

ОТЧЕТНЫЙ ДОКЛАД

О НАУЧНЫХ РАБОТАХ И РЕЗУЛЬТАТАХ КАМЧАТСКОЙ ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР В 1946-1948 г.г. <sup>х/</sup>

Работа Вулканологической станции АН СССР, проводилась под руководством академика А.Н.Заварицкого научными сотрудниками, разделившими всю работу следующим образом. А.А.Меняйлов, помимо организации работ станции, работал в области вулканологии и в частности динамической вулканологии; С.И.Набоко занималась минералогией; Н.Е.Соколов - сейсмологией /отчасти геологией/; Л.А.Башарина - химией; лаборанты: Н.Д.Табаков - химией и конструированием аппаратуры, С.В.Попов - большую часть времени помогал Соколову, и в течении двух лет овладел методом работы сейсмической станции и в настоящее время обслуживает ее самостоятельно, В.П.Энман - выполняла вспомогательные лабораторные и чертежные работы. Хозяйственной и финансовой частью ведал Пом.Нач.станции Б.В.Энман, который создавал условия для научной работы и руководил строительством. На станции имелось несколько рабочих для экспедиционной, хозяйственной и строительных работ.

Все научные и научно-технические сотрудники участвовали в непрерывных наблюдениях за деятельностью вулканов, как на станции, так и в экспедициях.

Нашей группой в период 1946-1948г.г. сделаны следующие основные работы:

х/ Доклад на Ученом Совете Лаборатории Вулканологии Академии Наук СССР 18 декабря 1948г.

1. Завезена из Москвы аппаратура для Сейсмической станции. Аппаратура была получена не в хорошем состоянии и потребовались большие усилия для того, чтобы ее установить и пустить в ход. С января 1947г. начала работать оптическая регистрация, а с марта 1947г. - механическая. Слабым местом была служба времени. Однако, после ремонта некоторые конструктивные дополнения были пущены электрические часы системы Буланже, которые стали давать отметку времени. По заключению специалистов Геофизического Института, последние сейсмограммы землетрясений механической регистрации - хорошие, а оптической - отражают ряд недостатков /например, коллиматоры имеют слабый свет/. После получения от Геофизического Института инструктивного письма недостатки, вероятно, будут устранены.

Установка сейсмической станции была для нас новым и наиболее трудным делом и поэтому, по видимому, более всего она имеет недостатков.

За время службы сейсмической станции записано 21 землетрясение, из них 8 вулканических /с эпицентрами в районе вулканов: Ключевского и Шивелуча/ и 13 тектонических. Несмотря на неудовлетворяющие требованиям Геофизического института сейсмограммы, работа сейсмологической станции в с. Ключи дала возможность выделить вулканические землетрясения, характеризующие состояние вулканических очагов в период покоя и извержения, определить направление /вертикальных или горизонтальных/ толчков и отметить относительно сейсмическое спокойствие во время вулканической активности 1946/48г.г. на Камчатке.

2. Наблюдения за вулканами проводились непрерывно со станции, с помощью завезенных нами труб с 20-ти кратным увеличением. Это улучшило способы наблюдения и дало возможность фиксировать такие важные детали извержения, как рост купола Суеличь, выбросы раскаленных туч и их продвижение по склонам, которые раньше упускались. Однако без выезда на вулкан и с трубами этого мы никак не могли опознать даже в ясную погоду /вспомним первые дни пребывания на станции группы специалистов ничего не заметивших на вулкане Шивелуч в то время, когда там происходили интересные явления оригинального извержения. Их не замечали и в прошлые годы /ни исследователи, ни население/. В особенности, если учесть, что на Камчатке большая часть времени стоит пасмурная погода и вулканы бывают закрыты тучами, тогда станет ясным насколько необходимы выезды на вулкан и даже жизнь на вулкане. Пребывание: на вулкане, жизнь на нем в палатке и в особенности зимой /пример, в январе 1947г./ весьма трудны. Для облегчения работ, в особенности связанных с восхождением на высокие вулканы /например, Толбачик, Ключевской/, и создания улучшенных условий для исследования извержений и деятельности вулканов служат высокогорные домики. Во время приезда на Камчатку аэровулканонологической экспедиции акад. А.Н.Заварицкий предложил построить несколько домиков. За отчетный период нами было установлено четыре домика и оборудована одна юрта /расположение/. Наиболее часто посещался домик на Шивелуче, расположенный на высоте 2000 метров. Все сотрудники по очереди побывали в этом домике около 20 раз.

Летом 1947г. в нем жили около 2-х месяцев, подменяя друг друга. Там была установлена полевая химическая лаборатория /с прибором ОРС"а/, в которой Л.А.Башарина, Н.Д. Та-

баков и С.И.Набоко делали анализы в день взятия проб газов и возгонов. Самоотверженная работа была проделана для выяснения типов извержения, некоторым из нас едва не стоившая жизни и здоровья /на Толбачике, Ключевском и Шивелуче/.

Как на частные результаты анализа пробы у места ее взятия, можно указать определение двуокиси углерода в возгонах, которая впоследствии улетучивалась и в пробах после хранения не фиксировалась; определение повышенного содержания в пробах сернистого газа, который потом окислялся до сероводорода, установление устойчивого состояния закисного железа в сульфатах и, наоборот, неустойчивого в хлоридах.

Анализы газов и возгонов были организованы и в домике на склоне Ключевского вулкана у кратеров Заварицкого и Апахоичича. Жизнь и работа в домике, особенно на Шивелуче, была очень тяжелой и опасной и более двух недель непрерывного нахождения там вынести никто не мог. Частые грохот и от обвалов и скатывания агломератовых потоков, особенно ночью, волновали, беспокоили и даже ужасали нас. От том, как там было рискованно находиться, может служить тот факт, что одним из самых больших извержений домик был все же снесен. После этого второй домик был установлен в более безопасном месте - несколько выше и дальше от центра извержения. Установка домиков на таких высотах представляет большие трудности и здесь необходимо отметить упорство и смелость наших старых рабочих.

Домики вблизи центров извержения и на склонах вулканов сыграли при наших исследованиях огромную положительную роль и надоть только приветствовать и продолжать их дальнейшее строительство и установку.

3. Исследования минералов сублиматов в полевых лабораторных условиях дали специфическое направление работам С.И. Набоко. В условиях Камчатской станции определено около 60 минералов, намечено зональное ихотложение, пять типов изменения пород под влиянием вулканических газов различного состава.

4. Исследование газов проводилось Л.А. Башариной на уровне современных знаний. Завезена и установлена газовая аппаратура - прибор Т.И. для общего анализа газа, прибор, конструкции Даниловой для определения фтора, прибор для прямого определения воды в сульфатах и другие. За отчетный период в Лаборатории станции произведено 84 анализов газа, 9 - фтора, 10 - воды, 7 - сублиматов.

Проведение анализа вскоре после взятия пробы имеет свои результаты, укажем хотя бы на один из них. Количество фтора в свежих лавах Шивелуча оказалось больше, чем в лавах Ключевского вулкана, из которых он легче эксгалируется и образует самостоятельные фтористые минералы.

5. На fumarолах вулканов была проведена первая попытка определения отдельных компонентов газовой смеси экспресс методом.

Н.Д. Табакову удалось применить при изучении газов fumarол сконструированный им ранее термоиндикатор на окись углерода. В результате непосредственно на fumarолах Шивелуча и Ключевского вулкана в продолжении и пяти минут производилось определение количества окиси углерода. Было проведено до 60 анализов этого компонента и намечены некоторые закономерности его поведения, например, устойчивое его содержание в газах, независимое от метеорологических усло-

вий и активности вулкана Шивелуча.

6. Кроме указанных основных тем был произведен целый ряд дополнительных работ, например, анализ некоторых термальных и холодных вод источников нашего района /для Лесокомбината/ и сбор выпаренных солей для дальнейшего определения и характеристики насыщенности этих вод некоторыми элементами. Так же был проведен отбор и предварительное оптическое исследование породообразующих минералов четвертичных лав - пироксенов, оливинов, амфиболов и деолитов.

Как на предварительные результаты можно указать, например, определение, что зеленая обыкновенная и бурая т.н. базальтическая роговые обманки Шивелуча отличаются только количеством воды и формой железа и характеризуют условия своего образования. При прокаливании зеленой роговой обманки в Лаборатории станции, она превратилась в бурую с аналогичными с природной бурой свойствами.

7. Геологические работы проводились А.А.Меняйловым, С.И.Набоко и Н.Е.Соколовым северо-восточнее Шивелуча в районе Радугинского и Кумрочного хребтов и Камчатского мыса. В Радугинском хребте обнаружено широкое распространение андезитовых куполов и лакколлитов, в Кумрочном хребте найдена фауна, определение которой, возможно, поможет установить возраст вулканогенной толщи, обнаружены небольшие серпентинитовые и передотитовые тела. В районе Камчатского мыса обследована ультраосновная интрузия, выяснены ее расположение и петрографический состав; проведены геологические и петрографические маршруты в район горячих источников в Двухюртинских и Эссо.

Но самое главное в нашей тематике - характеристика современных вулканических явлений, происходивших на Ключевском, Толбачике и Шивелуче.

### Ключевской вулкан.

Ключевской вулкан после извержения 1945г. проявил свою активность в октябре 1946 г. прорывом нового побочного кратера, названного нами Апахончич, недалеко от побочных кратеров группы Юбилейного, образовавшихся только за год перед ним. Образование нового побочного вулкана произошло без предупредительных землетрясений и не сопровождалось каким-либо повышением активности вершинного кратера. Несмотря на неблагоприятное время - конец октября, когда не установился зимний путь, нашим сотрудникам все же удалось попасть к новому вулкану на десятый день, комбинируя летний и зимний транспорт.

Апахончич прорвался на восточном склоне Ключевскоого вулкана, на высоте 1600 м и является почти единственным на таком высоком уровне. За десять дней конус его вырос на 100 м, а лавовый поток вытянулся вниз на восемь километров. Деятельность его в первые дни его жизни была очень похожей на деятельность предыдущих, например, прорвавшегося в 1938г. Билюкая и наблюдаемого нами в то время. Точно так же одновременно происходили взрывы в основном жерле, сопровождавшиеся выбросом вверх столба раскаленных шлаков и бомб и изливание лавы из выхода, находящегося в основании конуса. В отличие от кратера 1938г., который извергал газ и кратера 1945г.

- период активности Апахончича был очень кратковременным и когда к нему приехали спустя полтора месяца, его кратер уже

был совершенно спокойным и только продолжалось продвижение застывающего потока. Спустя 7 месяцев Апахончич находился в

таком же состоянии, как и Туйла, которая образовалась 17 лет тому назад. Вторым отличием было почти полное отсутствие процесса сублиматообразования.

Апахончич затух, но наблюдения за ним стали проводиться с тем же полугодовым интервалом, как и на Туйле, Билюкае и Юбилейном.

Характер деятельности всех четырех групп побочных вулканов заключался в следующем:

Побочные кратеры находились в слабой фумарольной активности. В августе 1948г. температура кратерных фумарол была:

на Туйле	/прорыв в 1932г./	-	300°
на Билюкае	" 1938г.	-	105°
на Заварицкого	" 1945г.	-	220°
на Апахончиче	" 1946г.	-	186°

В этом году, как и в течении двух последних лет наблюдалось неуклонное понижение температуры их:  
в кратере 1932г. температура упала на 140°,  
в кратере 1938г. " " " 60°,  
в кратере 1946г. " "почти на 1000°, а  
в кратерах 1945г. оставалась почти постоянной. К настоящему времени в самом старом кратере, образовавшемся 16лет тому назад, сохранилась наивысшая температура /300°/, а в самом молодом, образовавшемся менее двух лет тому назад, почти самая низкая /180°/.

Фумаролный газ во всех кратерах имеет близкий состав однако, наблюдается уменьшение содержания хлористого водорода и окиси углерода, в зависимости от возраста кратеров.



Ключевской вулкан. Вершинный кратер Ключевского вулкана в продолжении 1946-1948г. находился в слабой фумарольной деятельности. В августе 1948г. при подъеме на него были констатированы два небольших взрыва в верхней части западной трещины, сопровождавшиеся грохотом выбросом пепла, выделяющийся газ из фумарол на краю кратера в большей своей части состоит из паров воды / в ампуле сконденсировалось много воды / и относится к группе серы, поскольку в сублиматах преобладают растворимые сульфаты алюминия и железа. Температура фумарол на кромке кратера 82°.

Вулкан Толбачик. Летом 1948 года был посещен нами кратер Толбачика и выяснен характер извержения 1947 года. В кратере были видны: главная трещина меридионального направления / 10° СВ / и ответвляющиеся от нее трещины широтного направления. Трещины парят, а температура не превышает 100°С.

На склонах вулкана рыхлый материал был расположен в зависимости от веса его: вблизи кратера лапилли представляющие сростки крупных кристаллов плагиоклаза, дальше только пластинки его и еще дальше лапилли легкого базальтового шлака и, наконец, пепел. Вид кратера изменился со времени посещения его Влодавцем и Попковым. В 1948г. верхний кратер находился в состоянии непрерывного парения. Побочный кратер 1939/40гг. почти совершенно затух: потоки лав и конус холодные и только после дождя можно было видеть пар выходящий в месте расположения жерла.

Таким образом, удалось выяснить, что: 1 / извержение 1947г. вулкана Толбачика было взрывным / вулканского типа /; 2 / на основании достоверных сведений о последних трех извержениях / 1932, 1939/40, 1947г.г. / удалось судить о перио-

личности его извержений, соответствующей 7-8 годам и следование их через 1-2 года после извержений Ключевского вулкана; 3/поскольку извержение в 1947г. осталось не замеченным населением, постольку и предыдущие извержения оставались также неизвестными, между тем как они могли происходить с такой же периодичностью и тем же самым характером.

Кизимен. Этот вулкан весь год находился в непрерывной фумарольной деятельности, которая характеризовалась действием фумарол на северо-западном склоне. Кроме того, наблюдалось слабое парение из трещин, расположенных в нижней части на северо-восточном склоне. Однако, в сентябре 1947г. в районе Кизимена наблюдались следующие сейсмические явления: 8 сентября в 16 часов на склоне вулкана и в палатках на горячих ключах, находящихся в 5-6 км, слышали грохот. В тот же день в 23ч.15 мин. произошло землетрясение: спящие в палатках на горячих были разбужены 2-3-мя подземными толчками, вслед за тем они встали с постелей и выбежали из палаток. Подвешенные предметы раскачивались в направлении перпендикулярном к линии Ключевская-Кизимен. 10 сентября в 2ч. 20м. спящие вновь были разбужены еще более сильными четырьмя подземными толчками прежнего направления. В 5ч. 40м. подобные толчки повторились, но с меньшей силой. Всем толчкам предшествовали грохоты вулкана. За сотню километров жители Среднекамчатска землетрясений этих не ощущали. 10-го с рассветом, да и в другое время, никакого усиления фумарол не наблюдалось, ни темного дыма, ни освещения, ни, наконец, пульсаций паров не было. Жители Среднекамчатска рассказывают, что в 1946г. и в предыдущие годы усиления активности вулкана Кизимен не наблюдалось.

Таким образом, вулкан Кизимен в 1946г. все время находил-

ся в фумарольной деятельности, однако, в сентябре в его районе произошли землетрясения силою до 5 балл, с толчками поперечными к направлению Кизимен-Ключевская, главному тектоническому направлению Камчатки. Они сопровождались раскатами грохота, вероятно, от подземных взрывов в вулканическом очаге или подвижкам по линиям сдвига.

Вулкан Шивелуч в продолжении нашей зимовки находился все время в активном состоянии. За его деятельностью проводились систематические наблюдения и этому вулкану было уделено много внимания, вследствие его своеобразного типа извержения, впервые изучавшегося на Камчатке. Характер извержения Шивелуча, можно сказать, почти совершенно не был известен: извержения его в 1854, 1882, 1897, 1926-30 г.г. описаны слабо и даже неверно и если бы в наше время не было работ нашей станции из-за большой удаленности его /50 км/ от с. Ключей и Камак/- это извержение не было бы известно, кроме как несколько выбросов пепла.

Если извержения Ключевской и Толбачика уже хорошо изучены и описаны, то извержения Шивелуча с такой подробностью не были известны.

Извержение началось в конце 1944 года и продолжается до сего времени. Вначале, по данным Б.И. Пийпа, оно заключалось в редких вертикальных выбросах пепла и песка из воронки вытянутой в широтного направления и выделения паров воды. Позднее, по нашим данным, на поверхности южного склона вулкана, в его кальдере, сформировался новый купол андезитовых лав. Рост его сопровождался частыми /через 10-15 мин/ лавинами раскаленных брекчий "раскаленными тучами лавин" и более редкими выбросами из трещин стелящихся

раскаленных туч пепла/похожих на "пелейские тучи направленного взрыва"/. Протяжение туч от 100 м до 3500 метров. Рост купола, помимо его общего вздымания, в среднем 0.5 м в сутки, заключался в дифференциальном выдвигании обелисков в различных частях широтной трещинной инъекции. Обелиски достигали 100 метров высоты, выдвигаясь с наибольшей скоростью - 2 м в час. Наиболее интенсивные экструзивные процессы были в период от августа 1946 г. до июля 1947 г. Раскаленные стелящиеся тучи все это время увеличивались как по силе, так и по размерам. В это же время было выжато наибольшее количество раскаленной лавы - около 100 мл. куб. метров, в то время, как наибольший поток 24.VII.1947 г. изверг около 1 мл. куб. м пепла. Температура раскаленной лавы достигала 900-950°С / по пирометру/, а температура раскаленных туч пепла, в всяком случае, не выше лав. Ночью раскаленные тучи освещались более интенсивным цветом каления крупных глыб лавы, чем цвет каления собственно пепловых масс. Раскаленность выжимающихся лавовых масс наблюдалась в продолжении 2-х лет.

Раскаленные стелящиеся тучи вырывались из трещин купола и состояли главным образом из мельчайшего пепла /см таблицу механического состава/ розового цвета, обусловленного окисленными роговой обманкой и стеклом. При своем движении по долинам и низким местам они сметали громадные глыбы до 10 м в поперечнике, а сбоку отлагали или оставляли валы отсортированных обломков наподобие боковой морены. Скорость туч достигала 1000 метров в секунду. Раскаленные тучи и свежие лавы содержали и выделяли газы хлористые, сернистые, углекислые и пары воды. Отложения лавин и туч представляют собой местами слои пепла и брекчий, причем ближе к куполу наиболее мощные /до 60 метров/ отложения показывают в своем

составе преобладание брекчий над пеплом, а дальше от купола, наоборот, пепла над обломками. В удаленных и доступных наблюдению местах песчаные и аггломератовые отложения уже размываются, местами же они проявляют свойство цементироваться и образовывать туф. На отложенных горячих песчаных потоках /имевших температуру 200° С образовывались вторичные фумаролы.

На Шивелуче имелись фумарольные сольфатарные и мофетные поля также характеризующие его деятельность в этот период.

С появлением в 1947г. на куполе кратера обрушения появились неинтенсивные вертикальные выбросы пепла. Рост купола стал медленным, а раскаленные стелящиеся тучи редкими.

Сейсмические явления на этом вулкане в период извержения были редки. Всего 4 землетрясения за два года.

Землетрясение 24мая1948г., зарегистрированное Ключевской сейсмической станцией - в момент взрыва на Шивелуче свидетельствует о большой глубине взрыва. Более часты были землетрясения на склонах вулкана, и, наконец, сотрясения и гул были слышны непрерывно /через 2 минуты/ в юго-западной части купола у его подножия.

Петрография. В новых лавах погружен в большом количестве /до 20%/ обломки вмещающих пород и гомогенные включения диоритов, роговообманковых и пироксеновых сегрегаций.

Особенность лав купола последнего извержения в отличие от предыдущих извержений является: малое содержание моноклинного и, в особенности, ромбического и почти полное отсутствие оливина и кристобалита. Ранние продукты кристаллизации богаты первыми тремя минералами. В шлифах

видны следы превращения оливина и пироксена в роговую обманку. Почти полное превращение их обусловлено, конечно, медленным продвижением экструзивного тела к дневной поверхности, во время которого совершается кристаллизация и реакционные взаимопереходы.

Механизм извержения вулкана Шивелуч 1944/48 г.г. рисуется в следующем виде.

К настоящему времени магма глубокого - на глубине 6 км - вулканического очага Шивелуч находится на той стадии эволюции, которая характерна низкой /900-950°С/ температурой и такими количествами относительно трудно или медленно выделяющихся газов, которые придают ей значительную вязкость и обеспечивают ей лишь медленный подъем на дневную поверхность. Ее состояние на глубине находится на границе отвердевания, часть лавы обладает еще пластическими свойствами, являясь как бы смазкой на краях выдвигающихся обелисков. Поднимающаяся лава обламывает или срезает обломки окружающих пород и они погружаются в лаву. Но на дневной поверхности лава уже не течет, а обламывается. Сейчас подъем магмы зависит от силы и энергии кристаллизуемой лавы, от значительного выделения газов и, следовательно, от возникающего газового импульса, а также от изостатического равновесия между пластической магмой и твердой оболочкой вмещающих пород. Постепенность и медленность выживания лав обусловлены большой вязкостью магмы, а форму раскаленных стелящихся туч обуславливает купол закупоривающий жерло и само-

*взрывание заключенных в лаве газов.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом в течении 1946-1948г.г. происходили извержения трех северных вулканов Камчатки: Ключевского Толбачика и Шивелуча. У Ключевского вулкана наблюдались излияния жидкой базальтовой лавы и вертикальные выбросы рыхлого материала из открытого жерл; у Толбачика также вертикальные выбросы рыхлого материала из открытого жерла. У Шивелуча извержение заключалось в выжимании купола вязкой андезитовой лавы из широтной трещины, а из закупоренного /закрытого/ жерла через трещины в куполе происходили выбросы раскаленных стелящихся туч пепла.

В заключение необходимо высказать пожелания, которые должны быть реализованы при обработке наших материалов. Необходимо описать деятельность Ключевского, Толбачика и Шивелуча и сопоставить столь различные их типы вулканических извержений, привести в надлежащий вид монографическое описание пелейского извержения Шивелуча, изученного с редкой детальностью.

В изучении продуктов извержений - применить новейшие методики и привлечь к этому заинтересованные научные учреждения и исследователей.

Пожелать, чтобы в контакте с Геофизическим Институтом усовершенствовать аппаратуру Камчатской сейсмической станции /в частности завезти вертикальные сейсмографы и новейшую аппаратуру.

Послать квалифицированного сейсмолога на Камчатку и усовершенствовать имеющихся специалистов.

Начать строительство домов станций в Ключах для последующей их транспортировки в Петропавловск и другие пункты Камчатки.

Научными сотрудниками уже написано несколько статей /более 10/ для Бюллетеня, но важно в Лаборатории под руководством высококвалифицированных специалистов, здесь присутствующих, и с их помощью, а также при дружной поддержке коллектива Лаборатории и эффективной деловой критике дать научные работы, которые бы обогатили русскую вулканологию.



## СПИСОК НАПИСАННЫХ РАБОТ

1. С.И.Набоко и Л.А. Башарина - Ферроалуноген - минерал возгонов вулкана Шивелуч.
2. Л.А.Башарина - Вулканические газообразные продукты Шивелу-ча и Ключевской сопки,
3. Н.Е.Соколов - Сейсмическая активность Камчатки в 1946-47гг.
4. Н.Д.Табаков - Окись углерода в газах вулкана Шивелуч,определенная с помощью термоиндикатора.
5. Н.Я.Соколов - Двухюртинские горячие ключи.
6. А.А.Меняйлов - На вершине извергающегося купола Суелич. 7. С.И.Набоко - Состояние побочных кратеров Ключевского вулкана в 1946-48г.г.
8. А.А.Меняйлов. Состояние вулкана Толбачик в 1946-48 гг.

9. А.А.Меняйлов - Динамика и механизм извержения Шивелуча.
10. А.А.Меняйлов - Характер деятельности вулканов Камчатки в 1946-48г.г. /Ключевского, Толбачика и Шивелуча/
11. С.И.Набоко - Состояние фумарольной активности побочных кратеров Ключевского вулкана в период 1946-1947гг.
12. С.И.Набоко - Сублиматы вулкана Шивелуч.
13. М.Г.Васьковский - Вулканы Камчатки - предвестники погоды.
14. М.Г.Васьковский - К метеорологическим наблюдениям кратера действующего вулкана Шивелуч.
15. А.А.Меняйлов - Состояние Ключевского вулкана в 1946-48 г.г.