

ГЕОЛОГИЯ

Акад. А. Н. Заварицкий

Некоторые черты четвертичного вулканизма Армении

Вся природа Армении говорит о ее вулканическом прошлом. Рельеф этой страны, и вместе с ним существенные черты климата, почва Армении, распределение водных источников, с которыми так тесно связана здесь вся жизнь, ряд полезных ископаемых и, прежде всего, те замечательные материалы, из которых построены прекрасные здания армянских городов, самый вид армянских деревень—все это отражает собою историю недавнего геологического прошлого Армении и прежде всего говорит о тех вулканических извержениях, которые сравнительно недавно происходили на ее территории.

Вулканическая деятельность в пределах Армении, как известно, развертывалась с отдаленных геологических времен, и продукты этой деятельности являются преобладающим материалом, слагающим поверхность Армении. Следы вулканической деятельности отмечаются уже в нижнем палеозое, мощные же накопления вулканических продуктов слагают нижне- и среднеюрские толщи, вмещающие, между прочим, ряд месторождений медных руд. Вулканические породы достигают большой мощности и среди меловых, именно туронских, образований. Пожалуй, не меньшей мощности накопления вулканических продуктов достигали в эоцене. Олигоценные излияния лав, сопровождаемые туфами и вулканическими брекчиями, также достигают огромного развития. Их мы видим широко распространенными в ближайших окрестностях Еревана. Эти образования уже меньше нарушены в своем залегании горообразовательными процессами, чем более древние вулканические формации, но все же в них ясно видны следы тектонических движений, во многих местах выведших покровы лав и слои пирокластических отложений из их первоначального положения.

Наконец, последние проявления вулканической деятельности разыгрались уже в четвертичное время, когда уже был выработан рельеф действием размывающей силы воды и отчасти ледников, сошлись основные черты речных систем и, может быть, последние извержения этого времени происходили еще тогда, когда уже появ-

вился здесь человек. Потоки лав, вулканические конусы, нередко хорошо сохранившие свою первоначальную форму, продукты извержения, почти не изменившие своего первоначального характера, позволяют с большой уверенностью изучать эти проявления внутренних сил земного шара, в надежде восстановить картину недавних вулканических процессов, происходивших на территории Армении и всего Закавказья, а в дальнейшем и вскрыть причины тех особенно-

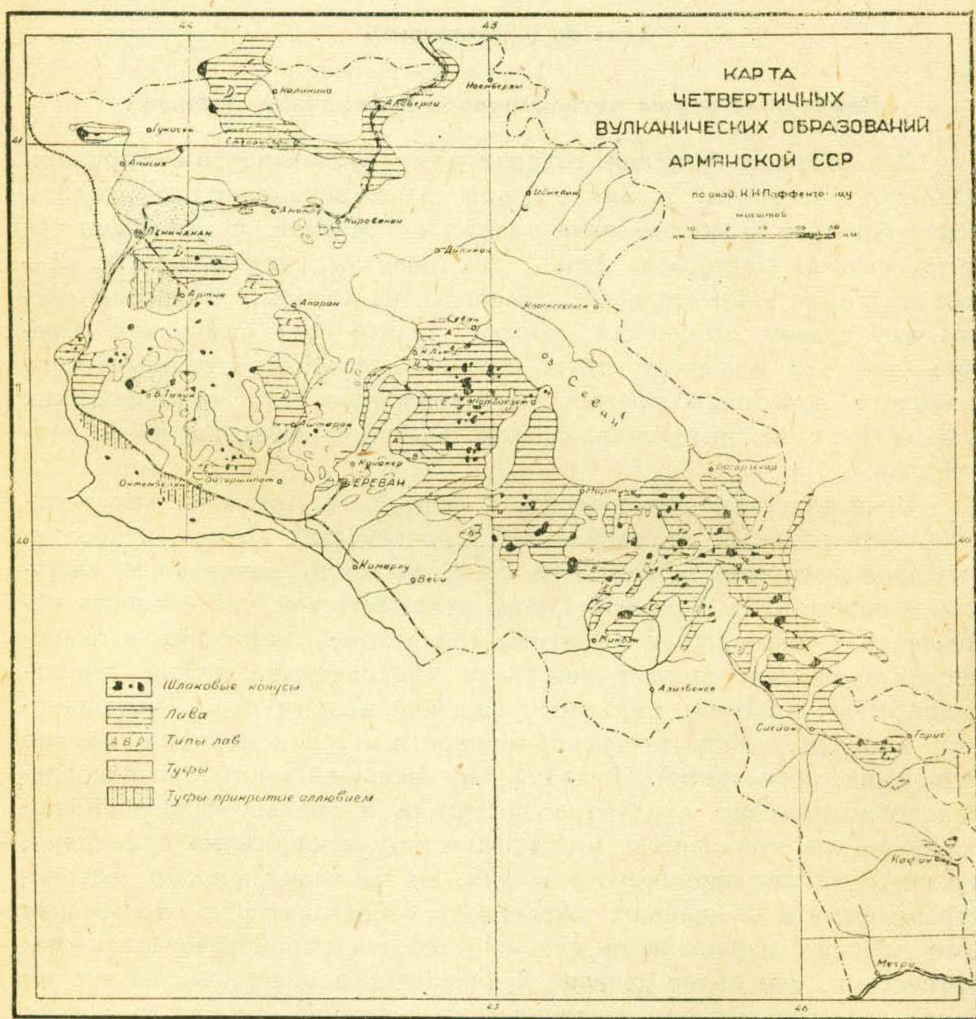


Рис. 1. Распространение четвертичных вулканических образований в Армении.

стей вулканических процессов, которые характеризуют эти вулканические образования недавнего геологического прошлого Армении.

В настоящей статье я коснусь только особенностей этих четвертичных вулканов, не останавливаясь совершенно на более древних образованиях мезозойской и кайнозойской эры.

Распространение продуктов деятельности вулканов четвертичного времени на территории Армении изображено на прилагаемой схематической карте, составленной по геологическим съемкам лучшего знатока геологии Армении акад. К. Н. Паффенгольцем, посвятившим более 15 лет настойчивой работе по изучению геологического строения Армении. Из этой карты видно, какую огромную площадь территории всей страны покрывают новейшие вулканические излияния и отчасти накопления выброшенного из вулканов рыхлого материала, превратившегося потом в вулканические туфы. Видно огромное число тех пунктов, которые были местами, откуда появлялись на дневную поверхность лавы и выбрасывались массы вулканического пепла, шлаков и вулканических бомб. Несмотря на такое широкое распространение четвертичных вулканических образований, их массы уступают массам вулканических продуктов третичного времени. Как показал Паффенгольц, четвертичные лавы и туфы лишь относительно тонким плащом залегают поверх более древних, тоже большею частью вулканических формаций. Детальное геологическое изучение позволяет расчленить его, с большей или меньшей вероятностью, на отдельные покровы и потоки, приуроченные к тому или другому вулканическому центру извержений. Потоки разливались соответственно с формами рельефа, близкого к современному, и иногда распространялись далеко вниз по руслам речных долин.

Вулканические формы четвертичного времени в Армении еще так свежи, их соотношение с рельефом, столь близким к современному, так наглядны, что наряду с собственно геологическими исследованиями, пожалуй даже главным образом, геоморфологическое изучение позволяет с наибольшей уверенностью раскрывать здесь недавнее геологическое прошлое. Пренебрежение таким изучением было главной причиной ошибок, которые допускались при исследованиях новейших вулканических образований Армении.

В основу дальнейшего изучения потухших вулканов Армении прежде всего приходится положить результаты уже сделанных геологических исследований. Как уже сказано, на основании этих геологических исследований, как это видно на прилагаемой карте, четвертичные вулканические образования состоят из троякого рода слагающих элементов: лавовых излияний, туфовых покровов и вулканических конусов. Между вулканическими конусами и лавовыми излияниями видна очевидная связь, хотя в некоторых случаях (например, к СВ от Алагеза) встречены лавовые потоки, для которых не обнаружено соответствующего конуса, представляющего центр излияния. Связь между туфовыми накоплениями и центрами извержений в большинстве случаев не ясна, и только в некоторых местах, например, около Еревана или Аштарака, указываются предполагаемые центры выбросов туфового материала.

Эти основные элементы, из которых слагаются четвертичные

вулканические образования Армении, в главных своих чертах повторяются на всей территории распространения этих образований, и разнообразие их проявлений в различных ее частях не настолько велико, чтобы нельзя было не видеть этого сходства явлений в разных местах Армении. Как характерное отличие западной части области развития четвертичной вулканической деятельности следует отметить распространение здесь туфовых отложений, отсутствующих в более восточных частях. Поэтому можно получить общее представление о четвертичной вулканической деятельности этой страны, если рассмотреть характерные черты вулканических образований каких-либо отдельных центров.

Наблюдения над действующими вулканами показывают, что явления вулканических извержений принимают разнообразные формы, и уже давно среди этого разнообразия были выделены различные типы проявления вулканических сил. Основными причинами, которые вызывают это разнообразие, являются главным образом различия в двух основных свойствах магмы, именно различие в вязкости ее и в ее взрывчатости. Эти свойства связаны с рядом других особенностей магмы, прежде всего с составом ее силикатовой части и с содержанием растворенных в ней газов. Газы, растворенные в магме, и процессе их выделения являются главной движущей силой при вулканических извержениях. Напомню, что приблизительные расчеты относительного количества газов, выделяющихся при извержении, которые были, например, сделаны для извержения Везувия в 1929 г., показали, что по объему газов выделилось в 120 раз больше, чем лавы. Если принять во внимание, что в магме может быть растворено до 5% газовых составных частей, главным образом воды, то при высоких температурах магматических расплавов объем этих газов после выделения был бы в 500—1000 раз больше объема лавы. Из этих ориентировочных цифр видно, какое значение имеет газовая фаза при вулканических извержениях.

Вязкость лавы обуславливает не только непосредственную ее подвижность и, следовательно, характер ее движений в земной коре и после появления на поверхность земли, но является основным фактором, определяющим характер выделения газов, от которого и зависят формы проявления вулканизма. Все эти формы можно классифицировать, представляя как функции двух переменных: вязкости магмы и ее взрывчатых свойств, связанных с растворенными в ней газами и их выделением. Растворимость газов, как известно, зависит от давления. Изменениями давления регулируется их выделение. А в земной коре, в магматических очагах, давление зависит от глубины, на которой находятся эти очаги. Таким образом, чисто физико-химические факторы становятся в зависимость от геологических условий, в которых развивается магматический процесс, разрешающийся в форме вулканического извержения.

Вспомним основные типы вулканических извержений и вспом-

ним вместе с тем и особенности тех продуктов извержений, какие дают эти различные типы. Для потухших вулканов именно на основании характера этих продуктов извержения мы можем составить представление и о самом извержении.

Соотношения между разными типами вулканической деятельности могут быть наглядно представлены в виде таблиц-диаграмм. Одна из очоь наглядных диаграмм была дана Зондером. Она воспроизводится на прилагаемом рисунке. На этой диаграмме относительное положение и связь вулканической деятельности представлена в виде таблицы таким образом, что слева направо размещаются разные типы по характеру их магмы, главным образом в зависимости от ее вязкости. Снизу вверх разные типы следуют в зависимости от глубины взрывов и, следовательно, их напряженности. Плинианские извержения отвечают наиболее глубоким и сильным взрывам.

ТИП ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(ПО ЗОНДЕРУ)

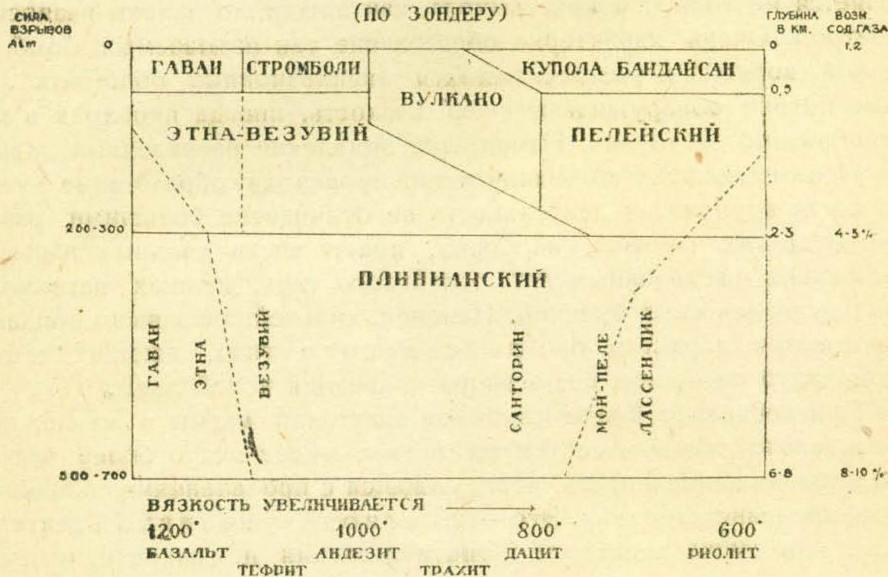


Рис. 2.

В извержениях гавайского типа магма является исключительно жидкой, температура ее высокая, магматические газы выделяются без больших взрывчатых явлений, спокойно, как будто происходит их испарение из лавы. Местами лава кипит фонтанируя, причем выбрасывается некоторое количество магмы, застывающей в различных формах: очень пористые, пемзовидные шлаки, бомбы, капельки, стеклянные нити. Характерным является их стекловатое состояние. Образуются лавовые озера, легко растекающиеся излияния, но заметные накопления пирокластических материалов отсутствуют.

Стромболианские извержения отличаются тем, что магма более вязкая, чем в гавайском типе, все же обладает большой под-

вижностью. Вследствие более значительной вязкости лавы газы выделяются из нее уже не спокойно, а с более или менее сильными и шумными взрывами. Обильные выбросы магмы дают накопления типичных шлаков, нередко содержащих кристаллы в своей стекловатой массе. Накопления шлаков там, где газы выделяются из магмы, образуют конусы с кратерами. Эти относительно небольшие конусы получили название „пиу“ по имени таких образований в Оверни. Характерно то, что шлаки сопровождаются скрученными, так называемыми, грушевидными бомбами. Значительные выбросы пеплов мало характерны. Лавовые потоки подвижны и могут также растекаться на далекие расстояния.

Если магма очень вязкая или даже почти затвердевшая, вулканические извержения принимают характер извержения вулканского типа. Газы выходят с трудом, производя разрушительные взрывы; затвердевшая магма разбивается на угловатые обломки, выбрасываемые вместе с лапилли и тонким пеплом. Последний накапливается не только вокруг выхода, как шлаки, но далеко разносится ветром. Очень характерно образование так называемых бомб „с хлебной коркой“ и растрескавшихся эксплозионных обломков. Лавовые потоки обнаруживают свою вязкость, иногда переходя в куполообразные экструзии. Намечается появление раскаленных лавин.

При исключительно вязкой магме происходит образование куполов, когда эруптивная деятельность не отличается большими взрывами. В других случаях, наоборот, имеют место сильные взрывы, образование раскаленных туч пелейского типа, дающих нагромождение вулканических брекчий. Наконец, сильнейшие взрывы придают извержениям характер байдайсанского типа, дающих массу обломочного материала без всякого появления новой лавы.

При несколько более глубоком залегании магмы в жерле, при относительно жидком состоянии магмы, имеет место более частая эксплозивная деятельность, чередующаяся с проявлениями, близкими к стромболианскому типу. Это—тип этновезувийской деятельности. Он также переходит в тип вулканский и, наконец, в известный тип Пеле с сильными взрывами с образованием раскаленных туч.

Наконец, особо может быть отмечен тип плинианских извержений, подобных тем, которые на Везувии происходили в 79, 1631 и 1906 г. Это—сильнейшие извержения с выбросами пеплов туфов и пемз, с появлением колоссальной колонны газа при пароксизме извержения. Такие извержения часто сопровождаются расширением жерла и иногда обвала с образованием кальдер и сомм. Извержения доставляют, главным образом, рыхлый материал, который тем более измельчен, чем больше сила взрывов. Плинианские извержения в случае основных лав дают больше пеплов, а в случае кислых—больше пемз и туфов.

Какого же типа извержения происходили в древних четвертич-

ных вулканах Армении? Мы видим, что преобладающими формами их были излияния лавовых потоков и образование конических пюи, так наглядно и хорошо выступающих на Ахманганском нагорье. Лава, образующая потоки, была достаточно жидкой и текла на большие расстояния. Потоки, которые текли по долине реки Занги и достигли Еревана, вытекали из Кетан-дага и Инак-дага, т. е. протекали десятки километров. Известен и ряд других подобных же потоков. Вулканические конусы, образующиеся на месте выхода лавы на поверхность, представляющие типичные пюи, сложены шлаками, лапиллями и отчасти более мелким пеплом, к которым примешивается более или менее значительное количество вулканических бомб характерной формы. Эти конусы возникали там, где лава дольше всего оставалась жидкой и где вырывающиеся из нее газы отрывали от еще жидкой лавы куски, дававшие накопления пирокластических материалов. Иногда лава переливалась через край возникавших конусов, который нарастал затем выше, как это можно видеть на Голгате; иногда вообще конусы сидят над устьем в самой вершине вылившегося лавового потока. В некоторых случаях из одного центра вытекал один поток, иногда несколько. Потоки стекали вниз по склонам, иногда по долинам. Их поверхность представлена была, вероятно, глыбовой лавой, теперь большей частью не сохранившейся, или сохранившейся в виде остатков. Волнистая лава не обнаружена.

Вверху потоков на месте их выхода, как только что было сказано, обыкновенно находится вулканический конус из пирокластического материала. Очень поучительна в этом отношении картина, которую можно наблюдать около курорта Исти-су. Тут извержение произошло на дне речной долины, и поток лавы потек вниз по долине, заполняя ее. Теперь он вновь пропилен рекой и в береговых скалах можно видеть его внутреннее строение. В вершине потока, там, откуда он вылился, над ним возвышается небольшой конус из пирокластического материала. Строение конуса можно видеть благодаря искусственным выработкам при добыче этого материала для строительных нужд курорта.

В общем характер отверстий очень похож на те, которые в последние годы наблюдались на Камчатке и привели к образованию новых проявлений вулканизма Ключевской и Талбашки с их длинными лавовыми потоками.

Иногда такие вулканические явления приводили к образованию более значительных вулканических построек, подобно вулкану Голгат, расположенному к С от Алагеза, но основные черты вулканического явления, о которых мы можем судить по продуктам извержения, и тут сохраняются в том же виде. Очень характерными для армянских четвертичных вулканов являются формы вулканических бомб. Это — грушевидные бомбы, веретеновидные, скрученные, бли-

нообразные. Бомбы с „хлебной коркой“ и растрескавшиеся эксплозионные обломки отсутствуют.

Все эти признаки лавовых излияний Армении довольно определенно говорят, что они образовались при извержении стромболианского типа. Эти извержения происходили одновременно во многих местах и дали начало многочисленным, но небольшим вулканическим постройкам.

Но кроме лавовых излияний, как мы видели, в западной части Армении, вокруг Алагеза и около Еревана, значительным распространением пользуются и вулканические туфы, представленные большей частью пиперноидными туфами, известными у нас под названием „туфолав“.

В некоторых случаях пласты туфов накрываются лавами, иногда, наоборот, они лежат на лавах. По времени образования отложение туфов в общем отвечает лавовым излияниям, но непосредственной связи между теми и другими обычно видеть нельзя. Образование туфовых накоплений связано с другим типом вулканических извержений, для которого характерно сильное размельчение и распыление вещества лавы—горозда большая сила взрывов, чем те, которые сопровождали лавовые излияния, рассмотренные выше. Возможно, это были плинианские извержения. Для пиперноидных туфов, развитых в Италии в Кампанской области, Цамбонини и некоторыми другими авторами предполагается образование их из раскаленных туч или потоков раскаленного пепла, наподобие тех, которые происходили при извержении Катмаи. Для „туфолав“ Армении пока мы не имеем убедительных указаний в пользу такого или иного способа их образования.

Замечательным обстоятельством является то, что, будучи в общем образованиями одновременными, четвертичные лавы и туфы Армении довольно резко различаются по своему вещественному составу. Тогда как лавы представлены андезитобазальтами (с отклонениями по составу в ту или другую сторону), туфы обладают более кислым составом, отвечающим составу, примерно, дацитов. То обстоятельство, что основная и кислая магма в различном виде появляется на поверхности земли, указывает на то, что та и другая обладают различной взрывчатостью, связанной, как мы знаем, с различным содержанием газов, с различной глубиной, на которой происходят взрывы, и с различным состоянием магматического расплава. Естественно спросить, какая же связь существует между этими, столь различными проявлениями вулканизма и существует ли эта связь?

Относительно четвертичного вулканизма Армении высказывалось предположение, что они обязаны своим происхождением существованию в то время в земной коре двоякого рода самостоятельных очагов магмы: очагов основной магмы и магмы кислой. Но с другой стороны, мы знаем во многих вулканических областях земного шара совмест-

ное нахождение вулканических продуктов разного состава, несомненно происходящих из одного и того же очага. Это различие в составе разных продуктов является результатом того процесса, который мы называем общим именем дифференциации магмы и который может быть вызван разного рода физико-химическими причинами.

Исключительно поучительный пример для нас и в особенности поучительный при изучении армянских вулканов представляет классический вулкан Везувий с его Соммой.

Здесь мы имеем вулканический центр, существовавший многие тысячелетия и в течение двух последних тысячелетий находившийся, так сказать, под наблюдением человека. Своею почти непрерывною деятельностью он все время заявлял о жизни того магматического очага, который создал эту замечательную вулканическую постройку. Проявления вулканизма здесь принимали разнообразные формы. Именно здесь установлены разрушительные плинианские извержения, здесь же многочисленные наблюдатели могли изучать и относительно спокойную стромболианскую деятельность в кратере. В составе вулканической постройки принимают участие и туфы, и лавовые излияния. Геологами был изучен разрез тех осадочных образований, которые составляют основание вулкана и в которых залегает магматический очаг, его питающий. По случайно отрываемым от стенок кускам горных пород и продуктам их изменения удавалось даже установить глубины, где это происходило.

И вот, на Везувии можно наблюдать замечательный факт, заключающийся в том, что здесь лавы и туфы различаются по составу. Туфы являются более кислыми. Они по составу отвечают трахитам и викоитам, отличающимся от тефритов существенным содержанием санидина. Лавы представляют более основные породы—тефриты и везувиты. Периоды деятельности Везувия сменялись периодами покоя, но в каждом новом периоде деятельности повторялась та же картина. Сначала выбрасывался при сильных взрывах более кислый материал, дававший накопления туфа, и затем изливались более основные лавы. Не может быть никакого сомнения, что здесь, на Везувии, эти изменения состава происходили именно в результате магматической дифференциации. С течением времени происходило и общее изменение состава продуктов извержений. В каждый новый период деятельности и туфы, и лавы несколько отличались от туфов и лав предыдущих периодов, но основная особенность, именно более кислый характер туфов, сохраняется.

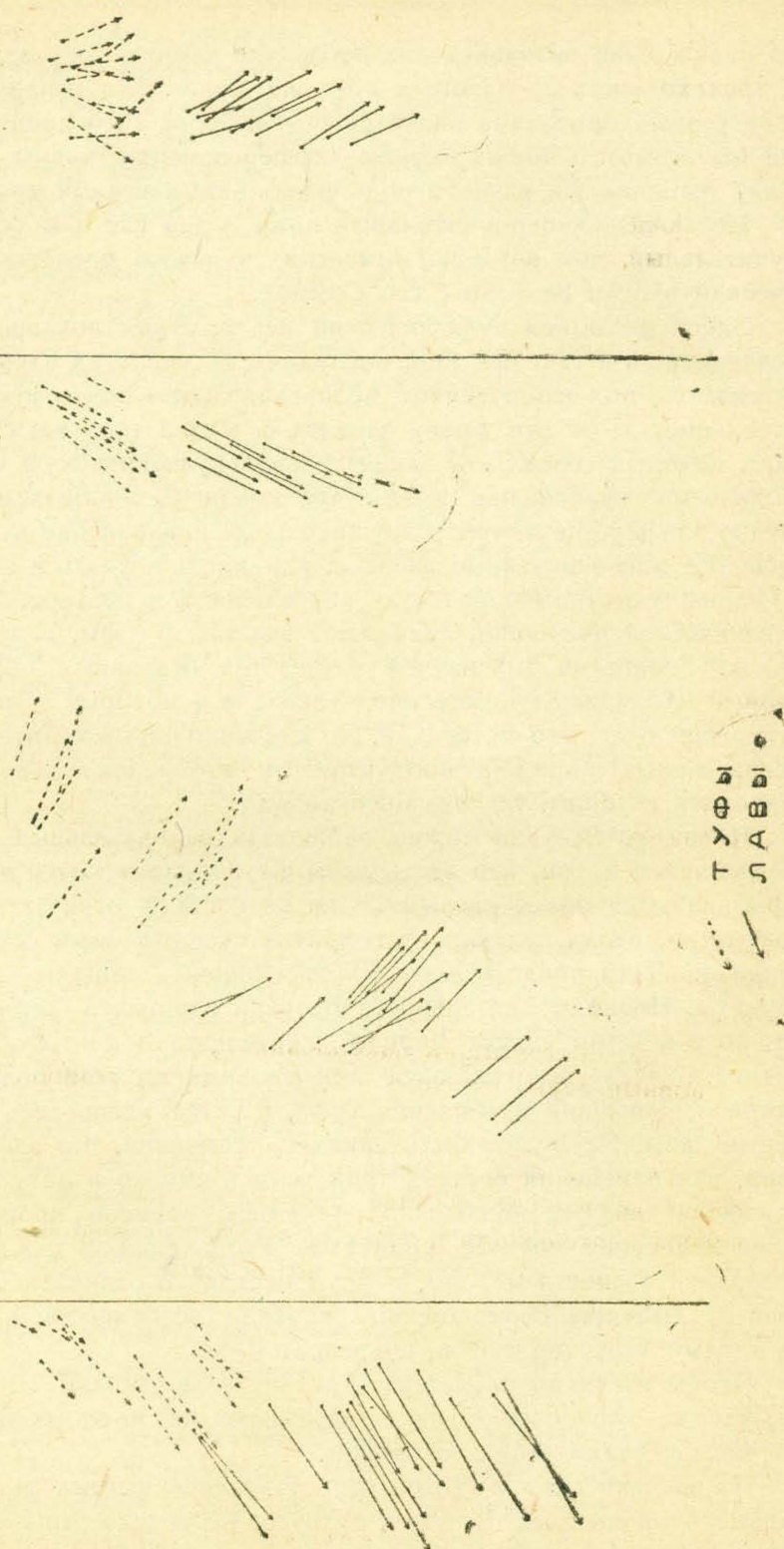
Чтобы наглядно представить различие в составе горных пород, удобно воспользоваться диаграммами, на которых изображен этот состав каким-нибудь способом.

На рисунке сделано такое сопоставление химизма лав и туфов, с одной стороны, для Везувия, с другой—для четвертичных армянских вулканов при помощи диаграмм, в которых каждый состав изображен двумя проекциями вектора в пространстве. Я не буду оста-

Известия 5—6.—6

В Е З У В И Й

А Р М Е Н И Я



навливаться на способе построения этих диаграмм, изложенном в других статьях. Замечу только, что он дает возможность наглядно выразить все главные особенности химизма породы. Сравнивая диаграммы, изображенные на рисунке, мы видим наряду с ясно заметным различием химизма пород Везувия и армянских вулканов поразительное сходство в тех особенностях диаграммы, которые отражают различия в составе туфов и лав. Векторы пунктирные, изображающие состав туфов, лежат в обоих случаях выше и правее векторов сплошных, представляющих составы лав.

Совершенно естественно спросить, не вызвано ли это явление и в Армении теми же причинами, которые действовали и на Везувии, т. е. не является ли оно магматической дифференциацией в одном и том же очаге?

На Везувии эта дифференциация объясняется таким образом. Во время периода покоя в колонне лавы, заполняющей жерло вулкана, более тяжелые части лавы, выделяющиеся кристаллы железисто-магнезиальных минералов, тонут, погружаясь наниз, легкие кристаллы и особенно газовые пузырьки всплывают кверху. Вверху лава становится более кислой, легкой и обогащается растворенными в ней газами по мере кристаллизации. Внизу накапливается тяжелая основная магма. Этот процесс с течением времени приводит к возрастанию взрывчатых свойств магмы, и инкубационный период извержения разрешается взрывом, распыляющим верхние части лавовой колонны и обращающим их в пепел, который является материалом туфовых отложений. Падение давления в жерле после взрыва, выбросившего более легкие кислые верхние части лавовой колонны, влечет за собой излияния более тяжелых основных лавовых масс из нижней части этой дифференцированной колонны.

Таким образом мы имеем дело с гравитационной дифференциацией, прерываемой периодическими извержениями. Конечно, могут быть и бывают случаи, когда не происходит такого многократного повторения извержений, но тем не менее и в этих случаях тот же механизм дифференциации должен привести к подобным же результатам.

Может быть, и в четвертичных вулканах Армении мы встречаемся с проявлениями тех же самых факторов дифференциации. Тогда надо предположить, что в районах развития туфов при залегании магматических очагов на несколько большей глубине дифференциация привела к накоплению в верхних частях взрывчатой, более кислой магмы, взрывы которой превратили ее в пепел, выбрасывавшийся высоко вверх при плинианских извержениях или скатывавшийся в виде раскаленных туч по склонам. Там, где туфовые накопления отсутствуют, лавовые массы повидимому достигали поверхности земли в разных местах, где им это облегчали трещины, и относительно спокойно выливались, фонтанируя только, главным образом, в месте своего выхода из глубин и образуя здесь шлаковые конусы.

Везувий представляет вулкан центрального типа с постоянным, существующим долгое время жерлом. В Армении вместо того мы имеем многие отдельные выходы лавы на поверхность. Это—тот тип вулканизма, который некоторые ученые называют ареальным вулканизмом, или, как выражается Тиррель, „многовыходным“, в отличие от центрального и трещинного типа излияний. Этот же тип вулканизма уже давно знаменитый вулканолог Штюбель назвал типом „плюи“, указывая, как классический пример этого типа, на вулканы Оверни. Наряду с Овернью к извержениям подобного же рода относятся и извержения других внеальпийских вулканических районов форлянда: Вестервальд, Чешские Срединные горы и др. Ареальные (или многовыходные) извержения противопоставляются извержениям центрального типа и трещинным излияниям. В них вулканическая деятельность не сосредоточивается на долгое время в одном каком-нибудь пункте и не приурочивается в какой-то определенной линии, но накопления продуктов извержения происходят вследствие излияния лавовых потоков из многочисленных небольших вулканов, близко расположенных друг от друга. В областях ареального вулканизма не образуются также ясно выраженные большие вулканические постройки, какие мы имеем в вулканах центрального типа, и главные черты рельефа в этих областях создаются не вулканизмом, а тектоникой, но, как указывает Зондер, крупные вулканы иногда возникают по окраинам таких областей. Этот исследователь приводит, как классический пример, ту же область окрестностей Неаполя. Ареальный вулканизм проявляется там в области Неаполя до Исии, причем тут образовались туфы, лавы, купола выпирания из многочисленных пунктов извержения. С края этой области возвышается мощный Везувий, который возник, как единственная вулканическая гора с продолжительной историей своей жизни. Отдельные же пункты извержений в области ареального вулканизма не являются постоянными центрами. Здесь возникают новые прорывы, которые могут завершить свою историю единственным извержением. Подобные же соотношения Зондер указывает и в других областях: в ареальных извержениях Милоса—Кимолоса, в Никарагуа и др. Невольно приходит в голову вопрос, не является ли Большой Арарат таким крупным окраинным вулканом, находящимся в связи с вулканами Ахмангана, районом Алагеза и другими? К сожалению, о геологическом строении Арарата и районов по ту сторону границы мы слишком мало знаем для того, чтобы дать сколько-нибудь определенный ответ.

Ареальный характер извержений указывает на то, что в областях его развития существуют в земной коре такие механические условия ее состояния, что возникшие здесь трещины, которыми облегчается достижение магмой поверхности земли, затем закрываются, возникают новые трещины и т. д. Эти разломы не обладают постоянством, как в линейном или в центральном вулканизме, и в областях ареального вулканизма можно предполагать целые их си-

стемы, как бы раздробление области на целый ряд блоков, разъединенных разломами, сменяющими во времени один другой. По окраинам таких областей, в связи с большей прочностью окружающих участков, известная, так сказать, стабилизация разломов благоприятствует постоянству центров извержения.

В Армении в течение четвертичного времени сохранялись такие условия, приведшие, как мы видим, к образованию многочисленных небольших вулканов. Деятельность этих вулканов, однако, не была непрерывно сменявшейся с переходом от одного вулканического центра к другому. Она оживлялась периодически, и это оживление вулканизма обнаруживает замечательную закономерность, вскрытую также исследованиями К. Н. Паффенгольца.

Наблюдая лавовые потоки, стекавшие по долинам четвертичного времени, можно видеть, что они располагаются на речных террасах, находящихся на различном уровне. В самом городе Ереване по р. Занге можно видеть два разных лавовых потока, располагающихся на различных террасах. В бассейне р. Восточная Арпа и других местах было установлено до пяти различных уровней террас, на которых располагаются разные лавовые потоки. Лавовые потоки приурочены к поверхности террас и налегают на галечники. Это прекрасно можно наблюдать, например, около электрической станции Еревана, и это, как правило, повторяется во многих местах, но галечники нигде не покрывают потоки. Отсюда акад. Паффенгольцем сделано заключение, что излияния лавовых потоков происходили в конце неоднократно возобновлявшихся отдельных циклов эрозии.

Возобновление циклов эрозии является следствием поднятий участков земной коры. Каждое такое поднятие приводит к усиленному размыванию реками их прежних отложений; углубляя свое русло, река образует террасу, а в конце цикла эрозии возникает новое днище, покрытое галечниками. На эти то галечники и изливались лавовые потоки, снова пропиливаемые рекой при новом возобновлении цикла эрозии вследствие нового поднятия.

Таким образом, проявление вулканической деятельности четвертичного времени в Армении, а также и в других местах Кавказа связывают с движениями земной коры. Эти движения К. Н. Паффенгольц видит в повторных сводообразных поднятиях всей области Кавказских гор. Последнее приходится допускать на основании того, что следы многократного омолаживания наблюдаются в долинах всех рек, впадающих в Черное и Каспийское моря, причем относительная высота террас и днищ древних долин в общем увеличивается к центру гор.

К этому можно добавить, что при таких движениях земной коры все же, вероятно, имела место некоторая неравномерность этих движений, отчасти связанная с различием в структуре разных участков. Общее сводообразное поднятие, таким образом, распалось, вероятно, на отдельные (второстепенные) вздутия.

Если рассматривать уже опубликованные профили через Ахманганскую возвышенность, можно заметить, кроме более древней складчатости, общую пологую куполообразную приподнятость. В Алагезе мы имеем куполообразное вздутие третичных лавовых слоев, происшедшее еще в доледниковое время. Эта структурная форма, вероятно, сказывалась и на характере новейших поднятий. Такое расчленение всей области повторявшихся поднятий на ряд отдельных вздутий сказывалось, вероятно, и на распределении тех тектонических трещин, которые возникали в отдельных вздутиях, когда напряжения в земной коре при их поднятии возрастали до образования разрывов.

Линейное расположение вулканических конусов в Ахмангане, образующих здесь продольный ряд, является определенным указанием связи трещин с предполагаемыми частичными вздутиями. Периферическое распространение туфовых покровов около Алагеза, намечающиеся линии шлаковых конусов на этой возвышенности также указывают на какие-то закономерные соотношения в расположении возникавших трещин и характере того частичного вздутия, с которым эти трещины были связаны. Возможно, что дальнейшее изучение деталей структуры основания, на котором расположены вулканы Армении, его структурного расчленения на ряд отдельных структурных форм позволит подметить еще неясные правильности в расположении четвертичных вулканов Армении в пространстве наряду с наметившимися закономерностями порядка их извержений во времени. Сама картина извержений, их типы мы могли в общих чертах нарисовать на основании изучения продуктов извержений.

Дальнейшее изучение отдельных вулканических центров различных потоков лав и их морфологических особенностей, строения и состава туфовых пластов в различных местах их залегания должно уточнить и конкретизировать картину прошлых вулканических извержений в Армении и тем самым объяснить возникновение всей совокупности характерных черт природы Армении, как страны с недавним вулканическим прошлым.

Вместе с тем это знание прошлого страны будет способствовать сознательному использованию человеком ее природных особенностей.

Институт геологических наук
АН Арм. ССР

Ա. Ն. Զավարիցկի

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԶՈՐՐՈՐԴԱԿԱՆ ՀՐԱԲԻԱՅՆՈՒԹՅԱՆ ՄԻ ՔԱՆԻ ԳԾԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հայաստանի ամբողջ բնությունը վկայում է նրա հրաբխային անցյալի մասին, նրա ֆիզիկո-աշխարհագրական բոլոր էլեմենտները ասում են այն

հրաբխային ժայթքումների մասին, որոնք կատարվել են նրա տերիտորիայի վրա ոչ վաղ անցյալում:

Հայաստանի գեոլոգիական կառուցվածքի ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ նրա տերիտորիայի վրա հրաբխային գործունեությունն ընթացել է, սկսած դեռևս ստորին պալեոգոյից, դեմոն-արիա ժամանակի ընդ-միջումից հետո, հատկապես բուռն արտահայտվել է յուրայի, վերին կավձի և պալեոգենի ժամանակներում:

Հրաբխային գործունեության վերջին արտահայտությունները տեղի են ունեցել չորրորդական ժամանակաշրջանում, երբ արդեն մշակված էր ռելիեֆը, գոյություն ունեւ գետային ցանցը, և, որ չափազանց հավանական է, այդ ժամանակի վերջում ժայթքումները կատարվել են դեռ այն պահին, երբ արդեն հանդես էր եկել այստեղ մարզը: Լավաների հեղեղները, հրաբխային կոները, որոնք սովորաբար հիանալի պահպանել են իրենց սկզբնական ձևը, ժայթքման պրոդուկտները, որոնք համարյա չեն փոխել իրենց սկզբնական բնույթը, թույլ են տալիս խորը ուսումնասիրել երկրագնդի ներքին ուժերի այդ աշտահայտությունները և վեր հանել Անդրկովկասի տերիտորիայի հրաբխային պրոցեսների առանձնահատկությունների պատճառները:

Չորրորդական ժամանակաշրջանի հրաբխային գործունեության պրոդուկտները Հայաստանի տերիտորիայի վրա հսկայական տարածություն են գրավում և ներկայացված են ինչպես լավաների բազմաթիվ հեղեղներով, նույնպես և հրաբուխներից դուրս շարտված փուխր նյութերի կուտակումներով, որոնք հետագայում վերածվել են հրաբխային տուֆերի. ժայթքումների կետերի թիվը 150-ից ավելի է եղել:

Չորրորդական ժամանակաշրջանի հրաբխային ժայթքումների հիշյալ պրոդուկտները համեմատաբար բարակ (մինչև 50—100 մ) ծածկոցով տեղադրված են ավելի հին հասակի հրաբխային ֆորմացիաների վրա և հաճախ տարածվում են ռելիեֆի ձևերին համապատասխան, գետային հովիտներով դեպի ներքև: Հայաստանի չորրորդական հրաբուխների էֆուզիվ գործունեության բոլոր նշված պրոդուկտները պատկանում են անդեզիտաբազալաների ընտանիքին, բառիս լայն իմաստով, իսկ պալեոցիկ գործունեության պրոդուկտները ներկայացված են ավելի թթու ֆացիաներով — տրախիդացիտային բազալիտային տուֆերով և պեմզաներով:

Լավայի հիշյալ տարատեսակները պայմանավորված են մագմայի երկու հիմնական հատկությունների տարբերությամբ — մածուցիկությամբ և պալեոցիկությամբ, որոնք կապված են մագմայի մի շարք այլ առանձնահատկությունների հետ, նախ և առաջ նրա սիլիկատային մասի բազալիտության հետ և նրա մեջ լուծված զազերի պարունակության հետ: Վերջինս ներս հրաբխային ժայթքումների ժամանակ գլխավոր շարժիչ ուժն են հանդիսանում:

Գազերի լուծելիությունը, ինչպես հայտնի է, կախված է ճնշումից, որն իր հերթին կապված է այն գեոլոգիական պայմաններից, որոնցում զարգանում է մագմատիկական պրոցեսը և որը հանգուցալուծվում է այս կամ այն հրաբխային ժայթքման ձևով (հալայան, ստրոմբոլյան, վուլկանյան, բալդախանյան, էտնովոկովյան, պելեյան, պլինիյան և այլն):

Հայաստանի լավային զեղումների հատկանիշները որոշակիորեն ցույց

են տալիս, որ նրանք առաջացել են ստորմբողյան տիպի ժայթքումների ձևով, որը բնութագրվում է մագմայի համեմատաբար ավելի մեծ շարժունակությամբ, լավայի զգալի (հավայան տիպի համեմատությամբ) մածուցիկության հետևանքով գազերը նրանից անջատվում են ոչ թե հանգիստ, այլ շատ թե քիչ ուժեղ և աղմկոտ պայթյուններով:

Տուֆային կուտակումների առաջացումը պայմանավորված է պայթյունների անհամեմատ մեծ ուժով, հավանաբար պլինիայան տիպի:

Տուֆերի (գացիտային) ավելի թթու բաղադրությունը հետևանք է մի ընդհանուր հիմքային մագմայի տարասեռ ֆիզիկո-քիմիական պատճառներով պայմանավորված դիֆերենցիացիայի, որի բացառիկ օրինակն է կլասիկ հրաբուխ Վեզուվը իր Սոմմայով: Վերջինիս վրա լավաները և տուֆերը նույնպես տարբերվում են ըստ բաղադրության, ըստ որում տուֆերը ավելի թթու են և համապատասխանում են տրախիտներին և վիկտիտներին, իսկ լավաները ներկայացված են տեֆրիտներով և վեզուվիտներով: Ապառնների փոփոխումները պայմանավորված են գրավիտացիոն դիֆերենցիացիայով, որի հետևանքով վերին մասերում պայթեցիկ, ավելի թթու մագմայի կուտակում է տեղի ունեցել և պայթեցումները նրան փոխարկել են այժմյան տուֆերի մոխրներին:

Այն ժամանակ, երբ Վեզուվն իրենից ներկայացնում է ունիվերսալ տիպի հրաբուխ, Հայաստանում մենք ունենք մակերևույթի վրա արտահայտված լավաների շատ ելքեր, որոնք բնութագրում են վուլկանիզմի արեալ կամ «բազմակ» տիպը (Տիրբել)՝ վուլկանիզմի այս նույն տիպը Շտյուրբելը կոչել է «պյուլ» տիպ, համարելով որպես կլասիկ օրինակ Ովերնի հրաբուխները: Արեալ վուլկանիզմի մարզերում չեն առաջանում պարզ արտահայտված հրաբխային մեծ կառուցվածքներ, ինչպիսիք մենք ունենք կենտրոնական տիպի հրաբուխներում, և ռելիեֆի գլխավոր գծերը կազմվում են ոչ թե վուլկանիզմով, այլ տեկտոնիկայով, և այդ դեպքում երբեմն խոշոր հրաբուխներ են առաջանում այդպիսի մարզերի եզրերում: Դրանից ելնելով հարց է ծագում, արդյոք Մեծ Մասիսն էլ չի հանգիստանում այդպիսի խոշոր եղրային հրաբուխ, որը կապված է Աղմաղանի, Արագածի շրջանի և այլ հրաբուխների հետ:

Հայաստանի վուլկանիզմի արեալ բնույթը վկայում է այն մասին, որ այստեղ առաջացած ճեղքվածքները, որոնք հեշտացրել են մագմայի երկրի մակերևույթին հասնելը, պարբերաբար բացվել ու փակվել են և կայուն ուղղություն չեն ունեցել: Նրանք կապված են եղել Հայկական սարահարթի կենտրոնական մարզերի հետ, որոնք ամբողջ չորրորդական ժամանակաշրջանի ընթացքում ենթարկվել են կամարածև բարձրացումների, մասնատվելով հավանաբար առանձին ուռուցքների:

Լավայի հեղեղները գետային հովիտներում կապված են տեղաբնակների մակերևույթի հետ և ընկած են գետաքարերի վրա, որից կարելի է եզրակացնել, որ լավայի հեղեղների առաջացումները տեղի են ունեցել էրոզիայի բազմիցս վերանորոգվող առանձին ցիկլերի վերջում:

Ամբողջ մարզի կրկնվող բարձրացումների մասնահատումը մի շարք առանձին ուռուցքների, հավանաբար, անդրադարձել է և այն տեկտոնական ճեղքվածքների բաշխման վրա, որոնք առաջացել էին առանձին ու-

առցքներում, երբ նրանց բարձրացման ժամանակ հրկրի կեղևի լարվածու-
թյունն աճում էր ընդհուպ մինչև խզումների առաջացումը:

A. N. Zavaritsky

Some features of quaternary volcanism of Armenia

Summary

The whole nature of Armenia speaks for its volcanic past, and all its physico-geographical elements—for the volcanic eruptions which took place on its territory in the recent past.

The study of the geological structure of Armenia has shown that the volcanic activity proceeded on its territory beginning from the Lower Palaeozoic era and, after an interval in Devon-Trias, it violently broke out in the Jurassic, Upper Cretaceous and Palaeogene periods. Furthermore, the last manifestations of volcanic activity were displayed already in the Quaternary period when the relief had already been formed, the river system existed and it is quite probable that the last eruptions of this period proceeded at the time when man had already appeared here. The lava flows, volcanic cones, which have perfectly preserved their original form, the products of eruptions, which hardly changed their original character, all that permit to make a thorough study of the manifestations of the internal forces of the earth and reveal the causes of the peculiarities of volcanic processes in Transcaucasia.

The products of volcanic activity of the Quaternary period occupy a vast area in Armenia and are represented both, by many lava flows and accumulations of ejected loose material, which later on turned into volcanic tuffs. The number of eruptive centres is found to be over 150. The indicated products of volcanic eruptions of the Quaternary period lie in a comparatively thinner coating (upto 50—100 m) over more ancient, for the most part volcanic formations, not infrequently expanding in accordance with the relief form far down the channels of the river valleys.

All the products of effusive activity of the Quaternary volcanoes of Armenia are found to belong to the family of andesite-basalts in the broad sense of the word, while the products of explosive activity are represented by acidic facies—tuffs and pumices of trachyte-dacite composition. This diversity is to be explained by the difference between two cardinal properties of the magma—its viscosity and explosiveness, which are associated with a set of other peculiarities of the magma, first of all, with the composition of its silicate part and gas content dissolved in it; the latter being the chief moving force in volcanic eruptions. The dissolubility of the gases is dependent, as it is generally known, on the pressure, which in its turn is connected with geological conditions under which the magmatic process develops, resulting in the volcanic eruptions of this or that type (Hawaiian, Strombolian, Vulcanian, Baldanian, Etna-Vesuvian, Peléan, Plinian type and others).

The character of lava outflows in Armenia quite definitely denotes

that they were formed during eruptions of Strombolian type, which is characterised by the magma possessing relatively greater mobility; owing to more considerable (as regards the Hawaiian type) viscosity of the lava, the escape of the gases is not tranquil but with more or less violent explosions. The accumulations of slags form cones with craters. The formation of the tuff-accumulations is conditioned by explosions of much greater force, probably of Plinian type. More acid composition of the tuffs (dacitic) is the result of the differentiation of one common main magma called forth by various physicochemical causes, exceptional examples of which presents the classical volcano Vesuvius with its Somma. But the latter lavas and tuffs likewise differ in their composition the tuffs being more acid, approaching trachytes and rhyolites; whereas the lavas are represented by tephrites and vesuvites. The change of the rocks is dependent on the gravitational differentiation which, in the upper portions, results in the accumulation of explosive, more acid magma, the explosions of which have turned it into ash.

While Vesuvius is the volcano of the central type, in Armenia we have many lava outflows characteristic of the volcanism called areal or „multi-vented“ (Tyrrel); this type of volcanism Stübel calls „Puy“ pointing to the volcanoes of Auvergne as a classical example of this type.

In the regions of areal volcanism there are formed no distinctly expressed great volcanic constructions, which occur in volcanoes of the central type, and the main features of the relief of these regions are created not by volcanism but by tectonics; but, big volcanoes sometimes originate on the outskirts of such regions. Consequently, a suggestion may be advanced whether Great Ararat is a big marginal volcano connected with those of Aghmaghan, Alaghez and others.

The areal character of the volcanism in Armenia indicates that here the originated fissures, facilitating the magma to reach the surface of the earth, periodically appeared and closed; they were stationary in no direction and occurred in the central part of Armenian highlands, which suffered within the Quaternary period a dome-shaped upheaval, the latter probably being disintegrated into separate swellings.

The lava flows in the river valleys are found to occur on the surface of the terraces overlying the gravels; from this we can infer that the ejections of lava flows proceeded in the end of separate repeatedly resumed cycles of erosion.

The dissection of the whole territory of recurrent upheavals into a number of swellings was probably also told upon the distribution of those tectonic fissures which originated in some swellings, when the tensions in the earth crust during these upheavals increased prior to the formation of the ruptures.