

## **ВУЛКАН УКСИЧАН В СРЕДИННОМ ХРЕБТЕ КАМЧАТКИ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Вулкан Уксичан занимает водораздельный участок Срединного хребта, располагаясь в междуречье Быстрой Козыревской, Быстрой Хайрюзовской и Тихой. Он является одним из крупных щитообразных вулканов, характеризуется значительной разрушенностью, резко повышенной щелочностью пород, а также своеобразной историей развития. Диаметр вулканического сооружения достигает 45 км. В вершинной части вулкана располагается 12-километровая кальдера, дно которой занято экстрюзиями. Относительная высота постройки 600—700 м. На склонах вулкана располагаются более молодые вулканы и многочисленные шлаковые конусы.

Ряд морфологических и геологических особенностей вулкана — глубокая эродированность склонов троговыми долинами, соотношение ледниковых форм рельефа с вулканической постройкой, взаимоотношение вулкана с породами фундамента, а также обратный знак намагниченности лав вулкана позволяют утверждать, что вулкан Уксичан является древнечетвертичным образованием.

Большинство исследователей (Власов, 1959; Эрлих, 1960; Ротман, 1962 и др.) отмечают широкое проявление в древнечетвертичное время в пределах Срединного хребта извержений преимущественно трещинного типа, образовавших так называемые платоэффузивы, которые сложены почти исключительно оливиновыми базальтами.

Изучение вулкана Уксичан, а также аналогичных древнечетвертичных образований в других районах Срединного хребта не подтверждает эти высказывания. Древнечетвертичные образования представлены главным образом крупными, сильно разрушенными дифференцированными щитообразными вулканами, ни один из которых не был детально изучен. Поэтому описание вулкана Уксичан представляет значительный интерес для более правильного понимания эволюции древнечетвертичного вулканизма в целом.

### **ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ**

Район вулкана Уксичан, несмотря на относительно небольшую площадь, в геоморфологическом отношении чрезвычайно разнообразен. Расположенный вблизи тектонически наиболее активной зоны (Козыревско-Быстринской системы поднятий), район характеризуется довольно сложной геологической историей. Здесь отмечаются значительная активность тектонических процессов, два цикла вулканизма (алнейский и четвертичный), по крайней мере, две стадии верхнечетвертичного оледенения, большая интенсивность процессов комплексной денудации.



Рис 1. Схема геоморфологического строения вулкана Уксичан

1—столообразные участки склонов вулкана; 2—неоднородные пологоволнистые участки склонов; 3—лавовый останец с крупными склонами; 4—расчлененный рельеф высокогорного облика (экстрюзия); 5—молодые шитовые вулканы верхнечетвертично-современного возраста; 6—шлаковые конуса и их лавовые потоки; 7—кальдера; 8—крутые скалистые уступы; 9—холмисто-грядово-западинный рельеф (донная и основная морена); 10—конечноморенные образования второй (последней) стадии верхнечетвертичного оледенения; 11—кары; 12—троги; 13—высокогорный сильнорасчлененный эрозионно-тектонический рельеф на отложениях алнейской серии; 14—лавовая равнина Анаунского вулканического района

В результате наблюдается большое разнообразие генетических типов рельефа (рис. 1). Наиболее четко выделяются следующие морфогенетические типы рельефа: высокогорный, резко расчлененный эрозионно-тектонический, сформированный в результате доминирующего влияния интенсивных сводово-блоковых поднятий третичного фундамента; среднегорный эрозионно-вулканический рельеф (платообразные останцы вулкана Уксичан); первичноаккумулятивный вулканический рельеф, многочисленные типы ледникового рельефа и т. д.

Рельеф района вулкана Уксичан характеризуется четко выраженной ярусностью. Отчетливо выделяются три разновозрастных, существенно аккумулятивных (вулканических) яруса рельефа — нижний, средний и верхний.

Нижний ярус, сложенный эффузивно-пирокластическим комплексом пород алнейского вулканического цикла (верхний миоцен — плиоцен), в пределах вулкана Уксичан, является погребенным. Рельеф данного яруса характеризуется относительно слабым расчленением и достаточ-

ной выположенностью. За пределами мощных бронирующих комплексов вулкана Уксичан, к западу от него и в хребтах Быстринском и Козыревском, на отложениях алнейской серии, развит обычно контрастный, резко расчлененный эрозионно-тектонический рельеф высокогорного характера. Вулканические сооружения алнейского цикла в данном районе оказались сильно разрушенными интенсивными блоковыми перемещениями и в большинстве случаев практически полностью утратили форму вулканов.

Средний ярус, образованный существенно эффузивным комплексом вулкана Уксичан, представлен эрозионно-вулканическим рельефом среднегорного облика. Несмотря на интенсивное проявление многочисленных агентов разрушения (в том числе ледниковой экзарации), постройка все еще сохраняет форму вулкана.

Верхний ярус представлен группой молодых щитовых вулканов верхнечетвертично-современного возраста, близких к исландскому типу (Чингейнгейн, 1453, Эбев-Бунаня и ряд более мелких), а также мелкими моногенными вулканическими образованиями (шлаковыми и лавовыми конусами), которые не вносят коренных изменений в морфологические особенности рельефа вулкана. Рельеф данного яруса почти полностью сохраняет первичновулканический облик.

Геоморфологические особенности склонов вулкана. Отличительной и наиболее характерной морфологической особенностью рельефа вулкана Уксичан является широкое распространение на его склонах ровных, столообразных участков, что давало повод отдельным исследователям (Власов, 1959 и др.) говорить о развитии здесь древней поверхности выравнивания эрозионно-денудационного типа. Однако морфогенетические особенности высокой ровной поверхности отличны от поверхностей денудационного выравнивания (Чемеков, 1963) и обусловлены прежде всего особенностями вулканической деятельности в пределах данного центра.

Высоты ровной лавовой поверхности вблизи центра вулкана достигают 1200—1300 м, в краевых частях постройки они уменьшаются до 900 м. Лавовая поверхность склонов вулкана расчленена многочисленными троговыми долинами на отдельные платообразные останцы, имеющие четко выраженное периклинальное залегание. Углы наклона в пределах ровных участков склонов обычно не превышают 4—5°, однако вблизи кальдеры они увеличиваются до 12—15°, а на отдельных участках даже несколько больше, что хорошо согласуется с увеличением количества пирокластики в разрезе вулканической постройки в прикальдерной части, а также с увеличением мощности лавовых потоков.

Для лавовых платообразных участков характерно также ступенчатое строение, обусловленное последовательным напластованием многочисленных лавовых потоков. Лавовые потоки начальных излияний имели наименьшую вязкость и соответственно большую подвижность и распространялись от центра извержения на 15—20 км. Заключительные лавовые потоки были заметно короче, имели большую мощность и вязкость. В результате ритмичного напластования лавовых потоков большого объема поверхность склонов вулкана на обширных участках, на некотором удалении от центра постройки, была доведена до исключительно ровной, столообразной.

На столообразных участках склонов вулкана широко распространены развалы обломочно-глыбовых лав. Мелкообломочный элювий, как правило, отсутствует. Какие-либо вторичные продукты разрушения лавовой кровли не обнаружены. На западных склонах постройки ровная лавовая поверхность характеризуется существенной морфологической однородностью. Лавовая поверхность ее восточных склонов менее

однородна, отличается большей волнистостью, вследствие широкого проявления более молодых излияний (см. рис. 1).

Все изложенное позволяет заключить, что участки высокой ровной лавовой поверхности в генетическом отношении являются аккумулятивными (эффузивно-аккумулятивными) и соответствуют склонам вулкана.

Кратко рассмотрим особенности нижнего, погребенного яруса рельефа на отложениях алнейской серии. Кровля отложений фундамента вулкана сложена в значительной степени пирокластическими отложениями, слабоустойчивыми к агентам эрозии и выветривания. Несмотря на это, рельеф нижнего яруса характеризуется слабым расчленением и достаточной выположенностью. Древняя кора выветривания или какие-либо переходные горизонты, похожие на нее, не были обнаружены на отложениях фундамента. Перерыв между вулканической деятельностью алнейского цикла и четвертичного был, по-видимому, непродолжителен в данном районе, что подтверждается наблюдениями и в других районах вулканической зоны. Начавшееся денудационное выравнивание рельефа было прервано на какой-то начальной стадии активными блоковыми перемещениями и вулканической деятельностью нижнечетвертичного времени.

В целом рельеф нижнего погребенного яруса имеет существенно аккумулятивный облик. Он не обнаруживает признаков значительной переработки процессами денудации и в морфологическом отношении резко отличен от эрозионно-денудационного рельефа на анавайской серии.

Таким образом, как верхний уровень, соответствующий платообразным участкам вулкана Уксичан, так и нижний уровень рельефа, соответствующий кровле фундамента вулкана, несмотря на их частичную переработку агентами разрушения, в целом являются существенно аккумулятивными.

**Ледниковые формы рельефа.** В пределах вулкана Уксичан широко распространены ледниково-аккумулятивные и экзарационные формы рельефа. В долинах рек представлены все основные генетические типы морен: донная и основная, береговая, а также конечноморенные образования (см. рис. 1).

Ниже приводится краткая характеристика ледниково-аккумулятивных образований в долине р. Уксичан.

Морфологические и литолого-петрографические особенности ледниковых образований на разных участках долины существенно различаются. В нижней части долины (18—20 км от пос. Эссо) морена заметно обогащена крупновалунным и глыбовым материалом, в заполнителе — повышенное количество тонкого (илисто-глинистого) материала. В верхней части долины морена имеет относительно более свежий облик, обеднена тонким материалом и, возможно, является относительно более молодой в сравнении с мореной в нижней части долины. Петрографический состав ледниковых отложений на указанных двух участках долины также существенно различен. Если в нижней части долины в морене преобладают лавы вулкана Уксичан и породы фундамента, то в верхней части морена содержит в большом количестве базальты вулкана Чингейнгейн (25%) и других молодых вулканов (15%).

Несколько худшая сохранность моренных гряд в нижней части долины Уксичан, по сравнению с аналогичными образованиями в долинах других рек, наводит на мысль, что эти гряды следует относить к первой, более ранней стадии верхнечетвертичного оледенения.

Мощные ледниковые комплексы совершенной сохранности имеются в долинах рек Емекенваям, Янга-Ягай, Нубалыкич-Окат. Толщина льда в долинных ледниках достигала здесь 200—300 м.

Исходя из приуроченности ледниковых комплексов к троговым участкам долин, учитывая их тесную связь со свежими карами, гипсомет-

рическое положение, совершенную сохранность и литолого-петрографические особенности, мы относим их ко второй (последней) стадии верхнечетвертичного оледенения.

Таким образом, вулкан Уксичан в верхнечетвертичную эпоху являлся крупным местным центром оледенения, в пределах которого, несомненно, проявлялась как первая, более ранняя, так и вторая стадия верхнечетвертичного оледенения. О характере оледенения в первую стадию судить трудно, поскольку нам не удалось выявить с достаточной уверенностью характера отложений данной стадии в пределах постройки.

Во вторую стадию в центральной части вулкана формировалась значительная по мощности ледниковая шапка. Основное развитие получили долинные ледники, которые удалялись от центра оледенения на 15—19 км, опускаясь до относительной отметки 500—600 м. На ровных столообразных участках склонов вулкана существовал, вероятнее всего, малоподвижный фирново-ледниковый покров, который не оставил моренных отложений заметной мощности.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВУЛКАНА

Были изучены преимущественно вулканогенные отложения фундамента вулкана, относимые к алнейской серии, а также молодые (верхнечетвертичные и современные) вулканические образования, расположенные на его склонах. Изучение фундамента вулкана необходимо прежде всего для понимания геологической обстановки, предшествующей образованию вулканического сооружения.

Молодые вулканические образования генетически не связаны с формированием вулкана Уксичан и представляют обособленный этап четвертичного вулканического цикла.

**Фундамент вулкана.** Как уже отмечалось ранее, долина р. Уксичан не только прорезает вулканическую постройку, но и вскрывает на большую глубину (до 400 м) породы фундамента. Наиболее детально был изучен левый борт долины (рис. 2). Породы фундамента практически не дислоцированы, общее залегание их близко к горизонтальному, наибольшие углы наклона достигают 14—16° и, по-видимому, могут быть объяснены естественным залеганием при вулканических извержениях. Породы имеют пестрый состав и фациально построены весьма сложно. Здесь выделяются три толщи — эффузивная, вулканотерригенная и эффузивно-пирокластическая.

Эффузивная толща имеет наибольшую мощность, достигающую 120 м. Она представлена переслаиванием лавовых потоков с прослоями пирокластического материала. Мощность как отдельных прослоев пирокластического материала, так и лавовых потоков колеблется в широких пределах от 1—2 м до 15—20 м, однако в целом по разрезу преобладают лавы базальтового и на отдельных участках андезитового состава. На некоторых участках пирокластический материал подвергнут процессам гидротермального метаморфизма.

Выше согласно залегает вулканотерригенная толща, в которой фациальные взаимоотношения становятся более сложными. Эта толща мощностью до 100 м широко распространена в западной части разреза. Она имеет грубую слоистость, которая выражается в смене более тонкого туфогенного материала (туффиты, туфогенные песчаники) более грубым (мелкообломочные брекчии). Это — отложения сухих рек: горного аллювия, пролювиальных конусов, лахаровых потоков, а также различных пирокластических образований.

Разрез пород фундамента заканчивается эффузивно-пирокластической толщей, мощность которой достигает 200 м. Она согласно чалегает на вулканотерригенной толще, в некоторых местах с весьма

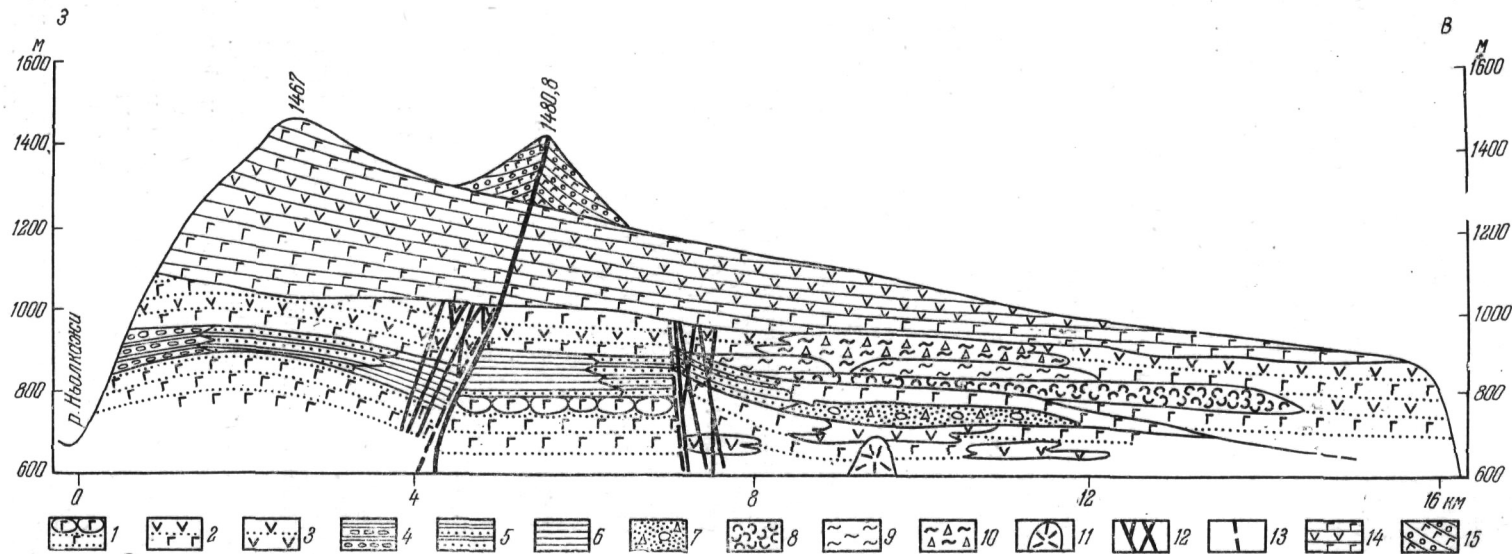


Рис. 2. Схема строения левого борта долины р. Укичан

1 — базальтовые лавовые потоки, местами с шаровой отдельностью; 2 — базальтовые и андезитобазальтовые лавовые потоки с прослоями грубого пирокластического материала и туфами; 3 — андезиты и их туфы; 4 — туфокоигломераты; 5 — туфогенные песчаники; 6 — туффиты; 7 — лахары; 8 — пемзы; 9 — игнимбриты; 10 — туфолавы; 11 — андезитовая экструзия; 12 — базальтовые дайки; 13 — разломы; 14 — лавы вулкана Укичан; 15 — лавы и пирокластический материал шлакового конуса

постепенным переходом, не позволяющим четко провести между ними границу. В ее строении принимают участие лавовые потоки различного состава, лавобрекчии, пемзовые отложения, игнимбриты и туфолавы.

Вся толща пород фундамента вулкана прорвана дайками базальтового состава, которые, как правило, приурочены к зоне разломов. В низах толщи обнаружены экструзия андезитового состава.

Петрографический состав продуктов извержений представлен широким диапазоном пород от основных до кислых, но преобладают среди них андезиты. По генезису породы имеют все переходные различия от эффузивных до вулканогенных. Следует также отметить, что в разрезе пород фундамента имеется большое количество пирокластического материала. По ряду геологических признаков породы фундамента аналогичны отложениям алнейской серии, которые обычно датируются как верхнемиоцен-плиоценовые и выделяются различными исследователями в пределах всей Камчатки (Власов, 1964; Ротман, 1962; Шанцер и др., 1966 и др.).

Граница между отложениями алнейской серии и вулканом Уксичан наблюдается в нескольких местах. Практически лавовые потоки вулкана везде залегают несогласно на породах фундамента.

Как уже отмечалось, кровля пород фундамента имеет выположенный рельеф, т. е. ясные следы частичной нивелировки алнейского рельефа. Кровля эффузивно-пирокластической толщи иногда венчается мало мощным (1—1,5 м) горизонтом мелкообломленных пород, образовавшихся в результате физического выветривания. Каких-либо признаков химического выветривания не обнаружено.

Лавовые потоки вулкана как бы вдавлены в мелкообломочный материал и имеют небольшую зону закалки. Дайки, развитые в породах фундамента, нигде не пересекают контакт между эффузивно-пирокластической толщей и лавами вулкана Уксичан. Между эффузивно-пирокластической толщей и лавами вулкана не отмечается какого-либо переходного горизонта. Лавы вулкана непосредственно залегают на фундаменте и граница между ними прослеживается четко.

Строение вулкана. Остановимся более подробно на геологическом строении важнейших частей вулкана — склонах, кальдере и экструзивных куполах, т. е. на тех структурных элементах, которые позволяют судить о главных этапах истории формирования вулкана.

Строение склонов вулкана относительно простое. Они, как правило, сложены ритмично напластованными лавовыми потоками мощностью от 10 м до 15—25 м. Ясно фиксируется более 20 лавовых потоков. Границы между лавовыми потоками четкие и представлены в основном шлаковидными зонами закалывания кровли и подошвы, в некоторых случаях между ними наблюдаются небольшие (0,5—1 м) прослои агглютината и рыхлого пирокластического материала. Юго-западные и западные склоны вулкана сложены исключительно напластованием лавовых потоков. В строении восточных и северо-восточных склонов вулкана, наряду с преобладанием лавовых потоков, присутствуют пирокластические горизонты мощностью 15—20 м. Они представлены туфами и агломератовыми туфами, причем последние преобладают. Присутствие пирокластического материала на этом участке вулкана и обусловило большую крутизну его склонов.

В целом вулкан Уксичан сложен преимущественно эффузивными комплексами пород, общее количество пирокластического материала не превышает 5—10%. Мощность лавовых потоков постепенно уменьшается от центра (10—15 м) к периферии (5 м). Пирокластический материал в заметном количестве встречается в разрезе в прикальдерной части вулкана, но на периферии практически отсутствует.

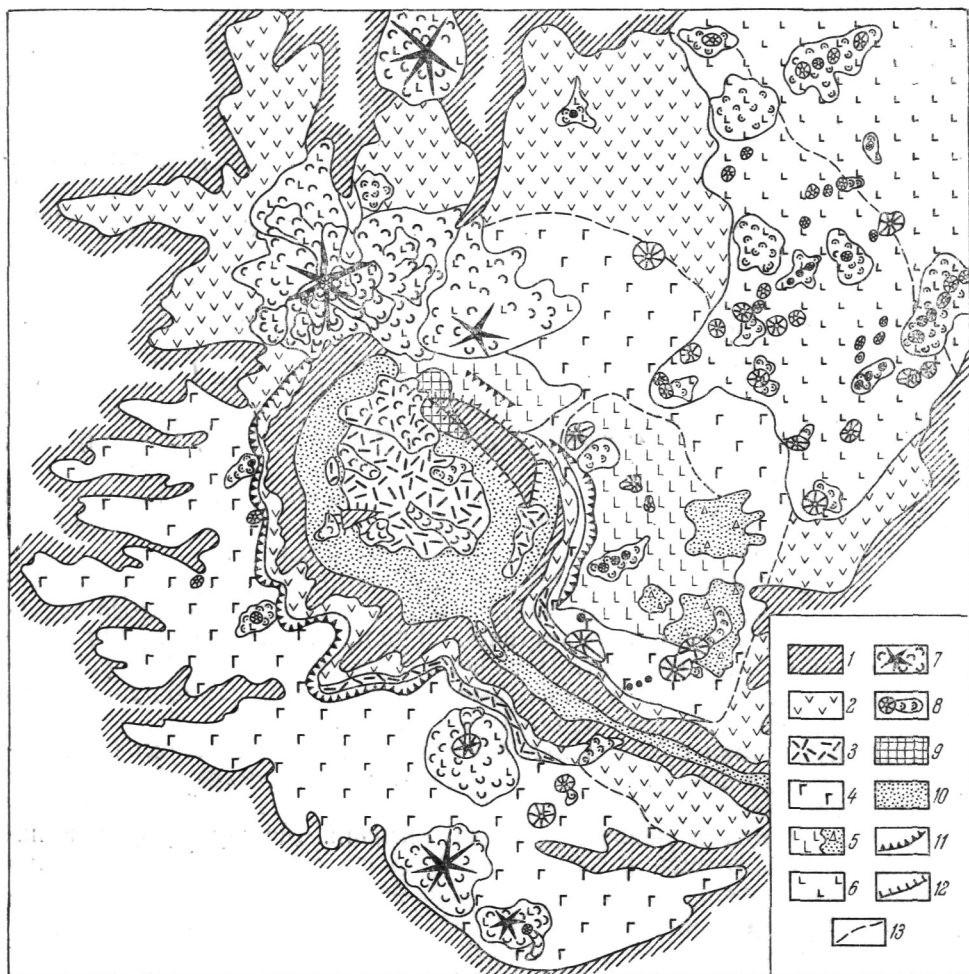


Рис. 3. Геолого-петрографическая схема вулкана Уксичан

1— фундамент вулкана; 2— андезиты и трахиандезиты; 3— биотитовые андезито-дациты и трахиты; 4— базальты и андезито-базальты с прослоями туфов; 6— базальты щитовых вулканов и шлаковых конусов; 7— щитовые вулканы и их лавовые потоки; 9— зоны измененных пород; 10— рыхлые нерасчлененные четвертичные отложения; 11— кальдера вулкана; 12— разломы; 13— границы выделенных комплексов (проведены условно)

Лавы, слагающие склоны вулкана Уксичан, по составу очень разнообразны и представлены рядом пород от базальтов до трахиандезитов и трахитов (рис. 3). Выделяются следующие типы пород: базальты, андезито-базальты, андезиты, трахиандезиты, трахиты и биотитовые андезито-дациты. Картирование выделенных типов пород представляет большую трудность, и границы между ними проведены до некоторой степени условно, вследствие быстрой смены состава пород по отдельным конкретным разрезам и отсутствия порфировых выделений щелочных минералов, т. е. повышенная щелочность в них выявляется только химическим путем. Для примера приведем содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  противоположных бортов долины р. Уксичан (табл. 1) в районе кальдеры вулкана (образцы взяты со смежных лавовых потоков снизу вверх).

Нижние части разреза вулкана Уксичан представлены андезитами и трахиандезитами. Эти породы хорошо прослеживаются в кальдере вулкана и слагают периферические части северных, северо-восточных и во-

сточных склонов вулкана. Они, по-видимому, относятся к наиболее распространенным породам. На некоторых участках среди лав андезитового и трахиандезитового состава встречены маломощные потоки базальтов, которые, как правило, тяготеют к более нижним частям разреза. Вверх по разрезу наблюдается значительное покисление пород (на 5—6%), щелочность их несколько возрастает (на 1,5—2%), а по составу они соответствуют трахитам.

Т а б л и ц а 1

Содержание некоторых компонентов в бортах долины р. Уксичан

Компоненты	Правый борт						Левый борт					
	SiO <sub>2</sub>	50,24	62,00	62,20	59,80	62,90	47,64	60,20	47,76	54,86	57,54	52,26
Na <sub>2</sub> O	3,57	4,71	4,79	4,18	4,48	2,65	4,08	3,19	4,14	4,59	3,86	2,52
K <sub>2</sub> O	2,06	4,52	4,32	5,04	5,55	1,20	3,88	1,38	2,54	2,90	2,34	2,50
Сумма:	5,63	9,23	9,11	9,22	10,03	3,85	7,96	4,57	6,68	7,49	6,20	5,02

Верхние части вулкана сложены более основными породами андезито-базальтами и базальтами. Щелочность этих пород значительно понижается, и самые верхние части кальдеры вулкана представлены нормальными известково-щелочными базальтами.

Кальдера вулкана морфологически выражена четко, за исключением северо-северо-восточного участка. Здесь край кальдеры перекрыт лавами молодых вулканов. Кальдера имеет округлую форму диаметром 12 км. Хотя абсолютные отметки дна кальдеры примерно везде одинаковы, относительная глубина ее различна: в северо-восточной части она достигает 900 м, в юго-восточной — 400—500 м. Большие размеры кальдеры, а также отсутствие больших объемов пирокластического материала на склонах вулкана свидетельствуют, что кальдера образовалась путем обрушения.

В кальдере вулкана широко представлены экструзивные образования, среди которых наиболее крупной является гора Уксичан. Она занимает всю центральную и северо-северо-западную часть кальдеры: относительная высота ее около 1000 м, диаметр основания 6 км. Экструзия имеет андезито-дацитовый состав, характеризуется большой расчлененностью, склоны ее относительно круты, эродированы радиально расходящимися глубокими троговыми распадками. Во многих местах отмечается вертикальная столбчатая отдельность. Экструзия Уксичана была сформирована в несколько этапов, т. е. внедрение ее было многостадийным. Поэтому в ряде мест среди однообразных пород ее наблюдаются большие участки брекчий дробления, а в некоторых случаях отмечаются небольшие по протяженности, но мощные лавовые потоки.

В кальдере располагаются еще четыре небольшие экструзии, относительные высоты которых не превышают 200 м, а диаметр основания 0,5 км. По возрасту они несколько моложе экструзий Уксичан. Экструзия Майдара располагается в западной части кальдеры. Интересной особенностью является наличие столбчатой отдельности (с диаметром столбов 3—4 м), которая прослеживается на всю высоту экструзии (180 м). По составу она аналогична экструзии Уксичан. Две другие экструзии более кислого состава располагаются в юго-восточной части кальдеры. Последняя экструзия располагается в северной части кальдеры. Состав ее наиболее кислый из всех пород вулкана Уксичан и она сложена биотитовым андезито-дацитом.

В районе сочленения, в северо-восточной части края кальдеры и экструзии Уксичан, располагается зона измененных пород. Протяженность зоны около 2 км при ширине 600—800 м. В зоне измененных пород лавы подвержены очень сильной переработке, реликты первичной структуры почти полностью отсутствуют. Канву основной массы породы составляют длиннотаблитчатые агрегаты алунита, между которыми располагаются мелкие зерна кварца.

Таблица 2

Палеомагнитный анализ лав вулкана Уксичан и его фундамента

Место отбора	Номер образца	$A^0$	$I^0$	$I_{n-10-3}$	$I_i$	Q	Номер образца	$A^0$	$I^0$	$I_{n-10-3}$	$I_i$	Q
Лавы вулкана	268/1	196,0	— 3	159,0	1,03	177,0	274/5	186,0	—57	2,94	0,47	6,3
	268/2	272,0	—41	6,02	0,42	14,4	274/4	259,0	—38	3,75	0,77	4,9
	267/5	108,0	—66	2,88	0,80	36,0	274/3	212,0	—56	6,03	0,22	27,4
	2G7/4	225,0	—60	3,30	0,73	5,2	274/2	152,0	—59	1,43	0,64	2,7
	267/3	233,0	—64	0,75	0,69	1,2	274/1	19,9	—48	23,20	0,70	33,1
	267/2	219,0	—40	4,88	0,67	73,0	273/3	20,0	—52	1,33	0,71	1,9
	267/1	158,0	—34	6,70	0,49	13,7	273/2	94,0	—60	5,23	0,56	9,3
Лавы фундамента	266/1	42,0	+ 76	16,40	0,51	36,8	273/1	32,0	+65	8,20	1,17	7,0
	265/5	195,0	+ 53	2,23	0,68	3,7	272/5	253,0	+65	6,07	0,70	8,7
	265/4	157,0	—28	1,45	0,64	2,6	274/4	75,0	+ 74	3,92	0,75	5,2
	265/3	302,0	+ 56	2,86	1,34	2,4	272/3	859,0	+70	260,00	0,66	3,9
	265/2	148,0	+61	4,59	1,26	4,2	272/2	44,0	+63	1,98	0,62	3,2
	265/1	326,0	—24	3,47	1,34	3,0	272/1	281,0	+ 73	2,86	0,62	4,6

Приведенная выше характеристика геоморфологических и геологических особенностей лавовых платообразных участков, имеющих четко выраженное периклинальное залегание, указывает на наличие здесь крупнейшего в Среднем хребте вулкана щитообразного типа.

Нижняя возрастная граница вулкана фиксируется по кровле пород фундамента, т. е. плиоценом. Определение верхней возрастной границы вулкана базируется на двух положениях: соотношении с ледниковыми формами рельефа и палеомагнитных данных. Как отмечалось выше, вулкан Уксичан имеет признаки воздействия обеих стадий верхнечетвертичного оледенения. Только на этом основании его возраст может быть определен как доледниковый (доверхнечетвертичный). Для определения более точного возраста было отобрано большое количество образцов на палеомагнитный анализ. В табл. 2 приведено два палеомагнитных разреза, характеризующих переход от фундамента к вулкану.

Данные палеомагнитного анализа показывают, что вектор намагниченности лав вулкана имеет четко выраженное обратное направление по отношению к современному магнитному полю (см. табл. 2).

Таким образом, возраст вулкана может быть определен как древнечетвертичный.

Молодые вулканические образования. К молодым вулканическим образованиям отнесены вулкан Чингейн-гейн, 1453, Нубалыкич, Эбев-Бунанья, Бунанья, 1425 и около 30 шлаковых и лавовых конусов ареального типа. Эти вулканические постройки не связаны с формированием вулкана Уксичан и относятся к самостоятельному, базальтовому этапу вулканической деятельности, который широко проявился в пределах всей вулканической зоны хребта. По типу построек полигенные вулканические образования представлены типичными щитовыми постройками, близкими к исландскому типу. Сложены они поч-

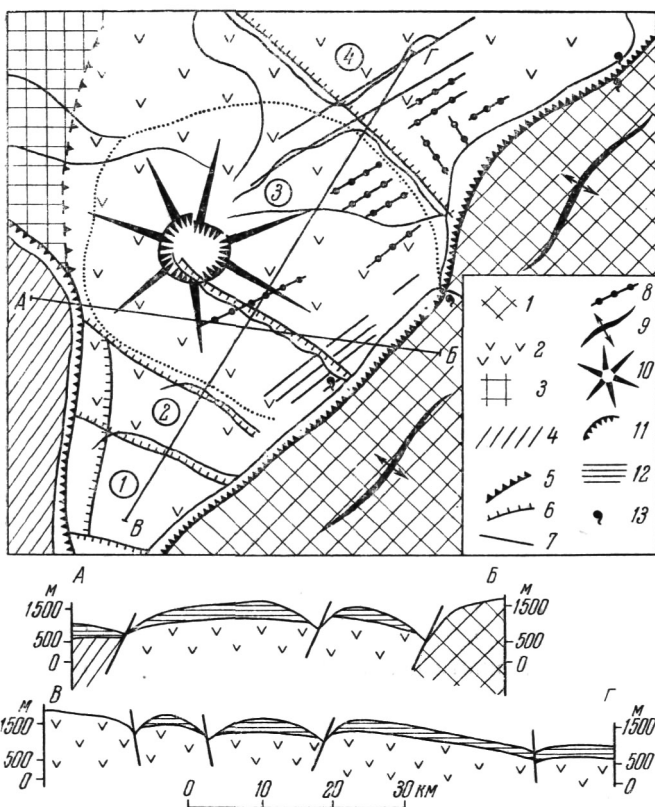


Рис. 4. Схема тектонического строения района

1— зона сводовых поднятий Козыревско-Быстринской антиклинали; 2— зона относительного опускания района вулкана Уксичан; 3— зона поднятий района Янга-Ягай; 4— зона опускания района вулкана Ичинского; 5— региональные разломы; 6— разломы локальные (второго порядка); 7— разломы третьего порядка (трещины растяжения); 8— разломы третьего порядка, фиксируемые системой шлаковых конусов; 9— ось Козыревско-Быстринской антиклинали; 10— склон вулкана Уксичан; 11— кальдера вулкана; 12— четвертичные эффузивы; 13— выходы термальных источников

ти исключительно лавами базальтового состава, пирокластический материал представлен в количестве 5—10%. Проявления ареального вулканизма также представлены базальтами, несколько более основными, чем базальты щитовых вулканов. Возраст молодых вулканических образований на основании взаимоотношения с ледниковыми комплексами датируется как верхнечетвертично-современный ( $Q_3^2$ — $Q_4$ ).

Особенности тектонического строения. Район вулкана характеризуется сложным тектоническим строением, что обусловлено, в первую очередь, широким развитием вертикальных блоковых движений в четвертичное время. При анализе структурных особенностей района выделяются блоки, которые могут быть объединены в следующие геологоструктурные единицы: 1—Козыревско-Быстринская, 2—Уксичанская, 3—Янга-Ягай и 4—Ичинская (рис. 4).

Наиболее интенсивно вертикальные блоковые движения проявлялись к юго-востоку от вулкана Уксичан, где располагается одна из крупных структур Срединного хребта — Козыревско-Быстринская система горст-антиклинальных поднятий. Относительное превышение пород алнейской серии Козыревского хребта по отношению к одновозрастным породам фундамента вулкана достигает 1000—1200 м, что

и составляет наибольшую амплитуду вертикальных тектонических движений за четвертичное время. Естественно, что при формировании Козыревско-Быстринской горст-антиклинальной системы, помимо блоковых движений, большая роль принадлежала аккумуляции вулканических продуктов. В частности, некоторые исследователи (Власов, 1964, Эрлих, 1965) отмечают, что Козыревско-Быстринская зона первоначально формировалась как цепь вулканических центров и только в последующее время была осложнена блоковыми подвижками. В пределах Козыревско-Быстринской горст-антиклинальной системы четвертичный вулканизм проявился исключительно слабо.

Зона широкого развития четвертичного вулканизма приурочена к более пониженным участкам фундамента, т. е. к более опущенным блокам, и выделяется нами в собственную структурную зону, названную условно Уксичанской, которая отделяется от предыдущей зоны региональным разломом. Уксичанская зона, в которой сосредоточен четвертичный вулканизм, характеризуется четким блоковым строением. В ней выделяется несколько крупных блоков, смещенных по вертикали один относительно другого (на рис. 4 обозначены цифрами в кружках: 1, 2, 3, 4) и ступенчато понижающихся с юго-запада на северо-восток.

Юго-западнее вулкана Уксичан располагаются два блока, в пределах которых четвертичные вулканические образования представлены незначительно (вулкан Бонгапти). Эти блоки по своему строению во многих чертах сходны с отдельными блоками Козыревско-Быстринской горст-антиклинальной системы, и гипсометрические отметки их также близки. Третий блок, на котором располагается вулкан Уксичан, в значительной степени опущен по отношению к первым двум. Амплитуда смещения составляет в среднем около 400—500 м. К северо-востоку можно выделить четвертый блок, который занимает наиболее низкое гипсометрическое положение. Таким образом, в Уксичанской структурной зоне на первый план выступает блоковая тектоника и намечается тенденция приуроченности четвертичного вулканизма к опущенным блокам.

Структуры, обрамляющие с запада район вулкана Уксичан, имеют, по-видимому, более сложное строение. Здесь замечаются две структуры, первая из которых морфологически выражена системой небольших платообразных возвышенностей (горы Янг-Янг, Оракаг и Янга-Ягай), названная зоной Янга-Ягай. Соотношение пород фундамента вулкана с этой зоной не вполне ясно. Можно только отметить, что в указанном районе широко представлены породы алнейской серии, которые занимают более высокое гипсометрическое положение по отношению к породам фундамента вулкана; четвертичный вулканизм здесь отсутствует.

Вторая структурная зона — Ичинская — примыкает к юго-западной части района вулкана Уксичан и характеризуется широким распространением четвертичного вулканизма. Она является более молодой и наложенной структурой и отделяется от остальных структур региональным разломом, который фиксируется по долине р. Быстрой (Хайриюзовской). Данная зона представляет собой крупную структуру опускания, относительное смещение кровли пород алнейской серии достигает 700—800 м.

Четкое линейно-групповое расположение шлаковых и лавовых конусов, особенно на северо-восточном склоне вулкана, свидетельствует об их связи с трещинами растяжения. Многие шлаковые и лавовые конусы составляют определенные вытянутые полосы северо-восточного направления протяженностью до 15—20 км. В некоторых случаях трещины растяжения не только контролируются системой шлаковых и лавовых конусов, но и ясно выражены в рельефе.

Таким образом, из краткого обзора тектонического строения района вулкана Уксичан устанавливается, что этот район обладает относительно большой «жесткостью», на первый план выступают блоковые подвижки. Вулкан приурочен к структуре опускания типа грабена, в котором вулканическое сооружение располагается на одном из наиболее опущенных блоков фундамента. Устанавливается прямая связь проявления ареального вулканизма с трещинами растяжения.

#### **ПЕТРОГРАФИЯ, ПЕТРОХИМИЯ И РАССЕЯННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

Лавы вулкана Уксичан отличаются от эффузивных образований не только данного района, но и всего Срединного хребта. Они имеют в подавляющем большинстве явно щелочной характер и представлены рядом пород от базальтов, андезито-базальтов и андезитов до трахиандезитов и трахитов.

Базальты, андезито-базальты и андезиты во вкрапленниках (объем 15—20%) содержат главным образом плагиоклаз, в меньшей степени ромбический и моноклинный пироксен и единичные кристаллы оливина.

Оливин не равновесен с основной массой и представлен бесцветной магнезиальной разностью с содержанием железистой составляющей около 15%, о чем свидетельствуют кристаллооптические данные ( $2V = -88^\circ$ ). Если встречается относительно большое количество оливина, то значительно меньше распространен пироксен, представленный здесь преимущественно моноклинной разностью.

Наиболее распространенным минералом как во вкрапленниках, так и в основной массе является плагиоклаз. Форма его зерен несколько удлиненно-таблитчатая, состав колеблется от № 58 до № 46, изредка до № 65—70.

Особенностью описываемых пород является присутствие в них анальцима, количество которого достигает 2% объема породы. Он встречается чаще всего в виде плохо образованных кристаллов и агрегатов зерен, но иногда имеет и хорошую огранку. Форма кристаллов обычно удлиненная. Минерал бесцветен, изотропен, изредка в нем обнаруживается плохо выраженная спайность (001). Судя по тому, что анальцим не приурочен к миндалинам или трещинам, можно предположить, что он является первичным.

Из акцессорных минералов отмечается магнетит. Крупные выделения его приурочены к оливину, и, кроме того, он распределен в основной массе в виде тонкой рудной пыли.

Основная масса чаще всего имеет криптокристаллическое строение, иногда в нее погружены лейстовидные микролиты плагиоклаза, в распределении которых наблюдается ориентировка по следам течения.

Трахи андезиты и трахиты трудноотличимы от андезитов, так как порфиновые выделения щелочных минералов в них отсутствуют, а основная масса имеет тонкозернистое строение, и содержание щелочного полевого шпата устанавливается с большим трудом. Трахиандезиты и трахиты отличаются от андезитов и андезито-базальтов меньшим количеством вкрапленников (5—8%), а также отсутствием оливина.

Значительно распространен в этих породах гиперстен ( $2V = -77^\circ$ ). Но наряду с ним, иногда встречается энстатит ( $2V = +62^\circ$ ). Моноклинный пироксен представлен авгитом ( $2V = +56^\circ$ ).

Состав плагиоклаза меняется от № 32 до № 49, отдельные вкрапленники до № 57—60. Состав микролитов более кислый и относится к олигоклазу № 23—29, иногда № 38—47. Плагиоклаз зонален. Различия

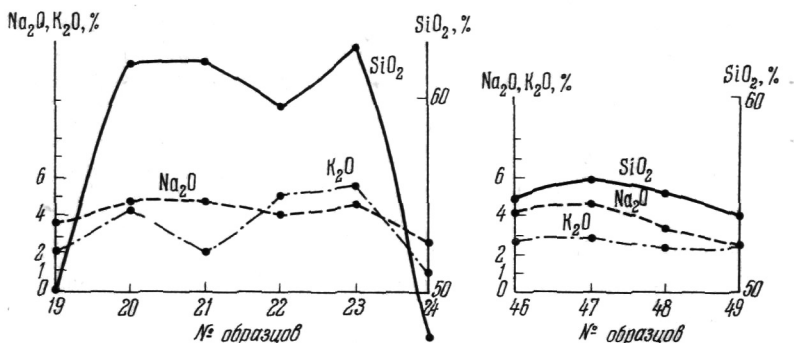


Рис. 5. График распределения  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  последовательно излившихся потоков

между ядром и периферией иногда значительны — от лабрадорабировнита до андезина. Длина вкрапленников порой достигает 10 мм.

Вероятно, в породе первоначально все же присутствовал оливин, так как в основной массе встречается отдельные участки, представляющие собой как бы реликты оливина с сохранившимися формами зерен.

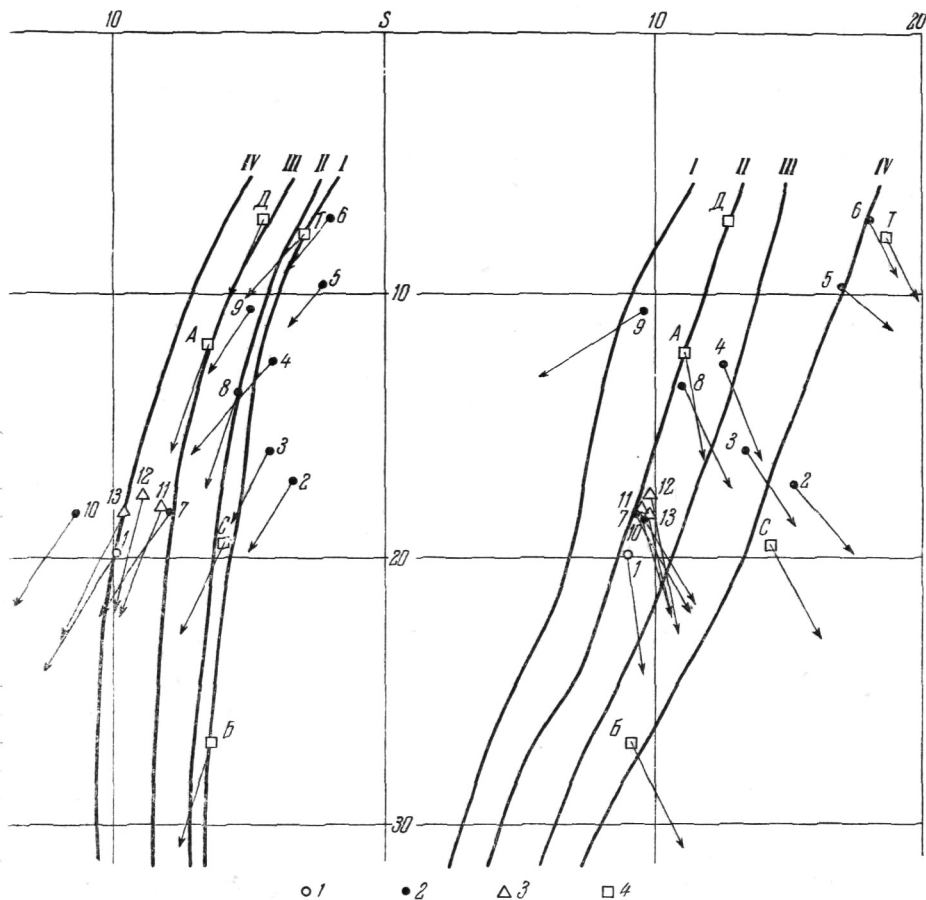


Рис. 6. Диаграмма химического состава лав (по А. Н. Заварицкому)  
 I — лавы фундамента; 2 — лавы вулкана Уксичан; 3 — лавы молодых вулканов; 4 — средние типы пород (по Дэли)

## Химический состав лав района вулкана Уксичан

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		12	13
SiO <sub>2</sub>	50,76	55,30	56,64	62,10	61,32	62,90	54,00	61,00	67,42	49,78	55,16	53,27	52,24
TiO <sub>2</sub>	0,60	1,46	1,40	0,62	1,49	1,42	0,79	0,97	0,25	0,32	0,49	0,84	0,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,29	16,10	15,97	15,48	16,01	16,22	18,12	16,5	17,86	20,77	18,51	19,41	20,49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,05	4,30	4,30	3,08	4,04	3,30	4,07	3,43	2,14	3,93	2,08	3,00	2,19
FeO	5,54	5,17	4,71	3,86	2,99	1,95	5,78	3,45	1,94	4,32	6,41	5,35	5,40
Mn	0,11	—	—	0,04	—	0,11	0,04	—	0,04	0,11	0,07	0,15	0,09
MgO	5,12	2,71	2,68	2,70	0,86	0,87	3,93	3,16	1,65	3,46	4,41	4,33	4,83
CaO	8,57	5,80	5,70	4,82	3,16	4,10	7,65	6,12	4,03	10,47	8,18	8,05	9,24
Na <sub>2</sub> O	2,47	4,22	4,06	3,10	4,20	4,48	2,52	3,88	2,91	2,42	3,06	3,46	2,80
K <sub>2</sub> O	2,21	4,05	4,05	3,98	5,35	5,55	2,50	1,85	2,40	2,43	1,76	1,30	2,11
H <sub>2</sub> O	—	0,09	0,03	—	0,31	0,91	—	0,06	—	—	—	0,09	—
H <sub>2</sub> O+	0,86	0,63	0,75	0,45	1,00	0,32	0,26	0,52	0,33	0,86	0,19	0,20	0,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	—	—	0,15	—	—	0,45	—	0,01	0,02	0,02	—	0,02
SO <sub>3</sub>	—	—	—	0,05	—	—	0,02	—	—	0,15	0,05	0,30	—
П.п.п.	0,71	—	—	0,73	—	—	0,22	—	—	0,10	1,75	—	—
Сумма: . . .	100,45	99,83	100,59	100,51	100,73	100,23	100,09	100,29	100,75	99,78	100,20	100,75	99,90

## Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому

<i>a</i>	9,1	15,2	13,5	12,6	17,1	18,0	9,5	11,2	9,7	9,6	9,5	9,9	9,7
<i>c</i>	9,8	3,2	4,1	4,0	2,2	1,9	7,8	5,2	4,8	10,3	7,9	8,7	9,5
<i>b</i>	19,7	17,0	15,8	12,5	9,6	7,1	18,2	13,5	10,5	18,2	18,0	17,6	18,2
<i>S</i>	61,4	64,6	66,6	70,9	71,1	73,0	64,5	70,1	75,0	61,9	64,6	63,8	62,6
<i>f</i>	47,2	50,6	51,9	49,1	66,7	66,8	51,6	45,2	34,6	45,3	45,0	46,7	40,7
<i>m</i> <sup>1</sup>	46,5	26,9	29,1	36,5	15,6	20,7	38,2	39,2	26,1	35,1	42,4	43,9	47,0
<i>c</i> <sup>1</sup>	6,3	22,4	19,0	14,4	17,7	12,5	10,2	15,6	39,3	19,6	12,6	9,4	12,3
<i>n</i> <sup>1</sup>	63,0	61,2	66,7	54,2	54,4	55,1	60,5	75,9	59,8	60,2	72,5	79,9	66,8
<i>t</i>	0,9	2,06	19,1	0,7	1,8	1,7	1,1	1,26	0,3	0,5	0,6	1,1	6,7
<i>φ</i>	18,5	21,6	23,8	21,0	36,9	39,5	20,0	21,1	17,1	20,1	10,1	15,4	10,7
<i>Q</i>	-5,4	-4,4	2,1	12,6	5,8	8,1	2,2	12,6	25,8	-5,9	-2,3	-0,4	-3,7

Примечания: 1— базальт, верховье р. Уксичан, фундамент вулкана. Аналитик В. Котова; 2— трахиангизит, северо-западный край кальдеры вулкана. Аналитик Т. В. Долгова; 3— трахиадезит, западный край кальдеры вулкана. Аналитик Т. В. Долгова; 4— трахит, северо-восточный край кальдеры вулкана. Аналитик Ильиных; 5—трахит, юго-западный склон вулкана. Аналитик Т. В. Долгова; 6—трахит, южный склон вулкана. Аналитик Мазалова; 7—андезито-базальт, юго-восточный склон вулкана. Аналитик Ильиных; 8— андезит-дацит, экструзия г. Уксичан; 9— Биотитовый андезит-дацит, экструзия в северной части кальдеры. Аналитик В. Котова; 10—базальт, дайка в экструзии г. Уксичан; 11—андезито-базальт, юго-восточный склон вулкана Чингейнгейн, один из ранних лавовых потоков. Аналитик Котова; 12—андезито-базальт, юго-восточный склон вулкана Чингейнгейн; 13— базальт, южный склон вулкана, один из последних лавовых потоков вулкана Чингейнгейн. Аналитик Котова.

Рудный минерал, обычно распределенный в породе равномерно, на некоторых участках встречается в виде скоплений.

Из щелочных минералов присутствует анальцим. Количество и характер выделения его совершенно аналогичны с анальцимом, содержащимся в андезитах и андезито-базальтах.

Минералом, определяющим щелочной состав породы, является калиевый полевой шпат, присутствующий в основной массе. Он или встречается в виде самостоятельных мелких зерен неправильной формы, или же (в редких случаях) образует каемки вокруг зерен плагиоклаза. Основная масса имеет в большинстве случаев криптокристаллическое строение, поэтому установить в ней наличие калиевого полевого шпата не всегда можно.

Биотитовые андезито-дациты дают ряд переходных разностей с трахиандезитами, в которых, наряду с биотитом, из цветных минералов присутствует пироксен, но в типичных биотитовых андезито-дацитах бурый биотит является единственным цветным минералом вкрапленников. Форма кристаллов его удлиненно-пластинчатая с сильно корродированными краями. К биотиту обычно приурочено повышенное содержание рудного минерала. Биотит в значительной степени подвержен опацизации.

Основная масса андезито-дацитов также имеет криптокристаллическую структуру. В редких случаях в основной массе заметны выделения микролитов плагиоклаза.

Общей особенностью всех лав вулкана Уксичан является наличие в них анальцима, присутствие которого в андезитах и андезито-базальтах объясняется, вероятно, ассимиляцией более поздними андезитовыми порциями некоторого количества щелочного расплава. Для щелочных разностей лав, помимо этого, характерно присутствие в основной массе калиевого полевого шпата.

Петрохимия. В табл. 3 помещено 13 полных силикатных анализов: 9 из них принадлежат лавам вулкана Уксичан, 3—лавам вулкана Чингейгейн и 1—лавам фундамента.

Как следует из этой таблицы, вулкан Уксичан имеет чрезвычайно неоднородное строение. Даже в пределах последовательно излившихся лавовых потоков наблюдаются значительные колебания в содержании  $\text{SiO}_2$  и щелочей, в особенности  $\text{K}_2\text{O}$ . Если количество  $\text{Na}_2\text{O}$  меняется приблизительно пропорционально  $\text{SiO}_2$ , то изменение  $\text{K}_2\text{O}$  совершенно

Средние содержания рассеянных элементов

Порода	Число анализов	Элементы				
		V	Cr	CO	Ni	Cu
1. Базальт . . . . .	16	$\frac{0,02}{100}$	$\frac{0,015}{100}$	$\frac{0,003}{100}$	$\frac{0,006}{100}$	$\frac{0,005}{100}$
2. Андезит . . . . .	21	$\frac{0,01}{100}$	$\frac{0,004}{70}$	$\frac{0,002}{70}$	$\frac{0,004}{70}$	$\frac{0,004}{100}$
3. Андезиты и андезито-базальты	39	$\frac{0,01}{100}$	$\frac{0,005}{75}$	$\frac{0,002}{80}$	$\frac{0,005}{80}$	$\frac{0,004}{100}$
4. Дациты . . . . .	6	$\frac{0,007}{100}$	$\frac{0,001}{50}$	$\frac{0,001}{65}$	$\frac{0,002}{65}$	$\frac{0,003}{100}$
5. Базальты . . . . .	20	$\frac{0,02}{100}$	$\frac{0,008}{100}$	$\frac{0,004}{100}$	$\frac{0,006}{100}$	$\frac{0,005}{100}$

Примечание. Числитель — содержание (%), знаменатель — частота нахождения; образований.

не зависит от понижения или повышения количества кремнезема в породе (рис. 5). Содержание  $K_2O$  в пределах одного разреза варьирует от 2 до 5,5%, что обуславливается присутствием, наряду с нормальным рядом пород, также трахиандезитов и трахитов. На диаграмме Заварицкого (рис. 6) нанесены фигуративные точки трех описываемых комплексов пород.

Фигуративные точки анализов лав вулкана Уксичан обнаруживают значительный разброс, тяготея то к андезитам, то к сиенитам и трахитам.

Из петрографического и петрохимического описания пород района следует, что три сравниваемых комплекса существенно различаются между собой. Собственно же лавы вулкана Уксичан обнаруживают повышенную щелочность, что объясняется скорее всего процессами ассимиляции.

Рассеянные элементы. Для выяснения характера распространения рассеянных элементов в породах Уксичанского района были выполнены полуколичественные определения в 102 образцах и повторно проанализировано приближенно количественным методом 20 образцов. Данные обоих методов сходны.

Результаты полуколичественного анализа в зависимости от кислотности пород и выделяемых комплексов сведены в табл. 4, где наряду со средними содержаниями рассеянных элементов указана их встречаемость.

Средние содержания рассеянных элементов сравнивались с кларками соответствующих типов пород по А. П. Виноградову (1962), а также данными Е. К. Мархина (1962) для четвертичных лав Камчатки и Курильских островов.

Содержание рассеянных элементов в породах Уксичанского района не превышает кларковых значений, кроме Ga (содержание которого вдвое больше).

По сравнению с данными Е. К. Мархина, в породах Уксичанского района содержится меньше V в 2,5 раза в базальтах, в 2,8—в андезитах, в 2,2—в дацитах и больше Ba — в базальтах в 2,4 раза. Данные по содержанию Sr, Ni, Co. Cu близки к данным Е. К. Мархина.

Встречаемость Sr, CO, Ni зависит от состава эффузивов. Они обнаружены во всех образцах базальта, в 70—80% андезита и в 50—65% дацита. Такие элементы, как Be, Pb, Zn, I, Ba, Sr, Mo, встречаются спорадически, что связано, вероятно, с ассимиляцией магмой вмещающих

Таблица 4  
в породах Уксичанского района

Pb	Zn	Ba	Sr	Be	Ga	Y	Mo
$\frac{0,001}{50}$	$\frac{0,0015}{30}$	$\frac{0,03}{90}$	$\frac{0,03}{80}$	$\frac{0,0001}{30}$	$\frac{0,004}{100}$	$\frac{0,001}{30}$	—
$\frac{0,001}{40}$	$\frac{0,007}{50}$	$\frac{0,05}{90}$	$\frac{0,03}{30}$	$\frac{0,0001}{40}$	$\frac{0,004}{100}$	$\frac{0,002}{35}$	—
$\frac{0,0015}{50}$	$\frac{0,01}{50}$	$\frac{0,05}{30}$	$\frac{0,03}{30}$	$\frac{0,0005}{30}$	$\frac{0,004}{100}$	$\frac{0,001}{30}$	$\frac{0,001}{30}$
$\frac{0,0015}{50}$	$\frac{0,006}{50}$	$\frac{0,06}{100}$	—	—	$\frac{0,004}{100}$	$\frac{0,001}{60}$	$\frac{0,001}{15}$
$\frac{0,001}{40}$	$\frac{0,01}{50}$	$\frac{0,04}{100}$	$\frac{0,03}{80}$	$\frac{0,001}{50}$	$\frac{0,004}{100}$	$\frac{0,001}{40}$	$\frac{0,001}{50}$

1,2—породы фундамента вулкана; 3—4—породы вулкана Уксичан; 5—лавы молодых

пород. Концентрация Cr, Co, Ni, V, Cu уменьшается в кислых породах, т. е. можно сказать, что эти элементы типичны для пород основного состава.

Необходимо отметить, что в лавах вулкана Уксичан в породах с повышенной щелочностью, в которых резко возрастает содержание К соответственно увеличивается и содержание Ва (от 0,08 до 0,5%).

При сравнении пород фундамента и лав вулкана Уксичан наблюдается некоторое различие в содержании элементов. Если породы фундамента вулкана содержат 0,0001 Ве и не содержат Мо, то в андезитах и андезито-базальтах вулкана содержание Ве увеличивается в 5 раз и появляется Мо в количестве 0,001%.

В породах молодых вулканических образований какого-либо существенного различия в содержании и распределении рассеянных элементов не наблюдается, за исключением базальтов вулкана Чингейнгейн, где появляются молибден и бериллий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Вулкан Уксичан представляет собой интересный пример древне-четвертичного вулканизма в Срединном хребте Камчатки. Основными моментами его развития, характерными и для других одновозрастных с ним вулканов, являются, во-первых, резкое преобладание эффузивной деятельности над эксплозивной, приведшей к формированию крупной пологой шитообразной постройки, во-вторых, дифференциация лав, образование кальдеры, а в заключительный этап внедрение—экструзий кислого состава.

2. Геоморфологические особенности склонов и сохранность вулкана таковы, что отдельные его участки могут быть приняты (и ранее принимались) за плато-эффузивы, образование которых объяснялось трещинными излияниями. Изучение вулкана Уксичан, а также вулканизма в других районах Срединного хребта не подтвердило массовых трещинных излияний. Древнечетвертичный вулканизм в основной своей массе проявился в образовании крупных шитообразных дифференцированных вулканов, которые в ряде случаев (в результате комплексной денудации и воздействия блоковой неотектоники) были сильно расчленены на отдельные эффузивные останцы и в значительной степени утратили форму вулканов.

3. Петрографический и петрохимический состав продуктов извержений вулкана характеризуется довольно значительным разнообразием пород от базальтов до трахитов. Повышенную щелочность пород в данном случае трудно объяснить нормальным ходом дифференциации. При формировании вулкана Уксичан на определенных этапах, вероятно, большую роль играла ассимиляция. Об этом свидетельствует как значительное колебание щелочей при одинаковом содержании  $\text{SiO}_2$ , так и калия, независимо от наличия  $\text{SiO}_2$  в последовательно излившихся лавовых потоках. Ассимиляция, кроме того, доказывается наличием анальцима в нещелочных лавах. Щелочные разности и раздифференцированные породы не подтверждают существующего представления о нижнечетвертичных лавах как об исключительно оливиновых базальтах.

4. Хотя в литературе неоднократно указывалось на более высокое содержание щелочей в четвертичных лавах Срединного хребта по сравнению с Восточной вулканической зоной, однако это справедливо только для небольшой определенной группы вулканов, которые располагаются в южной части вулканической зоны (от вулкана Лаучан на юге до вулкана Уксичан на севере). Эта группа вулканов структурно приурочена

к зоне сочленения жесткой глыбы Срединного массива с вулканической зоной.

5. Формирование вулкана Уксичан парагенетически связано с начальными этапами становления горной системы. Тектонические движения проявились здесь наиболее интенсивно в виде блоковых подвижек, в результате которых в четвертичное время произошло образование наиболее высокой части хребта.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры.— Геохимия, 1962, № 7.
- Власов Г. М. Высокие поверхности выравнивания Камчатки и Курильских островов.— Материалы ВСЕГЕИ, Четверт. геология и геоморфология, 1959, вып. 2.
- Власов Г. М. Геология СССР, т. XXXI, Изд-во «Недра», 1964.
- Заварицкий А. Н. «Введение в петрохимию», 1944.
- Кожемяка Н. Н. Четвертичное оледенение Срединного хребта Камчатки и вопросы расчленения четвертичных эффузивов. В сб.: «Стратиграфия вулканогенных формаций Камчатки», изд-во «Наука», 1966.
- Мархинин Е. К., Сапожникова А. М. О содержании Ni, Co, Cr, V и Cu в вулканических породах Камчатки и Курильских островов.— Геохимия, 1962, № 4.
- Нагата Т. Магнетизм горных пород. Изд-во «Мир», 1965.
- Ротман В. К. Петрохимическая эволюция лав Срединного Камчатского хребта.— В сб.: «Петрохимические особенности молодого вулканизма. Изд-во АН СССР, 1962.
- Чемекон Ю. Ф. Морфология, генезис, возраст и условия формирования древних поверхностей денудационного выравнивания на юге Дальнего Востока СССР.— В сб.: «Материалы по четвертичной геологии и геоморфологии», ВСЕГЕИ, Л., 1963.
- Шанцер А. Е., Челебаева А. И., Гептнер А. Р. Стратиграфия и корреляция неогеновых отложений хребта Тумрок и некоторых районов Камчатки — В сб. «Стратиграфия вулканогенных формаций Камчатки», изд-во «Наука», 1966.
- Эрлих Э. Н. Об эволюции четвертичного вулканизма в зоне Срединного хребта Камчатки. Изв. АН СССР, серия геол. 1960, № 2.
- Эрлих Э. Н. Новейший вулканизм бассейна реки Тихой и вулкана Анаун.— Труды лабор. вулканологии АН СССР, 1960, вып. 18.