АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ЛАБОРАТОРИИ ВУЛКАНОЛОГИИ, вып. 13

А. Е. СВЯТЛОВСКИЙ

НОВЕЙШИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ОБОЛОЧКИ И ВУЛКАНИЗМ В РАЙОНЕ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

Система тихоокеанских островных дуг, в северо-западную часть которой входят Курильские острова и Камчатка, является областью самых мощных на земном шаре движений оболочки земли. При этом в движениях участвуют три части этой оболочки — твердая земная кора, магма и воды Тихого океана.

Кратковременные пароксизмы этих движений проявляются в виде землетрясений, вулканических извержений и цунами — громадных волн, возникающих в океане вследствие подводных землетрясений и извержений подводных и островных вулканов. Волны эти образуются в течение короткого времени, но производят значительные изменения в морфологии Тихоокеанского побережья; некоторые ученые считают цунами причиной образования подводных каньонов.

Движения твердой и магматической частей земной оболочки проявляются на поверхности земли в виде тектонических разрывов и вулканических излияний.

Растянувшаяся на геологические века цепь тектонических землетрясений, наряду с медленными движениями земной коры, сопровождает формирование блоковых структур земной коры, а магма, поднимаясь на поверхность земли, образует лавовые плато и вулканы различного типа.

В результате новейших движений разных типов, в зоне тихоокеанских островных дуг образованы чрезвычайно контрастные формы рельефа: разница высот между цепями вулканических островов и глубоководными впадинами достигает десяти-двенадцати километров.

Проявления на земной поверхности движений различных составных частей земной оболочки приурочены к разным зонам.

Островные дуги разделяются структурно на внутренние и внешние зоны, образующие две цепи Курильских островов: Большие Курильские острова — внутренняя зона и малые Курильские острова — внешняя зона. На Камчатке это — сдвоенные тектонические пояса более сложного строения, где к внешней зоне восточной Камчатки относятся мысы восточного побережья, а к внутренней — восточная вулканическая область.

В центральной Камчатке внешнюю зону образует Восточный хребет, а внутреннюю — вулканы Центральной камчатской депрессии и северная часть Срединного хребта.

Цепи островов и подводных поднятий разделены прогибами (см. схему новейшей тектоники Курило-Камчатской области — фиг. 1).

В процессе эволюции островных дуг происходят сопряженные опускания и поднятия соседних структурных зон и формирование островных цепей и прогибов. При изменении направления движений на месте островов

образуются прогибы и наоборот. Эти прогибы служат исходной позицией для возобновляющегося в дальнейшем поднятия, сопровождающегося на определенных стадиях вулканической деятельностью. Вулканический пояс является внутренней зоной геосинклинали, отделенной тектоническими разломами от внешней зоны, ограничивающей вулканический пояс со стороны океана. В некоторых случаях опускание претерпевает весь геосинклинальный пояс, испытывавший перед тем поднятие. Тогда при последующем поднятии внутренней вулканической зоны островов внешняя зона островной дуги отсутствует.

Таким образом, формирование внутренней и внешней зон островных дуг обусловлено ритмом геосинклинального процесса, выражающегося в чередовании сопряженных поднятий и опусканий. По мере уменьшения амплитуды этих движений и замыкания геосинклинали пояса опусканий ограничиваются жесткой рамой, приобретая черты впадин грабенового типа.

Сила вулканической деятельности отчасти зависит от близости вулканов к образующимся при этих движениях разломам и от интенсивности движений по ним. В Индонезии активные разломы расположены между внешней и внутренней зоной островных дуг и обусловливают наибольшую вулканическую активность в этом районе, среди всех вулканических районов Тихого океана.

На границе между внешней зоной Курило-Камчатской островной дуги и глубоководной впадиной, лежащей к востоку, образуются мощные разрывы земной коры, обусловленные поднятием островной дуги и опусканием глубоководной впадины. Во внутренней зоне сосредоточена современная вулканическая деятельность, менее мощная, чем в Индонезии.

Движения магмы происходят в тесном взаимодействии с движением твердой оболочки земли, возможно, и водной, если допускать возможность проникновения вод океана по трещинам земной коры в зону образования вулканических очагов. Геоморфологический метод изучения движений земной коры в районах новейшего вулканизма позволяет исследовать взаимосвязь вулканической деятельности и тектонических движений (Святловский, 1954).

В районах древнего вулканизма вулканические сооружения разрушены, их первоначальное положение на тектонических структурах и рельефе, являющемся функцией тектоники, становится неясным, а обломки вулканических пород переотлагаются среди слоистых толщ.

Поэтому для определения структурного положения древних вулканов нужно привлекать другие методы исследования (фациальный анализ, палеогеографические методы и др.), не всегда дающие исчерпывающий ответ.

Не случайно поэтому, что основные представления о структурном положении вулканических зон и связи эффузивного вулканизма с областями поднятия, испытывавшими до этого значительные опускания, возникли при исследованиях в районах современного вулканизма. К их числу относится работа Ч. Дарвина о коралловых рифах и вулканах Тихого океана.

Некоторые геологи, признавая связь вулканизма третичного и четвертичного времени с тектоническими поднятиями для более древних времен, считают, что вулканы были расположены в зонах опусканий.

Проявление новейшей вулканической деятельности в зонах тектонического поднятия как будто находится в противоречии с широко распространенными представлениями о существовании древнего подводного вулканизма в геосинклинальных прогибах, испытывающих длительное погружение. Следует учесть, что геосинклинальные горные поднятия (островные дуги), к которым приурочен вулканизм, и глубокие впадины,

Схема

Фиг.1.Схема чевертетичной тектоники Курило-камчатской современной геосинклинальной области. Составил А. Е. Святловский. 1956

1 — внешняя вона островной луги; *2* — внутренняя вона островной дуги; *3* — разломы северо-западного склона глубоководной впадины; *4* — тектонические уступы геосинклинальных трогов (плиоценовые); *5* — поперечные разломы островной дуги (четвертичные); *6* — простирание складчатости; *7* — изобаты; *8* — новейшие излияния в геосинклинальных трогах.

в которые эрозия сносит вулканогенный материал и где происходит образование мощных осадочных толщ, находятся в непосредственном соседстве. Мощные толщи вулканического материала, накопленного в морских впадинах и относимого обычно по присхождению к этим зонам опускания, были снесены в процессе вулканизма и эрозии из областей поднятий цепей вулканических островов, к которым были приурочены вулканы. При этом первые этапы поднятия островных дуг сопровождались вулканическими излияниями, происходящими еще на дне моря.

Иногда поднятия, сопровождающиеся вулканической деятельностью, происходят кратковременно и быстро сменяются опусканиями и поэтому могут быть выявлены только путем подробного фациального анализа и изучения тектонических несогласий в осадочных геосинклинальных толщах.

Наконец, вероятно наличие дифференцированных тектонических движений и в самых зонах глубоководных впадин в районах отложения вулканогенного флиша, испытывавших преобладающее погружение.

В этих случаях вулканическая деятельность была связана также с фазами поднятия. Опускания большей амплитуды, сменявшие их в ритме колебательных движений, приводили к преобладающему погружению района, в условиях которого происходило накопление мощных геосинклинальных толщ с прослоями вулканических отложений.

Таким образом, вспышки вулканической деятельности в общем ритме колебательных движений земной коры в геосинклинальных областях связаны с этапами поднятий.

Исследования в приплатформенных и платформенных районах новейшего вулканизма дают примеры вулканической деятельности, происходящей на фоне преобладающего прогиба узких сбросово-синклинальных котловин (Тункинская впадина Прибайкалья, грабены Восточной Африки и др.).

Однако и в этих случаях вулканические излияния очевидно были приурочены к моментам поднятий, сменяющих опускания в ритме колебательных движений земной коры (Святловский и Флоренсов, 1957).

У нас нет оснований предполагать современный вулканизм в зоне прогибающейся Курило-Камчатской глубоководной впадины. В современную геологическую эпоху наше внимание приковывает вулканическая деятельность, протекающая лишь во внутренних зонах островных дуг, где преобладает поднятие, пояс которого отделен сейсмогенетическими разломами от опускающейся глубоководной впадины и прилегающих прогибов.

При сравнительном рассмотрении условий развития древних геосинклинальных вулканических областей и Курило-Камчатской области выявляется общность закономерностей развития вулканических геосинклиналей разных периодов истории земли (табл. 1).

Вулканическая деятельность в зонах поднятия островных цепей происходит в условиях растущей горной страны, в которой вулканы увеличивают контрастность рельефа. Для вулканических отложений этих зон характерны следующие черты: а) накопление мощных неслоистых толщ грубообломочных вулканических брекчий; б) скудость слоистых прослоев, образующихся за счет внутренних бассейнов и рек; в) изменение обломочного материала по размерам не от слоя к слою (как в слоистых толщах) в вертикальном направлении, а в пределах одной толщи в горизонтальном направлении, по мере удаления от очага извержения (Б. И. Пийп, 1937); г) расположение более молодых вулканических отложений по периферии и у подножия более древних формаций — на этом основан геоморфологический анализ областей новейшего вулканизма.

Таблица 1

Сопоставление условий развития древних и современных геосинклинальных областей

1. В древних геосинклинальных областях наблюдаются тектонические несогласия между толщами осадочных пород, свидетельствующие о складчатости и поднятии островных дуг. Об осадкообразовании в условиях архипелага островов свидетельствуют и фации отложений	1. На Курильских островах и Камчатке в толщах морских отложений третичного и четвертичного возраста наблюдаются несогласия и складчатость. Толщи подняты над уровнем моря на большую высоту (неогеновые отложения Камчатки — на 1700 м над уровнем моря, а четвертичные морские террасы — более чем на 200 м)
2. В процессе эволюции древних краевых геосинклинальных поясов наблюдается смена фаций осадочных и вулканических пород от морских к континентальным, что связано с уменьшением амплитуды вертикальных движений и преобладанием в конце геосинклинального развития поднятия, ведущего к замыканию геосинклинали	2. Курило-Камчатская геосинклинальная область пережила длительную историю геосинклинального развития; к концу третичного времени ритм геосинклинальных процессов начал замедляться на Камчатке, где в четвертичное время началось замыкание геосинклинали и переход к приплатформенному периоду развития северо-западной части полуострова
а) На первых этапах геосинклинального развития, во время преобладания опускания поясов значительной ширины, среди отложений доминируют фации мелкообломочных осадков открытого моря (филлиты, кремн. сланцы), с подчиненными прослоями продуктов подводных излияний (спилиты) *Пример.* Триасовые отложения Колымо-охотского края — среди многокилометровых толщ сланцев наблюдаются сравнительно небольшие пачки продуктов вулканической деятельности	а) Камчатская геосинклинальная область в верхнемеловое время характеризовалась наличием крупных зон опускания, в которых отлагались фации открытого моря (филлиты, кремн. сланцы), флишоидные отложения из осадочных пород с подчиненным количеством продуктов вулканической деятельности, мощные толщи переотложенных продуктов вулканической деятельности, и зон поднятия с широким распространением крупнообломочных, мелководных и субаэральных вулканических отложений, иногда залегающих несогласно на эродированном древнем фундаменте
б) При уменьшении амплитуды вертикальных движений геосинклинальные прогибы мелеют. Грубые фации пород (граувакки, конгломераты, плохослоистые песчаники из местных материалов) свидетельствуют об отложении в прибрежных условиях. В этих условиях накопляются мощные толщи плохослоистых осадков, приуроченные к узким тектоническим зонам, испытывающим длительные опускания *Пример.* Юрские отложения Колымо-охотского края представлены грубообломочными терригенными отложениями большой мощности и толщами вулканических пород в грубообломочных, часто субаэральных фациях	б) Камчатская геосинклинальная область в третичное время характеризовалась образованием геосинклинальных прогибов и формированием мощных толщ терригенных отложений из продуктов размыва древних складчатых пород и вулканических отложений. В зоне Срединного хребта существовал архипелаг островов, поставлявших вулканический материал, переотложенный во впадинах
в) По мере замыкания геосинклинального пояса зона прогибов приобретает все более жесткую раму и ограничивается крупными тектоническими разломами; преобладающую роль начинает играть общее поднятие области, сопровождающееся субаэральным вулканизмом кислого типа *Пример.* Верхнемеловой вулканический пояс Колымо-охотского края, где были отложены мощные толщи вулканических и обломочных продуктов дацитового типа, образованные в континентальных условиях	в) Камчатская область в четвертичное время характеризовалась тектоническими опусканиями в зоне Центральной камчатской депрессии и восточной части полуострова, имевшими небольшие амплитуды и не сопровождавшимися широкой ингрессией моря. В Центральной Камчатской депрессии отлагались морские, озерно-континентальные, ледниковые и вулканогенные отложения. В зонах поднятия протекала мощная вулканическая деятельность
3. Присутствие в зонах опускания геосинклиналей среди обломков вулканических и терригенных пород также и обломков древних метаморфических толщ указывает на наличие по соседству с зонами опускания поднятий геоантиклинального типа, вдоль осевых частей которых выводится на поверхность древний складчатый фундамент	3. Среди отложений геосинклинальных прогибов Курило-Камчатской области широко распространены обломки древних складчатых пород, выходящих в осевых частях горст-антиклинальных хребтов, поднимающихся в центральной Камчатке

4. К этим зонам поднятия бывают приурочены мощные вулканические толщи прибрежно-морского и континентального типа, залегающие на эродированных поверхностях древних складчатых отложений	4. В центральных частях Камчатки четвертичные субаэральные вулканические толщи залегают на эродированной поверхности древних формаций
5. Совпадение периодов регрессий с активной вулканической деятельностью хорошо устанавливается по фациальным данным и указывает на связь вулканической деятельности с тектоническими поднятиями.	5. Мощная постплиоценовая и четвертичная вулканическая деятельность на Камчатке сочеталась с регрессией моря из области полуострова и оледенением. Современные геосинклинальные прогибы сформировались к юго-востоку от полуострова

Иной характер имеют толщи, в которых участвуют вулканогенные осадки, в длительно погружающихся геосинклинальных впадинах. Здесь наблюдаются преимущественно слоистые толщи (вулканогенный флиш), сам принцип формирования которых заключается в переотложении продуктов сноса в морских бассейнах. В этих толщах не встречаются вулканы в захороненном состоянии, а лавовые потоки, иногда встречаемые в таких толщах, стекали с вулканов, расположенных в зонах поднятия.

Следует подчеркнуть различие геотектонических условий зон вулканизма и эпицентров неглубоких тектонических землетрясений. Первые приурочены к зонам поднятий, а вторые — к зонам дифференциальных тектонических движений, происходящих на границах зон поднятий с зонами опусканий. Поэтому неверно связывать вулканические извержения и неглубокие тектонические землетрясения с одними и теми же разломами. При разделении тектонических структур геосинклинальной области выявляется, что активные сейсмотектонические разломы, порождающие неглубокие землетрясения в островных дугах, расположены на расстоянии более сотни (150—200) километров от вулканических поясов (Гутенберг, 1937). Можно говорить лишь о сопряженности движений по этим разломам, происходящих на границе глубоководной впадины и островной дуги — поднимающегося горного хребта, с вулканической деятельностью, происходящей в зоне этого поднятия. Помимо крупных региональных разломов, в структуре островной дуги существует система разломов, сопряженных с локальными контрастными движениями в самой островной дуге, линейных — северо-восточного и северо-западного направлений и кольцевых вулкано-тектонических.

При рассмотрении этих разломов обнаруживается, что они также находятся на значительном расстоянии от вулканов и не являются проводниками для вулканических излияний. Примером такого разлома является омоложенный современный разлом хребта Кумроч, расположенный в 40 км от Ключевской группы действующих вулканов. Разлом имеет падение к западу $< 78—80°$. Амплитуда недавних ступенчатых сбросов по разлому 17—40 м. Этот разлом образует восточную границу грабена Центральной Камчатской депрессии близ Ключевской группы вулканов. Положение современного разлома в соседстве с группой активных вулканов свидетельствует о том, что движения по разрыву сопряжены с деятельностью вулканов. Изучение характера движений по разрыву следует производить во время извержений вулканов Ключевской группы при помощи сейсмических приборов и наклономеров.

Представление о расположении вулканов на разломах, возникающих вследствие дифференциальных движений на границе между поднятиями и опусканиями, не является справедливым.

Поднятие магматических масс и вулканизм тесно связаны с положительным движением земной коры и тем самым с внутренней зоной островных дуг, испытывающей преобладающее поднятие.

Связь новейшего вулканизма с зонами поднятия—общая закономерность, выведенная на основании геоморфологических и геологических наблюдений для третичного и четвертичного вулканизма, является настолько общим планетным явлением, что отрицать ее для более древних геологических периодов нельзя, подобно тому, как нельзя считать, что, например, закон всеобщего тяготения, господствующий на земном шаре в третичное и четвертичное время, мог не существовать в более древние геологические эпохи.

Отмечая расположение вулканов в стороне от разломов, возникающих при дифференциальных движениях блоков земной коры, естественно подумать о том, на каких структурах находятся вулканы и каким путем проникает на поверхность земли магматический расплав при эффузивной деятельности.

Разрывы и трещины в земной коре возникают вследствие динамических напряжений, развивающихся при движениях оболочки земли.

Характерна связь определенных типов разрывов с определенным режимом тектонических движений.

1. На границе поднятий и опусканий развиваются разрывы, сопровождающиеся вертикальными перемещениями блоков земной коры. Крылья разрывов испытывают перемещения, их поверхности сжаты, притерты, сопровождаются тектоническими брекчиями. По этим разрывам не происходит поднятие магмы при эффузиях.

2. На антиклинальных, сводовых поднятиях вследствие растяжения возникают тектонические трещины открытого типа.

При вулканических извержениях магма, устремляясь в зоны поднятия, использует эти трещины как каналы извержений.

После излияния больших масс эффузивов, на сводах вулкано-тектонических поднятий происходит образование депрессий, ограниченных сбросовыми уступами.

3. В зонах сбросово-синклинальных опусканий естественно ожидать сжатия и уплотнения земной коры и образования тектонических нарушений, не сопровождающихся открытыми трещинами, что препятствует излиянию магмы на земную поверхность.

Таким образом, путями вулканических излияний являются трещины, образующиеся в зонах растяжения вдоль осей и на склонах антиклинальных горных хребтов и вулкано-тектонических поднятий. По этим трещинам не образуется сбросов, и при своем образовании они имеют зияющий характер.

Хорошо выраженное линейное расположение вулканов в виде рядов различных направлений в первую очередь определяется протяженностью тектонических структур фундамента вулканов и во многих случаях бывает связано с трещинами, образующимися в зонах растяжения и в дальнейшем заполняющимися дайками и вулканическими куполами.

К числу таких вулканических рядов относятся на Камчатке Авачинско-Коряцкий, Жупановско-Дзензурский ряд (северо-западного направления), Гамченский ряд, Камбальный ряд (северо-восточного и меридионального направлений) и др. К трещинам или зонам слабости, образующимся при растяжении, относится на склонах Ключевской сопки трещина, на которой расположены кратеры Юбилейного прорыва, в Исландии — трещина Лаки и др.

Интересно отметить, что на поверхности Луны широко распространены хорошо заметные в телескоп зияющие трещины, на которых расположены цепочки вулканических кратеров; в то же время на границах горных хребтов и «морей» существуют разломы с дифференциальными движениями крыльев, но без вулканических образований.

На Земле открытые трещины растяжения встречаются очень редко;

обычно они быстро заполняются дайками и экструзиями, скрываются под плащом осадочных пород.

Для региональных вулканических излияний характерна приуроченность к зонам, испытывавшим перед проявлением вулканизма глубокое опускание. Это замаскировывает тектоническую обстановку далекого прошлого, в которой протекали вулканические процессы, так как не всегда удается выявить полностью геотектоническую историю района и установить связь вулканической деятельности с моментом изменения геотектонического режима и поднятием, выражением которого является и самый вулканизм.

Образование крупных опусканий, являющихся исходной геологической позицией для регионально протекающих вулканических процессов, в платформенных и геосинклинальных условиях происходит в форме возникновения грабенов (тип байкальских впадин, африканских грабенов), в платформенной обстановке и в своеобразных тектонических депрессиях геосинклинальных зон (типа Центрально-Камчатской депрессии и подводных прогибов).

Происхождение разнообразных по размерам и форме депрессий, образующихся на гребнях сводовых и вершинах куполовидных поднятий и вулканов, объясняется обрушением при устранении опоры, вследствие излияния магмы на поверхность земли.

При рассмотрении закономерностей образования крупных тектонических депрессий следует учитывать сопряженность опускания дна депрессий с поднятием окаймляющей их рамы из горных сооружений, связанную с геотектоническим процессом формирования островных дуг.

При магматическом поднятии, имеющем некоторое сходство с диапиризмом пластичных масс, эти депрессии становятся ареной вулканической деятельности разных масштабов.

При составлении схемы новейшей тектоники и вулканотектоники Камчатки (фиг. 2) нашей целью являлось выявление основных черт тектонической структуры полуострова, находящихся в связи с размещением, формой и динамикой новейшей вулканической деятельности.

В 1940 г. акад. А. Н. Заварицкий опубликовал карту главных вулканов и тектонических линий Камчатки, на которой отражены его представления о расположении вулканов полуострова в виде рядов, подчиненных двум пересекающимся направлениям — северо-восточному и северо-западному. А. Н. Заварицкий предполагал, что вулканы располагаются на трещинах земной коры, по которым происходят сбросовые дислокации. Однако он не был в этом твердо уверен и поэтому на своей схеме назвал эти направления тектоническими линиями, а не разломами. Часто он подчеркивал это в беседах, указывая, что линейное расположение вулканов скорее следует связывать с зонами слабости в земной коре, образующимися вследствие ее растяжения.

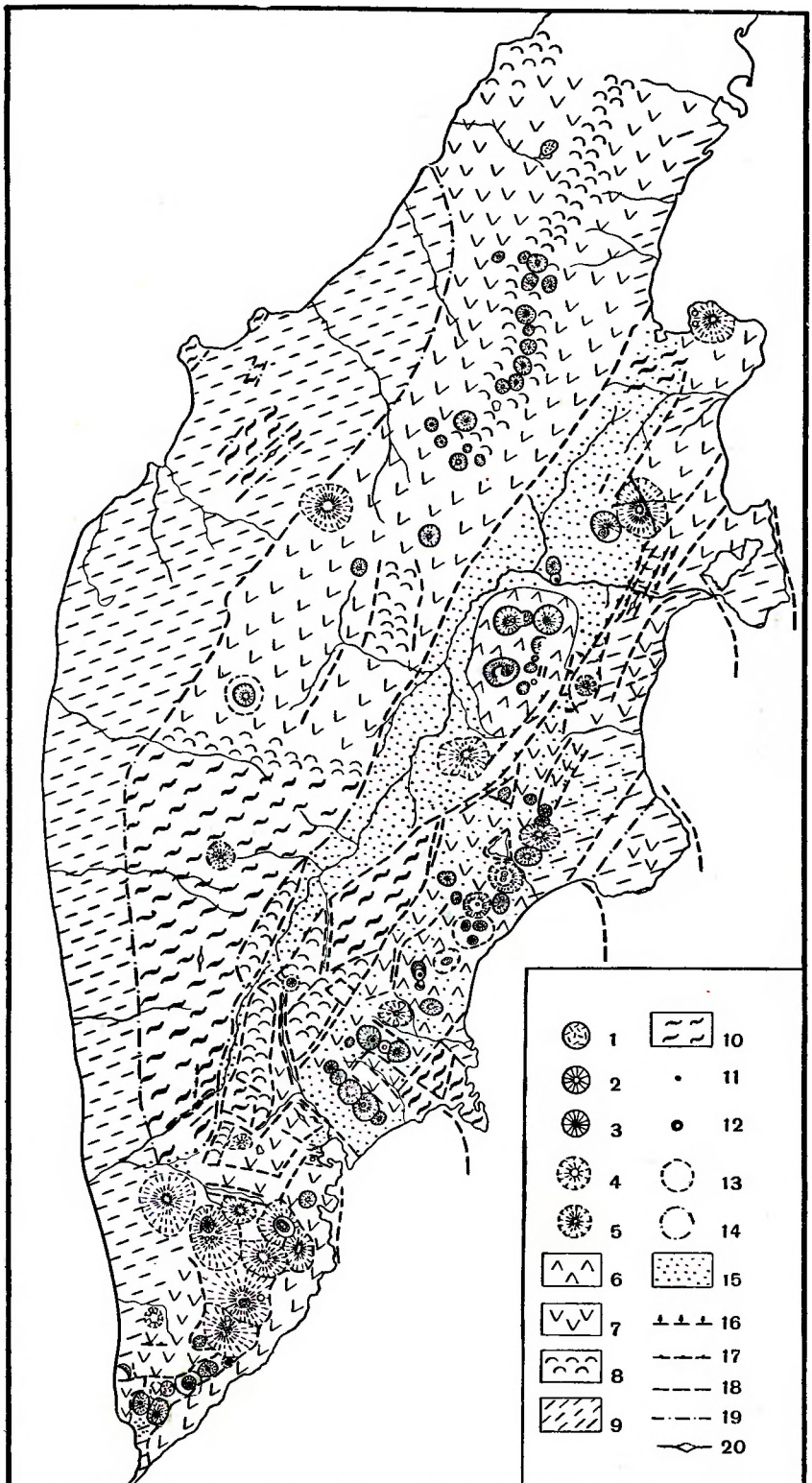
Мнение о непосредственной связи вулканов с разломами, по которым происходят вертикальные смещения крыльев (сбросы) вследствие дифференциальных тектонических движений, не соответствует действительности.

Работа последних лет и анализ материалов аэросъемки вызвали необходимость изменения и уточнения существующих представлений о тектонической и вулкано-тектонической структуре Камчатки.

Отчетливо выявляется роль региональных разломов; на основании геологических исследований удается уточнить их возраст и выявить их сопряженность с вулканической деятельностью.

На обширных территориях Камчатки в раннечетвертичное время площадные вулканические излияния предшествовали образованию вулканов центрального типа.

Следует отметить, что тектонические движения, с которыми были со-



Фиг. 2.

пряжены площадные вулканические излияния, происходили по крупным линейным разрывам, вдоль которых в конце третичного времени образовались грабены, протяженностью много сот километров, имеющие отчасти унаследованный характер.

Таким грабеном является Центральная Камчатская депрессия, образовавшаяся на месте синклинория ларамийского возраста, разделявшего Срединный и Восточный хребты Камчатки, а также обширная зона Южной Камчатки, в которой расположены вулканы.

Многофазные вулканические извержения центрального типа бывают сопряжены с кольцевыми разломами; среди вулканов Ключевского дола мы встречаем вулканы Плоский и Толбачик, с многофазной деятельностью которых связано образование крупных вершинных кальдер.

Длительная денудация разрушила высокоподнятые в процессе развития горного сооружения Камчатки лавовые плато этих районов.

Мощные тектонические разломы верхнетретичного и четвертичного времени сформировали ряд крупных тектонических депрессий вдоль древнего водораздела южной Камчатки и в восточной части полуострова.

К региональным зонам опусканий третичного возраста, в которых в четвертичное время на фоне новейшего поднятия, сменившего опускание, протекает вулканическая деятельность, в восточной Камчатке относится восточная вулканическая зона Камчатки между внешней зоной островной дуги, образованной мысами Шипунским, Кроноцким и Камчатским в восточной части полуострова, и восточным склоном Восточного хребта.

Другой зоной опускания, предшествовавшего вулканизму, является Центрально-Камчатская депрессия, к обширным поднятиям внутри которой в дальнейшем были приурочены крупнейшие вулканы Камчатки (Шевелуч, вулканы Ключевского дола, Кинчокла).

Б. И. Пийп по этому вопросу высказал другое мнение, согласно которому извержения Ключевской группы вулканов сопровождаются медленным погружением всего Ключевского дола, сопряженным с поднятием хребта Кумроч, расположенного к востоку от Ключевского дола (Пийп, 1955). Критика этого представления дана нами (Святловский, 1957).

Третьей зоной является вулканический пояс Южной Камчатки, где в древне-четвертичное время обширные опускания вулкано-тектонического типа охватили область древнего водораздела.

Вулканы центрального типа были сформированы в этих зонах на фоне общего тектонического поднятия, сменившего позднее опускание. В

Фиг.2. Схема четвертичной тектоники Камчатки. Составил А.Е. Святловский, 1955 г.

Вулканические постройки центрального типа: 1 — экструзивные куполы; 2 — сомма-вулканы; 3 —стратовулканы конусовидной формы; 4 — древнечетвертичные вулканы с кальдерами; 5 — древнечетвертичные вулканы.

Районы вулканических излияний площадного и центрального типа: 6 — районы, сложенные продуктами четвертичных площадных вулканических излияний, перекрывающих четвертичные морские и озерно-континентальные отложения; 7 — районы, сложенные продуктами неогеновых и постплиоценовых площадных вулканических излияний, перекрывающих третичные отложения; 8 — районы, сложенные продуктами третичных и постплиоценовых площадных вулканических излияний, перекрывающих древние складчатые формации. Районы с отдельными вулканическими центрами; 9 — районы, сложенные третичными и четвертичными морскими отложениями с отдельными центрами новейших вулканических излияний; 10 — районы, сложенные древними складчатыми формациями с отдельными центрами новейших вулканических излияний.

Тектонические, вулкано-тектонические и вулканические впадины: 11 — современные кратеры; 12 — верхнечетвертичные кальдеры и крупные кратеры; 13 — древнечетвертичные вулкано-тектонические депрессии и кальдеры; 14 — верхнетретичные и постплиоценовые вулкано-тектонические депрессии и кальдеры; 15 — верхнетретичные и четвертичные крупные тектонические депрессии.

Разломы: *16* — современные; 17 — верхнечетвертичные; 18 — древнечетвертичные (доледниковые); 19 — верхнетретичные и постплиоценовые, 20 — простирание складчатости.

настоящее время они образуют группы и ряды разных направлений (Авачинско-Коряцкий, Жупановско-Дзензурский и др.).

Четвертичные вулканы, образовавшиеся в вулкано-тектонических депрессиях, близки по форме к щитовому типу и имеют диаметр основания до 50 км (в Южной Камчатке — вулкан-кальдера Опалы, Ходутки, Горелого, Келля и др.). В дальнейшем, главным образом в послеледниковое время, региональное значение приобрело образование обширных кальдер (до 15 км диаметром) на вершинах щитообразных вулканов и поднятия из этих кальдер конусовидных стратовулканов, часть из которых сохранила активность поныне.

Вулканизм Камчатки в четвертичном периоде постепенно замирал, размер вновь образуемых кальдер уменьшался, и к нашим дням число действующих вулканов сильно сократилось.

Зависимость возраста вулканических излияний от возраста тектонических движений обусловливает зональность расположения районов вулканической деятельности (Святловский, 1957). Вулканическая деятельность в четвертичное время постепенно замирала в горных районах Центральной Камчатки, продолжаясь в зонах современных движений на востоке и юге Камчатки и в Центрально-камчатской депрессии, где и сохранилась до наших дней.

На Камчатке наблюдается как зависимость вулканической деятельности разного типа от характера тектонических движений, так и зависимость химизма вулканических излияний от разных стадий развития структуры земной коры.

Излияния базальтовых лав связаны с начальными стадиями развития Камчатской геосинклинальной области. По мере расширения зоны поднятия и роста орогена базальтовый вулканизм сменяется андезитовым. В последние стадии поднятия геосинклинальной горной системы Срединного хребта ее увенчивают вулканы, сложенные кислыми лавами (липариты и дациты). Для вулканизма платформенного типа характерны излияния щелочных лав. На стыке северо-западной части полуострова Камчатки с платформой появляются дайки щелочных пород.

Таким образом, вулканизм является очень чувствительным индикатором тектонического режима и структуры земной коры.

Указанные закономерности, выявленные на Камчатке, должны учитываться при исследованиях в районах древнего вулканизма и могут способствовать изучению тектонического режима, при котором происходило образование древних вулканических формаций в различных районах СССР.

ЛИТЕРАТУРА

Гутенберг Б. Сейсмичность земли. 1937.

Дарвин Ч. Собрание сочинений, т. 2, 1936.

Заварицкий А. Н. Вулканы Камчатки. «Камчатский сборник АН СССР», 1940 и 1955.

Пийп Б. И. Горячие Ключи Камчатки. 1937.

Пийп Б. И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 гг. и в прошлом. «Тр. Лабор. вулканологии АН СССР», вып. 11, 1955.

Святловский А. Е. О применении геоморфологии при исследовании вулканических областей. «Тр. Лабор. вулканологии АН СССР», вып. 8, 1954.

Святловский А. Е. Сейсмо-тектоника Курило-Камчатской области «Докл. АН СССР», т. 103, 1955.

Святловский А. Е. История образования рельефа в районе вулкана Бакенина на Камчатке. «Тр. Лабор. вулканологии АН СССР», вып. 12, 1956.

Святловский А. Е. О возрасте вулканов различных тектонических зон Камчатки. «Бюлл. Вулк. ст.», № 26, 1957.

Святловский А. Е. и Флоренсов Н. А. Сравнительный анализ вулканической деятельности Прибайкалья и Восточной Африки. «Тр. Вост.-Сиб. филиала АН СССР», 1958.

Святловский А. Е. О новейшей тектонике Ключевской группы вулканов. «Бюлл. Лабор. Вулк. ст.» № 26, 1958.