

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПЕТРОГРАФИИ,
МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ**

На правах рукописи

С. Г. К А Р А П Е Т Я Н

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СОСТАВА

НОВЕЙШИХ ЛИПАРИТОВЫХ КУПОЛОВИДНЫХ ВУЛКАНОВ

АРМЯНСКОЙ ССР

Специальность № 134 - геология и разведка

месторождений нерудных ископаемых

**Автореферат диссертации на
соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук.**

Москва - 1968 г.

Работа выполнена в Институте геологических наук АН Арм.ССР.

Научный руководитель - доктор геолого-минералогических наук,
профессор В.П. ПЕТРОВ

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор Е.К. УСТИЕВ

доктор геолого-минералогических наук,
профессор В.И. ВЛОДАВЕЦ

Ведущее предприятие: Управление геологии СМ Арм.ССР.

Автореферат разослан : " 14 " ноября 1968 г.

Защита диссертации состоится " 19 " декабря 1968 г.

на заседании Петрографической секции Совета Института геологии
рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии
АН СССР по адресу : Москва, К-17, Старомонетный пер., 35.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Отделения наук
о Земле АН СССР.

Ученый секретарь
ИГЕМ АН СССР

Богатиков

(О.А. БОГАТИКОВ)



954

Диссертационная работа посвящена детальной характеристике структуры, строения, состава, истории формирования, закономерностей размещения, тектонического положения и возраста новейших липаритовых куполовидных вулканов Армянской ССР. В основу ее положен фактический материал, собранный автором при полевых исследованиях 1959-1966 гг.

Изучение перечисленных вопросов позволяет с одной стороны подойти к решению некоторых теоретических проблем, связанных с выявлением глубины зарождения кислой магмы, ее эволюции во времени и с другой - имеет важное практическое значение т.к. некоторые разности липаритовых пород - обсидианы, перлиты и литоидные пемзы, именуемые кислыми вулканическими стеклами, последние 10-15 лет широко применяются в различных отраслях народного хозяйства. Армянская ССР по запасам, качеству и экономическим условиям размещения месторождений перлитового сырья занимает одно из ведущих мест в Советском Союзе. В настоящее время перлит широко используется в республике, вывозится во многие промышленные районы Союза, а также экспортируется в некоторые европейские страны.

Автором изучены крупные вулканические аппараты - Артени (Мец Артени и Покр Артени), Атис, Гутансар, Спитаксар (Б.Аг-даг), Гехасар (М.Аг-даг), Базенк (Гузгунлу), Мец Сатанакар (Б.Деве-гезю) и Покр Сатанакар (М.Деве-гезю), а также впервые выделены относительно небольшие липаритовые вулканы Барцратумб, Фонтан и Адапарс. Кроме того им изучены ранее, почти не исследовавшиеся, среднеплиоценовые купола - Гюмуш и Авазан и обнаружен ряд четвертичных лавовых и шлаковых конусов, связанных с липаритовыми вулканами.

Для районов, в которых распространены липаритовые вулканы, составлены детальные геолого-петрографические карты масштаба 1:25 000, охватывающие суммарную площадь более 600 кв.км.

В результате лабораторного изучения более чем 900 шлифов, 26 протоколов проб, обработки 130 полных силикатных химических анализов и более 300 полуколичественных спектральных анализов в диссертации дается подробная петрографическая, петрохимическая и минералого-геохимическая характеристика вулканических пород.

На основании данных об абсолютном возрасте (K-Ar метод) и новых геологических данных уточнен возраст липаритовых вулканов как верхний плиоцен - нижнечетвертичный.

Камеральная обработка материала проводилась в основном в И.Г.Н. АН Арм.ССР и, частично, в отделе неметаллических полезных ископаемых ИГЕМ АН СССР. Технологические исследования, термический дифференциальный и другие анализы вулканических стекол проводились в лаборатории вспученных материалов ВНИИСТРОМ (Красково, Московская область), во Всесоюзном научно-исследовательском и проектно-институте "Теплопроект" (Москва) и в Армянском научно-исследовательском институте камня и силикатов Министерства промышленности строительных материалов СССР.

Научное руководство темой осуществлялось доктором геолого-минералогических наук, профессором В.П.Петровым, которому автор считает своим приятным долгом выразить глубокую благодарность. Автор признателен также заведующему отделом вулканологии ИГН АН Арм.ССР К.Г.Шириняну, сотрудникам отделов вулканологии и петрографии ИГН АН Арм.ССР, отдела неметаллических полезных

ископаемых ИГЕМ АН СССР и всем товарищам и организациям, способствовавшим выполнению данной работы.

Диссертационная работа состоит из 325 стр. машинописного текста, списка цитированной литературы (268 названий) и иллюстрирована двумя обзорными, четырьмя геолого-петрографическими картами липаритовых вулканов, многочисленными разрезами, зарисовками, диаграммами, макро- и микрофотографиями (всего 180).

Во введении дано краткое описание истории изученности липаритовых вулканов. Глава первая посвящена характеристике их тектонического положения и закономерностей размещения. Особенности структуры, строения и формирования липаритовых вулканов приведены во второй главе. Третья глава посвящена детальному петрографическому описанию лавовых и агломератовых разновидностей липаритов и дацитов. В четвертой главе приводится характеристика главных породообразующих и акцессорных минералов. Особенности химического состава липарит-дацитовых пород и летучие компоненты вулканических стекол описываются в пятой главе. В шестой главе рассмотрены геологические условия формирования вулканов, их возраст, положение очага, состав родоначальной магмы и т.д. Седьмая глава посвящена характеристике промышленных свойств стекловатых пород.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ И ТЕКТОНИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ
ЛИПАРИТОВЫХ КУПОЛОВИДНЫХ ВУЛКАНОВ

Геология, состав, возраст и тектоническое положение новейших липаритовых куполовидных вулканов Армении в той или иной степени освещены в работах Г.Абиха, Б.М.Куплетского, К.И.Паффенгольца, А.А.Габриеляна, А.Т.Асланяна, Е.Е.Милановского, К.Г.Шириняна, А.Т.Вегуни, М.А.Кашкая и А.Н.Мамедова, К.И.Карапетяна, В.М.Амаряна и др. Петрографическая характеристика пород некоторых вулканов частично отражена в работах Б.М.Куплетского, В.П.Петрова, А.С.Остроумовой и В.В.Наседкина.

В системе альпийской средиземноморской геосинклинали складчатая зона Армянской ССР составляет небольшую часть обширного Армянского вулканического нагорья.

Новейшие липаритовые куполовидные вулканы в пределах указанной зоны приурочены к локальным вулканоструктурным подзонам (Арагацской, Гетамской, Сюникской), составляющим единую цепь вулканических проявлений, протягивающихся по всей складчатой зоне Армянской ССР с северо-запада на юго-восток на 250-300 км.

Указанные вулканоструктурные подзоны отличаются как своим геологическим строением и характером тектонического развития, так и масштабом, а также типом вулканических проявлений (К.Г.Ширинян, 1962). Эти отличия обусловлены дифференцированностью восходящих тектонических движений на фоне общего сводового воздымания всей складчатой зоны Армении в позднеорогенную стадию (поздний сармат-антропоген) альпийского геотектонического цикла ее развития. Подвижки сопровождались обновлением древних глубинных разломов

и образованием новых, которые, по мнению многих исследователей, в свою очередь способствовали возникновению молодых блоков и, возможно, являлись путями проникновения магмы на поверхность.

В пределах отмеченных выше вулканоструктурных подзон отдельные вулканы (как основные, так и кислые) и их группы фиксируют неглубокие, локальные разрывные трещины, простирание которых не всегда совпадает с простиранием самих подзон и ограничивающих их глубинных разломов. На основании этого можно предположить наличие связанных с подобными трещинами близповерхностных магматических очагов и камер, обуславливающих многовыходный или ареальный тип вулканизма, характерный для Армянского вулканического нагорья в целом (Ф.Д.Левинсон-Лессинг, А.Н.Заварицкий, К.Г.Ширинян, К.И.Карапетян и др.).

В тектоническом отношении указанные подзоны совпадают с глубокими неогеновыми наложенными прогибами и по геофизическим данным всюду характеризуются отрицательными аномалиями силы тяжести. Эти прогибы выполнены мощными неогеновыми дислоцированными отложениями, которые залегают на жестком каледонском основании. Различие в механических свойствах пород (особенно на границах их раздела) обуславливает образование камер, в которых впоследствии сформировались межформационные магматические очаги, а выше - близповерхностные или апофизовые магматические камеры. Глубинные разломы при переходе из жесткого массивного основания в осадочный раздробленный чехол разветвляются по системе молодых трещин и приобретают довольно сложный характер. Эти трещины, как отмечает А.Н.Заварицкий (1945), не обладают постоянством и в зависимости от направления и величины тектонических усилий могут менять свои направления и размеры. При сопоставлении особеннос-

той распределения липаритовых вулканов со схемой геолого-геофизического районирования Армянской ССР видно, что все липаритовые вулканы размещаются в пределах областей локальных минимумов силы тяжести второго и третьего порядков: Артени - в Артенинском, Атис и Гутансар - в Атисском, Спитансар и Гехасар - в Гегамском, Базенк, Мец и Покр Сатанакар - в Истисуйском. Эти участки, по сравнению с соседними, характеризуются большими мощностями земной коры. Групповое расположение липаритовых вулканов (Атис, Гутансар, Фонтан, Алапарс, Базенк, Мец и Покр Сатанакар и др.) внутри зон связано с блоковым строением этих зон.

МОРФОЛОГИЯ И ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НОВЕЙШИХ ЛИПАРИТОВЫХ КУПОЛОВИДНЫХ ВУЛКАНОВ

Общие особенности строения новейших липаритовых вулканов (табл. I) указывают, что их формирование происходило в результате экструзий и эксплозий вязкой липаритовой и частично липарито-дацитовой лавы из центрального канала и небольших трещин, иногда с образованием на месте выхода крупной куполовидной постройки.

Вулканы имеют сложное веерообразное и слоистое строение. Они состоят из: куполов, некков, трещинных экструзий, лавовых и агломератовых потоков, скопления пирокластического материала и т.д.

Материал, слагающий большинство вулканов, является преимущественно лавовым, в меньшей мере - лавокластическим и пирокластическим. Породы представлены раскристаллизованными липаритами, липарито-дацитами и их стекловатыми аналогами - обсидиана-

Таблица I

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВЕЙШИХ ЛИПАРИТОВЫХ КУПОЛОВИДНЫХ ВУЛКАНОВ АРМЕНИИ

Зоны	Название вулкана	Абс.высота, в м	Отн.высота, в м	Диаметр основания вулкана, в м	Наибольший диаметр осн. массива (км)	Форма массива (в плане)	Площадь основания массива (кв. км)	Объем материала (куб. км)	Морфология отдельных тел	Состав вулканич. построй-ки	Породы массива
Арагац-ская	Артени (комплекс Мец и Покр Артени)	2047,4	500	1250	10	Неправильная	37	5	Купола, necks, потоки, пирокластич. образ.	Липаритовый	Липарит, частично дацит
Гега-мская	Атис	2529,2	350	1000	8	Овальная	25	2,5-3	Потоки, дайки	Липарито-дацитовый	Липарит, липарито-дацит
	Гутансар	2229,2	350	3000	3-4	Неправильная	45	5	Потоки, экструзии	Липарито-дацитовый	Липарит, липарито-дацит
	Фонтан	1791,0	30-35	170	2,2	Овальная	1,9	0,14	Потоки	Липаритовый	Липарит
	Алапарс	1809,5	150-160	400	2,2	Изометричн.	2,6	0,21	Экструзии	Липаритовый	Липарит
	Спитак-касар	3560,1	500	3500	4	Изометричн.	8,5	3	Экструзии	Липаритовый	Липарит
Гехасар	3446,0	350	1500	6	Неправильн.	20	4,5	Потоки	Липаритовый	Липарит, частично липарито-дацит	
Сю-ник-ская	Базенк	3228,7	350	800	2,5	Неправильн.	3,5	0,5	Потоки	Липаритовый	Липарит
	Мец Сатанакар	3174,0	450	750-1000	2,5	Грушевидная	5,5	2	Потоки	Липаритовый	Липарит
	Покр Сатанакар	3162,0	185-235	500	12	Каплеобразная	1,2	0,2	Потоки	Липаритовый	Липарит
	Барцратумо	2452,1	60-70	700	2,5	Грушевидная	3	0,5	Потоки	Липаритовый	Липарит

ми, перлитами, пемзами, их туфами и брекчиями. Последние, часто перемежаясь с лавовыми потоками, указывают на многофазность деятельности этих вулканов. Количество фаз доходит до 4-5, иногда и до 9 (Артени). Между отдельными фазами извержений существовали периоды относительного покоя (Артени, Атис, Гутансар, Гехасар), что фиксируется излияниями более молодых лав на слабо эродированную поверхность более ранних образований.

Зарождению всех вулканов предшествовали сильные варьвы с образованием пирокластовых потоков перлитово-пемзового состава мощностью от нескольких до 200 м. Породы обычно рыхлые и имеют слоистое строение; часто наблюдается хорошая отсортированность материала. Каждый слой мощностью от 5 до 75 см разграничивается тонким пепловым прослоем мощностью от 2-3 мм до 5 см и соответствует одному импульсу извержения.

Для большинства вулканов характерны липаритовые, липарито-дацитовые, обсидиановые и перлитовые потоки. Из них в генетическом и практическом отношении наиболее интересны перлит-пемзовые потоки обломочного или агломератового строения, имеющие разную длину и мощность (табл.2).

Таблица 2

Основные характеристики перлит-пемзовых агломератовых потоков

Название потоков и вулкана	Длина в км	мощность в м		пло- щадь в км ²	Объем в км ³
		преде- лы	сред- няя		
Арагацкий Мец Артени	5-8	15-200	75	14	1
Гутансарский Гутансар	1-7	20-150	50	31	1,5
Атисский Атис	5,5	15-100	60	15	0,7-1
Гехасарский Гехасар	2,5-5	50-200	100	15	1,5
Западный отрог Мец Сатанакар	1,2	10-70	25	1,2	0,3
Юго-западный отрог Барцратумб	1	15-70	50	1,5	0,5

Наиболее характерными из них являются Арагацский и Гутансарский (Фонтан-Джраберский) потоки, к которым приурочены известные в литературе одноименные месторождения перлита и пемзы.

Детальное описание разрезов и механизма образования некоторых потоков впервые дано В.П.Петровым (1957, 1961) и В.В.Наседкиным (1963). Названные потоки характеризуются сложным механизмом образования. В них, наряду с особенностями, характерными для эффузивных потоков, нами отмечаются черты, свойственные типичным агломератовым и пемзовым потокам. Главные центры их излияния находились на месте современных вулканических построек. Не исключена возможность образования части перлит-пемзовых пород в результате близповерхностной гидратации довольно крупных стекловатых (обсидиановых) экструзий. Наблюдаются также случаи внедрения обсидиановых тел в уже излившиеся перлит-пемзовые агломератовые массы. Об этом свидетельствуют четкие контакты между породами, поперечные трещины растяжения на поверхности обсидиановых тел, бурные ореолы вокруг них (следы действия фумарол), наличие перетертых мелкообломочных перлитовых прослоек и т.д.

В строении некоторых из вулканов, особенно Артени, широко представлены различные формы экструзивных образований, отмеченные выше: купола, неки, дайки, детально описанные в работе. Весьма интересен механизм образования хорошо сохранившихся трещинных экструзий (или трещинных выжимок) и сложных - концентрически-зональных, блоковых экструзий (купол Хцан), описанных автором ранее (Карапетян, 1964).

Наряду с особенностями, общими для всех или большинства вулканов, отмечаются и их специфические черты. В частности

структура отдельных разновидностей пород, последовательность излияния различных типов лав, соотношения экструзивных, эффузивных и эксплозивных образований, объемы излившихся липаритовых и липарито-дацитовых, а также стекловатых и раскристаллизованных разновидностей пород и т.д. Наиболее четкие отличия отмечаются между вулканами, расположенными в разных вулканоструктурных зонах. Вулканы, расположенные в одной зоне, обычно отличаются лишь размерами вулканической постройки, длиной потоков и некоторыми петрографическими особенностями пород.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИПАРИТОВЫХ И ЛИПАРИТО-ДАЦИТОВЫХ ПОРОД

Петрографические особенности. Вулканические породы подразделяются на две группы - липаритовую и липарито-дацитовую, которые довольно четко разграничиваются геологическим перерывом в деятельности вулканов, внешним обликом и петрографическими особенностями.

Породы липаритовой группы, формировавшиеся в начальные фазы деятельности вулканов, характеризуются хорошо выраженной флюидалностью, преимущественно светло-желтой или светло-серой окраской и слагают главным образом экструзии, лавовые и агломератовые потоки, пирокластические образования и т.д. Указанные породы по сравнению с липаритами среднего типа характеризуются значительно меньшими содержаниями минералов-вкрапленников и преимущественно афировой структурой.

Породы липаритовой группы по структурно-текстурным особенностям подразделяются на две разновидности: раскристалли-

зованные липариты и кислые вулканические стекла. Среди липаритов по преобладанию полосчатых участков с той или иной степенью кристалличности выделяются: фельзитовые, сферолитовые и гиалиновые разности. В сферолитовых липаритах по времени образования отмечаются сферолиты первой и второй генераций. Как фельзитовые, так и сферолитовые агрегаты состоят из каолинатрового полевого шпата и одной из модификаций SiO_2 - кварца, тридимита или кристобалита; отмечаются случаи параморфного превращения кристобалита в тридимит или тридимита и кристобалита в кварц; при этом полностью сохраняется форма зерен замещенного минерала. Из кислых вулканических стекол - обсидианов, перлитов и пемз наиболее разнообразны обсидианы. Среди них выделяются однородные, полосчатые и брекчиевидные разности. Полосчатость в них обусловлена чередованием черного и бурого, аморфного и частично раскристаллизованного, плотного и пористого стекол.

Породы липарито-дацитовый ветви представлены главным образом флюидальными лавами и, частично, лавобрекчиями, формирующимися преимущественно в конечные фазы деятельности вулканов. Ими сложена большая часть вулканических построек Атиса и Гутансара. Внешне они отличаются от липаритов буроватыми, буровато-серыми цветами и более ярко выраженной полосчатостью. Для них характерно наличие на поверхности потоков матовой стекловатой корки и таких же пропластков внутри тела. Встречаются две разновидности таких пород: порфиновые (Гутансар, Артени) и афировые (Атис и Гехасар). Среди порфировых пород выделяются по преобладанию среди вкрапленников базальтической роговой обманки роговообманковые липарито-дациты и дациты. По своим петрографическим особенностям они сходны с соответствующими дацитовыми лавами вул-

канов Эльбрус, Швелуч и некоторыми роговообманковыми лавами Закарпатья (Белянкин, 1938; Меньшилов, 1946; Ткачук и др., 1949).

Главные породообразующие минералы. В обеих группах пород - липаритовой и дацитовой встречается в общем одинаковая ассоциация минералов-вкрапленников, но в разных количественных соотношениях. Они представлены: плагиоклазом, кварцем, реже санидином, анортоклазом, биотитом, роговой обманкой и еще реже моноклинным и ромбическим пироксеном. Количество вкрапленников колеблется в пределах 0,4-4,2%. В липаритах преобладают салические минералы, в дацитах - темноцветные и, главным образом, базальтическая роговая обманка. В нормативном составе пород (Ниггли, 1936; Иванов, 1962) салические минералы составляют до 91-97% ее объема. Из этого количества на долю кварца в липаритовых разностях приходится 23-32%, в дацитовых - 21-29%, а железо-магнезиальных, соответственно, 1,8-5,6% и 2,9-8,1%. В направлении от липаритов к дацитам количество свободного кварца постепенно уменьшается до полного исчезновения, а в плагиоклазах количество анортитовой составляющей закономерно увеличивается: от An_{18-28} (в липаритах) до An_{38-46} (в липарито-дацитах) и An_{53-57} (в дацитах). Калиевый полевой шпат сконцентрирован главным образом в основной массе пород, и в виде вкрапленников встречается чрезвычайно редко (санидин, анортоклаз). Биотит и, особенно, роговая обманка образуют крупные (до 0,5-1-2 мм) кристаллы в липарито-дацитах, а в липаритах встречаются преимущественно в основной массе пород. Ферро-магнезиальные слюды представлены лепидомеланом, флогопитом и, реже, мероксеном. Общая их железистость колеблется в пределах 33-67%. Рого-

вая обманка больше соответствует ферротремолиту; общая железистость (по Трёгеру) равна 46-63% и больше. Вкрапленники пироксена редки (дациты Артени) и представлены в основном авгитом $Wo_{45}, En_{37}, Fs_{18}$. Он чаще встречается в виде кристаллитов в основной массе стекловатых пород.

В минеральном составе основной массы липаритовых пород большое участие принимают кварц, тридимит и кристобалит. Они, как уже отмечено, совместно с каликатровым полевым шпатом входят в состав фельзитового, сферолитового и аксиолитового агрегатов. Кристобалит и тридимит часто инкрустируют также стенки пор и трещин в липаритовых и, чаще, липарито-дацитовых лавах (вулкан Атис). Кристобалит образует обычно изометричные таблитчатые агрегаты, а тридимит - клиновидные двойники.

Акцессорные минералы. В породах изученных вулканов выявлены 42 акцессорных минерала, характерных в целом для семейства гранитоидов. Кроме обычных - сквозных: магнетита, гематита, мартита, ильменита, пирита и др. характерно также присутствие самородных: олова, свинца, цинка, меди, молибдена, золота, а также галенита, ортита, монацита, циртолита, турмалина и др. Наблюдается специализация как по отдельным вулканам, так и по фациям и типам вулканитов (раскристаллизованным и стекловатым). Так, для липаритовых и дацитовых (раскристаллизованных) лав более характерны: мартит, иоцит, шпинель, анатаз, циртолит, пирит, сфалерит, марказит, в то время как для стекловатых разновидностей липаритов - сфен, турмалин, реальгар, киноварь.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВУЛКАНИЧЕСКИХ
ПОРОД

Особенности химического состава пород рассматриваются в диссертации по результатам пересчетов 130 полных силикатных анализов по методам А.Н.Заварицкого, А.Ритмана, Р.Иванова, А.Стейнера и А.Харкера.

На диаграмме А.Н.Заварицкого фигуративные точки анализов образуют вытянутый рой ($\alpha = 10,8-17,0$; $\beta = 0,8-7,0$), соответствующий серии липарит-дацит. Преобладающая часть пород отвечает среднетихоокеанской известково-щелочной ассоциации и характеризуется насыщенностью кремнекислотой ($\bar{Q} = 19,0-37,4$) и обогащенностью щелочами ($\alpha/\% > 8$). Содержания Al_2O_3 , CaO , MgO и отношение $FeO: MgO$ („f“) от липаритов к дацитам, т.е. от начальных фаз извержений к конечным возрастает, а общая железистость - F (по В.С.Соболеву, 1950) понижается (от 83% до 77%). В указанном направлении сумма щелочей несколько уменьшается, главным образом, за счет калия. В сумме щелочей отношение K_2O к Na_2O в породах отдельных вулканов не постоянно, хотя в преобладающих случаях оно > 1 , а в дацитах всегда < 1 . Серийный индекс - β по А.Ритману для среднего липарита равен 2,1, а для среднего дацита - 1,9. В целом изученные породы обнаруживают большое сходство со средними типами соответствующих пород по Дэли, отличаясь от них несколько более лейкократовым характером. Большая часть липаритовых пород на диаграмме Р.И.Иванова (1963) попадает в семейство нормальных риолитов (липаритов), а незначительная часть - натриевых и калиевых. Дациты попадают в семейство деленитов (дацитов).

Для отдельных разновидностей характерны колебания щелочности или известковистости, преобладание калия или натрия в сумме щелочей и т.д. Это, видимо, объясняется конкретными геотектоническими и физико-химическими условиями зарождения магмы в каждом данном участке.

Геохимические особенности. Поведение элементов-примесей рассмотрено по результатам более 300 полуколичественных спектральных анализов самых разнообразных пород. Ассоциация элементов-примесей, в целом, характерна для кислого - гранитного расплава. Наиболее характерными сквозными элементами для данной серии являются: Mo, Rb, Cu, Li, Be, которые содержатся в большинстве проб в количествах, превышающих их кларковые содержание (в 2-15 иногда в 20-30 раз). Кроме того наблюдается некоторая специализация элементов-примесей по вулканам и вулканическим подзонам. В этом отношении особо выделяются породы вулканов Сяникской подзоны, характеризующиеся высокими содержаниями Mo, Rb, и Cu, что, по-видимому, связано с особенностями погребенных под неогеновыми отложениями участков Мисхано-Зангезурского медно-молибденового пояса. Выявляются определенные закономерности в распределении микроэлементов также в липаритовых и дацитовых группах пород. В целом, содержания и частота встречаемости элементов, характерных обычно для основных серий пород (Ti, V, Ni, Co) заметно повышаются в сторону дацитовой ветви, однако не доходят до концентраций, близких для основных пород. Несмотря на идентичность составов, специализация наблюдается также по отдельным структурно-текстурным разностям липаритовых пород (плотным и пористым, стекловатым и расскристиализованным). В обсидианах и липаритах наблюдает-

ся концентрация Mo, Li, Cu в пемзах - Ga, Y, Pb.

Содержание элементов-примесей варьирует в разрезе и по простиранию потоков. В частности, это характерно для пневматофильных элементов (Be, Ba, Zr, Mo), которые образуют повышенные концентрации, в нижних и фронтальных частях потоков.

Летучие компоненты - CO_2 , H_2 , N_2 , инертные газы и особенно вода в кислых вулканических стеклах являются важными компонентами, влияющими на условия их формирования, структурно-текстурные особенности, технологические качества и т.д. В составе летучих преобладающая роль принадлежит воде (45-73%). Данные ступеньчатой дегидратации, дифференциального термического анализа и др. методов в сочетании с инфракрасной спектроскопией подтверждают мнение о существовании в кислых стеклах двух типов воды: высоко- и низкотемпературной - "обсидиановой" и "перлитовой" (Ross & Smith 1955; Кашкай и Мамедов, 1961; Наседкин, 1963). Указанные типы воды отличаются по характеру химической связи и оказывают различное влияние на структурно-текстурные особенности и показатель преломления стекол. При этом, влияние высокотемпературной воды намного существеннее. По данным проведенных исследований можно выделить три типа стекол: 1) обсидианы содержащие только высокотемпературную воду; 2) перлиты, с содержанием только низкотемпературной воды и 3) перлит обсидиановые породы, содержащие высоко- и низкотемпературную воду. В.В.Наседкиным отмечаются также почти безводные разновидности обсидианов и другие промежуточные типы стекол.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИПАРИТОВЫХ
КУПОЛОВИДНЫХ ВУЛКАНОВ

Большинство предыдущих исследователей считали новейшие липариты Армении крайними кислыми дифференциатами базальтовой магмы. Однако, из сравнения петро- и минералого-геохимических особенностей пород изученной серии с породами позднеорогенных гранитоидных интрузий складчатой зоны Армении (Меликсетян, 1964), а также гранитоидных интрузий Приморья (Фаворская, Руб и др., 1961) Охотского вулканического пояса (Устиев, 1965) и др. регионов, выявляются некоторые сходные черты.

Имея в виду вышеизложенное, а также направление эволюции состава пород и другие особенности, автор приходит к выводу о самостоятельности родоначальной кислой магмы, образовавшейся на заключительных этапах тектонического развития изучавшейся области. Магма формировалась, по всей вероятности, в результате плавления отдельных участков гранитно-метаморфического основания. Первоначальный состав ее был, видимо, липарито-дацитовым, эволюционировавшим во времени в сторону дацитового. При этом, наряду с магматической дифференциацией, заметная роль принадлежала, видимо, и явлениям контаминации и ассимиляции.

Некоторое увеличение относительной основности пород в отдельных вулканах (Артени, Атис) выявляется при сравнении состава продуктов их деятельности на различных этапах. Однако, на ранних стадиях содержание в них кремнекислоты не выходит за пределы норм липаритового семейства. До формирования дацитовой группы пород в деятельности вулканов отмечается определенный перерыв. В это время видимо создались условия (накопление летучих, явления ассимиляции и т.д.), обусловившие образование роговой

обманки, которой обогащены породы данной ветви. Групповое расположение вулканов в отдельных зонах, наличие в пределах отдельных крупных массивов (Артени, Агис, Гутансар) нескольких небольших центров, куполов, трещинных экструзий, а также геофизические данные о строении их фундамента свидетельствуют в пользу неглубокого залегания очагов этих вулканов.

Пространственное размещение вулканов в пределах структурных зон и особенности их вещественного состава указывают на изолированность родоначальных магматических очагов. Отличительные особенности пород отдельных вулканов в каждой группе (зоне) свидетельствуют видимо о том, что формирование расплавов происходило в близповерхностных промежуточных апофизовых очагах или камерах, которые питались из очага, общего для данной группы (зоны).

454
Образование липаритовых куполовидных вулканов связано со второй фазой усиления активности тектонических движений в складчатой зоне Армении в позднеорогенную стадию альпийского геотектонического цикла ее развития, соответствующую верхнеплиоцено-нижнечетвертичному времени. Следует отметить, что вопрос о возрасте новейших липаритовых и дацитовых пород Армении является довольно спорным, т.к. расхождения в определениях охватывают время от верхнего олигоцена до нижнечетвертичного периода включительно (Абих, 1898; Куплетский, 1929; Турцев, 1931; Паффенгольц, 1947; 1964; Аснанян, 1958; Габриелян, 1959; Амарян, 1964 и др.). До недавнего времени доминировало мнение о верхнеплиоценовом, а в последние годы - нижнеплиоценовом возрасте этих пород. В результате уточнения наблюдений по отдельным разрезам удалось найти для липаритов довольно узкую возрастную вилку. Нижним пределом ее являются нурнусские диатомиты (акчагыл-апше-



рон), верхним - шельские и ашельские обсидиановые орудия. Между диатомитами и липаритами залегает Нурнусский поток базальтов. На этом основании липариты относятся автором к более узкому возрастному интервалу - между верхним апшероном и нижне-четвертичным временем (Карапетян, 1968). Указанный возраст подтверждается также данными абсолютного возраста (0-2 млн. лет). Небезинтересно отметить, что в районе вулкана Атис липариты перекрывают выровненную пенеопленизированную поверхность - "пенеоплен", возраст которой одни исследователи считают средним, другие верхним плиоценом.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИСЛЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ С ЦЕЛЮ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Армянская ССР обладает практически неисчерпаемыми запасами промышленно-ценных кислых вулканических стекол. В их поиске и разведке участвовали Т.А.Джрбашян, Б.С.Вардапетян, А.Т.Вегуни, К.М.Сагателян, П.Х.Канкян, А.М.Торосян и др., а в исследовании промышленных свойств - М.Э.Симонов, Г.Г.Акопян и др.

Суммарная площадь, занимаемая стекловатыми породами, равна 170-175 км², общий объем - 15 млрд.м³. Разведанные запасы обсидиана, перлита и пемзы составляют 1,5% имеющихся запасов. В связи с все возрастающим спросом на перлитовое сырье, всестороннее исследование оставшихся еще не изученными кислых вулканических стекол имеет большое практическое значение. Предварительные комплексные геолого-петрографические и технологические исследования этой серии пород, проведенные автором совместно с Г.Г.Акопяном и В.Р.Израеляном, показали, что в большинстве случаев они являются высококачественным сырьем. Наиболее качествен-

ные разновидности рекомендуются для практического использования. В качестве примера ниже приводятся некоторые технологические показатели для пород из различных типов вулканических тел (таб.3).

Таблица 3

№ пп	Тип вулканического тела	Температура вспучивания, град.С	Объемный вес вспученного материала в кг/м ³	Коэффициент вспуч.
1.	Агломератовый перлитовый поток	940-980	66	16
2.	Перлитовый поток	950-980	55	18
3.	Пемзовый поток	940-970	46	19
4.	Трещинная перлитовая экструзия	980-1020	108	11
5.	" "	980-1020	91	12
6.	Пирокластическая толща	950-980	58	18
7.	Экструзивный перлит	1100-1150	306	5

Примечание: 1-6 - вспученный песок, фракция 0-5 мм;
7 - щебень, фракция 5-20 мм.

Установлено, что 1-6 типы пород могут использоваться в качестве теплоизоляционных засыпок, для получения фильтро-порошков. 7 тип для производства заполнителя легких бетонов, предназначенных для навесных стеновых панелей в многоэтажных зданиях. Полученные данные показывают, что при подборе соответствующего типа сырья и режима его термообработки возможно получение различных по свойствам вспученных продуктов, которые в соответствии с предъявляемым к ним требованиям могут быть исполь-

зованы в соответствующих отраслях народного хозяйства. Сказанное свидетельствует о целесообразности комплексного подхода к сырью как при геолого-разведочных и эксплуатационных работах, так и при их переработке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Новейшие липаритовые куполовидные вулканы в системе складчатой зоны Армении Приурочены к разным вулканоструктурным подзонам (Арагацской, Гегамской, Сяникской и др.) в единой цепи вулканических проявлений, протягивающихся по всей территории Армянской ССР с северо-запада на восток и юго-восток на 250-300 км.

Указанные подзоны формировались в результате дифференцированного воздымания складчатой зоны Армении в позднеорогенную стадию альпийского геотектонического цикла ее развития.

2. Новейшие липаритовые вулканы представлены довольно крупными куполовидными, сложными по структуре вулканическими сооружениями, образовавшимися в результате многократных эффузивных, эксплозивных и экструзивных извержений кислой липарито-дацитовой магмы.

3. По характеру вулканических явлений новейший кислый вулканизм Армении относится к многовыходному - ареальному типу.

4. На основании интерпретации геолого-геоморфологических, фаунистических, археологических и радиологических данных возраст новейших липаритовых куполовидных вулканов определяется как плиоцен - нижнечетвертичный.

5. Куполовидные вулканы, расположенные в разных вулканоструктурных подзонах, имели свои изолированные магматические очаги. Окончательное формирование расплавов под каждым вулканом происходило в отдельных промежуточных, апофизовых магматических ка-

мерах, которые питались из очага, общего для данной группы (зоны) вулканов. Состав первичной магмы в очагах был липарит-дацитовым. Эволюция состава продуктов деятельности изученных вулканов имела антидромный характер и шла от липаритов в сторону дацитов. Основным процессом, приведшим к такой эволюции, была, видимо, магматическая дифференциация при некоторой роли контаминационных и ассимиляционных процессов.

6. Петрографически породы куполовидных вулканов представлены раскристаллизованными липаритовыми и липарито-дацитовыми лавами, а также стекловатыми - обсидианами, перлитами, пемзами, их туфами и брекчиями.

Петрохимические особенности липарито-дацитовых пород определяют их принадлежность к среднетихоокеанской известково-щелочной ассоциации пород. Преобладающая часть липаритов относится к нормальным липаритам. От средних типов соответствующих пород Дэли, изученные породы отличаются некоторой лейкократовостью.

Минералого-геохимические особенности новейших липарит-дацитовых пород подтверждают их связь с родоначальной кислой магмой. Наблюдается общая обогащенность их Mo, Ga, Be, Li, Rb. Вулканы отдельных зон имеют свою локальную геохимическую специализацию.

7. Общий объем новейших липаритовых пород составляет около 30 км³, из коих на стекловатые разновидности приходится 15 км³. Разведанные запасы на сегодня составляют 216 млн. м³, т.е. 1,5% общих запасов.

8. В пределах липаритовых куполовидных вулканов выделяются разные генетические типы вулканических стекол: экструзивный, эффузивный, эксплозивный. Промышленные месторождения кислых вулканических стекол (перлитов, обсидианов и пемз) приурочены к указанным типам.

РАБОТЫ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Вулкан Артени и его продукты. Тезисы доклада на Четвертой Закавказской конференции молод. научн. сотр. Геол. Ин-тов АН Груз. ССР, Азерб. ССР и Арм. ССР, 1962.
2. Шаровидные образования в обсидианах западных склонов Закавказского хребта (Армянская ССР). Петрографические критерии ликвации в кислых лавах. Тр. ИГЕМ АН СССР, вып. 90, 1963.
3. Некоторые особенности рассеяния микроэлементов в новейших вулканических продуктах Армении (в соавторстве с К. Г. Шириняном, А. А. Адамяном, К. И. Карапетяном). Записки арм. отделения Всесоюзного минералог. об-ва, вып. 2, 1963.
4. Куполовидные вулканы Артени и Атис. Известия АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1964, № 3-4.
5. Specific features in the structure and petrology of rhyolitic dome-shaped volcanoes of Armenia (в соавторстве с К. Г. Шириняном). (Bulletin volcanologique, Т. XXV 11, 1964).
6. Обсидианы, перлиты, литоидные пемзы (в соавторстве с К. М. Сагателяном). Геология Армянской ССР, т. УП. Неметаллические полезные ископаемые. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1966.
7. Центры извержений плиоценовых кислых пород Армении. Тр. Второго Всесоюз. вулканологич. совещ., т. П. Вулк. и вулкано-плутонич. формации. Изд-во "Наука", 1966.
8. Уникальные разновидности обсидиана. "Природа", № 6, 1967.
9. К вопросу о возрасте и стратиграфическом положении новейших липаритовых и липарито-дацитовых пород Арм. ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1-2, 1968.
10. Геологические условия формирования промышленных месторождений кислых вулканических стекол Арм. ССР. Сб. Закономерности формирования и размещения месторождений вулканических стекол (их свойства и применение). Изд-во "Наука", 1968.

11. Влияние генезиса кислых вулканических стекол на их структуру и технологические свойства (в соавторстве с В.Р.Израеляном и Г.Г.Акопяном). Сб. Закономерности формирования и размещения месторождений вулканических стекол (их свойства и применение). Изд-во "Наука", 1968.

12. Опыт картирования куполовидных вулканов на примере Артеми (Армянская ССР). Сб. Вопросы методики картирования вулканогенных формаций. Изд-во "Наука" (в печати).

13. Липариты и липарито-дациты. Геология Армянской ССР, т.У. Петрография вулканогенных пород. Изд.АН Арм.ССР, Ереван (в печати).

14. К вопросу получения вспученных крупных заполнителей из новых генетических типов перлитовых пород (в соавторстве с Г.Г.Акопяном). Тр. Отраслевого совещ. по технич. переработке и применению перлита Арагац. м-ния в строительстве и промышленности (в печати).

Подписано к печати 5.XI.68 г.
№ Т-15658. Заказ 1943, тираж 150 экз.
Ротапринт ИГЕМ АН СССР.
Москва, Старомонетный пер., 35.

II. Краткое содержание...
 1. Введение...
 2. Основная часть...
 3. Заключение...
 4. Литература...
 5. Приложение...
 6. Заключение...
 7. Литература...
 8. Приложение...