

Б. И. ПИИП

МАРШРУТНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ЮГЕ КАМЧАТКИ

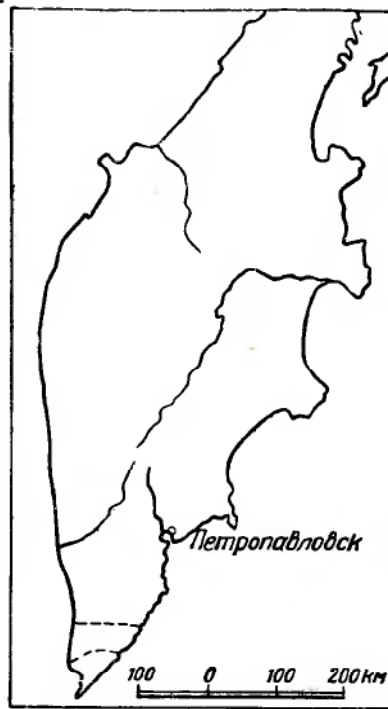
ВВЕДЕНИЕ

Южный геологический отряд Камчатской экспедиции Академии Наук СССР в составе 4 человек: начальника отряда геолога Б. И. Пийп, его помощника геолога А. И. Морозова, проводника и одного рабочего летом 1937 г. работал на юге полуострова в районе рр. Озерная, Инканош, Голыгина и Ходутка. Целью работы было составление маршрутной геологической карты масштаба 1 : 200 000 вдоль упомянутых рек.

Отряд начал работу из села Запорожское 7-го августа и закончил работу выходом в село Отрадное 12 октября. Отсюда по западному берегу Камчатки, через Большерецк, Апачу и Начики (уже без производства геологических наблюдений), был сделан переход в Петропавловск — место посадки на пароход.

Описываемый район до наших исследований в отдельных участках изучался геологически несколько раз, но результаты этих наблюдений до сих пор не опубликованы. Впервые маршрутные геологические наблюдения производились здесь геологическим отрядом С. А. Конради (экспедиция Географического общества), работавшим лето и осень 1908 г. Отряд передвигался на вельботе: в районе всего восточного побережья, западного берега от Лопатки до Озерной, до р. Озерной и на Курильском озере, а зимою 1910 г. на собаках (фиг. 1) — в центральной горной области (Конради, 1925; Кель, 1925 и 1928).

Некоторые сведения по географии и геологии района (преимущественно о вулканах) сообщаются Е. Hulten (1923), ботаником шведской



Фиг. 1. Местоположение исследованного района.

экспедиции, путешествовавшим по южной Камчатке в 1920—1922 гг.; им опубликована карта южной Камчатки и небольшая статья — пояснение к ней. В 1931—1932 гг. специальные поисковые работы на пемзу и другие полезные ископаемые по заданию Акционерного Камчатского общества (АКО) производила экспедиция Дальневосточного геологического треста (Н. И. Лазаренко). В 1934 г. экспедицией Центрального научно-исследовательского геолого-разведочного института (Д. К. Александровым) по поручению Камчатского Областного совета профессиональных союзов изучались горячие источники Озерновские и Паужетские и была составлена схематическая геологическая карта района источников. В 1936 г. здесь же на западном побережье поисками строительных материалов занималась экспедиция Народного Комиссариата пищевой промышленности (Б. А. Паскин).

Ввиду того, что некоторые участки района наших пересечений не могли быть посещены нами, мы воспользовались необработанными материалами других экспедиций. Для характеристики зоны восточного побережья были использованы коллекции и этикетки (дневники отсутствовали) экспедиции АКО, работавшей в 1932 г. в районе вулканов: Ходутки, Ксудаца и Желтовского, и частично коллекции и дневники экспедиции Географического общества в 1908—1910 гг. (С. А. Конради). Материалы последней позволили нам кое-чем дополнить характеристику и тех мест района, которые в общем были затронуты нашими наблюдениями. Кроме того, в нашем распоряжении было еще несколько образцов из долины р. Голыгины, переданных нам Б. А. Паскиным (экспедиция Наркомпищепрома).

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Рельеф. В устройстве поверхности этой горной страны характерны 4 типа возвышенностей: 1) плосковерхие горы, 2) горные равнины — плато, 3) вулканические горы и 4) сильно расчлененные островерхие горы.

Область плосковерхих гор протягивается из центральной части страны до западного побережья ее. Это или уединенные массивы, или сочлененные группы их в виде отдельных сравнительно коротких хребтов. Плоские поверхности гор почти везде наклонены на запад; восточные склоны их обычно крутые, а западные, постепенно переходящие в вершину, пологие (фиг. 2 и 3).

Горы эти, достигающие высоты 800—1200 м над ур. м., большей частью представляют, повидимому, поднятые глыбы разбитого трещинами древнего лавового покрова.

Горные равнины¹ распространены в центральной водораздельной части района. Располагаются они, повидимому, на опустившихся участках древнего лавового покрова, которые впоследствии были залиты лавами и засыпаны рыхлым материалом новейших вулканических выбросов. Высоты этих плато не превышают 400—500 м над ур. м. Покрывают они или тундрой, или березовыми лесами, вследствие чего езда на лошадях здесь относительно легкая.

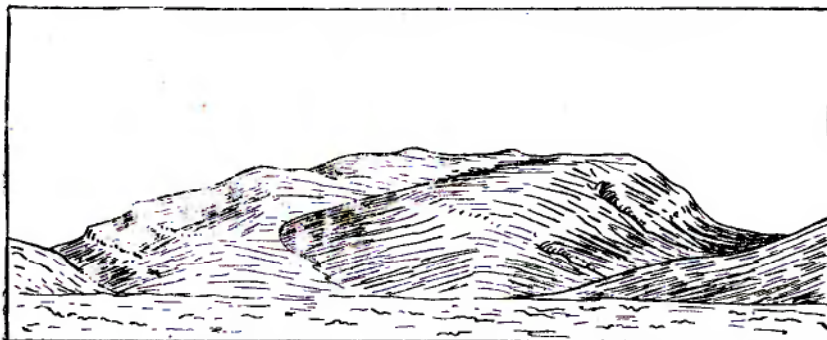
Современные вулканические горы, разнообразные по форме (см. раздел четвертичных лав, стр. 99), располагаются на горных равнинах, т. е. на опущенных участках покрова древних лав. Высоты их колеблются от 1000 до 2000 м над ур. м.

Массивы расчлененных гор приурочены исключительно к узкой зоне

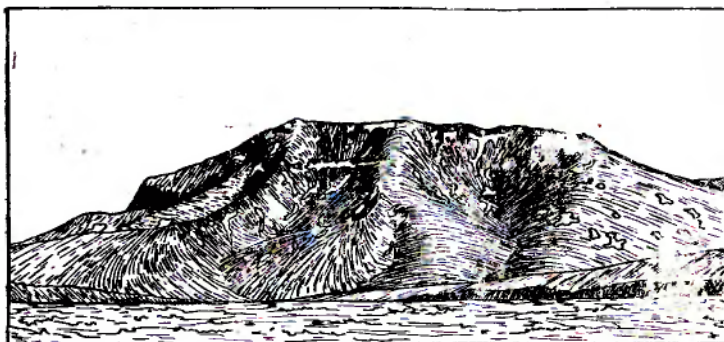
¹ Местные жители называют их «долами», например, «Желтовский дол», «Ключевский дол» и т. п.

восточного побережья полуострова, где выступают тонкослоистые вулканогенные толщи, легко размываемые и сильно перебитые сбросами.

Около устья р. Озерной и далее к югу до мыса Сивучего по берегу моря развиты высокие морские террасы (до 25 м абс. высоты). Начиная примерно от села Явино появляется известная западно-камчатская тундровая низменность, постепенно расширяющаяся отсюда к северу. Небольшого протяжения тундровые низменности имеются кое-где и на восточном побережье (в устьях больших рек).



Фиг. 2. Тип плосковерхих слоисто-лавовых гор. Гора Широкая. Вид с запада.



Фиг. 3. Гора Широкая. Вид с востока от Паужетских горячих ключей.

Реки и озера. Возвышенности перечисленных типов дренируются многочисленными горными реками. Наиболее крупными среди них являются: Озерная, вытекающая из Курильского озера и впадающая в Охотское море, р. Гольгина, впадающая в то же море и берущая начало недалеко от Курильского озера, и р. Ходутка, впадающая в океан. Русла их обычно изобилуют перекатами и, нередко, небольшими водопадами (фиг. 4). В эти реки впадают многочисленные притоки, образующие в целом сложную водную сеть, которая, в общем, отражает имеющуюся здесь систему разломов.

Долины рек, впадающих в Охотское море, обычно хорошо разработаны. Тальвеги их сравнительно широки, террасы многочисленны. Склоны часто пологи и мягких очертаний. Русла в верховьях обычно глубоко врезаны в террасы (Озерная до 10 м, Гольгина до 25 м), а в нижнем течении относительная высота террас небольшая. Реки восточного побе-

режья, вследствие асимметрии главного водораздельного поднятия (смещено к востоку), более короткие и стремительные. Здесь они часто пропиливают узкие каньоны в лавах или в рыхлых вулканических отложениях.

Наиболее крупным водоемом, впадина которого имеет, вероятно, тектоническое происхождение, является известное Курильское озеро (Крохин



Фиг. 4. Водопад в верхнем течении р. Гольгины. Выход базальта со столбчатой отдельностью.

и Крогиус, 1937; Конради, 1909). Размеры его примерно 12×8 км. Менее крупными озерами являются: озеро Гольгинское, или Кужетн, озера вулкана Ксудач площадью до 2×4 км и ряд других более мелких.

Для Курильского озера характерно развитие большого числа террас, которых здесь можно насчитать не менее семи. Верхние террасы достигают высоты примерно 100 и 150 м над уровнем озера. Сложены они все из перемытых пемз и пеплов. Повидимому, эти же озерные террасы протягиваются вниз по р. Озерной на расстояние до 20 км — до устьев речек Паужетки и Каюка, — где заполняют широкое котловинообразное расширение долины Озерной. Вероятно раньше — в период эксплозии пемз и пеплов (деятельность Дикого Гребня) — Курильское озеро захватывало гораздо большую область, чем теперь; понижение уровня воды в нем и уменьшение его размеров могло быть обусловлено теми же тектоническими причинами, которые создали озеро (см. карту).

Другие озера района представляют или вулканические образования (кратерные озера вулкана Ксудач), или подпруженные родниковые водоемы (Голыгинское озеро и ряд других более мелких).

Оледенение. Здесь, на юге, мы не заметили таких ясных повсеместно наблюдаемых признаков бывшего оледенения, как в более северных районах полуострова. Нам кажется, однако, что из этого нельзя заключить, что здесь ледники были менее развиты, чем севернее. Скорее можно предполагать, что следы оледенения здесь были замаскированы позднейшей вулканической деятельностью (отложения выбросов в доли-



Фиг. 5. Караван в пути. На прошлогоднем снежнике в сентябре месяце.

нах рек) и не прекратившимися до настоящего времени тектоническими передвижками горных масс.

Можно отметить, что мы наблюдали характерные троговые долины только у рч. Восточной и Кужетн, да подозрительные, напоминающие моренные образования холмы против Нижне-Голыгинских горячих ключей.

Возможно, что небольшие современные ледники имеются на вулканах Кошелева и Желтовском.

Условия работы. Район работ оказался весьма труднопроходимым; гораздо более трудным, чем остальные части полуострова, лежащие к северу отсюда. Трудности выражались в том, что часто, иногда в продолжение нескольких дней, приходилось прорубаться через густые, почти повсеместно здесь распространенные, девственные заросли кедровых и ольховых кустарников и тратить много времени на проводку каравана лошадей через бесчисленные в ряде мест крутые глубокие овраги, размытые в отложениях рыхлого вулканического материала (фиг. 5 и 6). Зачастую на преодоление отдельных мест пути тратились все силы отряда, и тем самым сокращалось время для геологической работы. В двух же случаях отряд вынужден был отказаться от намеченного маршрута ввиду невозможных условий передвижения (мертвая пемзовая равнина между вулканами Ксудач и Ходутка и бесчисленные овраги и густые заросли ольховника в вершине р. Инканюш).

Летом местные жители в глубину района никогда не ездят: он посещается только зимой на собаках, когда все кустарники скрыты под мощным покровом снега.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Общая характеристика. Исследованный район представляет собой ярко выраженную вулканическую область. За исключением ограниченных участков четвертичных осадочных отложений, вся площадь здесь сложена вулканическими породами. Последние по способу залегания легко разделяются на две возрастные группы: на древние и новейшие лавы.

Формация древних лав

Распространение и состав. Толща древних вулканических пород слагает почти все видимые слоисто-лавовые горы района. В вскрытых нижних частях она состоит из обломочного материала, туфобрекчий и туфоконгломератов, чередующихся с подчиненными по количеству прослоями лав. В верхних горизонтах на большей части площади района получают исключительное преобладание сами лавы. Характерен свежий (кайнотипный) облик всех пород формации. По составу лавы являются чаще всего обычными для Камчатки двупироксеновыми андезитами, реже дацитами и базальтами. Последние иногда хорошо раскристаллизованы, что наводит на мысль о гипабиссальном залегании их. Дациты приурочены к верхам формации.

В зоне восточного побережья (в районе бухты Ходутки) верхним лавовым слоям формации, повидимому, фациально отвечает серия туфов, вулканических конгломератов, туфогенных песчаников и сланцев (иногда с прослоями лигнитов), содержащих кое-где обильную неогеновую фауну¹.

Залегание. Напластование пород, хорошо выраженное, совпадает с наклоном плоских вершин, слагаемых ими гор (на запад и северо-запад под углом до 15—20°). На восточном же побережье в развитых здесь слоистых туфовых отложениях наблюдается слабая складчатость северо-западного и северо-восточного простирания с углами падения до 25°.

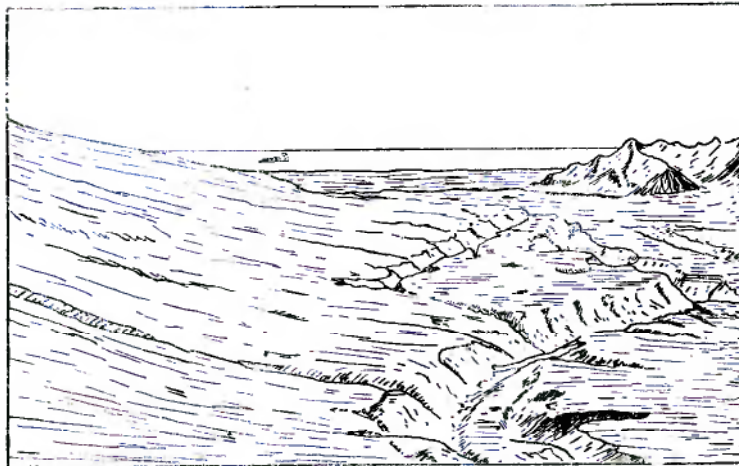
В породах признаков перемятости, сдавленности или уплотнения (литонности) не наблюдалось. Заметно измененными они бывают только там, где проходит зона разломов. Породы разбиты обычными трещинами отдельности, чаще всего грубо-полиэдрического, реже плитнякового и столбчатого (в базальтах) характера (фиг. 7 и 8).

Жилы и пластовые внедрения. Секущими жилами формация, повидимому, бедна. В области, где преимущественным развитием пользуются лавы, они встречаются очень редко (горы Желтовского дола); большое количество их было установлено в зоне восточного побережья. Чаще, повидимому, встречаются пластовые интрузии (базальты горы Столб, лавы в верховьях р. Голыгины и в нижнем течении р. Ходутки).

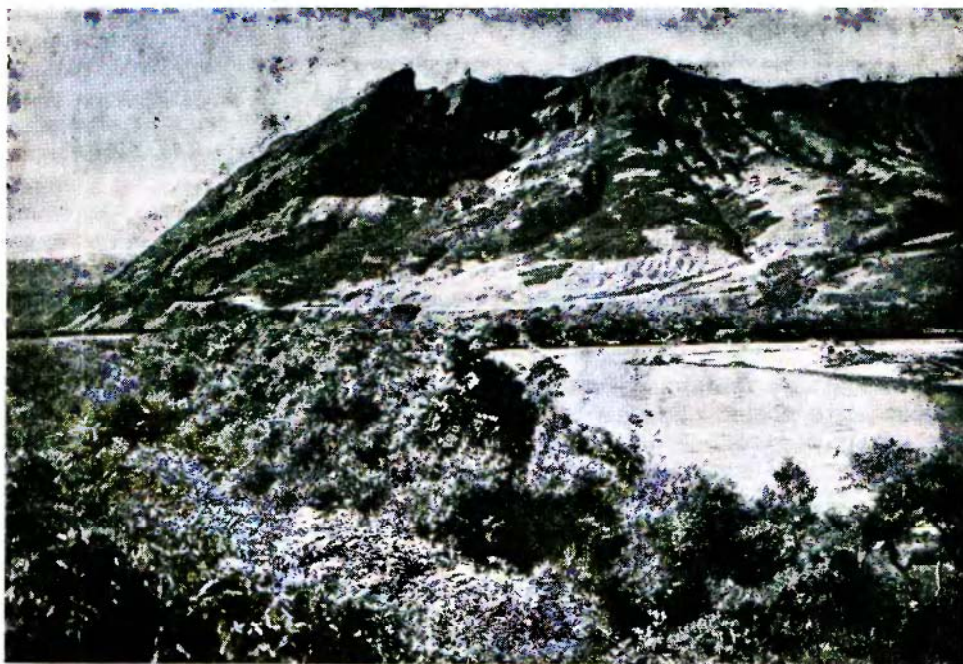
Нижняя и верхняя границы формации. Основания формации нам наблюдать не удалось. Повидимому, оно и не выходит на поверхность. На состав подстилающих толщ указывают только несколько косвенных фактов.

¹ На прилагаемой геологической карте топография и геология восточного побережья показаны схематично (по материалам геолого-разведочной экспедиции АКО в 1932 г.).

Среди материала эксплозивных выбросов вулканов Ильинского и Ксудача в большом количестве встречаются зеленокаменные породы и



Фиг. 6. Долина р. Инканюш. Вид с седловины между вулканами Желтовским (склон — слева) и Ильинским. Вдали — остров Уташут.



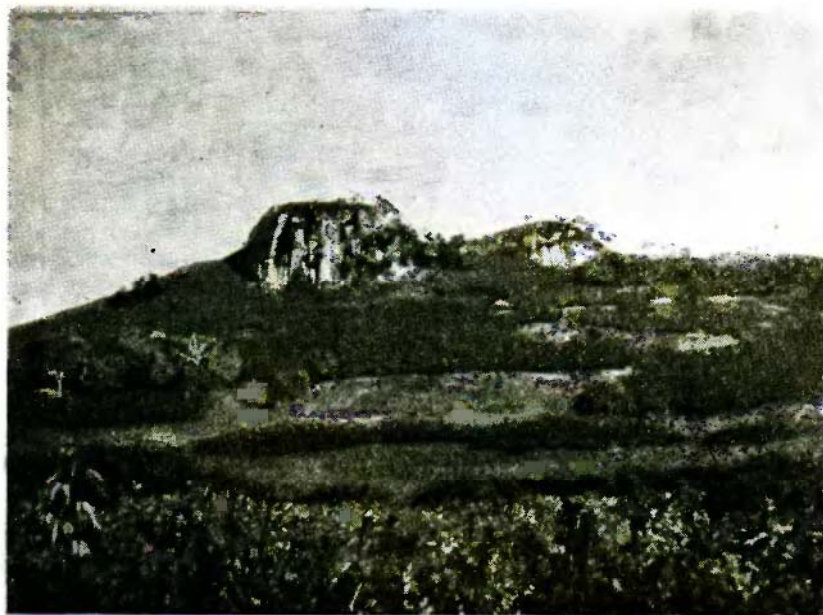
Фиг. 7. Выходы пород древней лавовой формации. Северная сторона «ворот» у долины р. Озерной.

Фото С. А. Конради.

диориты, т. е. тот комплекс пород, который типичен для предполагаемой верхнемезозойско—нижнетретичной вулканогенной зеленокаменной толщи, развитой во многих местах Камчатки к северу отсюда. Находки

этих пород в выбросах вулканов указывают, что толща их развита и здесь, но похоронена на глубине и, возможно, подстилает указанные древние лавы района.

Газы Нижне-Гольгинских терм и, отчасти, терм по р. Катаакия содержат значительные количества метана (54.5% в первых и 15% во вторых). Это указывает, что в основании древней лавовой формации на полосе западного берега примерно от мыса Сивучьего до Гольгинских гор



Фиг. 8. Базальт горы Столб (долина р. Гольгина).

залегает какая-то нормально-осадочная угленосная или битуминозная толща. Судя по предполагаемому возрасту формации древних лав и обнаженным в более северных частях западного побережья угленосным и битуминозным третичным осадочным толщам, вероятнее всего, что в основании древних лав здесь залегает одна из верхних свит нижне-третичных осадков.

Верхняя граница формации, повидимому, отвечает плоским вершинам слоисто-лавовых гор.

Мощность. Прямых данных о мощности формации у нас нет. Исходя только из косвенных соображений, мы оцениваем ее примерно в 1000—1200 м. Видимая мощность в центре района доходит до 700—800 м. К побережью Охотского моря мощность, повидимому, уменьшается.

Возраст. В области развития типичных пород формации мы не встретили органических остатков и, как нам кажется, вероятность нахождения их здесь весьма мала, так как многие данные указывают на то, что вулканическая деятельность, в результате которой была образована формация, происходила на суше. Фауна неогенового облика была найдена экспедицией АКО только в зоне восточного побережья, где развита уже иная фация. К сожалению, однако, коллекция этой фауны в настоящее время потеряна.

Исходя из ряда косвенных соображений, мы приходим к заключению, что возраст формации, по всей вероятности, неогеновый, и быть может, даже плиоценовый. Основания для такого предположения следующие: 1) значительные амплитуды поднятий и опусканий отдельных глыб существовавшего вулканического нагорья, сильный размыв последних и расположение мощных слоистых вулканов, частью уже потухших, на опущенных блоках этой формации, заставляют думать, что все это требовало очень длительного времени и могло совершиться только на протяжении всего четвертичного периода, 2) наличие следов бывшего оледенения, хотя бы и незначительных, указывает, что в эпохи четвертичного оледенения современные долины уже существовали, и 3) исключительная свежесть пород формации не позволяет отодвинуть время их образования далеко в глубь третичного времени.

Условия образования формации. В целом породы описываемой формации, повидимому, составляли некогда группу мощных лавовых покровов. Судя по внешнему виду лавовых пород, они изливались на земную поверхность. Признаков, указывающих на способ, каким могли быть эти лавы излиты на поверхность, выявить нам из-за бедности маршрутных наблюдений не удалось. Из рассмотрения общих петрографических особенностей толщи создается впечатление, что она, вероятнее всего, представляет образование так называемых plateau-eruption [Тиррель, 1935], т. е. могла возникнуть в результате наслоения лав в виде покровов и потоков, а само плато может рассматриваться как результат извержений из мощных теперь уже исчезнувших центральных вулканов.

Характер развитых в зоне восточного побережья кластических пород, в состав которых входят туфы, брекчии, туфогеновые песчаники (иногда с гипсовым цементом) и сланцы, чередующиеся с лавами и содержащие кое-где прослойки лигнитов и фауну, указывает, что здесь в эпоху вулканической деятельности существовали лагуны.

Разломы. Сплошная мощная кора описываемых вулканических пород в начале четвертичного периода, повидимому, была разбита многочисленными сбросами на ряд больших горных глыб, из которых одни были подняты, другие значительно опущены. Эти разломы в одних местах обнаруживаются непосредственно, а в других намечаются по многочисленным косвенным признакам. Непосредственно, в виде частых сбросов, они наблюдаются на восточном побережье, где пересекают в северо-восточном направлении слоистую толщу туфов и песчаников, хорошо проявляясь благодаря тонкой слоистости толщи.

В районе существенно лавовых отложений разломы непосредственно заметить трудно, но присутствие их здесь не менее очевидно. Наличие их доказывается формой и расположением плосковерхих слоисто-лавовых гор, характерной вытянутостью долин и линейным расположением горячих ключей и вулканических тел. Основываясь на этих прямых и косвенных признаках, можно выделить в районе две главные системы разломов: северо-восточную и северо-западную (см. карту).

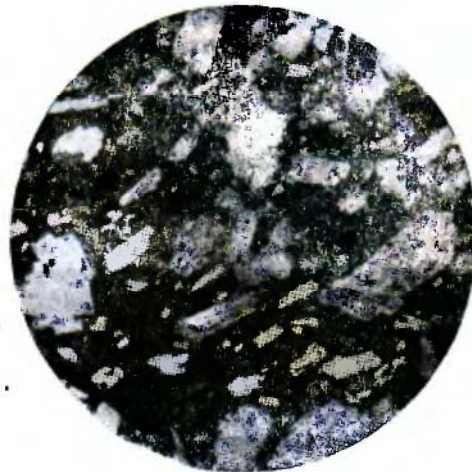
Состав пород. Наиболее распространенными породами формации являются андезиты. Реже, как мы говорили, встречаются базальты и еще реже дациты.

Андезиты макроскопически представляют довольно однообразные порфиновые породы с многочисленными фенокристаллами плагиоклаза и пироксенов в сероватой различных оттенков пористой основной массе. Однообразие этих пород лучше всего устанавливается под микроскопом. Здесь видно, что среди фенокристаллов неизменно преобладает свежий зональный лабрадор с 50—70% Ap , доходящий нередко до битовнита с 85% Ap (особенно в ядрах зональных кристаллов). Из цветных

минералов в порфириновых вкрапленниках обычны бледнозеленоватый клинопироксен изоморфного ряда, диоксид-клиноэнстатит-геденберgit и отчетливо плеохроирующий гиперстен с 40—50% молекулы FeSiO_3 . Последний в ряде образцов встречался обросшим (кристаллографически за-



Фиг. 9. Двупироксеновый андезит. Берег р. Озерной между фермой и устьем реки. Без анализатора; $\times 19$.



Фиг. 10. Двупироксеновый андезит (анализ). Долина р. Озерной, левый склон над горячими ключами. Без анализатора; $\times 19$.

кономерно) клинопироксеном. В породах, приближающихся по составу к андезито-базальтам, кроме этих минералов, нередко встречается еще оливин, но почти всегда сильно оплавленный. Реже наблюдается красно-бурая базальтическая роговая обманка, которая обычно бывает сильно опациitized или даже нацело диссоциированной до тонкого агрегата пироксена, магнетита и плагиоклаза. Почти всегда встречаются гломеропорфировые сростки упомянутых минералов. Из акцессорных минералов довольно часто присутствует апатит, характерный здесь своей буроватой или голубоватой помутелостью и иногда плеохроичностью; в некоторых образцах, подвергшихся естественному обжигу, этот апатит обнаруживает довольно резкий плеохроизм. Основная масса — чаще всего гиалопилитовой и, реже, пилотакситовой структуры. По мере уменьшения количества стекла и увеличения размеров и количества гранул клинопироксена и магнетита наблюдаются постепенные переходы структуры в интерсертальную. Стекло обычно свежее (бледнокоричневатое), реже оно девитрифицировано. В порах основной массы нередко встречаются тримит и, реже, кристобаллит (фиг. 9, 10).

Базальты по внешнему виду весьма напоминают андезиты, но встречаются различия и с типичным базальтовым габитусом: плотные, заметно раскристаллизованные и более тяжелые по весу. Под микроскопом можно различить три типа их: 1) фенокристаллы представлены почти исключительно одним плагиоклазом, имеющим состав битовнита (74—90% An), очень редко встречаются клинопироксен, гиперстен и магнетит; основная масса, светлая и богатая плагиоклазом, по структуре переходная от гиалопилитовой к интерсертальной; 2) в фенокристаллах хотя и преобладает плагиоклаз с 65—83% An, но цветных минералов, представленных оливином, клино-пироксеном (гиперстен отсутствует) и магнетитом, здесь

больше; основная масса — тонкая интерсертальная, фенокристаллы в ней резко обособлены; 3) хотя порфировая структура благодаря крупным фенокристаллам лабрадора с 60% Ap (в среднем) выражена тоже хорошо, но основная масса здесь более раскристаллизована; состоит она из довольно крупных зерен клинопироксена, лабрадора, оливина и маг-



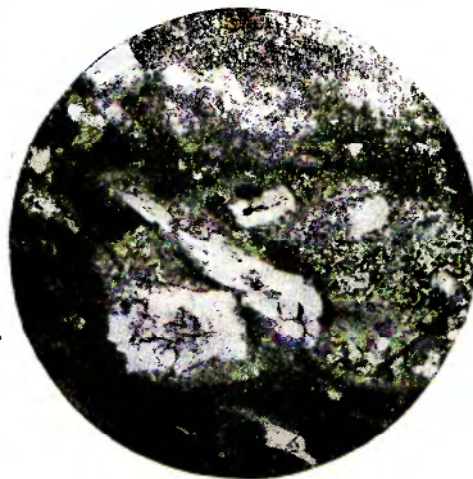
Фиг. 11. Базальт горы Столб. Без анализатора; $\times 19$.



Фиг. 12. Порфировый базальт. Среднее течение р. Паужетки. Без анализатора; $\times 19$.

нетита, а также небольшого количества бурого или темнокоричневого стекла; характерно отсутствие зональности в плагиоклазе и наличие большого количества рудного вещества (фиг. 11, 12).

Дацинты представляют серые или розовато-серые порфировые породы с небольшим количеством фенокристаллов плагиоклаза и цветного минерала. Весьма характерен для них грубокомковатый излом и иногда хорошо выраженная флюидальная полосчатость. Под микроскопом видны фенокристаллы лабрадора с 50—65% Ap, зеленой или бурой базальтической роговой обманки, гиперстена и клинопироксена, погруженные в богатую стеклом основную массу. В образцах, где имеется роговая обманка, пироксенов мало и из них чаще всего наблюдается гиперстен. В подчиненном количестве встречается магнетит и «запыленный» слабо плеохроирующий апатит. Нередко наблюдаются гломеропорфировые сростки и микроскопические гомеогенные включения плезоморфной структуры. Основная масса или стекловатая, слегка девитрифицированная, содержащая умеренное количество лонгулитовых кристаллитов, или, наоборот,



Фиг. 13. Дацинт горы Детинка. В освещенных линзах крупные микролиты плагиоклаза, стекло и тридимит. Без анализатора; $\times 19$.

богатая микронолитами, скапливающимися в извилистые флюидалные потоки. В основной массе в линзах между флюидалными потоками микронолитов довольно часто встречается тримит (фиг. 13).

Вторичные изменения во всех этих породах выражены вообще слабо. Большой частью породы свежие. Процессами разложения бывают задеты: основная масса, пироксены (чаще гиперстен) и оливин. По ним обычно развиваются хлорит или желтовато-зеленое хлоритоподобное вещество с агрегационной поляризацией и карбонат (кальцит?). Реже наблюдаются вторичные: кварц (в основной массе), халцедон, бурое палагонитоподобное вещество и серпентин (по оливину и гиперстену).

Среди кластических пород естественно наиболее развиты туфы и брекчи. Большой частью это агломератовые туфы андезитового состава. Обычно они сильно разложены, но встречаются и довольно свежие, с неизмененным еще вулканическим стеклом. В зоне восточного побережья, кроме нормальных туфов, значительным развитием пользуются еще туфогеновые песчаники с обычным для них туфогеновым или глинистым цементом и реже с гипсом (мыс Ходутка).

Тонкообломочные алевритовые и пелитовые породы, также значительно развитые в слоистых отложениях восточного побережья, имеют обычно состав глинистых пород; иногда они или заметно карбонатизированы, или окремнены (халцедон и опал). Среди них же кое-где встречаются и диатомовые сланцы (бухта Ходжелайка).

Химический состав лав. Три наиболее типичных образца пород из разных горизонтов формации были анализированы. Результаты анализов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав типичных пород формации древних лав

Компоненты	Базальт. Долина р. Гольгины, гора Столб		Андезито-базальт Левый склон р. Озерной		Дацит р. Гольгины	
	%	Мол. кол.	%	Мол. кол.	%	Мол. кол.
SiO ₂	51.18	853	54.85	914	67.15	1119
TiO ₂	1.67	20	0.83	10	0.55	7
Al ₂ O ₃	16.54	162	17.95	175	16.08	158
Fe ₂ O ₃	2.45	15	4.15	26	2.77	18
FeO	9.36	130	4.68	65	1.24	17
MnO	0.17	2	0.15	2	0.11	1
MgO	3.97	98	3.61	90	1.12	27
CaO	9.46	169	7.46	133	3.90	70
Na ₂ O	2.12	34	2.07	33	4.65	75
K ₂ O	0.96	10	1.92	20	0.96	10
H ₂ O ⁺	1.47	81	1.44	79	0.82	45
H ₂ O ⁻	0.59	—	0.82	—	0.35	—
P ₂ O ₅	0.02	—	0.10	1	0.14	1
	99.96		100.03		99.84	

Химическая характеристика по А. Н. Заварицкому

a = 6.4	c' = 16	a = 7.9	c' = 5	a = 11.8	
c = 8.4	f' = 51	c = 8.8	f' = 53	c = 4.8	f' = 62
b = 22.6	m' = 33	b = 16.0	m' = 42	b = 5.9	m' = 33
s = 62.6		s = 67.3		s = 77.5	a' = 5
Q = +4.0	φ = 10	Q = +10.0	φ = 24	Q = +26.6	φ = 42
	n = 75		n = 63		n = 87

Химическая характеристика по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу

RO	2.52	1.69	1.13
R ₂ O ₃	1	1	1
SiO ₂	4.82	4.54	6.36
R ₂ O: RO	1: 8.93	1: 5.30	1: 1.31
α	1.74	1.93	3.08

Аналитик В. Е. Кутейников.

Из анализов и их пересчетов видно, что породы в общем близки к нормальным представителям известково-щелочных лав: базальтам, пироксеновым андезитам и дацитам.

Первый анализ относится к базальту, по сравнению с другими широко распространенному (третий тип базальта в нашем описании); систематическое положение его хорошо определяется пересчетом. Второй анализ отвечает часто встречающемуся представителю пироксеновых андезитов; по магматической формуле порода определяется как андезито-базальт, а по числовой характеристике А. Н. Заварицкого точка ее на диаграмме средних составов пород ближе всего ложится к точке среднего габбро-диорита. Третий анализ относится к образцу наиболее кислой породы формации; по пересчетам анализа порода хорошо определяется как дацит.

Из типов Озанна (Заварицкий, 1933) первый близок к диабазу Launceston, второй к андезиту Saba, а третий в довольно грубом приближении к кварцевому латиту Trout Creek.

В общем для основных пород и здесь сохраняется то характерное преобладание полевошпатовой извести над щелочами ($c > a$), которое было отмечено А. Н. Заварицким (1931) для многих лав Камчатки.

Формация четвертичных лав

Расположение вулканов. Новейшие вулканические явления четвертичного времени в районе возобновились уже после того, как покровы древних лав были разломаны на глыбы и опущены или подчяты. Новые вулканические центры, повидимому, локализовались уже на иных местах, вероятнее всего, в зонах пересечения возникших сбросовых трещин и притом в тех участках района, где произошли наибольшие площадные опускания старого лавового покрова, т. е. в области современного водораздельного поднятия.

Морфология вулканических тел. По морфологическим и генетическим особенностям вулканы нашего района распадаются на такие группы: простые конические стратовулканы (сопки: Ильинская и Сахач), сложные (типа сомма-Везувий) конические вулканы (сопки: Кошелева и Желтовская), низкие щитовидные вулканические горы с колоссальными кратерными впадинами (вулкан Ксудач) и, наконец, вулканические куполы, образованные выпираниями вязких лав (вулкан Дикий Гребень).

К числу простых насыпных конусов следует отнести еще невысокие (до 100 м относительной высоты) шлаковые конусы — одноактные вулканические эмбрионы. Начиная от западных истоков р. Ходутки к северу, они появляются и приобретают большое развитие. Единичные шлаковые конусы встречаются и в зоне западной прибрежно-морской низменности у подножья гор, например, около села Явино, а также к востоку и северо-востоку от села Голыгино.

Высоты вулканов колеблются от 1000 до 2000 м над ур. м. Действующими считаются вулканы: Ильинский (фиг. 14), Желтовский, Кошелева (фиг. 15) и Ксудач.



Фиг. 14. Вулкан Ильинский и пемзовые террасы Курильского озера. Слева на переднем плане «Кутхины Батты».



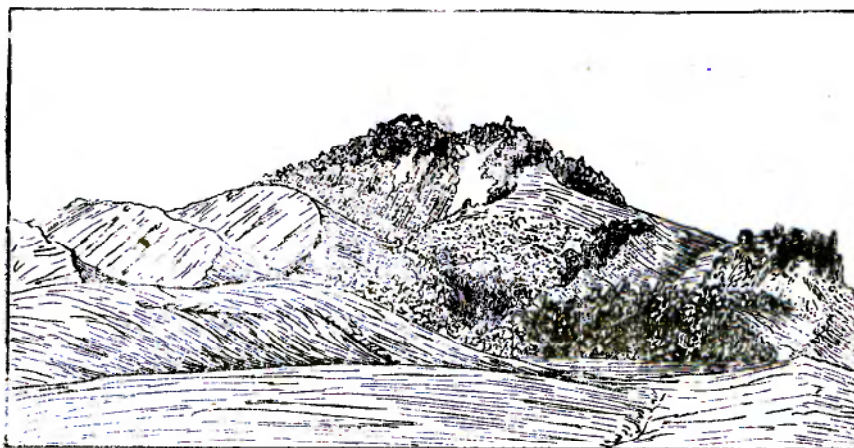
Фиг. 15. Вулкан Кошелева. Вид от Паужетских горячих ключей.

Формы вулканической активности и состав лав. В окрестностях Курильского озера первые извержения начались эксплозиями риолитового материала в виде пемз, лапилли и пеплов; из них с течением времени возникли разнообразные риолитовые туфы. Местом извержений, повидимому, была впадина Курильского озера или, вероятнее, те разломы, которыми до того было образовано само озеро (во время начала извержения озеро, повидимому, уже существовало, причем

102

в границах более широких, чем теперь). За эксплозиями следовали выпирания вязких риолитовых и дацитовых лав, которые создали в озере острова и воздвигали в соседстве громадный купол Дикого Гребня.

Такого же состава лавами и такого же характера деятельностью начались, повидимому, извержения сопки Кошелевой, судя по тому, что морское побережье к югу от устья Озерной местами сложено из риолитовых туфов, явно более молодых, чем уходящие к подножью вулкана горы, сложенные из пород древней лавовой формации. Аналогичная картина, быть может, наблюдается и в некоторых других вулканах района, но данных об этом у нас нет.



Фиг. 16. Вулкан Дикий Гребень. Вид с холмов около истока р. Озерной.

Базальты изливал вулкан Сахач, а дациты выжимались в вулкане Дикий Гребень. Остальные вулканы в преобладающей массе доставляли, повидимому, только андезитовые лавы.

Характер деятельности большинства вулканов был, очевидно, эксплозивно-эффузивным, т. е. сильные вулканические взрывы чередовались с излияниями относительно вязких лав. В этом отношении резко от других отличается вулкан Ксудач, который в докальдерную фазу своего существования, повидимому, весьма спокойно изливал довольно жидкие лавы. Только в одном этом вулкане, повидимому, существовали лавовые потоки волнистого типа в отличие от широко распространенных в других вулканах потоков глыбового типа.

Шлаковые конусы, действовавшие относительно очень недавно, доставили на поверхность исключительно только оливковые базальты в виде лавовых потоков или рыхлых шлаков.

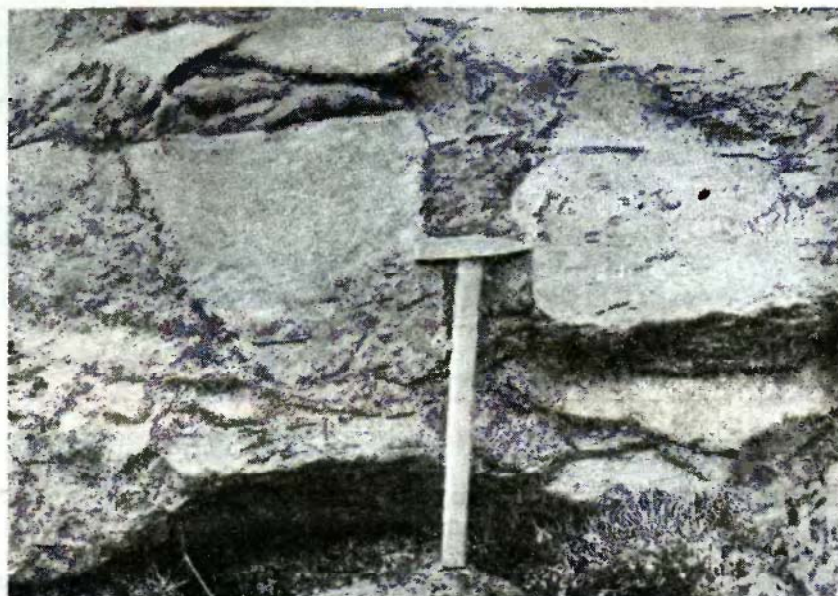
Ниже мы опишем вкратце несколько вулканов, которые нам удалось непосредственно осмотреть.

Вулкан Дикий Гребень расположен на западном берегу Курильского озера у истока р. Озерной, где он в виде высокой скалистой пирамидальной горы уединенно выступает среди широкого поля хаотически нагроможденных лав. Высота его над ур. м. 1050 м, а над поверхностью Курильского озера около 900 м (фиг. 16).

По форме и строению эта гора непохожа на слоистый вулканический конус. На склонах ее широко развиты осыпи, которые в виде мантии окружают скалистую вершину. Из под осыпей то там, то здесь выступают мощные желваки лав, которые ближе к вершине сливаются в сплошной лавовый монолит.

Весьма характерно для этих лавовых масс отсутствие в них каких бы то ни было следов слоистости (истечения по склону), как это наблюдается всюду в окрестных вулканах.

Лавы Дикого Гребня по внешнему виду и микроскопическим особенностям заметно отличаются от лав соседних вулканов. Здесь весьма характерны серые крупнопорфировые дациты, которые в теле вулкана всегда переполнены крупными гомеогенными включениями. Последние благодаря своей тонкозернистой структуре и величине (до 0.5—1 м в поперечнике) бросаются резко в глаза. В лавах окружающего лавового поля их почти нет, а если такие включения встречаются, то они очень мелкие.



Фиг. 17. Гомеогенные включения в лаве Дикого Гребня.

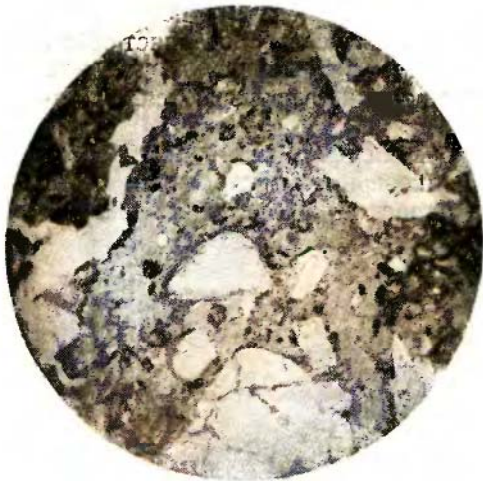
Самые же ранние лавы Дикого Гребня, обнажающиеся в руслах глубоких промоин на восточной стороне вулкана, судя по макро- и микроскопическим особенностям, представлены, повидимому, обычными двупироксеновыми андезитами с гиалопилитовой структурой.

Более низкие, чем вулкан, возвышенности, отходящие от него к Курильскому озеру, сложены также из крупнопорфировых дацитов, но местами сильно измененных фумаролами. Характерные формы этих возвышенностей, создающие впечатление сбросов, быть может, обусловлены просто размывом разложенных фумаролами пород.

Окружающее вулкан лавовое поле представляет хаотическое нагромождение лавовых потоков (глыбового типа), излившихся или из вулкана, или, частью, быть может, из самостоятельной трещины. Возможность существования таковой не исключена; в самой высокой радиальной (на северо-запад) к вулкану лавовой гряде встречаются довольно высокие лавовые пики, напоминающие выжатые из трещин массы лав.

Сам же вулкан, по крайней мере в современном его состоянии, представляет, повидимому, вулканический купол. Такое заключение неизбежно, если исходить из его формы, особенностей его лав и наличия

в последних многочисленных крупных гомеогенных включений. Появление его, вероятно, завершило ряд предшествовавших извержений, благодаря которым были доставлены лавы, окружающие в настоящее время вулкан.



Фиг. 18. Дациит Дикого Гребня. Без анализатора; $\times 19$.



Фиг. 19. Гомеогенное включение (1-й тип). Без анализатора; $\times 24$.



Фиг. 20. Гомеогенное включение (2-й тип). Без анализатора; $\times 24$.



Фиг. 21. Гомеогенное включение (3-й тип). Без анализатора; $\times 24$.

Лавы Дикого Гребня по внешнему виду довольно однообразны. Представляют они, как мы уже отмечали, серые крупнопорфировые породы с фенокристаллами (до 4 мм) полевого шпата, амфибола, пироксена и кварца. Последний наблюдается всюду в лавах окрестностей вулкана, тогда как в лавах самого купола мы его не наблюдали. Под микроскопом в стекловатой основной массе — фенокристаллы микротинного плагиоклаза, базальтической роговой обманки, кварца и, реже, гиперстена и магнетита. В качестве аксессуарного минерала обычен свое-

образный «запыленный» апатит с еле заметным плеохроизмом. Плагноклаз всюду зонален, с составом, колеблющимся от андезина с 36% Ап до лабрадора с 70% Ап. Чаще встречается состав с 55—60% Ап. Роговая обманка то буровато-зеленая, то опациitizedированная красно-бурая. Иногда она бывает нацело диссоциированной. По небольшому углу погасания и высокому двупреломлению она относится несомненно к базальтическим роговым обманкам. Основная масса представляет собой кислое бесцветное стекло, которое бывает или совершенно чистым, или умеренно переполнено кристаллитами. Изредка в нем встречаются микро-сферолиты (фиг. 18).

Весьма характерны гомеогенные включения (фиг. 17, 19, 20, 21). От вмещающих лав они отличаются своим тонкозернистым строением и более темносерой или кирпично-красной окраской. На стенках частых



Фиг. 22. Ильинская сопка. Вид с севера. Слева, на склоне вулкана, воронка взрыва; на переднем плане два мощных лавовых потока.

здесь пор можно заметить мелкие шаровидные кристаллики кристобалита. Под микроскопом устанавливается три типа этих включений: 1) губчатая или войлокообразная масса тонких призматических зерен плагноклаза с 65—95% Ап, опациitizedированной базальтической роговой обманки, клино- и ортопироксена, часто побуревших от обжига, и, реже, оливина и рудного минерала; весь этот агрегат склеен кристобалитом и в меньшем количестве стеклом; 2) структура подобная же, но кристаллы более крупных размеров; кроме упомянутых минералов, нередко встречается еще кварц; 3) структура приближается к панидиоморфнозернистой; минералы те же, но после плагноклаза вторым по количеству является клинопироксен. В зависимости от степени обжига эти включения имеют или серую, или коричнево-красную окраску.

По классификации А. Ласгоix все эти образования следует отнести к алломорфным гомеогенным включениям. Что же касается способа их образования, то весьма вероятным кажется объяснение Н. А. Vroouwer (1923), что эти включения могут представлять ранее выкристаллизовавшиеся в кровле очага порции магмы, которые впоследствии были захвачены поднимающейся лавой.

В табл. 2 приведены химические составы дацита и гомеогенного включения. Анализы и пересчеты показывают, что первый укладывается в рамки типичных дацитов, а второй — андезитов.

Из типов Озанна дацит близок к роговообманково-гиперстеновому андезиту Komló, а гомеогенное включение — к андезитовой пемзе Soufrière.

Таблица 2

Химический состав лав Дикого Гребня

Компоненты	Дациг Дикого Гребня		Гомогенное включение (I тип по описанию)	
	%	Мол. кол.	%	Мол. кол.
SiO ₂	67.30	1121	55.74	962
TiO ₂	0.70	9	1.04	13
Al ₂ O ₃	16.45	161	16.88	166
Fe ₂ O ₃	1.26	8	0.59	6
FeO	2.73	38	7.41	103
MnO	0.10	1	0.13	2
MgO	1.92	43	3.91	97
CaO	3.94	70	7.44	133
Na ₂ O	3.07	49	2.75	44
K ₂ O	2.15	22	1.39	15
H ₂ O ⁺	0.46	25	0.44	24
H ₂ O ⁻	0.11		0.09	
P ₂ O ₅	0.09	1	0.29	3
	100.28		100.10	

Химическая характеристика по А. Н. Заварицкому

a = 9.7		a = 8.3	c' = 11
c = 4.7	m' = 34	c = 7.4	m' = 41
b = 9.6	f' = 38	b = 16.5	f' = 48
s = 76.0	a' = 28	s = 67.8	
Q = +27.9	φ = 11	Q = +11.6	φ = 3
	n = 68		n = 75

Химическая характеристика по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу

RO	1.33	2.29
R ₂ O ₃	1	1
SiO ₂	6.69	5.66
R ₂ O : RO	1 : 2.11	1 : 5.73
α	3.05	2.14

Аналитик Е. Н. Егорова.

Вулкан Ильинский возвышается как раз против Дикого Гребня на восточном берегу Курильского озера. Высота его над ур. м. 1568 м, а над поверхностью озера около 1400 м (фиг. 22).

Ильинская сопка представляет правильную коническую гору, сложенную из чередующихся слоев лавы и рыхлого пирокластического материала, т. е. является типичным страто — вулканом.

Верхняя часть конуса мягких очертаний, покрыта рыхлыми отложениями, благодаря чему здесь ясно выступают, особенно на северо-западных склонах, многочисленные радиальные бороздки — эмбрионы будущих барранкосов. В нижней же половине конуса из-под рыхлых отложений выступают мощные потоки глыбовой лавы, большая часть которых, однако, засыпана выбросами и покрыта растительностью. Наиболее свежими и легко распознаваемыми являются два мощных потока на северной стороне вулкана, излившихся на примыкающую горную равнину (фиг. 22), и один поток, излившийся в Курильское озеро (мыс Кикинауич). Остатками старого потока Ильинской сопки, несомненно, явля-

ются острова группы Саманг, которые обособились от тела вулкана, вероятно, благодаря разлому.

На вершину вулкана нам из-за плохой погоды подняться не удалось. По наблюдениям С. А. Конради, подымавшегося вместе с Н. Г. Келлем в 1908 г. на вершину, здесь ясно выраженного кратера уже нет — он сильно размыт. Вершина представляет собой разрушенный гребень красного пузыристого андезита, который отделяет друг от друга две едва выраженные впадины (глубиной не более 5 м), располагающиеся одна несколько выше другой. В той и другой впадине имеются признаки сильных поствулканических изменений в виде светлых и пестроокрашенных, обожженных и покрытых натеками разложившихся андезитов. Фумарол не было, и признаков их мы не заметили и в 1937 г.

Своеобразным, благодаря присутствию здесь громадного кратера, является восточный склон вулкана. Этот кратер, примерно на половине высоты вулкана резко врезанный в склон, имеет форму крутой конической впадины диаметром около 600 м и глубиной до 200 м. Из нее на восток выходит долина, начинающаяся, однако, примерно с половины высоты стенок, так что само дно кратера не имеет стока. В стенках кратера видны чередующиеся слои лав и рыхлых отложений, среди которых на противоположных стенках кратера выступают две массивные скалы лавы. Кратер этот представляет, несомненно, эксплозивное образование, судя по тому, что нигде в его окрестностях не видно потоков свежей лавы, но зато в изобилии встречаются глыбы и обломки лав и пемзы, несомненно, эксплозивного происхождения.

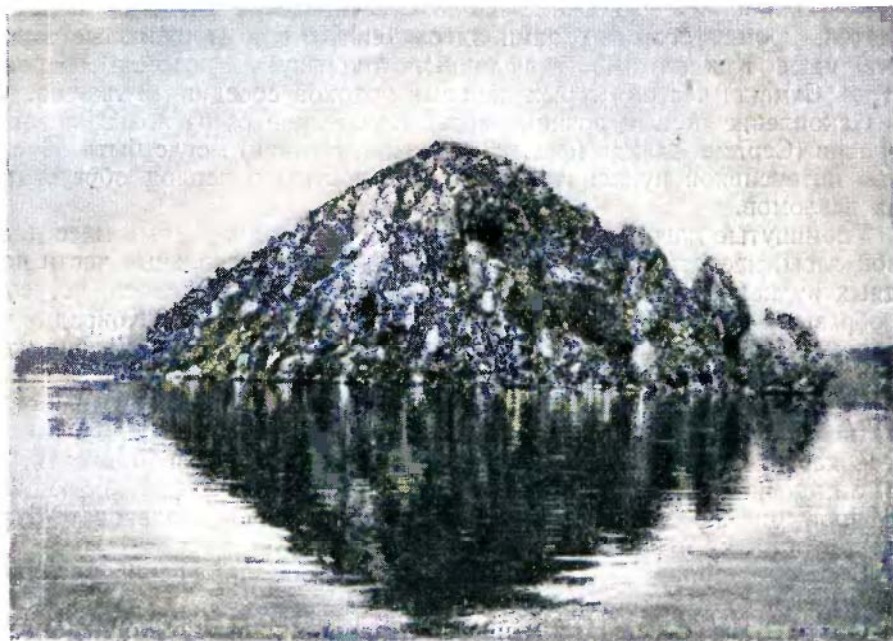
Последние рассеяны не только в ближайших окрестностях этого большого бокового кратера, но в значительном количестве встречаются и вокруг всего конуса вулкана, а также на примыкающих склонах Желтовской сопки и на поверхности соседней вулканической горной равнины. Среди материала этих выбросов, особенно на южных и восточных склонах вулкана, в большом количестве встречаются круглые хорошо окатанные валуны до 1—1.5 м в поперечнике. Наблюдавший их в большом количестве С. А. Конради предполагает, что в основании вулкана лежит древняя береговая линия океана и что валуны представляют выброшенный при извержениях материал береговых валов. Состоят все эти эксплозивные обломки, глыбы и валуны преимущественно из пироксеновых андезитов, базальтов, различных порфиритов (лабрадоровых, эпидотизированных и хлоритизированных), их туфов и интрузивных пород из группы диорита-гранодиорита. В целом состав этих пород отвечает составу характерной для Камчатки зеленокаменной вулканической толщи верхнемезозойско—нижнетретичного возраста, обнажающейся в районах более северных, чем описываемый. Наряду с обломками этих древних пород в значительном количестве встречается также новый лавовый материал в виде серых и коричневых пемз андезито-дацитового состава и андезитовых лапилли.

Интересной областью является еще юго-западное подножье вулкана, где, по наблюдениям Конради (1909), имеется ряд полусферических куполообразных лавовых тел с не угасшими еще здесь слабенькими фумаролами. Последние представляют мофетты с температурами до 70—80°. Ими же, повидимому, обусловлены выходы теплых вод по берегу и под водой озера в окрестностях мыса Кикинауич.

Лавы Ильинской сопки однообразны по составу. Преимущественно это темносерые, слегка пористые двупироксеновые андезиты с многочисленными, но мелкими порфиrowыми вкрапленниками плагиоклаза и пироксенов. Под микроскопом в гиалопилитовой или пилотакситовой богатой бурым стеклом основной массе — фенюкристаллы зонального лабра-

дора с 50—65% An бледнозеленоватого клинопироксена, плеохроирующего гиперстена и магнетита. Нередко эти минералы образуют гломеропорфировые сростки. Кое-где в порах наблюдается тридимит.

Реже (в северо-восточном углу озера) встречаются плагиоклазовые базальты, макроскопически весьма похожие на андезиты. Под микроскопом они отличаются своим более основным плагиоклазом, приближающимся к битовниту, наличием оливина и основной массой, более богатой гранулями пироксена и рудного минерала, благодаря чему и структура здесь ближе к интерсертальной.



Фиг. 23. Остров Сердце Алаида в Курильском озере. Дацитовый купол.
Фото С. А. Конради.

Схожий с андезитами минералогический состав имеют и пемзы Ильинской сопки. Представляют они грязносерые или кофейно-бурые легкие пузыристые (но не пенисто-волокнистые) породы, которые под микроскопом состоят, главным образом, из бесцветного или слегка буроватого стекла и погруженных в него редких фенокристаллов, обычно сильно разъеденных стеклом, лабрадора, клинопироксена и гиперстена. Лапилли отличаются от пемз более темной окраской, более мелкими порами, а под микроскопом — наличием большого количества фенокристаллов и более густой окраской стекла.

Курильское озеро. Из анализа форм рельефа и особенностей геологического строения местности создается впечатление, что депрессия Курильского озера представляет скорее образование тектоническое, чем вулканическую впадину типа кальдеры.

Впечатление об озере, как о вулканической кальдере, создается формой озера, его большими глубинами (до 300 м), наличием вулканической деятельности по берегам и в центре его и самое главное сосредоточением вокруг озера мощных пемзовых накоплений. Сильным доводом в пользу кальдеры является последнее обстоятельство, так как факт гене-

тической связи кальдер и накоплений пемз считается весьма характерным (Washington, 1926).

Если же всмотреться в карту окрестностей озера, а именно в очертания его берегов, то происхождение озерной впадины и наличие в ней вулканической деятельности может быть объяснено и чисто тектоническими причинами. Очертания коренных берегов озера, если пренебречь мысами более позднего вулканического происхождения, почти прямолинейны, и их направления удивительно совпадают с направлениями возможных разломов, устанавливающихся в других местах района на основании иных особенностей местности.

Возможное существование вдоль берегов озера разломов подтверждается, кроме того, выходами здесь теплых вод (термальные ключи около мыса Кикинауич) и наличием отторгнутых в виде островов (остров Саманг) частей старых лавовых потоков соседних вулканов.

Накопление пемз и возникновение в середине озера новых лавовых островов (Сердце Алаида (фиг. 23), Чайчий, Низкий) могло быть обусловлено интенсивной вулканической деятельностью в период образования этих разломов.

Упомянутые лавовые острова, сложенные из однородных масс дацитовой лавы, представляют по всей вероятности терминальные части подводных вулканических куполов. Нам их осмотреть не удалось, но, судя по образцам пород и фотографиям из коллекции С. А. Конради, они представляют образования, аналогичные куполу Дикого Гребня, тем более, что и составы лав их удивительно похожи.

Пемзы Курильского озера по внешнему виду, строению и составу заметно отличаются от пемз других вулканических центров в районе. Здесь характерны очень легкие пенисто-волокнистые разновидности, которые под микроскопом состоят из чистого бесцветного стекла с редкими порфиристыми вкраплениями лабрадора, пироксенов, зеленовато-бурой роговой обманки и иногда кварца.

В табл. 3 приведен состав одного из образцов пемз, типичного для окрестностей Курильского озера.

По обоим пересчетам анализа порода хорошо определяется как риолито-дацит.

Таблица 3

Химический состав пемзы из окрестностей Курильского озера

Компоненты	%	Мол. коп.	Химическая характеристика по А. Н. Заварицкому
SiO ₂ . . .	71.94	1199	a = 10.8
TiO ₂ . . .	0.31	4	c = 3.1 m' = 21
Al ₂ O ₃ . . .	13.82	135	b = 4.2 f' = 46
Fe ₂ O ₃ . . .	0.82	8	s = 81.9 a' = 33
FeO	1.31	18	Q = +39.1 φ = 16
MnO	0.03	—	p = 76
MgO	0.52	13	
CaO	2.56	45	Химическая характеристика по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу
Na ₂ O	3.71	60	
K ₂ O	1.81	19	
H ₂ O ⁺ . . .	2.70	150	
H ₂ O ⁻ . . .	0.45	—	
P ₂ O ₅ . . .	0.05	—	
	100.03		1.10 RO · R ₂ O ₃ · 8.56 SiO ₂ R ₂ O : RO = 1 : 0.96 α = 4.16

Аналитик В. Е. Кутейников.

Вулкан Желтовский (Уташут). Высокий (довольно правильный) конус этого вулкана расположен в 12,5 км (по прямой) на северо-восток от Ильинской сопки. Над ур. м. он поднимается до высоты 1950 м.

С юга вулкан представляется совершенно правильным конусом, но с востока и запада хорошо видна его усеченная на север вершина. Склоны изрезаны глубокими барранкосами, свидетельствующими о глубокой старости вулкана. Покоится он, повидимому, на наклонном основании, так как подножье его на западе и севере сливается с высоким водораздельным плато, частью примыкая к ближайшим возвышенностям; а на востоке и юго-востоке склоны его полого спускаются к береговой низменности океана. От Ильинской сопки он отделяется седловиной, глубоко разрезанной истоками р. Инканюш.



Фиг. 24. Вулкан Желтовский. Вид с запада.

Усеченная к северу вершина этого вулкана производит впечатление, будто она некогда представляла небольшую сомму, срезанную к югу, в которой впоследствии вырос новый везувияльный конус, заполнивший южную часть полости кальдеры. Такое впечатление о существовании соммы убедительнее всего при вечернем освещении, когда лучи заходящего солнца тенями резко подчеркивают неровности склонов и вырисовывают по западному склону падающую к югу бороздку — продолжение гребня северного понижения вершины (фиг. 24).

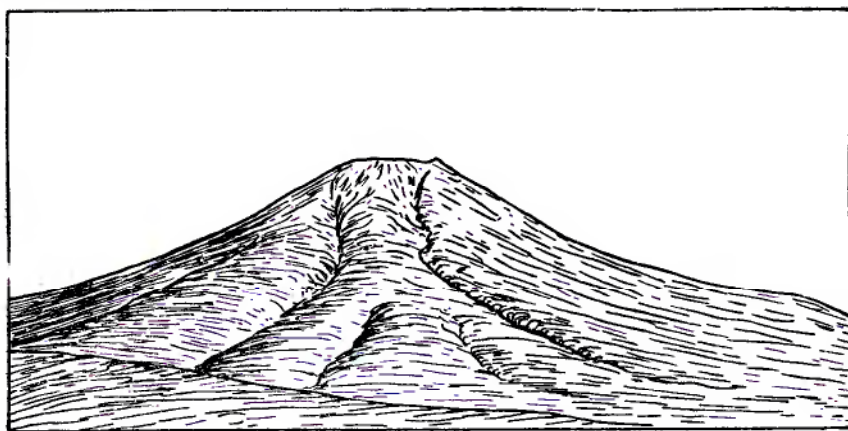
В известной мере такое заключение подтверждают и наблюдения С. А. Конради, поднимавшегося зимою 1910 г. на вершину вулкана. Он отмечает, что здесь на вершине с северной стороны имеется небольшая бессточная котловина, которая ограничивается на западе «гладким», на северо-востоке зубчатым, а с востока, повидимому, тоже ровным, но более высоким гребнем, переходящим в апикальную часть вершины. Во многих местах окружающие скалы были красноватыми, охристыми, что свидетельствовало о существовании здесь раньше фумарол.

Хотя местные жители считают, что вулкан действовал недавно, и о том же сообщается в каталоге вулканов Камчатки¹, нам кажется, по тем впечатлениям, которые мы себе составили, что вряд ли такая деятельность в недавнем прошлом могла иметь место. Никаких следов недавней деятельности в окрестностях вулкана мы не заметили, равно как и не обнаружили свежих лавовых потоков на склонах конуса.

¹ «11 февраля 1923 г. после столетнего покоя началось большое извержение этого вулкана, которое продолжалось около 2 месяцев; извергались горячие газы, песок, пепел». Изв. Гос. географ. общ., 64, вып. 1, 1932.

Вулкан представляется очень старым, давно потухшим. Не только свежих, но и старых лавовых потоков на склонах конуса уже нет. Если здесь в окрестностях где-нибудь было извержение, это скорей всего могло быть связано с боковым кратером Ильинской сопки.

В нашем распоряжении был только один образец лавы этого вулкана, взятый с западной стороны его подножья. Повидимому, он представляет одну из самых ранних лав вулкана. По внешнему виду это темносерая эвпорфировая порода с макроскопически различимыми фенокристаллами плагиоклаза и пироксена. Под микроскопом видна тонкая интерсертальная основная масса, в которую погружены фенокристаллы битовнита с 85% Ап, оливина и, очень редко, клинопироксена, гиперстена и магнетита. Битовнит почти не зонален, а оливин неизменно оплавлен и окружен опацитовыми каемками. В порах основной массы изредка встречается кристобалит.



Фиг. 25. Вулкан Сахач. Вид с севера.

Несомненно, вулкан сложен не из одних только этих оливиново-плагиоклазовых базальтов. По аналогии с другими вулканами можно предполагать, что и здесь преобладающая масса лав представлена обычными для камчатских вулканов пироксеновыми андезитами. Подтверждением этому в известной мере может служить указание С. А. Конради, что вблизи вершины им были встречены андезитовые лавы с порфиоровыми выделениями роговой обманки.

Вулкан Сахач (по Н. Г. Келлю, с. Беленькая). Этот относительно небольшой куполообразный вулкан расположен вблизи долины р. Голыгины, в развилке двух правобережных притоков ее: рек Южного и Северного Ксудача. Высота его над ур. м. 885 м, а над соседними долинами около 750 м (фиг. 25).

Признаками вулканического происхождения этой горы служат только куполообразная форма ее и периклинальное падение слоев слагающей ее лавы. Несмотря на тщательный осмотр вершины горы, признаков кратера или жерла мы здесь не обнаружили. Вершина представляет мягкий, как бы оплывший гребень юго-западного (210°) простирания, только кое-где (преимущественно к югу) оборванный невысокими скалами. Если кратер здесь и существовал, то он уже до неизвестности размыт, причем не сохранилось даже обломков, разложенных фумаролами лав.

Склоны вулкана ровные, с мягкими очертаниями, заросшие почти до вершины кустарниками кедра и ольхи; подошва и нижние части склонов покрыты березовым лесом. Небольшие долинки, в верхних частях имею-

щие вид неглубоких барранкосов, а книзу извилистые, сравнительно редки на склонах. В общем вид склонов как будто не указывает на сильный размыв горы.

Наличие следов слабого размыва горы (при отсутствии признаков кратера и продуктов фумарольной деятельности) наводит на мысль: не представляет ли этот вулкан образование, аналогичное куполам острова Бурбон или Пюи Оверни, т. е. тип экзогенного купола по Н. Williams (1932), возникшего благодаря непрерывному истечению наплававшихся друг на друга лавовых потоков. Сходство с куполами острова Бурбон или Пюи Оверни подчеркивается и составом лав, ибо и наш вулкан тоже сложен из базальтов.

Лавовые породы, обнажающиеся в бортах промоин склона, залегают в виде налегающих друг на друга, относительно тонких пластов и падают согласно с падением склона. Мощности отдельных пластов колеблются от 1 до 2 м. Форма отдельности пород обычно неправильно-полиэдрическая. Отделяются потоки друг от друга слоями шлаков и черной комковатой перетертой лавы. Последней сравнительно немного. Наиболее ясно глыбовая структура лавы выражена в обнажениях на вершине горы; в потоках, выходящих на склонах, структура, по видимому, такая же, но выражена она не отчетливо. Судя по форме потоков, мощности их и характеру отдельности, они изливались в сравнительно жидком состоянии.

Макроскопически лавы Сахача представляют собой темно-серые эвпорфировые породы, плотные, пористые, нередко пузырчатые, содержащие среди порфировых вкрапленников мелкие, но все же различимые простым глазом кристаллы плагиоклаза, пироксена и оливина. Под микроскопом можно различить два типа этих лав. В образцах, происходящих, главным образом, с вершины горы, основная масса хорошо раскристаллизована и порфировые вкрапленники в ней не столь резко обособлены, как во втором типе лав. Основная масса интерсертальной структуры состоит из довольно крупных лейст лабрадора с 60—65% Ап, зерен клинопироксена и магнетита и зажатого в промежутках между ними бурого стекла с игольчатыми кристаллитами. Фенокристаллы представлены битовнитом (в ядрах с 83% Ап, а в краевых частях лабрадором с 50% Ап), бесцветным клинопироксеном, оливином и, реже, гиперстеном. Последний обычно встречается только в кристаллографически закономерных сростках с клинопироксеном, занимая центральные части его. В другом типе лав, встречающемся чаще всего на склонах вулкана, фенокристаллы те же, но основная масса более тонка и по структуре близка к гиалопилитовой (фиг. 26).

В табл. 4 показан химический состав лавы Сахача (образец с вершины). Из анализа и его пересчетов видно, что порода по химическому составу действительно является базальтом, но несколько отклоняющимся от обычного типа.



Фиг. 26. Базальт вулкана Сахач. Без анализатора; $\times 24$.

Таблица 4

Химический состав лавы вулкана Сахач

Компоненты	%	Мол. кол.
SiO ₂	50.09	835
TiO ₂	0.88	11
Al ₂ O ₃	18.09	177
Fe ₂ O ₃	2.72	17
FeO	6.68	93
MnO	0.12	1
MgO	7.28	181
CaO	10.33	185
Na ₂ O	1.82	29
K ₂ O	0.71	7
H ₂ O ⁺	0.79	43
H ₂ O ⁻	0.30	
P ₂ O ₅	0.09	1
	99.90	

Химическая характеристика
по А. Н. Заварицкому

a = 5.1 c' = 12
c = 10.0 m' = 51
b = 25.0 f = 37
s = 59.9 φ = 10
Q = - 0.4 n = 80

Химическая характеристика
по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу

2.55 $\overline{RO} \cdot R_2O_3$ 4.30 SiO₂
R₂O : RO = 1 : 12.8
α = 1.55

Аналитик В. Е. Кутейников.

Особенностью этой породы является резкое преобладание полевошпатовой извести над основаниями щелочных алюмосиликатов (с : а примерно равно 2). Выше мы уже указывали, что А. Н. Заварицким эта особенность была установлена для многих лав Камчатки.

По диаграмме числовых характеристик А. Н. Заварицкого порода ближе всего подходит к среднему габбро, а из типов Озанна к базальту Ilot de Ramiers.

Вулкан Ксудач (кратер Штюбеля). Этот вулкан представляет довольно редкий для Камчатки тип кальдера-вулканов. Таких ярко выраженных кальдера-вулканов на Камчатке известно только два: описываемый здесь Ксудач и другой — вулкан Узон, расположенный в окрестностях Кроноцкого озера¹.

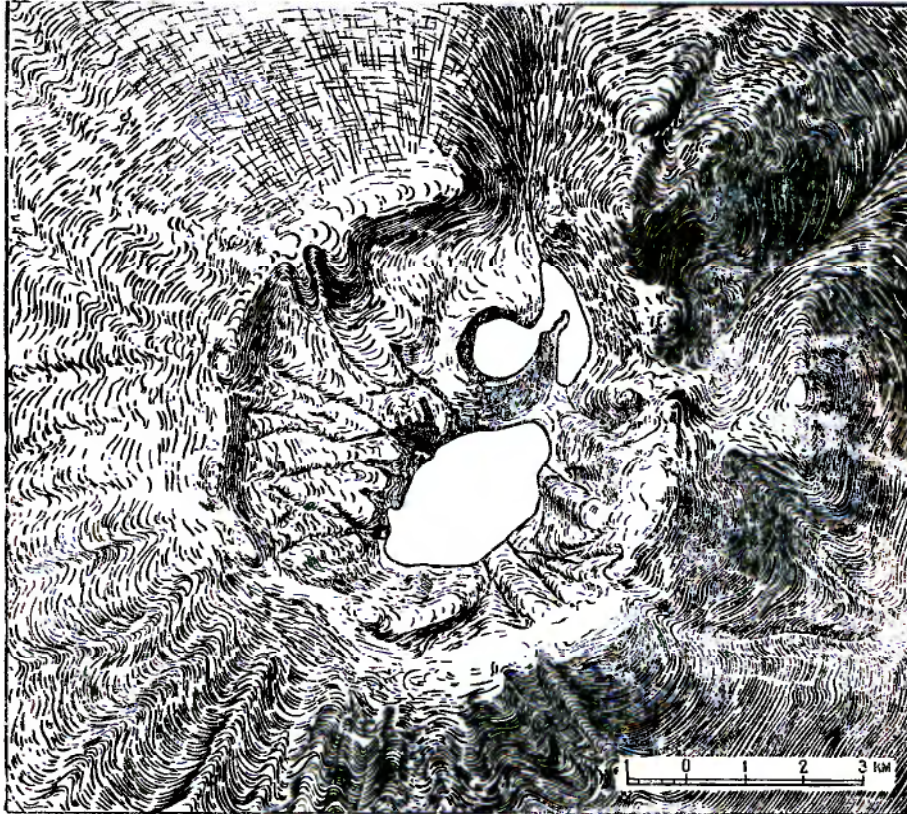
Вулкан Ксудач представляет собой невысокий, но широко раскинувшийся кольцевой хребет, расположенный на равнинном пространстве между вулканами Желтовским и Ходуткой. Внешние склоны вулкана очень пологи (5—7°) и большей частью лишены растительности. Наиболее изрезанными являются восточные склоны. На северных склонах, особенно безжизненных, характерно развитие частых радиальных бороздок — эмбрионов будущих барранкосов. На склонах, где имеется кустарниковая растительность, барранкосы врезаны глубже и линии их в плане неправильны.

Вал кальдеры почти всюду более или менее ровный с мягкими очертаниями, без особенно приметных вершин или зубцов. Высота отдельных пунктов его достигает 900 м над ур. м. Внутренние склоны более крутые, часто обрывистые, поперечный профиль их неровный. Высота обрывов

¹ Вулкан впервые был кратко описан С. А. Конради (1909) и Н. Г. Келль (1925), давшими ему название Штюбель по имени известного немецкого вулканолога. Целесообразнее, однако, было бы оставить туземное название Ксудач, а именем Штюбеля назвать активный кратер в кальдере Ксудач (Пийп, 1941-1).

внутренних стенок однако небольшая (не более 50 м). Диаметр кальдеры равен примерно 7 км (фиг. 27).

Дно кальдеры неровное. В центре его выступает остроконечная лавовая вершина, а немного севернее располагается гребень, стеною оборванный к активному кратеру. На этом гребне и во многих местах его



Фиг. 27. Схематизированный план вулкана Ксудач.

скалистой стены выходят мофетты (температура до 80°). Вершина и гребень сложены из плотных аггломератовых лав состава пироксенового андезита.

Активный кратер, который действовал 28—29 марта 1907 г., располагается дальше к северу от парящего гребня¹. Он представляет правильную, почти цилиндрическую воронку диаметром около 1,5 км, открытую на север и врезанную в пологую щитовидную возвышенность на дне кальдеры. Склоны возвышенности усеяны взрывными обломками. Внутренние стенки кратера состоят из чередующихся слоев рыхлого материала и лав; последних относительно немного. Характерно, что среди взрывного материала здесь у кратера совершенно нет свежих лавовых продуктов, т. е. шлаковых лав, бомб, лапилли и вулканического песка. Часто встречаются древние литоидные лавы андезитового и базальтового состава и, реже, обломки диоритов, зеленокаменных пород

¹ Соображения о форме и силе извержения из этого кратера высказали Е. Hulten (1924) и Б. Пийп (1941-2).

и покрасневшей пемзы. Своеобразными являются обломки зернистой на вид породы, состоящей из сростков кристаллов плагиоклаза, пироксена и оливина, склеенных стеклом. Эти лавы в более крупных глыбах чаще встречаются в других местах кальдеры, вне склонов нового кратера. Повидимому, в большей своей части они представляют старые выбросы 1907 г.¹

В восточной половине кальдеры располагается длинное, несколько овальное по очертанию озеро (около 500 м над ур. м.). К нему крутыми скалистыми стенами обрывается дно юго-западной половины кальдеры и массив парящего гребня. Озеро отделено перешейком из рыхлого материала от другого вытянутого озера, которое соединяется с озером



Фиг. 28. Поверхность дна и внутренние склоны западной половины кальдеры Ксудач.

активного кратера и дает начало южному истоку р. Ходутки. Последняя прорывает северную стенку кальдеры. Упомянутый выше перешеек, повидимому, образовался после 1910 г., так как посетившие это место С. А. Конради и Н. Г. Келль не видели перемычки между озерами.

Дно кальдеры сложено из рыхлого вулканического материала, представляющего на слоенный покров вулканического песка, пемзовой мелочи и продуктов выветривания окружающих пород (фиг. 28). Во многих местах среди них желваками выступают выжатые массы лав, особенно по берегу старого озера (фиг. 30).

Западные склоны кальдеры сложены из тонких слоев плитняковой лавы частично с явственными признаками волнистой разновидности (фиг. 29). Восточные стенки кальдеры, наоборот, богаты слоями черного землистого и бурого аггломератового туфа. На склонах и по берегу озера много пемзы.

¹ В виде мелких обломков эти своеобразные породы довольно часто встречаются и в окрестностях Ильинской сопки, но из какого вулкана они происходят здесь — неясно.



Фиг. 29. Выходы тонкоплитняковых андезитов на внутренних западных склонах кальдеры.



Фиг. 30. Экструзия андезита в рыхлые отложения на дне кальдеры (западный берег старого кратерного озера).

К северу и северо-востоку от кальдеры вплоть до вулкана Ходутки местность безжизненна (фиг. 31). Вся она покрыта тонким покровом пемзы и мертвыми березовыми лесами. Над ней, очевидно, пронесся материал катастрофического взрыва в 1907 г. Раскопки верхнего слоя почвы показали, что здесь, кроме продуктов взрыва 1907 г., имеются также и отложения более древних эксплозий. Материал извержения



Фиг. 31. Мертвый березовый лес среди пемзового покрова к северу от вулкана Ксудач.

1907 г. расположился в два слоя: внизу выклинивающийся к северу слой литоидных лапилли и поверх него слой пемзы (мощность от 1 м и меньше).

История вулканической деятельности Ксудача представляется в следующем виде: в первые стадии деятельности (до образования кальдеры) это был вулкан с преобладанием весьма жидких лавовых излияний; после образования кальдеры (повидимому в результате обрушения) имели место экструзии на дне кальдеры, а в конечные стадии последовали чисто эксплозивные пароксизмы.

Лавы вулкана Ксудач, как мы выше отметили, можно подразделить на две группы: на эффузивные и экструзивные лавы. Первые представляют собой в буквальном смысле излившиеся лавы, вторые — внедренные или выжатые на поверхность.

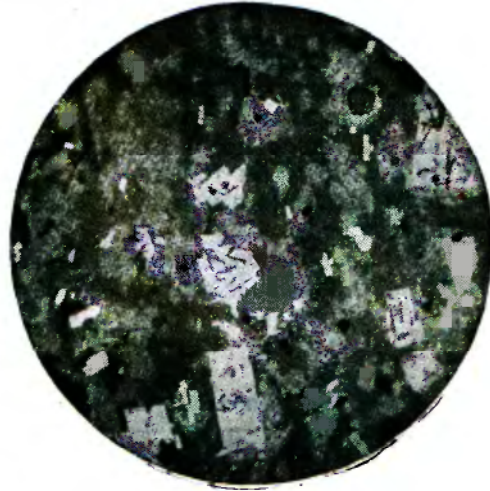
Эффузивные лавы представлены серыми афировыми или спорадоафировыми андезитами, часто с неясно выраженным флюидалным сложением и с обычной для них тонкоплитняковой отдельностью. В ряде образцов наблюдались вытянутые неправильные поры, спорадически рассеянные в массе породы. Под микроскопом видны редкие и обычно мелкие фенокристаллы лабрадора с 57—65% An (в ядрах иногда анортита с 90—95% An), клинопироксена, гиперстена и магнетита, погруженные в пилотакситовую или реже гялопилитовую основную массу. В некоторых образцах, особенно с западных стенках кальдеры, в фенокристаллах в виде мелких и очень редких лейст наблюдается один только лабрадор, и порода практически является афировой. Лавы из наслоенной

толщи потоков на дне кальдеры в бортах старого кратерного озера относительно богаче порфировыми вкрапленниками, причем здесь, как и в других эффузивных лавах кальдеры, гиперстен иногда как будто преобладает над клинопироксеном. В основной массе всех лав нередко наблюдается или тридимит, или кристобалит.

Экструзивные лавы обладают несколько более светлой окраской, большей однородностью массы, часто тонкой пористостью, вследствие чего они более шероховаты на ощупь и обладают весьма характерной для них правильной мелкополиэдрической «брусчатой» отдельностью. В некоторых образцах этих пород встречаются мелкозернистые гомогенные включения. Под микроскопом они представляют собой тот же тип двупироксеновых андезитов, что и эффузивные лавы, но основная масса здесь нередко или пропитана микропйкилитовым кварцем, или значительно обогащена кристобалитом.

Образцы из зальбандов этих экструзивных тел представляют черные, тускло-блестящие афировые стекловатые породы с характерным раковистым изломом. Под микроскопом видна одна только основная масса с гиалопилитовой или пилотакситовой структурой. Встречающиеся в них в качестве микрофенокристаллов лейсты лабрадора по размерам немногим отличаются от микролитов и их весьма мало.

Петрографический состав выброшенных в разное время вулканом эксплозивных обломков в общем идентичен составу обломков, выброшенных при извержениях Ильинской сопки. Для эксплозивных обломков вулкана Ксудач весьма характерно только частое присутствие среди них своеобразной зернистой на вид вулканической породы, нигде в коренном залегании не встречающейся (фиг. 32, 33). Макроскопически последняя представляет серую или темносерую однородную породу, легко раскрашивающуюся при ударе. В минералогическом составе ее легко узнаются плагиоклаз, клинопироксен, оливин и стекло. Средний размер зерен около 1 мм, но иногда единичные кристаллы плагиоклаза



Фиг. 32. Экструзивный андезит. В основной массе в виде белых пятен выступает микропйкилитовый кварц. Без анализатора; $\times 19$.



Фиг. 33. Зернистая вулканическая порода (эксплозивный обломок). Видны кристаллы лабрадора, клинопироксена и магнетита, склеенные стеклом. Без анализатора; $\times 19$.

достигают величины до 10 мм. Под микроскопом видны плотно прилегающие друг к другу, слегка трещиноватые кристаллы лабрадора с 57% Ap , клинопироксена, оливина и, реже, магнетита. В интерстициях между ними бурое стекло с редкими микролитами плагиоклаза, пироксена и магнетита. Характерно, что лабрадор совершенно не зонален и все минералы исключительно свежие. Порядок идиоморфизма: лабрадор, оливин, пироксен, магнетит.

Происхождение этой габбровой породы неясно. О генезисе ее можно высказать много предположений, но на них мы здесь останавливаться не будем. Отметим только, что вероятнее всего она представляет почти затвердевшую, но в момент выброса пропитанную еще жидкостью интрузивную породу.

В табл. 5 даны химические анализы двух лавовых пород вулкана Ксудач. Один анализированный образец (№ 1) представляет непорфири-

Таблица 5

Химический анализ лавовых пород вулкана Ксудач

Компоненты	Образец 1		Образец 2	
	%	Мол. кол.	%	Мол. кол.
SiO_2	57.90	965	67.50	1125
TiO_2	1.25	15	0.45	5
Al_2O_3	15.68	154	13.97	136
Fe_2O_3	3.30	21	1.63	10
FeO	7.26	101	3.50	49
MnO	0.24	3	0.14	2
MgO	3.00	75	1.36	33
CaO	6.44	115	3.76	67
Na_2O	3.30	53	4.63	75
K_2O	0.90	10	1.47	27
H_2O^+	0.44	25	1.24	69
H_2O^-	0.09		0.17	
P_2O_5	0.08	1	0.09	1
	99.88		99.91	

Химическая характеристика по А. Н. Заварицкому

$a = 8.7$	$c' = 10$	$a = 12.3$	$c' = 17$
$c = 6.3$	$m' = 31$	$c = 3.1$	$m' = 27$
$b = 17.0$	$f' = 59$	$b = 8.5$	$f' = 56$
$s = 68.0$	$\varphi = 17$	$s = 76.1$	$\varphi = 16$
$Q = +12.3$	$n = 83$	$Q = +24.5$	$n = 82$
	$t = 1.5$		$t = 0.7$

Химическая характеристика по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу

\overline{RO}	2.03	1.63
R_2O_3	1	1
SiO_2	5.51	7.65
$R_2O : RO$	1 : 4.62	1 : 1.64
α	2.19	3.30

Аналитик В. Е. Кутейников.

вую лаву, взятую из западной стенки кальдеры, другой (№ 2) — пемзу из покрова ее у северного подножья внешних склонов вулкана (извержение 1907 г.).

По пересчетам анализа первый образец вообще определяется как андезит, второй — как дацит. По диаграмме числовых характеристик состав первой породы приближается к составу диорита и габбро-диорита, а по таблице Ф. Ю. Левинсон-Лессинга состав этой породы занимает



Фиг. 34. Старые шлаковые конусы по левобережным возвышенностям р. Западной Ходутки.
Фото С. А. Конради.

промежуточное положение между составами андезита и андезито-базальта, т. е. отвечает вообще андезиту.

Шлаковые конусы. Эти небольшие вулканические тела развиты преимущественно в северной части нашего района. Значительное количество их в виде скученных групп сосредоточено в местности, севернее западного истока р. Ходутки и западнее области крупных вулканов. Единичные шлаковые конусы в других местах района встречаются, с одной стороны, у подножья некоторых крупных вулканов (Кошелева, Ксудаца) и, с другой, — в значительном удалении от них: в зоне перехода слоисто-лавовых гор в западную прибрежно-морскую низменность (шлаковые конусы у села Явино и к востоку и северо-востоку от селения Гольгино). Расположены они обычно в тех местах, где по ряду особенностей форм рельефа, геологическому строению местности и расположению термальных ключей можно предполагать наличие разломов.

Представляют эти образования невысокие (до 100 м относительной высоты) конические холмы, сложенные из шлаков, бомб, лапилли и песка (фиг. 34). Потоков лавы, излившихся из них, в осмотренных нами конусах мы не наблюдали. Большой лавовый поток типа aa согласно исследованиям С. А. Конради имеется только у Явинского конуса. Большею частью эти конусы сильно заросли уже лесом и кустарниками

и опознать их можно только по форме и своеобразному облику слагающих их пород (фиг. 35). Но некоторые шлаковые конусы еще весьма свежие, например, конус на склоне южного массива горы Детинка, два конуса к юго-востоку от села Голыгино и конус у села Явино.

Лавовый материал этих шлаковых конусов по составу отвечает оливиновым базальтам. Макроскопически это красные или темнокрасноватые, иногда серые шлаки, плотные витые бомбы, темнокоричневые



Фиг. 35. Шлаковый конус «Ноготь» у юго-западного подножья вулкана Ксудач.
Фото С. А. Конради.

лапилли и песок. Породой лавовых потоков является темносерый тонкопористый, с хорошо различимыми порфировыми вкраплениями оливина а иногда клинопироксена оливинный базальт. Под микроскопом в пористой гялопилитовой или, реже, тонкой интерсертальной богатой рудной пылью основной массе сравнительно редкие фенокристаллы оливина и в меньшем количестве битовнит с 80—90% Ап и клинопироксена. В некоторых же образцах битовнит преобладает над оливинном, и структура породы в таком случае серийно-порфировая. Красная окраска шлаков и бомб явно обусловлена окислением магнетита.

Четвертичные осадочные образования

В эту группу отложений попадают морские галечники, слагающие высокие (до 25 м) морские террасы на берегу Охотского моря у Озерной, современные морские пески на обоих побережьях полуострова и отложения аллювия в речных долинах. Аллювий состоит из галечников, песков и переотложенного пемзового материала. Накопления последнего особенно развиты в долине р. Озерной, где видимая мощность их достигает 100—150 м (Кутхины Баты).

Полезные ископаемые

Пемза. Описываемая часть южной Камчатки наиболее богата пемзовыми залежами. Все они, однако, приурочены к центральным водораздельным участкам полуострова, т. е. к местам горным, безлюдным и труднодоступным.

Пемзоносные площади сосредоточены в 4 местах: 1) наиболее мощные и наиболее богатые по запасам отложения пемзы, являющейся в то же время наиболее кислой, расположены в окрестностях Курильского озера, 2) довольно богатыми являются также пемзовые отложения вулкана Ксудач, 3) сравнительно большие поля пемзы расположены в окрестностях вулкана Желтовского и 4) вулкана Ходутки (фиг. 36, 37).



Фиг. 36. «Кутхины Баты» — выходы пемзовых отложений со своеобразной формой размыва. Р. Озерная.

По составу пемза последних трех полей является дацитовой, а частью, возможно, и андезитовой (см. табл. 3 и 5).

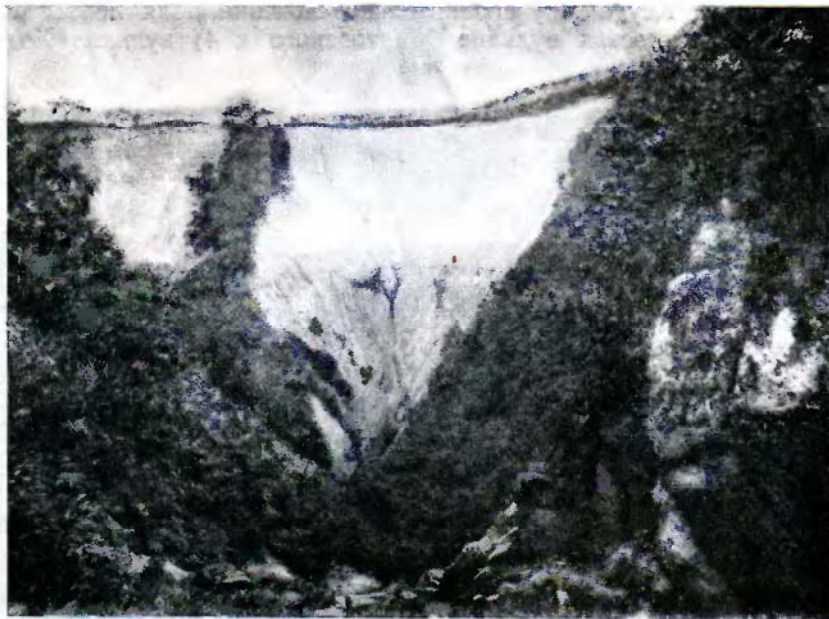
Проведенные в свое время Дальгеолтрестом специальные поисковые и разведочные работы на пемзу в районе Курильского озера и АКО, в районе вулканов Ксудач, Ходутки и Желтовского, выявили здесь большие запасы разных технических сортов этого полезного ископаемого; о качестве пемзы и запасах ее сообщается в соответствующих отчетах. Поэтому мы особого внимания, за исключением геологического, пемзам не уделяли.

Существование в этом районе больших пемзовых залежей, повидимому, стоит в связи с образованием здесь кальдер (вулканы Ксудач, Желтовский и Ходутка). Связь кальдер с мощными пемзовыми отложениями для ряда вулканических областей подметил еще Н. Washington (1926), и наш район в этом отношении, повидимому, не является исключением.

Образование пемз в момент возникновения кальдер, очевидно, стоит в связи с сильной эксплозивной способностью насыщенной газами

магмы, которая накопилась в кровле очага долго молчавшего вулкана. При выходе магмы на поверхность резкое уменьшение давления естественно приводит к вскипанию лавы и образованию пемз.

Сера и прочие полезные ископаемые. По указаниям местных жителей в районе встречается еще слюда, мел, мрамор и сера. За исключением серы, мы нигде не встречали этих полезных ископаемых. Геологическое строение местности не позволяет предполагать здесь каких-либо месторождений слюды. Действительно, проверка указаний жителей на слюду, сделанная в свое время экспедицией Дальгеолтреста,



Фиг. 37. Отложения пемз на Желтовском долу, в истоках р. Голыгины.

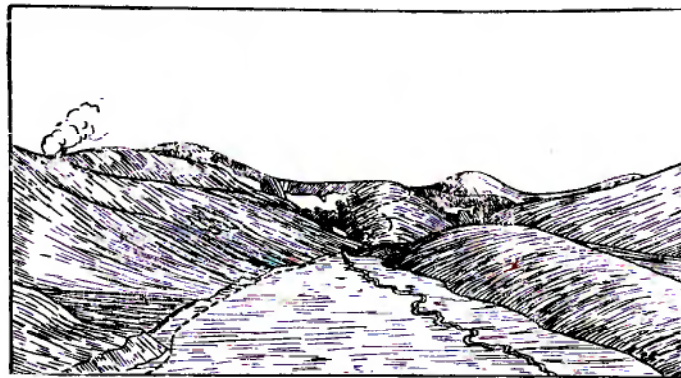
не подтвердила этих указаний: по словам начальника экспедиции Н. И. Лазаренко (личное сообщение) в вершине притока р. Озерной — рч. Поганки — им были обнаружены только порфиновые «вкрапленники» слюды в лаве. За мел жители, очевидно, принимали и принимают тонкий пемзовый и пепловый материал, встречающийся по р. Озерной и кое-где по берегам Курильского озера. Белоснежный и тонко-мучнистый, он действительно очень похож на мел, но отнюдь не является им.

За мрамор, несомненно, принимались куски каолинизированных и алунитизированных пород — продуктов, образованных деятельностью фумарол и горячих ключей. Сера имеется в районе, но месторождения ее незначительны и расположены большей частью в терминальных участках вулканов. Лично мы констатировали лишь одно местонахождение серы — это восточный склон массива горы Широкой, где в осыпях разложенных пород встречались обломки с вкрапленной серой. Эти обломки, очевидно, происходят из какого-то участка склона, разложенного фумаролами или горячими ключами.

Термальные источники. Естественные спутники интенсивных вулканических явлений — горячие ключи — встречаются здесь в большом количестве. Наряду с пемзами это наиболее широко распространенный здесь вид полезного ископаемого.

Ключи характеризуются высокой температурой, большим дебитом и относительно небольшой минерализацией. По составу (см. табл. 6 и 7) это или натрово-углекислые воды, или натрово-сульфатные (характерно преобладание азота в составе газа), или натрово-хлористые, или, наконец, кислые сульфатные. В химическом составе вод обращает на себя внимание постоянное присутствие бора и мышьяка — особенность, которая прослеживается почти во всех термах Камчатки.

Вытекают ключи большей частью на дне долин или по берегам озер. Некоторые ключи, молодые и очень активные, не потерявшие еще своей связи с фумаролами, расположены высоко в горах, обычно на склонах



Фиг. 38. Долина р. Катаакия. Вид от устья вверх. Пунктир — тропа на р. Камбальную; крестик — теплые ключи Сивучьего мыса; облако пара — место выходов Южно-Кошелевских горячих ключей.

вулканов (сопка Кошелева). По характеру деятельности ключи весьма разнообразны; в большом количестве встречаются спокойно изливающиеся ключи, непрерывно бьющие и грязевые котлы; два небольших гейзера наблюдаются только на Паужетских клочках. Термальные воды чаще всего выходят на поверхность из аллювиальных отложений, реже из коренных пород.

Выдвинутое автором этой статьи предположение о приуроченности термальных источников определенного состава к различным по кислотности изверженным породам (Пийп, 1937) имеет силу и в отношении обсуждаемых ключей. Отклонение, по своеобразному составу газа, представляют только Нижне-Гольгинские горячие ключи, но возможную причину этой особенности мы отметили выше.

Большинство ключей, особенно те, которые значительно удалены от берега моря, т. е. от населенных пунктов, являются абсолютно дикими. Жителями с лечебной целью весьма примитивно используются только ближайšie к селениям ключи, на которых устроены и домики и более или менее благоустроенные ванны.

Ниже мы кратко охарактеризуем каждую из групп термальных ключей.

Теплые ключи Сивучьего мыса расположены в вершине рч. Четвертой или Катаакии под перевалом в р. Камбальную (фиг. 38). Вытекают из пород древней лавовой формации. По составу сульфатно-хлористо-натровые с минерализацией до 1.6 г/л и максимальной температурой 46.5°. Характерно высокое содержание бора в воде и повышенное количество метана в газе. Имеется примитивная «ванна» (фиг. 39).

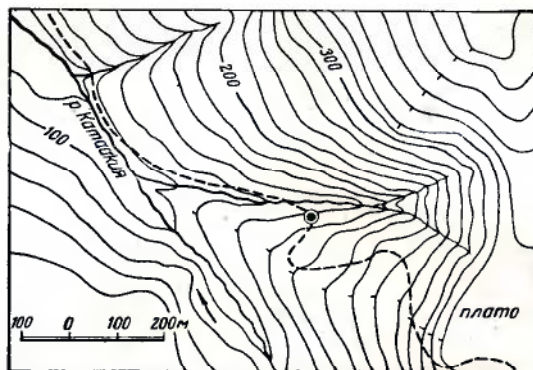
Анализы термальных источников

Название источника	Сивучий мыс	Южно-Кошелевские	Озерновские	Озерновские	Паужетские	Курильские	Курильские	Вода Курильского озера	Верхне-Гольгинские	Вулкан Ксудач	Вулкан Ксудач	Нижне-Гольгинские	Нижне-Гольгинские
Температура	46.5°	97.0°		84.0°	96.0°	42.5°	42.0°	7.0°	76.8°	62.0°	7.0°	74.0°	51.3°
Грифон	«Ванна»	—	У колхозной «ванны»	Верхний западный	Грязевой котел	Лука на берегу	На дне озера	У бухты Северной	«Ванна»	На уровне кратерного озера	Вода кратерного озера	Газифицирующий грифон	«Ванна»
H ⁺	—	—	—	—	0,0112	—	—	—	—	—	—	—	—
NH ₄	0,006	0,002	0,003	0,003	есть	нет	нет	нет	следы	нет	нет	0,0020	0,003
Na ⁺ + K ⁺	0,1944	0,0444	0,2043	0,2111	0,1302	0,0653	0,0699	0,078	0,2383	0,1504	0,0281	0,7029	0,641
Ca ⁺⁺	0,1140	0,0084	0,1734	0,1644	0,1012	0,0136	0,0156	0,009	0,0520	0,0176	0,0100	0,2488	0,210
Mg ⁺⁺	0,0343	0,0014	0,0052	0,0052	0,0048	0,0060	0,0060	0,009	0,0070	0,0146	0,0006	0,0134	0,010
Fe ⁺⁺	нет	нет	нет	нет	есть	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Fe ⁺⁺⁺	нет	следы	нет	нет	есть	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,0004	0,000
Cl ⁻	0,2698	0,0142	0,2130	0,2236	0,0071	0,0426	0,0426	0,007	0,1207	0,0710	0,0142	1,1395	1,114
SO ₄ ^{''}	0,3139	0,0950	0,5448	0,5232	1,0042	0,0346	0,0394	0,060	0,4488	0,0307	0,0077	0,4320	0,222
HCO ₃ [']	0,1952	0,0122	0,0122	0,0122	нет	0,1280	0,1403	0,024	0,0366	0,3660	0,0732	0,1830	0,207
CO ₃ [']	нет	нет	0,0180	0,0180	нет	нет	нет	нет	0,0060	нет	нет	нет	нет
NO ₂ [']	следы	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
NO ₃ [']	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
HAsO ₄ ¹	0,0002	не обн.	—	—	—	0,00035	—	—	не обн.	0,00015	—	не обн.	—
SiO ₂ ¹	0,090	0,040	0,090	0,090	—	0,106	0,106	—	0,075	0,120	—	0,140	0,140
B(OH) ₃ ¹	0,188	неб. кол.	—	—	—	0,013	—	—	0,016	неб. кол.	—	0,048	—
pH	6,2	6,6	7,4	7,4	< 2,8	6,6	6,6	7,2	7,6	6,6	7,0	7,3	7,2
Жестк. ²	24°	1°51	25°48	24°22	15°29	3°30	3°58	1°36	8°90	5°88	1°51	37°97	31°96
H ₂ S	нет	нет	0,006	0,0066	0,0007	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,005	0,004
CO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0748	нет	0,044	0,035
Сух. ост.	1,622	0,1816	1,1829	1,1697	1,2587	0,4094	0,4198	0,118	0,9329	0,6624	0,1337	2,8668	2,4247

¹ Определения сделаны в Ленинграде А. А. Резниковым.² В немецких градусах.

Анализы произведены в поле. Аналитик Б. И. Пийп.

Южно-Кошелевские горячие ключи¹ находятся у юго-западного подножья вулкана Кошелева, в вершине рч. Третьей; располо-



Фиг. 39. Схематический план местоположения теплых ключей Сивучьего мыса. Пунктир — тропа на р. Камбальную; кружок — выход теплых ключей; горизонтали примерно через 20 м.



Фиг. 40. Общий вид выходов Южно-Кошелевских горячих ключей.

жены в горах на высоте около 600 м над ур. м. Вытекают из древней лавовой формации. Ключи очень молоды по возрасту. Со слов ныне

¹ Краткое описание этих ключей опубликовал в своем предварительном отчете С. А. Конради (1909).

Таблица 7

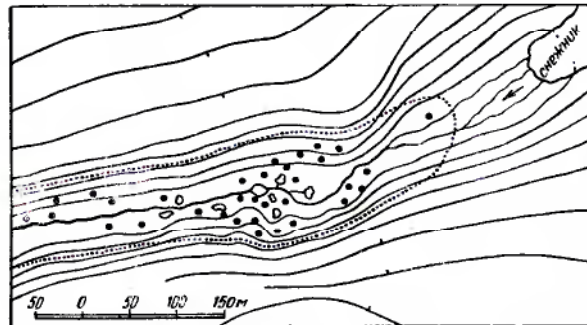
Анализы газов термальных ключей (в объемных процентах)

Компоненты	Ключи Сивучьего мыса	Верхне-Голы- гинские ключи	Нижне-Голы- гинские ключи
CO ₂	83.6	0.6	12.6
O	нет	нет	нет
CH ₄	15.0	следы	54.5
N ₂ + редк.	1.4	99.4	32.9
Всего	100.0	100.0	100.0
Редкие легкие газы . .	0.002	0.009	0.013
Редкие тяжелые газы .	0.038	1.433	0.552

Анализы Газовой лаборатории (А. А. Черепенникова)

умершего местного жителя шведа Северина Карлсона ключи образовались летом 1887 г. На недавнее происхождение ключей указывает их бурная деятельность и высокая температура воды (101°). Вода в виде высоко бьющихся ключей с шумом, свистом и энергичным клокотанием выбивается по обеим сторонам сплошь парящего лога (фиг. 40).

Из каолинизированных и алунитизированных пород в бортах лога наряду с водой вырываются и струи горячего пара. Картина деятельности ключей своей мощностью и активностью производит грандиозное впечатление. Анализ воды из двух кипящих ключей показали, что вода почти не минерализована (сухой остаток 0.17 г/л). Несколько повышенное по сравнению с грунтовой водой содержание сульфатных и щелочных ионов, очевидно, объясняется вымыванием из окружающих разложившихся пород. Характер деятельности ключей и их состав наводят на мысль, что их существование вызывается фумаролами, пробивающими себе путь сквозь слой грунтовых вод (фиг. 41).



Фиг. 41. Схематический план Южно-Кошелевских горячих ключей. Пунктиром показана граница термального поля; черные точки — грифоны.

Северо-Кошелевские горячие ключи. Попасть на эти ключи не удалось. Находятся они в вершине рч. Шумной (впадающей слева в р. Озерную), на северном склоне вулкана Кошелева. Высота выходов примерно такая же, как и у Южно-Кошелевских ключей. Харак-



Фиг. 42. Вид Озерновских горячих ключей.



Фиг. 43. Гейзер в активном состоянии.

тер деятельности, состав воды и происхождение, повидимому, также аналогичны таковым Южно-Кошелевских ключей.

Озерновские горячие ключи (Явинские, Первые Озерновские) находятся на левом берегу р. Озерной примерно в 16 км от устья. Вытекают из брекчий древней лавовой формации через террасу, сложенную плотными риолитовыми пеплами. По составу сероводородно-натрово-сульфатные с минерализацией 1.34 г/л и максимальной температурой 85°. Радиоактивность (радон) отсутствует; в горячих ручейках осаждается небольшое количество свободной серы.

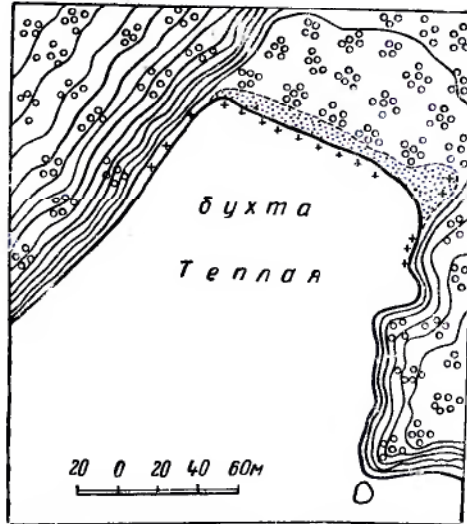
Это наиболее благоустроенные из камчатских термальных ключей. Имеются бетонированные ванны, а также домики для проживания купающихся (фиг. 42).



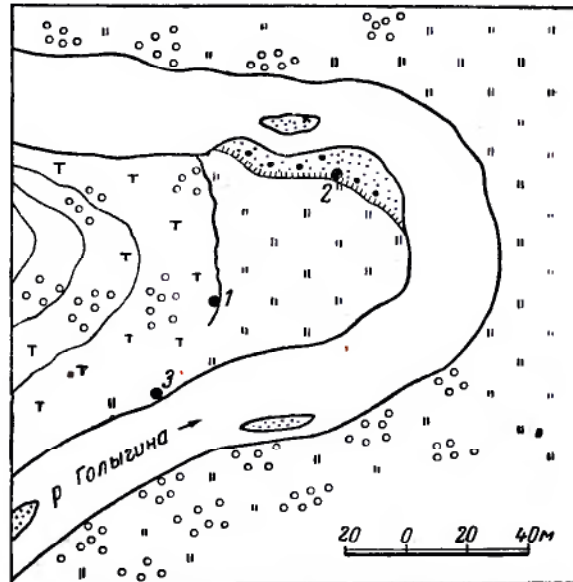
Фиг. 44. Выход Курильских теплых ключей из расщелин старого лавового потока Ильинской сопки (мыс Кикинаучич).

Паужетские горячие ключи (Вторые Озерновские) находятся в долине р. Паужетки — притока р. Озерной. Вытекают из аллювиальных отложений. На большой площади выходят различные по составу, минерализации и деятельности ключи. Наиболее интересен гейзер, извергающий воду через каждые 16 минут (фиг. 43); состав его воды сероводородно-натрово-хлористый; минерализация 3.2 г/л, температура 97°, радиоактивности (эманации) не обнаружено. Такого же состава ряд бьющих ключей. Некоторые спокойно изливающиеся ключи на правом и левом берегах реки имеют ничтожную минерализацию (0.17 г/л) и натрово-сульфатный состав, мало отличаюсь от холодной речной воды.

Наконец, здесь же встречаются грязевые котлы с кислыми сульфатными водами, имеющими минерализацию около 1.11 г/л и температуру до 98°. В общем теплом же стоке из грифонов (в речке) имеются три примитивные ванны.



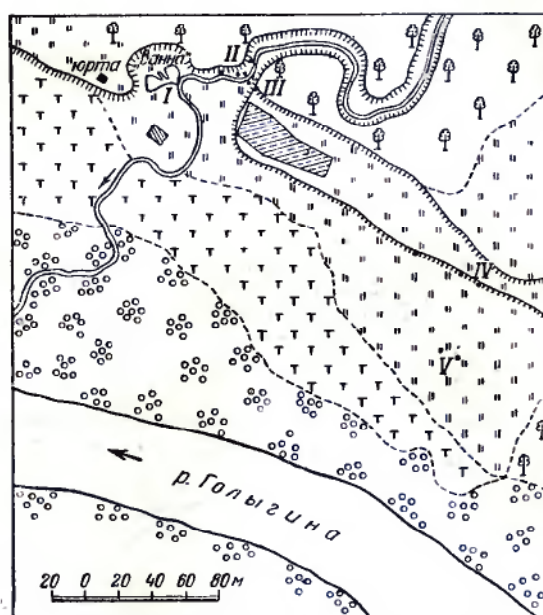
Фиг. 45. Глазомерный план выходов Курильских теплых ключей (крестики) в бухте Теплой. Горизонтали примерно через 2 м.



Фиг. 46. Глазомерный план Верхне-Голыгинских горячих ключей. Выходы горячих ключей показаны черными кружочками.

Курильские теплые ключи находятся на восточном берегу Курильского озера — у подножья Ильинской сопки. Теплая вода выходит на берегу озера и частью на дне его, но тут же у берега. Рядом находится старый лавовый поток вулкана, мысом выступающий в озеро (фиг. 44, 45). Состав воды существенно углекисло-натрово-хлористый; сероводорода нет; минерализация 0.4 г/л; максимальная температура 45°. «Ванны» нет.

Верхне-Голыгинские горячие ключи находятся на левом берегу истока р. Голыгины в местности Унканач. Вытекают из аллювия. Вода существенно натрово-сульфатная; минерализация 1 г/л, максимальная температура 76°. Есть запущенная примитивная «ванна» (фиг. 46).



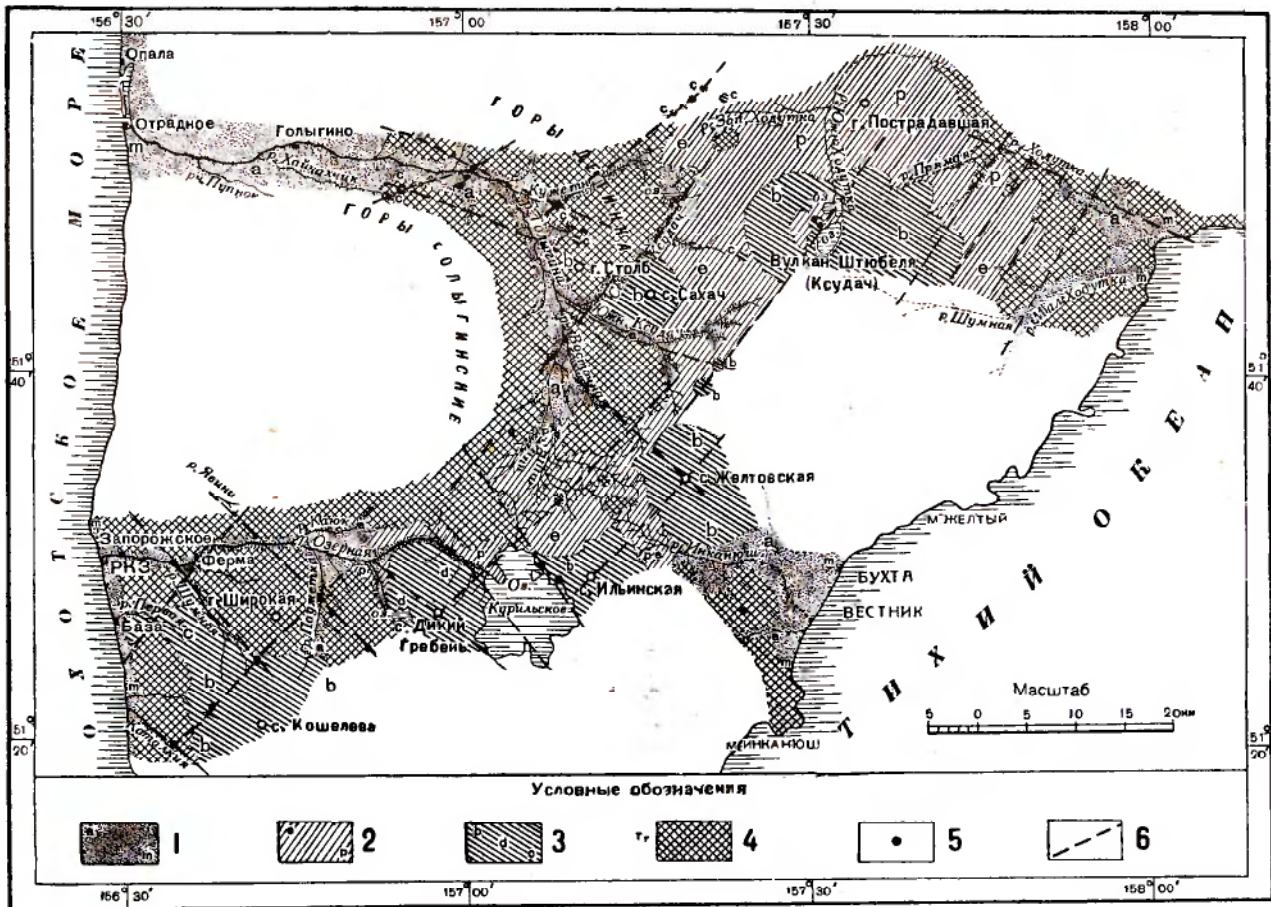
Фиг. 47. Глазомерный план Нижне-Голыгинских горячих ключей. Выходы горячих ключей показаны черными точками.

Средне-Голыгинские горячие ключи. Обнаружить не удалось. Находятся в среднем течении р. Голыгины (на правой ее стороне) около устья р. Кужетн.

Нижне-Голыгинские горячие ключи расположены на правой стороне р. Голыгины у устья р. Кужетн. Выходят из аллювия (фиг. 47). Вода натрово-хлористая с заметным содержанием сероводорода (7 мг/л); минерализация 2.7 г/л; максимальная температура 74°. Имеется «ванна», используемая жителями села Голыгино.

В 1937 г. Голыгинским колхозом здесь построен домик для отдыха колхозников.

Горячие ключи Ксудача выходят в кальдере вулкана Ксудач на западном берегу большого кратерного озера. Состав воды натрово-углекисло-хлористый, температура до 60°; минерализация 0.66 г/л; «ванн» нет.



Фиг. 48. Геологическая карта района рек Озерной, Гольгины и Ходутки.

1 — четвертичные осадочные отложения; 2 — отложения вулканических выбросов; 3 — лавы современных вулканов; 4 — древний лавовый покров (андезиты, базальты и их смеси); 5 — термальные ключи; 6 — предполагаемые разломы.

ЛИТЕРАТУРА

- Заварицкий А. Н. Некоторые вулканические породы окрестностей Ключевской сопки на Камчатке. Зап. мин. общ., 60, вып. 2, 1931.
- Заварицкий А. Н. Пересчет химических анализов изверженных горных пород. Лг., ОНТИ, 1933.
- Келль Н. Г. Краткий отчет о топографических работах. Изв. Гос. русск. геогр. общ., 57, вып. 1, 23—32, 1925.
- Келль Н. Г. Карта вулканов Камчатки. Изд. гос. русск. геогр. общ. и Ак. Наук, 1928.
- Конради С. А. Отчет Русск. геогр. общ. за 1909 г.
- Конради С. А. Доклад общему собранию РГО 2 марта 1911 г. Изв. Гос. русск. геогр. общ., 57, вып. 1, 3—23, 1925.
- Крохин Е. М. и Крогиус Ф. В. Курильское озеро. Тр. Тихоокеанск. ком. Ак. Наук, вып. 4, 1937.
- Новограбленов П. Т. Каталог вулканов Камчатки. Изв. Гос. русск. геогр. общ., 64, вып. 1, 1932.
- Пийп Б. И. Термальные ключи Камчатки. Изд. СОПС Ак. Наук, сер. Камчатская, вып. 2, 1937.
- Пийп Б. И. 1. О названиях «вулкан Штюбеля» и «вулкан Ксудач». Бюлл. Вулканолог. станц. на Камчатке, 1941, № 9.
- Пийп Б. И. 2. О силе извержения вулкана Ксудач в марте 1907 г. Бюлл. Вулканолог. станц. на Камчатке, 1941, № 10.
- Пийп Б. И. 3. Материалы по геологии и петрографии района рр. Авачи, Налачевы и Рассошины на Камчатке. Тр. Камчатск. комплексн. экспедиции СОПС Ак. Наук, вып. 2, 1941.
- Тиррель Г. В. Вулканы. Перевод с англ. яз., 1935.
- Gröneweg H. A. Crystallisation and resorption in the magma of the volcano Ruapehu. Proc. K. Acad. Wetensch., 23, 561—569, 1923.
- Huitem E. Some geographical notes on the map of South Kamchatka. Geogr. Ann. 1923; перевод в Изв. русск. геогр. общ. 67, 31—32, 1925.
- Huitem E. On the eruption of Kamchatka volcano and its sequences. Geol. Fören. Forh. 1924.
- Washington H. Santorini eruption of 1925. Bull. Geol. Soc. Amer. 37, № 2, 353—354, 1926.
- Williams H. The history and character of volcanic domes. Univ. Cal. Publ. Bull. Dep. Geol. Sci., 21, № 5, 1932.

B. I. PIIP

ITINERARY GEOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE SOUTH OF KAMCHATKA

Summary

The region described represents a distinctly pronounced volcanic region. Within the greater part of the area there are developed old volcanic deposits formed of basalt, andesite and dacite material (lavas and tuff-breccias). The basaltic material is confined mainly to the lower portion of the deposits; and the dacitic material, to the upper part. The whole of these rocks, no less than 1000—1200 m thick, has been broken by vertical movements into a number of blocks, which project either in the form of isolated flat-topped mountains with gently inclined summits or in groups of the shape of short ridges. In the divide part of the region these blocks have sunk, and in their place a volcanic plateau has been formed by a cover of recent lava material. On the surface of the plateau the massifs of the present volcanoes are situated.

Amidst the explosion material of the Ilyinsky and Ksudach (Stübel's) volcanoes frequently occur fragments and boulders of porphyrites, their tuffs and quartz diorities—rocks typical of the Mesozoic-Paleogene formations of the more northerly regions of the peninsula. Their occurrence here indicates that in this region they most probably underlie a thickness of above characterized old lava deposits. The age of the latter, therefore, may be assumed to be not older than the Neogene. In the western parts of the region, judging from the rich content of methane in the gases of hot springs, at the base of the old lava deposits there probably lie sedimentary Paleogene or Miocene deposits, containing bitumen, which are analogous to those exposed at the surface considerably further north of our region.

The present volcanoes of the region are morphologically defined as (1) conical strato-volcanoes (Koshelev, Ilyinsky and Zheltovsky); (2) volcanic domes (Dikii Greben and Sakhach); (3) calderas (Ksudach); (4) embryonic acting only once (cinder cones). They are formed primarily of andesites, less frequently of dacites (Dikii Greben) and basalts (Sakhach and cinder cones). The absolute heights of the volcanoes do not exceed 2000 m.

Confined to the fault lines which have determined the block structure of the region are the issues of hot mineral waters and all the volcanic mountains. Particularly well the linear directions are traced following the cinder cones. The azimuth of the fault lines are primarily north-eastern and north-western ones.

Of the useful minerals, the region is the richest in deposits of pumice and in thermal springs. The latter are partly used for medicinal purposes