, конечно, названия, связанные с морфологическими данными гор: Острый Толбачик и Плоский Толбачик.

Под Острым Толбачиком мы будем понимать западную (фиг. 1) конусовидную недейтельную часть массива с овальной, вечно белоснежной вершиной, достигающей высоты



Фиг. 3.

3730 м. В обрывах юговосточной части горы прекрасно видно строение вулкана, характерное для центрального типа, а конусовидная форма горы дополняет этот взгляд.

В создании современного вида горы среди других агентов физического выветривания большую роль играл лед. Глубокие барранкосы, обаянные экскарации, лучеобразно разрезают подножие массива. Благодаря этому Острый Толбачик морфологически становится похож на вулканы: Вилючик, Опалу и другие представители звездчатого типа вулканических гор Камчатки.

Иначе выгладит Плоский Толбачик (3100 м *ад*). Внешне он напоминает купол (фиг. 1) с сравнительно плоской вершиной, достигающей в поперечнике 2.5—3 км. Склоны горы не превышают 25° наклона.

Вершина вулкана в плане напоминает пятиугольник.

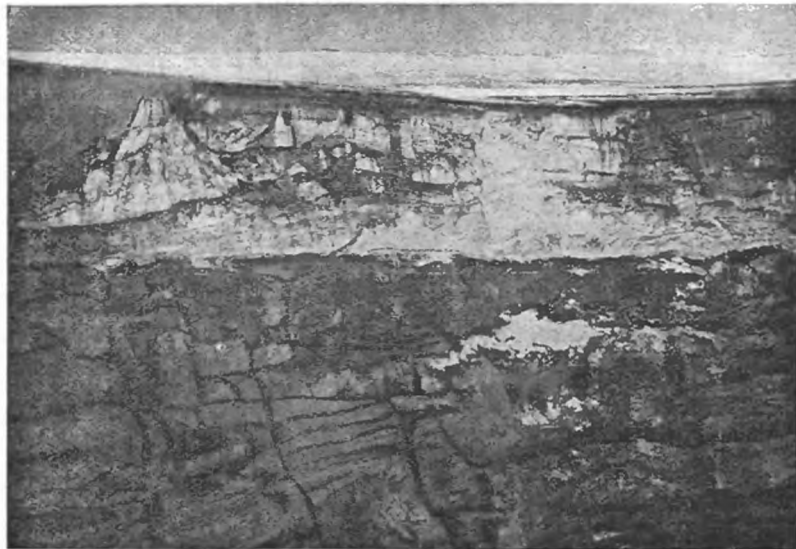
Большая сторона — восточная — вытянута меридионально. Вся плоская вершина, исключая небольшой участок у кратера, занята льдом и фирном. По склонам вулкана довольно много врезов, но они значительно моложе барранкосов Острого Толбачика. В бортах врезов можно видеть чередование весьма тонких потоков базальтовых лав. Вскры-

тые эрозией поверхности потоков местами принадлежат типу пахуху.

У подножия горы с югозападной и северо-восточной сторон можно видеть многочисленные паразитные конусы и даже небольшие линейно-вытянутые массивчики, давшие



Фиг. 4. Лавы с поверхностью пахухуу кратера вулкана Плоский Толбачик. Август 1935 г., фот. В. Кулакова.



Фиг. 5. Северная стенка кратера Плоского Толбачика. Вверху лед с прослойками песка и пепла. Август 1935 г., фот. В. Кулакова.



Фиг. 6. Северо-восточная стенка кратера, видно слоистое строение стенок в северо-западном углу. Август 1935 г., фот. В. Кулакова.

120 потоки и, вероятно, значительные фонтаны лав. Потоки лав с этих склонов распространились до подножий вулканов: Плоского Дальнего, Безымянной и Малой Удиной и даже до берегов р. Камчатки, покрыв собою более 100 кв. км. Поверхности потоков представлены двумя типами: *aa* и *пахуху*. Своим своеобразным видом, конечно, привлекает поверхность *пахуху*. Это настоящая кожа или корка потока (фиг. 2). Будучи собрана

в самые разнообразные формы, она невольно останавливает взгляд. Здесь можно видеть различные формы складок, сборок, наплывов, больших и малых гирлянд, и различные виды ряби и волнистости. Лава в таких потоках обычно сильно стекловатая, несет крупную пористость, вытянутую по течению. Среди поверхностей потоков Плоского Толбачика преобладает тип *aa*. Эта бесконечно разбитая и разломанная поверхность создается в резуль-

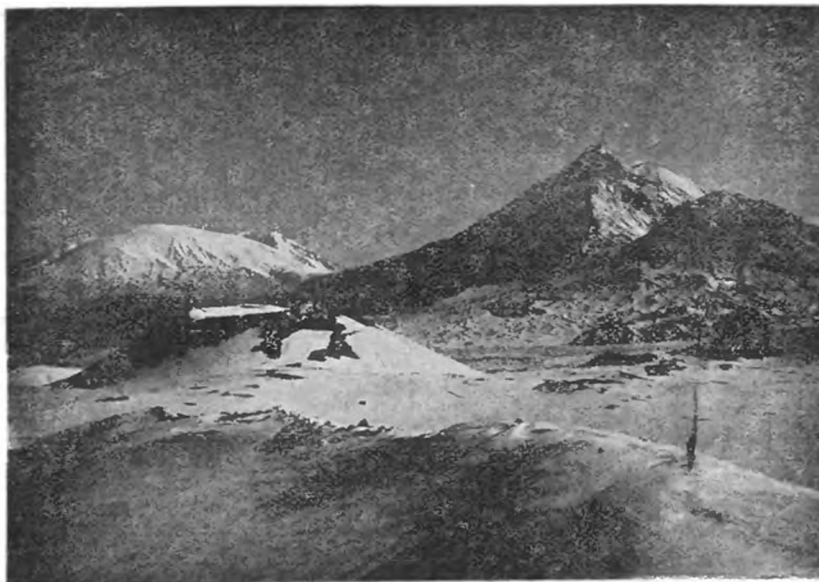


Фиг. 7. Вид главного отверстия в кратере Плоского Толбачика. В верхнем правом углу два малых. Вид с южного края. Август 1935 г., фот. В. Кулакова.

тате как раскола, так и насыпания выбрасываемого материала при деятельности источника. Отличие *aa* от *пахуху* не только наружное, но и внутреннее. Глыбы *aa* производят впечатление более кристаллической породы с беспорядочно расположенными мелкими порами газовых пузырьков.

В выбросах недавних извержений по склону вулкана были встречены прекрасные пластинчатые формы кристаллов плагиоклаза и тонкие прямые, реже завитые, стеклянные нити — волосы Пеле. По плоской вершине обращали на себя внимание крупные кристаллы двойникованных плагиоклазов, а также бомбы как пустотелые, так и с вспененной внутренней частью. На поверхности пустот наблюдались ирризирующая металлически блестящая пленка и случаи присутствия волос Пеле. Экземпляры таких бомб поражали нас своей хрупкостью.

Кратер. Достигающая почти 3 км в поперечнике плоская вершина вулкана наклонена под углом в 5° к востоку. Судя по переклиналному залеганию лав по краям, можно предполагать о существовании кратера, занимавшего всю плоскую пятиугольную по форме вершину. Современный действующий кратер находится с западной стороны вершины в небольшом понижении, достигающем 1350 м в поперечнике. Это понижение, было, вероятно, такое кратером, но теперь в большей части заполнено льдом (фиг. 3). И только с южной стороны у края современного кратера мы встречаем участок лав *пахуху* (фиг. 4). Лавы излиты несколько лет назад, и местами можно замерить температуры в 60° С. Поверхность *пахуху*,



Фиг. 8. Общий вид на группу вулканов Ключевского дола с юга. Слева Дальный Плоский, справа Безымянный Камень, за ним едва видна вершина Ключевского. На переднем плане паразитический конус. Май 1935 г., фот. В. Кулакова.

благодаря крупным кристаллам плагиоклаза в породе, приобрела чешуйчатый вид. Под верхней коркой можно видеть свисающие вниз своеобразные натеки лавы.

Рыхлый материал недавних экспозиций почти совершенно закрыл дневную поверхность некоторых участков потока.

Приближаясь к овалу по форме, действующий кратер вытянут в восточно-юговосточном — западно-северозападном направлении при наибольшей длине в 350 м. От западной кромки плоской вершины кратер отстоит в 200 м. По форме кромка кратера распадается на две части: северо-восточную — овальную и югозападную — зубчатую. Овальность кромки, вероятно, зависит от слоя льда, толщиной в 20 м лежащего над кромкой. Лед по мере движения обрушивается в кратер, спаиваясь вновь на дне. Все стенки кратера отвесно обрываются вниз, являя прекрасный пример провальных кратеров-колодцев. Стенки слагаются из чередования тонких лавовых потоков и несут следы стояния лавы (фиг. 5 и 6). Глубина кратера превышала 150 м. На дне, прилегающая к стенкам, имеются осыпи и лед. Через этот лед в трех местах поднимался дым с резким запахом SO_2 . Из них главное отверстие (фиг. 7) не превышало в поперечнике 20 м. Два малых отверстия располагались севернее центрального и не всегда дымили.

Как видно из описания, Плоский Толбачик имеет много черт, характерных для щитовидного типа вулканов. Здесь мы видим те же типы поверхности *aa* и *лаху* при незначительной мощности потоков и их большом распространении в пространстве. Здесь так же, как и на Гавайях, встречались случаи фонтанирования лавы, о чем свидетельствуют волосы Пеле, встречаемые на склонах. Сам кратер — провального типа с тонкослойными отвесными стенками, только размерами отличается хотя бы от Галемаумау.

Обилие паразитных кратеров по склонам, с расположением их по определенным разломам и переход некоторых извержений по разломам почти в трещинные, также сближает его с щитовидными вулканами.

Единственным недостатком Плоского Толбачика является большой угол наклона склонов. Но и этому факту имеется объяснение. Ведь на Камчатке другие физико-географические условия. Лед и снег играют здесь большую роль. И, конечно, их деятельности надо приписать увеличение угла наклона склонов. Следует принять во внимание также длительность процесса эрозии. Плоский Толбачик, Ключевская и Шивелуч в результате исследований 1935 г. оказались сидящими на одном общем разломе. И, разумеется, формирование данных вулканических гор должно быть одновременным и, вероятно, по генезису общим в первых фазах. Начало же формирования Шивелуча надо отнести к плиоцену, а может быть, и раньше. Из других камчатских вулканов, судя по внешнему виду, должны принадлежать к Гавайскому типу вулканы Дальний и Ближний Плоский.

В заключение считаю долгом принести искреннюю благодарность акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессингу и П. И. Лебедеву за ряд ценных указаний, сделанных при составлении настоящего очерка.

В. С. Кулаков.

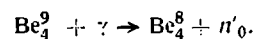
Геохимия

Содержание гелия в бериллиевых минералах. Как известно, альфа-активные минералы содержат включенный в них гелий, образующийся из выбрасываемых этими минералами альфа-частиц; по содержанию гелия можно судить о возрасте горных пород, включающих эти минералы. Однако достаточно давно было обнаружено, что имеются минералы, хотя и содержащие в своем составе гелий, но нерадиоактивные; к числу таких минералов принадлежат, между прочим, бериллиевые минералы (среди них сам бериллий). Эти минералы, как оказывается, содержат значительно меньше включенного гелия, чем радиоактивные; но, что интереснее всего, количество гелия хотя, в общем, возрастает с геологическим возрастом минерала, но сильно колеблется, при одном и том же возрасте, для разных бериллиевых минералов.

Приводим таблицу содержания гелия (в куб. миллиметрах на 1 г минерала) по Рэлею.

	Архейская эпоха	Палеозойская эпоха	Мезозойская эпоха	Третичная эпоха
Среднее . .	6.98	1.47	0.157	0.0758
Максимум .	77.6	16.8	2.27	0.384

Отсюда следует, что гелий накапливается в этих минералах от какого-то внешнего воздействия на минералы, в разных случаях различного. Но сущность дела была до самого последнего времени неясна. Лишь теперь вопрос разъяснился на основании новейших достижений в области физики атомного ядра. Szilard и Chalmers недавно открыли, что гамма-лучи радия способны выбивать из бериллия нейтроны согласно уравнению:



В связи с этим Отто Ган (O. Hanf) выдвинул предположение, что продукт этой ядерной реакции Be_4^8 не может существовать самостоятельно и немедленно распадается на два атома гелия: $Be_4^8 \rightarrow 2He_2^4$. Таким образом, объяснение содержания гелия в неактивных бериллиевых минералах сводится по О. Гану к следующему: эти минералы подвергаются бомбардировке со стороны гамма-лучей, излучаемых соседними радиоактивными минералами, и, так как количество этих активных излучателей могло быть в разных случаях различным, то поэтому у разных бериллиевых минералов одного воз-