

Е. К. Мархинин, Д.С. Стратула

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВУЛКАНАХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

ВВЕДЕНИЕ

Летом 1962 г. авторы провели маршрутные вулканологические исследования на нескольких островах Большой Курильской гряды, мало изученных из-за их необитаемости и безводности. Сведения о вулканах этих островов принадлежат главным образом Г. С. Горшкову (Горшков, 1957, 1958). Они основаны на данных, полученных им во время работы в комплексной географической экспедиции 1946 г., а также при наблюдениях вулканов с самолетов и с кораблей.

В 1958—1962 гг. на некоторых островах отряды Института вулканологии СО АН СССР провели вулканологические исследования. Однако результаты работ еще не опубликованы.

Наши маршрутные исследования на этих островах летом 1962 г., ставшие возможными благодаря тому, что в распоряжении экспедиции была малотоннажная шхуна «Геолог», позволили получить новые данные о геологическом строении островов, горячих источниках и состоянии действующих вулканов.

Настоящая работа излагает предварительные результаты проведенных исследований.

ОСТРОВ АНЦИФЕРОВА, ВУЛКАН ШИРИНКИ

Остров Анциферова (Ширинки) расположен у юго-западной оконечности острова Парамушир и отделен от него проливом шириной 15—16 км. Длина острова составляет приблизительно 3,5 км, ширина — около 2 км, максимальная высота — 761 м.

Г. С. Горшков пишет: «Остров Ширинки не посещал никто из исследователей, нам тоже не удалось высадиться на его берега. Удалось только взять дночерпателем песок с пемзовидной галькой роговообманкового андезита» (Горшков, Богоявленская, 1962, стр. 25). Г. С. Горшков (Горшков, 1958) и Г. В. Корсунская (Корсунская, 1958) рассматривали остров как простой одиночный вулкан.

Мы провели маршрутные исследования на острове с 4 по 6 июля 1962 г. и установили, что о-в Анциферова — это сдвоенный вулканический массив, состоящий из меньшей восточной и большей западной частей.

Восточная часть сильно разрушена. Она увенчана дугой обширного кратера, открытого на север. Вдоль ее гребня протягиваются скальные выходы андезитов. Эта часть массива представляет собой остатки слоистого вулкана, и в ряде мест можно наблюдать отчетливо выраженное падение слоев к югу и юго-западу. В центре большого (более 1 км), расширенного эрозией кратера находится небольшая дугообразная горка, в которой также наблюдается юго-западное падение слоев.

Возможно, она представляет собой остаток внутреннего конуса. Нижняя часть западных склонов восточного вулкана перекрыта толщей рыхлых вулканокластических отложений и круто обрывается к берегу моря. Здесь местами можно наблюдать неправильные, маломощные (несколько сантиметров) прослой серой пемзы.

Узкая седловина соединяет восточную часть массива с более высокой и обширной западной, увенчанной полукилометровым сложным кратером круглой формы. Кратер этот состоит из центральной воронки, отделенной от периферической части насыпью. В периферической части кратера расположено еще четыре воронки. В одной из них 5 июля 1962 г. находилось заснеженное озеро. В южной части кратера наблюдается экструзия роговообманкового андезита, переходящая в глыбовый лавовый поток, спускающийся несколькими языками далеко по южному склону массива.

Западный вулкан, продуктами извержений которого сложена основная часть острова, моложе восточного. Он сохранил еще свежие вулканические формы (кратер, лавовые потоки), и можно предполагать, что его извержения происходили не более нескольких сотен лет тому назад.

Петрографическое изучение лав (обр. 601—609) свидетельствует, что как восточная, так и главная западная часть вулканического массива сложены в основном довольно однообразными по составу роговообманковыми андезитами.

Подсчет минерального состава лав показал, что основная масса составляет в лавах от 55 до 72%, в среднем — 65%, вкрапленники соответственно — от 28 до 45%, в среднем — около 35%. Вкрапленники сложены плагиоклазом (60—90% от общего количества), роговой обманкой (10—30%), пироксеном (2—10%) и магнетитом (1—2%). Размеры зерен вкрапленников колеблются большей частью от 0,3 до 0,5 мм. Плагиоклаз нередко имеет зональное строение и содержит от 35 до 85% An, в среднем — 50—52% An. Роговая обманка большей частью красновато-бурая, окаймлена черными опацитовыми каймами. Измеренные значения $2V$ варьируют от -58 до -88° , cNg — от 0 до 22° , средние значения $2V = -70^\circ$; $cNg = 4^\circ$.

Пироксен представлен авгитом с $2V$ от 45 до 58° . Основная масса имеет большей частью гиалопилитовую структуру. Химический состав типичного образца, взятого из лавовых выходов в главном кратере, следующий (аналитик И. М. Бендер):

	Вес. %		Вес. %
SiO ₂	57,34	MgO	1,92
TiO ₂	1,19	CaO	9,32
Al ₂ O ₃	15,41	Na ₂ O	3,64
Fe ₂ O ₃	5,17	K ₂ O	1,76
FeO	3,38	H ₂ O ⁻	0,11
MnO	0,11	H ₂ O ⁺	0,36
		Сумма . . . 99,71	

Андезиты о-ва Анциферова, в отличие от других вулканических пород Курильских островов, содержат роговую обманку, которая обычно встречается только в кислых пемзах. Характерно также относительно высокое содержание щелочей в роговообманковых андезитах о-ва Анциферова.

В основании острова, однако, некоторые мысы сложены лавами, не содержащими роговой обманки. Так, мыс Лапа на юго-западном берегу сложен пироксеновыми андезитами, которые состоят из вкрапленни-

ков плагиоклаза (85%), пироксена (10%) и магнетита (5%) и микролитовой основной массы с небольшим количеством стекла. Вкрапленники составляют около 35% пород. Размеры зерен вкрапленников плагиоклаза колеблются в пределах 0,6—0,7 мм, пироксена — 0,4—0,5 мм и магнетита — 0,3—0,4 мм.

Плагиоклаз sdвойникован обычно по альбитовому и альбит-эстерельскому законам. По составу относится к лабрадору и битовниту (66—79% An, $2V=+80^\circ$, -86°).

Пироксен, на основании величины угла оптических осей ($2V=$ от $+56$ до $+58^\circ$), относится к авгиту.

ОСТРОВ МАКАНРУШИ

О-в Маканруши расположен западнее линии простираания Большой Курильской гряды. Он отделен от северо-западной оконечности Онекотана глубоким проливом шириной 28 км и в геологическом отношении исследован не более, чем о-в Анциферова.

Сноу пишет о нем: «Остров состоит из неправильной массы гор со многими пиками, хотя среди них нет ни одного характерного. Горы достигают 3900 ф. высоты. Они вулканического происхождения, но теперь не в действии» (Сноу, 1902, стр. 93).

Г. В. Корсунская (1958) рассматривает его как сильно разрушенный вулкан-кальдеру.

На основании маршрутных исследований, проведенных на острове с 7 по 9 июля 1962 г., у нас сложилось о нем следующее представление.

О-в Маканруши сложен продуктами извержений главным образом двух вулканов: Северного и Южного. Вулканы соединяются друг с другом, приблизительно в верховьях ручьев Сброс и Вилка, образуя sdвоенный вулканический массив. Оба вулкана осложнены паразитическими вулканическими конусами и очень сильно разрушены эрозией, по-видимому, главным образом деятельностью ледников. Разрушенный кратер главного Северного вулкана (наибольшая высотная отметка 1169 м) открыт на север, а Южного — на юг. Оба кратера являются источниками выноса рыхлых вулканогенно-пролювиальных отложений. Южная оконечность острова — мыс Полуденный — представляет собой, по нашему мнению, область развития ледникового рельефа. Не исключена возможность выхода вдоль его берегов дочетвертичных пород. На острове, особенно на Северном вулкане, сохранились следы интенсивной сольфатарной деятельности. На обоих вулканах борта ручьев часто сложены белыми измененными породами. Вода в ручьях, стекающих из кратера Северного вулкана, кисловата на вкус. Многие породы на северном берегу острова обохрены.

Лавы Южного вулкана представлены главным образом базальтами и андезито-базальтами. Под микроскопом видно, что породы характеризуются общей порфировой структурой и гиалопилитовой, иногда интерсертальной структурой основной массы.

Фенокристаллы составляют 34—65%, в среднем — 50% объема породы. Они представлены плагиоклазом, пироксеном и оливином. В андезитах мыса Полуденного присутствует роговая обманка. В базальтах и андезито-базальтах плагиоклаз слагает 70—85% количества вкрапленников. Размеры его вкрапленников колеблются около 0,4—0,5 мм. Часто плагиоклаз имеет зональное строение. Большая часть вкрапленников содержит включения стекла, которые заполняют почти весь кристалл, за исключением его периферии; в зональных кристаллах включения стекла присутствуют на контактах зон. По составу плагиоклаз относится к Лабрадору (60—70% An). Пироксен составляет 4—

25%, в среднем 20% вкрапленников; присутствуют они главным образом в виде гломеропорфировых скоплений, состоящих из 3—4 зерен, размером каждое 0,4—0,5 мм. По оптическим константам пироксен относится к авгиту: $2V=+47^\circ$, $+66^\circ$.

Оливин образует неправильные зерна размером 0,7—1,0 мм и составляет 0—10% вкрапленников. Содержание фаялита, согласно оптическим данным, колеблется от 22 до 36%. Ниже приводится состав базальта в обр. 611, взятом из лавового потока мыса Вечернего (аналитик И. М. Бендер).

	Вес. %		Вес. %
SiO ₂	47,92	CaO	9,39
TiO ₂	1,59	Na ₂ O	2,84
Al ₂ O ₃	13,54	K ₂ O	0,91
Fe ₂ O ₃	5,80	H ₂ O ⁻	1,04
FeO	5,07	H ₂ O ⁺	4,05
MnO	0,17	CO ₂	2,81
MgO	5,41		
Сумма		100,5	

Лавы Северного вулкана представлены базальтами с гиалопилитовой структурой основной массы. Вкрапленники составляют 30% породы, представлены плагиоклазом (60—70%), пироксенами (25—35%) к оливином (0—15%). Плагиоклаз по составу относится к битовниту (70—89% An). Пироксены представлены авгитом ($2V=+48^\circ$, $+57^\circ$) и гиперстеном ($2V = -58^\circ$) с 45% FeSiO₃, преобладают кристаллы размером 0,7 мм. Оливин образует кристаллы размером 0,5—0,7 мм, содержит фаялита 25—35%.

СЕВЕРНАЯ ЧАСТЬ ОСТРОВА ОНЕКОТАН

Остров Онекотан расположен в 55 км южнее Парамушира и отделен от него глубоким Четвертым Курильским проливом. Остров вытянут с северо-северо-востока на юго-юго-запад. Его длина — 43 км, ширина — 9 км в северной части и 16—17 км в южной. Максимальные высоты 1324 и 1018 м.

Этот относительно крупный и доступный остров изучен значительно лучше, чем многие более мелкие острова Курильской гряды. Особенно это касается южной части острова, где находится один из наиболее активных вулканов гряды — Пик Креницына, последнее извержение которого произошло в 1952 г. (Горшков, 1957).

Геологическое строение северной оконечности о-ва Онекотан до последнего времени было изучено очень слабо. Лишь в 1961—1962 гг. здесь были проведены детальные исследования, результаты которых еще не опубликованы.

По нашим наблюдениям, северная часть острова сложена отчасти продуктами извержения соммы вулкана Немо, полого падающими на север, отчасти — другого крупного вулкана-кальдеры, центр которого находится в районе северо-восточной бухты. По-видимому, гребень этой разрушенной кальдеры проходит через островок Литл Джон, гору Асырминтар и далее протягивается к горе Петра. Со стороны моря в береговых обнажениях северо-восточной бухты можно наблюдать периклинальное падение слоев на юг. Возможно, что гора Петра и гора Асырминтар представляют собой останцы вулкана, осложнившего разрушенный вулкан-кальдеру.

Северная оконечность о-ва Онекотан сложена преимущественно оливиновыми базальтами и пирокластическими образованиями того же состава. В бухте Немо снизу вверх обнажаются:

	Мощность, м
1. Плотные вулканогенно-осадочные породы основного состава	25
2. Массивный базальт	13
3. Плитчатый базальт	1,7
4. Относительно рыхлые вулканогенно-осадочные породы основного состава	1,5

По направлению к оз. Черному эти породы перекрываются образованиями соммы вулкана Немо, к северу — образованиями горы Петра и разрушенного вулкана-кальдеры. Изучение весьма небольшого петрографического материала показало, что лава, обнажающаяся в обрывах бухты Немо, представляет собой базальт. Вкрапленники составляют около 15% объема породы, сложены плагиоклазом, пироксеном и оливином. По оптическим свойствам плагиоклаз относится к Лабрактору и битовниту, содержит от 60 до 76% Ап. Кристаллы сдвойникованы в основном по альбит-эстерельскому и альбит-карлсбадскому законам. Размеры зерен колеблются от 0,7 до 0,9 мм. Пироксен представлен гиперстеном ($2V = -50^\circ, -68^\circ$) и авгитом ($2V = +52^\circ, +60^\circ$). Оливин образует редкие одиночные бесцветные кристаллы. Основная масса — микролитовая.

Лавы, слагающие северную часть соммы вулкана Немо, также образованы базальтами с микролитовой основной массой, содержащей довольно много мелких зерен магнетита. Вкрапленники составляют 30% объема породы. Они представлены плагиоклазом (80% от общего количества вкрапленников), пироксеном (15%) и оливином (5%). Плагиоклаз вкрапленников представляет собой битовнит, содержащий 70—80% анортита, $2V = +90^\circ$; сдвойникован в основном по альбитовому закону. Размеры зерен колеблются от 0,3 до 4,1 мм, преобладают — 0,6—0,7 мм.

Гиперстен является наиболее распространенным темноцветным минералом. Он встречается в виде отдельных изометричных кристаллов размером 0,6—0,7 мм и скоплений мелких зерен. Содержание $FeSiO_3$ варьирует от 32 до 50%.

Моноклинный пироксен ($2V = +54^\circ$) так же, как оливин, отмечен в небольших количествах в виде отдельных мелких зерен.

Лавы, слагающие вершину горы Петра, по минералогическому составу относятся к базальту. Состав вкрапленников плагиоклаза устанавливается как битовнит со средним содержанием анортитовой молекулы 80%. Среди темноцветных минералов преобладает гиперстен, чаще всего он образует скопления мелких зерен. Содержание $FeSiO_3$ в гиперстене варьирует от 42 до 50%. Моноклинный пироксен слагает гломеропорфиновые скопления; $2V = +52^\circ$. Оливин присутствует в несколько большем количестве, чем в лавах ссмы вулкана Немо. Значения $2V$, равные $-76^\circ, +88^\circ$ соответствуют содержанию фаялита от 18 до 42%. Основная масса, составляющая около 70% объема породы, микролитовая.

ОСТРОВ ХАРИМКОТАН

Остров Харимкотан расположен южнее Онекотана и отделен от него неглубоким проливом шириной 15 км.

Судя по имеющимся публикациям (Горшков, 1957, 1958), в продолжение длительного времени никто из исследователей этот остров не посещал, и данные о его геологическом строении скудны.

За время пребывания на острове с 13 по 16 июля мы совершили маршруты по берегу вокруг острова и на вершину «живого» купола вулкана Севергина. Установлено, что последнее извержение вулкана Севергина было по характеру близким к извержению вулкана Безымянного в 1956 г. и также сопровождалось образованием большого агломератового потока. За молодым экструзивным куполом мы обнаружили мощную фумаролу.

В строении о-ва Харимкотан принимают участие главным образом продукты деятельности вулкана Севергина. Северная его часть соединяется с разрушенным вулканом с наибольшей высотной отметкой 714 м. В останцах этого разрушенного вулкана можно наблюдать падение слоев на юг и юго-восток.

Остров Харимкотан имеет форму неправильного треугольника, округленные концы которого направлены на юг, северо-запад и восток. Конус вулкана Севергина и останцы вулкана с отметкой 714 м занимают центральную часть этого треугольника. Северо-западная оконечность острова (мыс Анучина) сложена андезитовой лавой, перекрытой холмами морского песка и пемзовидной породы. Кое-где у северо-западного берега острова расположены морские терраски высотой 2—5, 10—15, 20—25 м. Западные и юго-западные берега острова круто обрываются к морю. Обрывы высотой около 100 м сложены главным образом грубообломочным вулканогенно-кластическим материалом. Местами (например, у мыса Арутюно) в нижней части разреза залегают красноватые обохренные породы измененного облика.

Северо-восточный и северо-северо-восточный берега острова сложены также преимущественно грубообломочными вулканогенно-кластическим материалом и в меньшей мере лавами. Это, по-видимому, продукты древних извержений вулкана с отметкой 714 м. Обширный кратер вулкана Севергина открыт на восток, и поэтому восточная оконечность острова сложена рыхлым вулканогенно-осадочным материалом последних его извержений. Здесь расположен ряд солоноватых озер. Образовались они благодаря отчленению от моря, когда в результате вулканической деятельности произошло накопление большого количества агломератового материала и в связи с этим перемещение береговой линии. Этот материал в восточной части острова слагает своеобразный мелкосопочник, образовавшийся, вероятно, во время снеготаяния. Отчлененные от моря соленые озера постепенно преснеют в результате разбавления их пресными водами. Весной и в летнее время в озера впадают многочисленные ручьи, кислые из-за того, что вода их промывает агломератовый материал. Часто цвет русел таких ручьев красный, благодаря выпадению гидроокислов железа. Дно некоторых озер характеризуется красивой разноцветной окраской.

Поднимаясь вверх по агломератовому материалу, легко достичь кратера вулкана Севергина. Поперечник его — 1,5—2 км. В центре кратера возвышается черный экструзивный купол высотой в несколько сотен метров. Лавы, слагающие купол, различны: от плотных до очень пористых. Ближе к верхней части купола из многочисленных трещин пробиваются слабые струи горячего пара. Судя по замерам, температура их превышает 200°. За вершиной купола из расщелины в лаве бьют очень сильные сернистые фумаролы, отлагающие большое количество серы и активно изменяющие лаву. Сера местами оплавлена. Температура фумарол более 115°.

По литературным данным (Горшков, 1957, 1958), последнее очень сильное извержение вулкана произошло в 1933 г. Согласно нашим наблюдениям вслед за грандиозным взрывом уничтожившим верхнюю часть старой вулканической постройки, был выброшен агломератовый материал, распространившийся к морю в восточном направлении, а

позднее —серый пемзовидный, покрывший значительную часть острова. Извержение завершилось выжиманием большого экструзивного купола. Рост купола несомненно продолжался длительное время и, вероятно, не закончен до сих пор. По-видимому, формирование его, как и купола вулкана Безымянного, сопровождается периодическими усилениями активности вулкана.

По сведениям жителей острова, зимой 1962 г. с берега бухты Севергина над кратером вулкана было видно слабое красноватое зарево. Наши наблюдения на куполе свидетельствуют о том, что он остыл только с поверхности.

Лавы о-ва Харимкотан представлены главным образом андезитами и оливиновыми базальтами. Последние слагают северо-западную часть острова. Во вкрапленниках эти лавы содержат плагиоклаз, оливин и пироксен. Основная масса, составляющая около 55% объема породы, микролитовая.

Плагиоклаз большей частью образует зональные кристаллы, а также зерна, сдвойникованные преимущественно по альбитовому и манебахскому законам. Размер вкрапленников плагиоклаза 0,7—0,8 мм. По составу он относится к битовниту (76% An, $2V = -84^\circ$).

Оливин является главным цветным минералом и слагает около 15% вкрапленников. Его зерна часто ожелезнены и, как видно под микроскопом, имеют буроватый цвет. Судя по оптическим свойствам, оливин относится к хризолиту с 26—30% Fa.

Моноклинный пироксен встречается в виде отдельных крупных зерен размером 0,6—0,7 мм. $2V = +42^\circ$, $+60^\circ$.

Гиперстен отмечен в небольших количествах в виде отдельных мелких зернышек.

Западный берег острова сложен андезитами. Микролитовая основная масса лав составляет около 80—85% объема породы и содержит много мелких выделений магнетита.

Во вкрапленниках резко преобладает плагиоклаз (85%). Его зерна большей частью свежие, без включений; по составу плагиоклаз отвечает Лабрактору с 60% An. Вкрапленники цветного минерала сложены главным образом авгитом ($2V = +54^\circ$, $+57^\circ$). Гиперстен ($2V = -72^\circ$) образует мелкие зерна.

Оливин встречается в очень незначительных количествах и не во всех шлифах ($2V = +85^\circ$, -72°).

Лавы восточного берега острова представлены также андезитами. От лав западного берега они отличаются составом и объемом вкрапленников и структурой основной массы.

Вкрапленники составляют 35—40% объема породы. Они представлены плагиоклазом (80% вкрапленников) — Лабрактором (60% An) и пироксенами: гиперстеном ($2V = -56^\circ$, -58° ; 48% $FeSiO_3$) и авгитом ($2V = +50^\circ$).

Структура основной массы микролитовая с участками пилотакситовой.

Лавы купола представляют собой андезиты. Вкрапленники составляют около 75% объема породы и представлены плагиоклазом (70%), пироксенами (28%) и оливином (2%).

Обычные размеры кристаллов плагиоклаза 0,6—0,7 мм, более крупные вкрапленники достигают 2,5 мм. Фенокристаллы большей частью чистые, прозрачные, иногда по периферии содержат включения стекла. Плагиоклаз относится к Лабрактору (56% An).

Главный темноцветный минерал — гиперстен. Он встречается как в виде скоплений крупных зерен (размером 0,9—1,0 мм), так и в виде отдельных мелких кристаллов. Согласно оптическим данным, содержание $FeSiO_3$ составляет 42—58%.

Моноклинный пироксен встречается в виде отдельных мелких зерен размером 0,3—0,4 мм; $2V = OT + 56$ до $+60^\circ$.

Оливин, судя по оптическим свойствам, относится к гиалосидериту, содержание в нем фаялита достигает 58%.

Основная масса имеет витрофиговую, иногда гиалопилитовую структуру.

ОСТРОВ ШИАШКОТАН

Остров Шиашкотан расположен в 30 км к юго-западу от Харимкотана. Длина его 25 км, ширина — 8 км в северной, 1 км — в средней и 6 км — в южной части.

Максимальные высоты 934 м и 828 м.

Этот остров так же мало исследован, как и Харимкотан. В печати имеются очень краткие сведения, касающиеся лишь двух расположенных на острове действующих вулканов. Во время наших маршрутных исследований острова (с 18 по 26 июля) нам удалось получить новые сведения о его геологии и горячих источниках.

Остров Шиашкотан по форме напоминает гантель. Северо-восточная и юго-западная оконечности его — это молодые вулканические массивы с действующими вулканами Сикарка и Кунтоминтар. Узкая «рукоятка» гантели — перешеек Макарова — сложен в основании смятыми в складки, дислоцированными и прорванными многочисленными дайками, вулканическими породами, названными нами шиашкотанской свитой. Эти породы перекрыты выше четвертичными лавами. Среди даек встречаются дайки гранитоидов. К северу от перешейка Макарова выходы шиашкотанской свиты прослеживаются на значительном расстоянии. Состав ее пород основной — андезиты, андезито-базальты.

Замеренные углы падения пластов небольшие. Так, в районе мыса Дробного отмечены элементы залегания: азимут падения $330^\circ \angle 20^\circ$ и азимут падения 0° , $\angle 10-15^\circ$.

Наиболее древние породы острова — лавы основания перешейка Макарова — относятся к оливиновому базальту. Они имеют порфировую структуру с пилотакситовой структурой основной массы. Вкрапленники составляют 10% объема породы, представлены плагиоклазом (90%), оливином (8%) и пироксеном.

Плагиоклаз встречается в виде мелких зерен размером 0,2—0,3 мм, по составу относится к Лабрадору (66% An).

Оливин по составу отвечает гиалосидериту с содержанием 32—36% Fe, пироксен представлен авгитом.

Лавы вулкана Кунтоминтар являются андезитами. Вкрапленники сложены плагиоклазом и пироксенами. Плагиоклаз большей частью чистый, прозрачный, без включений стекла, изредка зональный, по составу относится к Лабрадору (51% An).

Среди пироксенов преобладает гиперстен. Он образует скопления крупных зерен. Согласно оптическим данным, содержание в нем $FeSiO_3$ колеблется в пределах 40—60%.

Моноклинный пироксен — авгит — встречается в виде отдельных мелких зерен размером 0,2—0,3 мм. Иногда наблюдаются гломеропорфировые сростки с гиперстеном.

Основная масса, составляющая 65% объема породы, микролитовая с преобладанием стекла.

Лавы вулкана Синарка относятся также к андезиту. Основная масса породы микролитовая, с большим количеством стекла. Во вкрапленниках отмечается плагиоклаз (90% вкрапленников) и пироксен (10%). Плагиоклаз относится к Лабрадору (62% An), пироксен —

к авгиту ($2V = \text{от } +50^\circ \text{ до } +60^\circ$) и гиперстену ($2V = -58^\circ$). Вкрапленники составляют около 40% объема породы.

Среди горячих источников о-ва Шиашкотан можно выделить два главных генетических типа, в свое время установленных Е. К. Мархиным для о-ва Кунашир (Мархинин, 1956).

I тип — источники, приуроченные к породам фундамента, расположенные большей частью в непосредственной близости к берегу моря; по химическому составу они, как правило, щелочные, натрово-хлоридные.

II тип — источники, расположенные на молодых вулканах, связанные с их современной фумарольной деятельностью, очень кислые, со сложным комплексом анионов и катионов.

К I типу мы относим три больших группы горячих источников, расположенных на тихоокеанском берегу острова, а именно: Закатные, Дробные и Башмачные (названия даны нами в соответствии с местом нахождения). Ко II типу — источники вулканов Кунтоминтар и Синарка.

Закатные горячие источники располагаются вдоль берега бухты Закатной на протяжении нескольких сотен метров. Дебит отдельных выходов небольшой (до 1 л/сек), но их много. Большинство располагается в полосе отлива. Многие источники вытекают из трещин в лавовой плите. В ряде случаев трещины окрашены в красный цвет выпадающими из горячей воды гидроокислами железа. Максимальная температура воды по замерам 20 июля 1962 г. 70° , $\text{pH} = 7$. Минерализация 6,06 г/л.

Группа Дробных горячих источников расположена к северу от мыса Дробного вдоль берега моря на расстоянии приблизительно 0,5 км. Источники приурочены к древним (плиоценовым?), смятым в пологие складки и прорванным дайками андезито-базальта породам. Дебит отдельных источников менее 1 л/сек. Максимальная температура воды по замерам 18 июля 1962 г. 79° , $\text{pH} = 6,5-8$. Минерализация 15,29 г/л.

Группа Башмачных горячих источников расположена к северо-востоку от мыса Башмачного. Так же как Закатные и Дробные, они расположены в зоне прилива и выходят на лавовых плитах. На поверхности древних размытых лав много крупных современных валунов, «припаянных» к ним железистым цементом, выпавшим из горячей воды источников. Максимальная температура воды в источниках 21 июля 1962 г. была 71° , $\text{pH} = 7$. Минерализация 4,92 г/л. В лавовых плитах непосредственно вблизи выходов горячей воды обнаружены обохренные жилы кремнезема, содержащие пирит.

Источники вулкана Кунтоминтар, непосредственно связанные с его интенсивной сольфатарной деятельностью, расположены в обширном, открытом на запад кратере вулкана. Интенсивность сольфатарной деятельности и ее характер здесь очень сходны с сольфатарной деятельностью вулкана Эбеко.

Можно выделить не менее четырех крупных групп фумарол. Давление в отдельных струях настолько сильно, что газы выбрасывают небольшие кусочки породы. Температура близка к 100° . (Здесь и ниже приведены данные на 19 июля 1962 г.). Среди минералообразований много серы, присутствуют гипс, пирит. Выходы термальных вод расположены среди фумарольных полей. Температура некоторых источников достигает $74, 79^\circ$; $\text{pH} = 1,5$.

Воды отдельных выходов сливаются в ручьи. Из них выделяются три: Восточный (дебит 3—4 л/сек: $t = 31^\circ$; $\text{pH} = 2$), Средний (дебит около 3 л/сек; $t = 38^\circ$; $\text{pH} = 2$) и Западный — железистый (дебит около 3 л/сек; $t = 25^\circ$; $\text{pH} = 3$). Минерализация 6—7 г/л.

В результате выпадения гидроокислов железа дно ручья Западного красное. Ниже по течению ручьев расположены «красные» озера, дно и берега которых сложены рыхлым лимонитом. На озерах можно проследить процесс образования кратерных озерно-болотных железных руд.

Синаркинские горячие источники расположены на восточном склоне вулкана на различных высотах. В верхних частях склона вулкана имеются сольфатары. Температура их на 24 июля 1962 г. составляла 98—99°. Выходы термальных вод приурочены к полям сильно измененных, обеленных пород. Температура в горячих источниках достигает 85—95°. При дебитам 3—4 л/сек, рН=4—5; минерализация —0,80 г/л.

Мошныи сольфатары, отлагающие много серы, приурочены к экструзивному куполу вулкана Синарка.

ОСТРОВ ЭКАРМА

Остров Экарма расположен в стороне от цепи Курильских островов, в 8,5 км к северо-западу от северной части Шиашкотана. Он имеет овальную форму, вытянут в широтном направлении на 8 км, в меридиональном — на 5,5 км.

Согласно литературным данным (Горшков, 1958; Корсунская, 1958), остров состоит из двух вулканов: действующего вулкана Экарма — слабо усеченного правильного конуса диаметром около 5 км — и прилегающего к нему с востока небольшого хребта — остатка древнего вулкана.

Нами на о-ве Экарма были обследованы термальные источники. Они выходят на его северном берегу между мысами Лютым и Моховым. Берег здесь сложен лавами и вулканокластическими образованиями, которые по составу отвечают андезиту и андезито-базальту. Во вкрапленниках наблюдается плагиоклаз, пироксены и оливин. Плагиоклаз обычно образует крупные зерна размером около 1,5 мм, содержащие включения стекла.

Моноклинный пироксен ($2V=+55^\circ$) является основным цветным минералом, встречается в виде крупных зерен с корродированными краями; цвет его буроватый.

Гиперстен ($2V=0-48^\circ$) и оливин ($2V=+72^\circ$) наблюдаются в виде мелких ожелезненных зерен.

Основная масса составляет 55—65% объема породы и имеет структуру от гиалопилитовой до микролитовой.

Термальные источники приурочены к береговому обрыву высотой около 8 м, сложенному грубым вулканогенно-кластическим материалом; они выходят на протяжении нескольких десятков метров. Обрыв почти весь зарос мхами и теплолюбивыми водорослями. Местами он окрашен в красный цвет выпадающими из термальной воды гидроокислами железа. Термальная вода пробивается из трещин в породе. Дебит отдельных выходов до 1 л/сек. Температура до 40°; рН=6. Минерализация 1,15 г/л (данные на 27 июля 1962 г.). Общий дебит источников превышает 20 л/сек.

ОСТРОВ ЧИРИНКОТАН

Остров Чиринкотан, имеющий в плане форму круга диаметром 2,5 км, расположен западнее о-ва Экарма и отделен от него широким (около 30 км) проливом, глубиной более 2000 м.

Согласно литературным данным (Горшков, 1958; Корсунская, 1958), он представляет собой одиночный вулкан-конус, срезанный глубоким и широким кратером. В литературе, однако, полностью отсутст-

вуют сведения о составе слагающих остров пород. Приводимая ниже петрографическая характеристика пород острова основана на изучении коллекции образцов, собранных в маршрутах к вершине вулкана и по восточному побережью.

Породы о-ва Чиринкотан представлены главным образом пироксеновыми и роговообманковыми андезитами и базальтами.

Лавы, слагающие восточный и юго-восточный берег острова, относятся к пироксеновому андезиту. Структура породы порфировая с микролитовой основной массой, содержащей большое количество стекла. Вкрапленники составляют 30—35% объема породы, из которых на плагиоклаз приходится 70%. Средний размер зерен плагиоклаза 0,5—0,6 мм. Кристаллы свежие, прозрачные, без включений стекла. Преобладают полисинтетические двойники по карлсбадскому и альбитовому законам. По оптическим свойствам плагиоклаз относится к андезину (48% An).

Основной темноцветный минерал — гиперстен. Он отмечается как в виде многочисленных отдельных мелких зерен размером 0,2—0,3 мм, так и в виде скоплений крупных кристаллов размером 0,7—0,8 мм. Угол оптических осей $2V$ колеблется от -60 до -80° .

Из других темноцветных минералов присутствуют моноклинный пироксен и магнетит. В сумме они составляют около 5% вкрапленников и встречаются преимущественно в виде мелких зерен. Моноклинный пироксен ($2V=+60^\circ$) окружен широкой опацитовой каймой.

Лавы северо-восточного мыса отличаются от описанных присутствием среди вкрапленников незначительного количества роговой обманки (2% от общего количества вкрапленников), $2V = -68^\circ$; $cNg = 9^\circ$ и большим содержанием стекла в основной массе. Юго-восточный склон вулкана покрыт грубой пирокластикой. В обр. 682, взятом примерно на высоте 500 м, наблюдается криптокристаллическая структура породы. Минералогический состав — плагиоклаз (85%), пироксен (8%), роговая обманка (3%), магнетит (4%) и хлорит. Плагиоклаз представлен Лабрадором (65—69% An), пироксен — гиперстеном ($2V=-70^\circ$). Роговая обманка почти полностью замещена опацитом и хлоритом, лишь местами сохранились отдельные мелкие зерна, окруженные широкой опацитовой каймой. Образцы 680 и 681, взятые в нескольких десятках метров выше предыдущего образца, относятся к пироксеновому андезиту. По составу вкрапленников и структуре основной массы они близки к лавам восточного и юго-восточного берега острова.

ОСТРОВ РАЙКОКЕ

Небольшой округлый в плане островок Райкоке, диаметром 2—2,5 км и высотой 551 м, расположен в 70—72 км к юго-западу от Шиашкотана. Имеющиеся о нем данные (Горшков, 1957) основываются на наблюдениях с кораблей и самолетов, и сведения о составе его лав поэтому отсутствуют.

Нам удалось высадиться на этот остров-вулкан. Крутые склоны вулкана полностью лишены растительности и состоят из перемежающихся свежих потоков лавы и рыхлого пирокластического материала.

Лавы о-ва Райкоке представляют собой плотные темно-серые базальты. Основная масса составляет 60—65% объема породы и имеет интерсертальную или пилотакситовую структуру. Во вкрапленниках отмечается плагиоклаз, пироксен и оливин. Кристаллы плагиоклаза слагают около 50% объема вкрапленников. Они преимущественно прозрачны, без включений стекла, сдвойникованы обычно по альбитовому и альбит-карлсбадскому законам. По составу плагиоклаз отно-

сится к Лабрадору (67% An). Среди темноцветных минералов, слагающих вкрапленники, наиболее распространен моноклинный пироксен. Он составляет 35—40% объема вкрапленников, большей частью встречается в виде отдельных крупных зерен размером 0,8—0,9 мм. Угол оптических осей $2V$ варьирует от $+55$ до $+62^\circ$. Оливин и гиперстен отмечаются не во всех шлифах. Обычно они образуют мелкие зерна. Судя по углу оптических осей $2V$, содержание фаялита в оливине колеблется в пределах 20—40%.

ОСТРОВ РАСШУА

Остров Расшуа расположен в 70 км юго-юго-западнее о-ва Райкоке. В плане он представляет собой овал, вытянутый с северо-северо-востока на юго-юго-запад: длина острова—15—16 км, ширина — 5—6 км. Наивысшая точка — 956 м.

Краткие сведения об этом острове мы находим в литературе (Горшков, 1957, 1958; Корсунская, 1958). Они касаются только самого вулкана Расшуа. Наши кратковременные (с 31 июля по 2 августа) исследования ограничились изучением здесь мыса Южного. В сентябре 1959 г. Е. К. Мархинин обнаружил выходы третичного (?) фундамента на соседнем о-ве Матуа в районе мыса Юрлова. На основании изучения топографических карт, а также проведенных наблюдений установлено, что Южный мыс о-ва Расшуа также сложен третичными образованиями, хотя фациально породы фундамента этих островов не идентичны.

Мыс Южный сложен в основании главным образом вулканогенно-осадочными породами, смятыми в пологие складки. В районе мыска, расположенного на западном берегу в 1 км к северу от южной оконечности острова, замерены элементы залегания: азимут падения 220° , $\angle 10^\circ$; азимут падения 10° , $\angle 10^\circ$.

По составу древние породы мыса Южного представлены измененными андезитами. Основная масса характеризуется гиалопилитовой структурой. Вкрапленники составляют 40% объема породы, представлены плагиоклазом (80%) и пироксеном (20%). Плагиоклаз присутствует в виде зерен размером около 1,0 мм. Обычно он свеж, прозрачен, без включений стекла. По составу относится к Лабрадору (65% An). Пироксен представлен мелкими зернами гиперстена ($2V = -54^\circ$, -62°). Местами он замещен серпентином.

ОСТРОВ УШИШИР

Остров Ушишир расположен в 18 км к юго-западу от о-ва Расшуа. Он состоит из двух частей: северной и южной, соединенных между собой рифовой перемычкой. Северная плоская часть — о-в Рипонкича — вытянута в северо-восточном направлении на расстояние около 3 км. Южная — о-в Янкича — имеет форму неправильного кольца диаметром 2,5—3 км, разомкнутого с юга. Наибольшая высота этого кольца, представляющего собой гребень кратера, 400 м. Внутри кратерной бухты расположены четыре небольших экстрезивных купола. Два из них соединены с берегом песчаной перемычкой.

Опубликованные сведения об острове основываются на наблюдениях с воздуха (Горшков, 1957, 1958).

Мы исследовали остров с 3 по 8 августа, и нам удалось сделать следующие наблюдения.

Геологическое строение острова асимметрично. Вдоль восточного берега о-ва Янкича обнажаются измененные, дислоцированные, прорванные дайками вулканические породы пестрого состава, которые

объединены нами под названием ушиширской свиты. По облику они очень близки к миоценовым породам северо-западной оконечности о-ва Кунашир. Они представлены андезитами, дацитами и дацитовыми туфами. Макроскопически андезиты — серые, чуть зеленоватые породы с флюидалной текстурой и порфировой структурой. Во вкрапленниках резко преобладает плагиоклаз. Большей частью он встречается в виде крупных зерен размером 1,0—1,3 мм. Кристаллы обычно сильно корродированы и содержат крупные включения стекла. По составу плагиоклаз относится к Лабрадору (58% An). Темноцветные минералы замещены кальцитом и магнетитом. Основная масса измененная, криптокристаллическая. Она слагает 65—70% объема породы. Дациты — макроскопически серые плотные породы с заметными вкрапленниками плагиоклаза, кварца и темноцветных минералов. Вкрапленники составляют около 40% объема породы. Более 80% из них представлено плагиоклазом. Размеры его кристаллов варьируют от 0,3 до 4,0 мм, преобладают зерна размером около 1,0 мм. Вкрапленники преимущественно свежие. Кварц составляет 5% вкрапленников. Темноцветные минералы, представленные моноклинным и ромбическим пироксенами, изменены: местами они замещены карбонатом. Основная масса криптокристаллическая, кварцево-полевошпатовая.

Дацитовые туфы представляют собой литокристаллокластическую породу. Зерна полевого шпата, кварца и сильно измененных темноцветных минералов заключены в интенсивно пелитизированную пепловую массу.

Недалеко от юго-восточной оконечности о-ва Янкича на внешнем-склоне кратерного кольца мы обнаружили осыпь кварцевых диоритов. Находка гранитоидных пород в самом центре Курильской гряды тем более интересна, что, согласно некоторым геофизическим работам (Аверьянов, Вейцман и др., 1961), в земной коре этого района не удалось выделить гранитного слоя со скоростью продольных волн 6 км/сек. Макроскопически кварцевые диориты — лейкократовые средне- и мелкозернистые породы. Состоят они из плагиоклаза, кварца, биотита, пироксена и магнетита. Плагиоклаз слагает 65% объема породы. Его кристаллы крупные (0,8—0,9 мм), идиоморфные, свежие, без включений стекла. По составу относится к андезину (38—41% An). Кварц присутствует в виде крупных зерен (около 1,0 мм), ксеноморфных по отношению к плагиоклазу. Пироксен по оптическим свойствам относится к гиперстену ($2V = -71^\circ, -90^\circ$). Биотит отмечен в небольших количествах — до 10% объема породы, характеризуется резким ксеноморфизмом по отношению к светлым минералам. По-видимому, он развился по роговой обманке, реликты которой местами сохранились. Магнетит присутствует в виде редких мелких зерен. Структура породы гипидиоморфнозернистая. Химический состав кварцевых диоритов следующий (обр. 722, аналитик И. М. Бендер).

	Вес. %		Вес. %
SiO ₂	60,06	MgO	2,55
TiO ₂	1,27	CaO	8,24
Al ₂ O ₃	15,21	Na ₂ O	3,65
Fe ₂ O ₃	4,64	K ₂ O	0,69
FeO	3,43	H ₂ O ⁻	0,07
MnO	0,07	H ₂ O ⁺	0,62
Сумма . .		100,50	

На северо-восточной оконечности о-ва Янкича породы ушиширской свиты перекрыты отложениями 50—60-метровой морской террасы,

имеющей наклон на север. Терраса прислонена к внешней стенке кратерного кольца и сложена различными, в той или иной мере перебитыми, перетолженными и окатанными рыхлыми вулканическими продуктами. В верхней части обрыва террасы отмечены три пемзовых горизонта мощностью 2—3 м. Пемзы террасовых отложений на отдельных участках с поверхности очень ярко окрашены гидроокислами железа. Приблизительно в средней части террасовых образований на северо-восточном берегу о-ва Янкича залегает слой морских валунов мощностью 1—3 м. В направлении с севера на юг он постепенно поднимается над уровнем моря от нескольких метров до нескольких десятков метров. Нижняя часть террасовых отложений сложена песчано-гравийным вулканогенным материалом.

В отличие от восточного западный берег о-ва Янкича сложен молодыми основными лавами. Такими же лавами со столбчатой отдельностью сложены юго-восточная оконечность о-ва Янкича и весь о-в Рипонкича. Эти лавы относятся к андезитам и андезито-базальтам. Вкрапленники составляют от 5 до 15% объема породы и представлены плагиоклазом (80%) и пироксеном (20%). Плагиоклаз представлен Лабрадором с колебанием содержания анортитовой молекулы от 50 до 65%. Вкрапленники свежие, без включения стекла. Пироксен представлен авгитом, $2V=+50$, $+54^\circ$. Основная масса гиалопилитовая, местами пилотакситовая.

Наиболее молодыми лавовыми образованиями на острове являются, вероятно, внутрикратерные экструзивные купола. Лавы их относятся к андезиту и андезито-базальту. Во вкрапленниках отмечаются свежие прозрачные крупные кристаллы плагиоклаза (53—80%) и мелкие зерна авгита ($2V=+48^\circ$, $+59^\circ$).

Основная масса гиалопилитовая.

В породах юго-восточного купола, соединенного песчаной косой с берегом (обр. 715), присутствуют ксенокристаллы кварца в виде обломков с частично разъединенными основной массой краями.

Современная сольфатарная и гидросольфатарная деятельность на острове сосредоточена на юго-восточном берегу кратерной бухты. Много небольших горячих источников действует в полосе отлива. Температура сольфатар 100° . Температура горячих источников различная. В озере с бурлящими ключами температура 5 августа составляла 86° ; рН = 5. Минерализация 27,10 г/л. Вообще температура в горячих ключах колеблется большей частью в пределах 35 — 50° ; рН = 5; минерализация 16,70—27,10 г/л.

ОСТРОВ КЕТОЙ

Остров Кетой диаметром 9 км имеет в плане округлую форму, он расположен в 25 км юго-западнее Ушишира. Геология острова почти не изучена.

Нам удалось высадиться на его западном берегу и только в этой части острова провести маршрутные исследования в период с 7 по 12 августа. Западный берег острова представляет собой обрыв высотой в несколько сотен метров, обнажающий слоистое строение вулканического массива.

Лавы здесь представлены базальтами. Вкрапленники составляют 45—50% объема породы и представлены плагиоклазом (60%), пироксеном (35%) и оливином (5%). Плагиоклаз по оптическим константам относится к битовиниту (82% An). Он присутствует в виде свежих чистых зерен размером 0,7—0,8 мм. Пироксен представлен авгитом ($2V=+55^\circ$, $+62^\circ$). Содержание фаялитовой составляющей в оливине колеблется в пределах 36—56%. Местами по темноцветным минералам

развит кальцит. Основная масса породы микролитовая с большим количеством темного стекла.

Слоистый вулканический массив прорван многочисленными дайками основных пород. Вдоль берега прослеживается низкая морская терраска высотой несколько метров.

Берег расчленен ручьями, часть которых — кислые. Такова, например, речка Горчицкая (дебит 30 л/сек), названная нами в соответствии с цветом ее воды. Весной 1962 г. по ее долине был вынесен мощный грязевой поток, который вблизи берега моря похоронил зимний снег. В верховьях Горчицкой находится сольфатарное поле.

Пар из некоторых сольфатар вырывается под большим давлением. Температура его 9 августа достигала 110°. Температура воды наиболее горячих источников была 80°; рН = 3,5—4. Минерализация 1,47 г/л. Воды горячих источников, сливаясь, образуют несколько ручьев, впадающих в речку Горчицкую.

ОСТРОВ БРОУТОНА

Остров Броутона расположен в 74 км к запад-юго-западу от южной оконечности Симушира. Согласно литературным данным (Корсунская, 1958), он представляет собой одиночный, сильно разрушенный слоистый вулкан. Судя по тому, что в литературе отсутствуют какие-либо сведения о составе слагающих его горных пород, о-в Броутона не посещался геологами.

Нам удалось высадиться на северо-восточном берегу острова и отобрать ряд образцов горных пород в районе мыса Недоступного. Отобранные образцы представлены базальтами. Во вкрапленниках отмечаются плагиоклаз (70%), пироксен (20%) и оливин (10%). Кристаллы плагиоклаза большей частью мелкие (0,4—0,5 мм), свежие, без включений стекла. По оптическим свойствам плагиоклаз относится к Лабрадору. Пироксен представлен пижонитовым авгитом, авгитом ($2V = +40^\circ$, $+58^\circ$) и гиперстеном ($2V = -64^\circ$, -86°). Кристаллы оливина сильно изменены. Основная масса занимает 70% объема породы и имеет гиалопилитовую структуру.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверьянов А. Г., Вейцман П. С., Гальперин Е. И., Зверев С. М., Зайончковский М. А., Косминская И. П., Кракшина Р. М., Михота Г. Г., Тулина Ю. В. Глубинное сейсмическое зондирование в переходной зоне от азиатского континента к Тихому океану в период МГГ. Изв. АН СССР, серия геоф., 1961, № 2.
- Горшков Г. С. Каталог действующих вулканов Курильских островов. Бюлл. вулканол. ст., 1957, № 25.
- Горшков Г. С. Действующие вулканы Курильских островов. Труды Лабор. вулканол., вып. 13, 1958.
- Горшков Г. С., Богоявленская Г. Е. К петрографии современных вулканических пород Курильской островной дуги (Северные Курильские острова). Труды Лабор. вулканол., вып. 21, 1962.
- Корсунская Г. В. Курильская островная дуга. Изд-во АН СССР, 1958.
- Мархинин Е. К. О приуроченности парогидротермальных проявлений на острове Кунашир к разрывным нарушениям. Бюлл. вулканол. ст., 1956, № 24.
- Мархинин Е. К. Вулканы острова Кунашир. Труды Лабор. вулканол., вып. 17, 1959.
- Сноу. Курильская гряда. Зап. об-ва изучения Амурск. края, т. 8, вып. 1, 1902.