

М. А. ФАВОРСКАЯ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МОЛОДОГО
ВУЛКАНИЗМА СИХОТЭ-АЛИНЯ

Кайнозойская эра отмечена на территории Сихотэ-Алиня бурной магматической деятельностью, результатом которой явилось образование мощных эффузивных толщ и разнообразных по составу интрузий. Начало этой деятельности охватывает начало верхнего мела, а окончание относится к раннечетвертичному периоду.

Вспышка вулканической деятельности последовала за прекращением на территории Сихотэ-Алиня геосинклинального режима и переходом к новым тектоническим условиям полуплатформенного типа. Эти условия характеризовались слабыми отголосками складчатости и дифференциальными движениями глыб вдоль крупных расколов.

На фиг. 1 и 2 приведены схемы развития молодого магматизма на севере и юге восточного склона Сихотэ-Алиня, составленные нами на основании как своих, так и литературных данных.

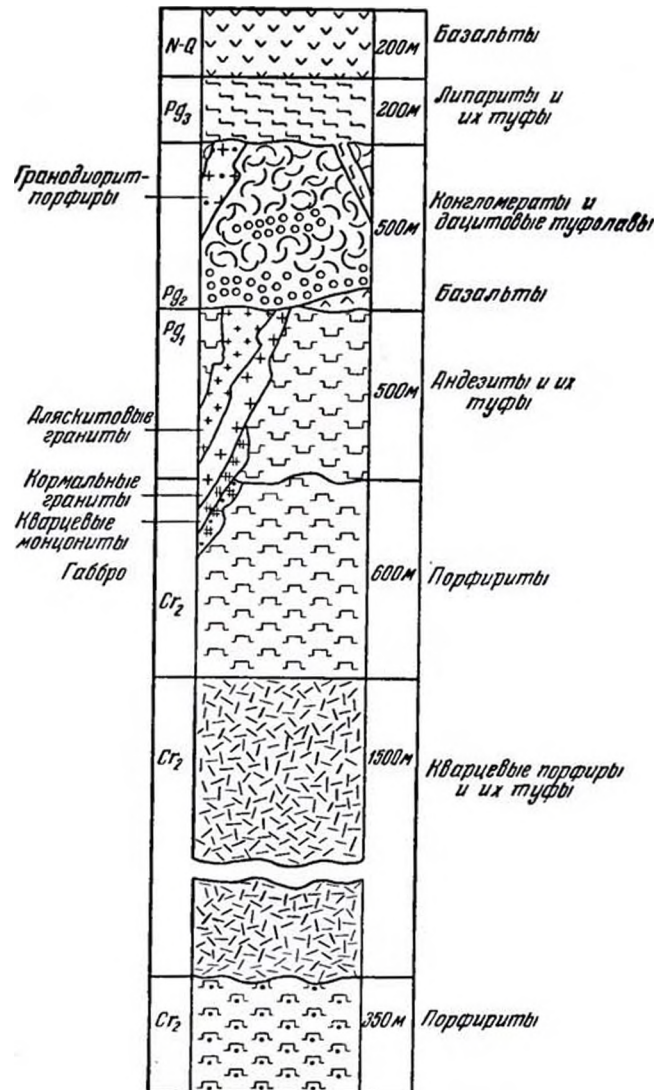
В отношении характера вулканической деятельности, породившей разнообразные по составу толщи эффузивных пород, отмеченные на приложенных схемах, в настоящее время имеются неполные сведения.

Тип извержения и расположение верхнемеловых вулканов с достоверностью не установлены. Широкое площадное распространение кислых эффузивов верхнего мела и их исключительная мощность на отдельных участках говорят за то, что извержения происходили в многочисленных пунктах, имели ареальный характер и продолжались в течение длительного времени. Вместе с тем полное отсутствие на некоторых участках в составе подобных эффузивных толщ покровных образований заставляет предполагать, что в ряде случаев центры извержения могли находиться в значительном удалении от этих участков и, в том числе, за пределами современных границ континента. Тонкозернистый характер туфов, при резко подчиненной роли грубообломочного материала и лавовых потоков заставляет принимать для рассматриваемого случая, как наиболее вероятное, извержение типа Вулканю.

В отличие от толщ верхнемеловых кварцевых порфиров следующие за ней во времени излияния порфиритов, андезитов и базальтов характеризуются значительным преобладанием лав над туфами. На одном из участков обнаружено обилие андезитовых даек на склонах глубоко эродированных каньонов, окружающую покрытую андезитами вершину, и изменения структуры лавы: от полнокристаллической — у основания покрова до стекловатой — в наивысшей точке рельефа. Представляется вероятным, что излияния порфиритов и андезитов по своему характеру были близки к гавайскому типу. Лава благодаря своей подвижности

образовывала значительные по площади и мощности покровы без заметных накоплений пирокластического материала.

Формация кислых эффузивов эоцено-олигоценного возраста отличается в пределах Сихотэ-Алиня значительным своеобразием и включает покровы

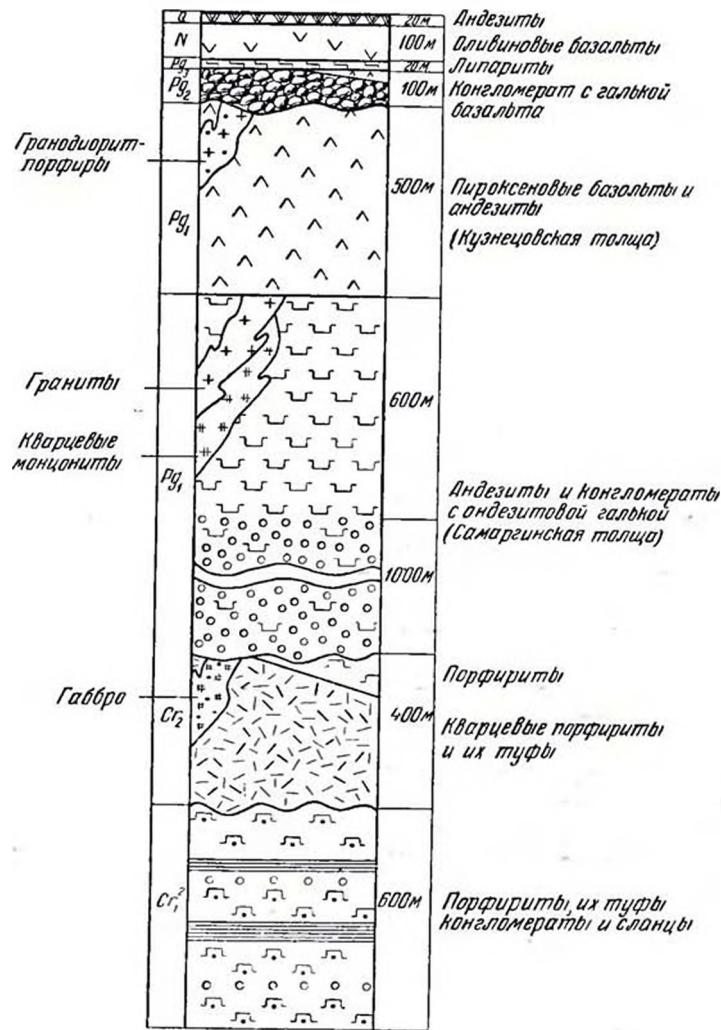


Фиг. 1. Схема развития молодого магматизма восточного склона Южного Сихотэ-Алиня.

лав, переполненных обломками и напоминающих по внешнему виду пово-зландские «вигнимбриты». Отмеченные особенности туфолоав южного Сихотэ-Алиня позволили автору ранее (Фаворская, 1949) высказать предположение об их происхождении в результате извержений Катмайского типа.

Позднее удалось собрать новый фактический материал, обосновывающий иную точку зрения на происхождение некоторых типов этих образований. Было установлено, что в отдельных случаях туфолоавы могли возникнуть в процессе внедрения под напором вязкой магмы в тектонически

ослабленные участки. При этом породы с малой механической прочностью, подобные конгломератам, частично раздвигались и увлекались магмой в ее движении, а мелкие обломки, возможно приобретавшие пластичность, деформировались с образованием линзовидных включений, напоминающих «фиамме» итальянских пиперно. На возможность подобного механизма образования неоднородных лав указывал в свое время Фешпер (1920).



Фиг. 2. Схема развития молодого магматизма восточного склона Северного и Центрального Сихотэ-Алиния.

По моему мнению, чередование различных по составу темных и светлых полос в образце полосатой лавы из отложений Долины Десяти тысяч дымов объясняется захватом и частичной резорбцией более древней основной породы более молодой кислой магмой близ поверхности земли или на самой поверхности.

Несмотря на то, что изложенная концепция подразумевает лавовую природу рассматриваемых эффузивов, это само по себе не исключает возможности возникновения их на других участках из раскаленного цемента.

Факты нахождения действительно спекшихся образований говорят сами за себя. Нам кажется, что происхождение туфолов может быть различным, но во всех случаях решающую роль играет деформация посторонних включений в процессе движения вязкой лавы, будет ли эта последняя первичной или возникнет в результате спекания.

Об условиях образования неогеновых оливиновых базальтов и четвертичных андезито-базальтов можно судить со значительно большей долей уверенности, чем это делалось в отношении более древних основных эффузивных образований, так как среди них на некоторых участках были встречены частично сохранившиеся эруптивные аппараты.

Е. Ф. Малеев (1946, 1949) описал несколько шлаковых конусов, расположенных в пределах Амурско-Уссурийской низменности и приуроченных к тектонической линии северо-восточного простирания. Ввиду того, что лавы наиболее южного из этой группы вулканов — Барановского — перекрывают осадочную свиту с флорой плиоцена, автор считает всю группу четвертичной по возрасту. Он высказывает также предположение о существовании второй линии четвертичных вулканов, которая, по его мнению, должна протягиваться в меридиональном направлении вдоль побережья Татарского пролива от Шешловского вулкана близ бухты Де-Кастри до вулкана в районе Советской Гавани, отмеченного Смаховым.

В ходе наших работ на Северном Сихотэ-Алипе нами были установлены накопления шлаков и бомб базальтового и андезито-базальтового состава, в ряде пунктов восточного склона Северного Сихотэ-Алия: в бассейне р. Большой Сизимац, на берегу в районе мыса Лукап и в бассейне р. Коппи близ впадения в нее р. Бяполи. Эти скопления представляют собою постоянные агломератовые конусы, возвышающиеся над окружающей их местностью на 100—150 м. Обращает на себя внимание, что шлаки вулканов, расположенных непосредственно на побережье пролива (Шешловский и вулканы в районе мыса Лукап) и приуроченных к линии меридионального простирания, по составу относятся к пироксеновым андезито-базальтам, в то время как вулканы, удаленные от побережья и расположенные на линии северо-восточного простирания (вулканы в устье р. Бяполи и в бассейне р. Большой Сизимац), сложены оливиновыми базальтами.

Среди вулканов, описанных Е. Ф. Малеевым в пределах Амурско-Уссурийской депрессии, также могут быть выделены представители собственно основных и более кислых андезито-базальтовых извержений.

Таким образом, если вслед за Е. Ф. Малеевым и можно говорить о приуроченности кайнозойских вулканов к побережью Татарского пролива, под этим следует, очевидно, понимать не линию, а более широкую зону, в пределах которой вулканы, приуроченные к разломам различного направления, возможно являются разновозрастными.

Тип извержения неогеновых и четвертичных вулканов Северного Сихотэ-Алия ближе всего подходит к стромболианскому. Для них характерна значительная подвижность магмы, в результате чего образовывались потоки, распространившиеся на значительные площади и заполнившие пониженные участки древнего рельефа. Накопления типичных шлаков и вулканических бомб указывают, что извержение сопровождалось значительными по силе взрывами. Особенно сильные взрывы приводили к образованию топкого вулканического пепла, в отдельных пунктах (м. Бозпа, м. Мопанца) переслаивающегося с покровами. Излияния неогеновых и четвертичных базальтов происходили также по трещинам с образованием даек, достигавших 100 м по мощности и вверх по разрезу переходивших в покровы.

Для неогеновых и четвертичных базальтов следует отметить их большую свежесть. Из вторичных минералов в них развивается в небольшом

количестве иллингсит и хлорит, замещающие по преимуществу стекло.

Для оливиновых базальтов характерны также явления обжига. На некоторых участках базальтовых покровов установлено образование коры выветривания.

Хотя в южной части исследованной территории неогеновые базальты пользуются весьма ограниченным распространением, следует кратко остановиться на обнажении базальтов мыса Низменного. В основании этого обнажения можно видеть, как плотные темно-зеленые базальты проникают в виде неправильных языков в пористые, абсолютно не нарушенные породы верхнего базальтового покрова и захватывают их угловатые неоплавленные обломки.

Следует предположить, что вторая порция базальтовой магмы проникла под значительным давлением в уже застывший более ранний базальтовый покров и прокладывала себе путь механическим разрушением вмещающего покрова.

Особенности этого контакта лишней раз свидетельствуют о том, что формирование магматических тел в течение третичного периода на территории Сихотэ-Алиня характеризовалось большой механической активностью магмы, выжимавшейся под давлением в процессе дифференциального движения крупных блоков.

По своему химическому составу эффузивы верхнего мела и кайнозоя близки в основном к среднему типу соответствующих пород по Дэли. Может быть отмечено только еще большее пересыщение глиноземом кварцевых порфиров и липаритов, чем это характерно для среднего типа этих пород.

Как можно видеть из изложенного, в характере магматической деятельности на юге и на севере Сихотэ-Алиня наблюдаются известные различия. Следует напомнить, что этот регион был в свое время включен С. С. Смирновым (1946) в состав внешней зоны тихоокеанского вулканического кольца, в пределах которой пользуются преимущественным развитием кислые магматические породы. По мере дальнейшего накопления знаний по молодому вулканизму тихоокеанских побережий, закономерности, отмеченные С. С. Смирновым в широком региональном аспекте, получают себе дальнейшее подтверждение. Однако наряду с этим выявляются довольно многочисленные примеры, свидетельствующие о неоднородности «зоп» С. С. Смирнова в пределах отдельных крупных участков вулканического кольца. К числу подобных примеров, усложняющих характеристику, данную С. С. Смирновым внешней зоне тихоокеанского вулканического кольца, может быть с полным правом отнесен восточный склон Сихотэ-Алиня с отчетливым преобладанием кислых изверженных пород в южной части и основных — в северной.

Чтобы по возможности учесть количественную сторону этого явления, нами были подсчитаны площади распространения изверженных пород по картам масштабов 1 : 500 000. Подсчеты производились отдельно для южной, центральной и северной частей восточного склона Сихотэ-Алиня.

В предлагаемой табл. 1 даны отношения площадей, занятых кислыми и основными эффузивами и, отдельно, кислыми и основными интрузивными образованиями, для трех отмеченных выше крупных районов. В пределах каждого района взаимоотношения магматических пород различного состава были определены отдельно для следующих отрезков времени: а) от конца нижнего мела до начала третичного времени; б) в пределах всего палеогена, в) от начала неогена до середины четвертичного периода включительно¹. Из рассмотрения приведенной таблицы могут быть

¹ При составлении таблицы породы андезитового состава условно были отнесены к основным, а породы дацитового состава — к кислым.

сделаны следующие выводы: различия в составе продуктов эффузивной деятельности с преобладанием кислых пород для южной и основных для северной части восточного склона Сихотэ-Алиня проявились уже во второй половине мела и приобрели особенно большое значение в палеогене. В начале неогена вулканическая деятельность в южной части рассматриваемого региона почти полностью прекратилась, а в Центральном и Северном Сихотэ-Алине достигла большой интенсивности и была представлена исключительно основными эффузивами.

Следует отметить, что в результате подсчетов, проведенных ранее С. П. Соловьевым (1949), были получены средние данные о распространении изверженных пород для всей территории Сихотэ-Алиня, что не дало возможности выявить характерные особенности южной и северной частей. По этой причине высказанное С. П. Соловьевым положение, согласно которому формирование главных масс кислых эффузивов значительно предшествовало во времени изливаниям основного состава, конкретно не применимо ни к одному из трех выделенных выше участков восточного склона Сихотэ-Алиня. Дело в том, что на юге поздние изливания базальтов практически отсутствовали, а на севере эффузивная деятельность отмечалась преобладающим основным составом в течение всего времени, начиная с середины мела и кончая началом четвертичного периода. Таким образом, факты, которыми мы располагаем в настоящее время, позволяют утверждать, что главные массы основных и кислых пород в течение всего периода от середины мела до начала четвертичного времени были разобщены не во времени, а в пространстве.

Таблица 1

Сопоставление размеров площадей, занятых различными эффузивными породами в пределах восточного склона Сихотэ-Алиня (в %)

Возраст породы	Типы изверженных пород	Отношение площади, занятой определенным типом пород, к общей площади измеренного участка			Отношение площади, занятой эффузивными породами основного состава, ко всей площади, занятой эффузивными породами		
		Южный Сихотэ-Алинь	Центральный	Северный	Южный Сихотэ-Алинь	Центральный	Северный
От середины мела до начала палеогена	Порфириты	5	—	10	8,1	—	7,6
	Кварц-порфиры	59	—	3	—	—	—
Палеоген	Базальты, андезиты и андезитодацинты	1,5	23	5,6	13	99	91,6
	Дацинты, липариты	9,8	0,2	0,5			
От начала неогена до середины четвертичного периода	Базальты	2,5	29	22	100	100	100

Глыбовый характер посленемеловых движений на протяжении всего восточного склона Сихотэ-Алиня, несомненно, сыграл в развитии магматического процесса значительно большую роль, чем последние, относительно слабые всплески складчатости. Вместе с тем, характер глыбовых движений был по-видимому не одинаков на севере и на юге.

Если в южной части восточного склона наступивший в середине мела континентальный режим устойчиво сохранялся в течение всего последующего времени, а вторжение моря в отдельные ограниченные по площади тектонические депрессии может быть установлено в немногих случаях, на севере меловые порфириды повсеместно переслаиваются с глинистыми сланцами, туффитами и конгломератами, свидетельствуя о наступлении моря. В Центральном Сихотэ-Алине толща конгломератов была установлена В. А. Ярмолюком в основании самаргинских андезитов палеогенового возраста. На побережье к северу от Советской Гавани большие площади заняты конгломератами эоценового возраста, местами переслаивающимися с тонкозернистыми туффитами. Все сказанное позволяет утверждать, что в течение верхнего мела и палеогена в пределах восточного склона Северного Сихотэ-Алия в ходе дифференциального движения глыб, участки, испытывавшие опускание, занимали значительно большие площади, чем это имело место на юге. В неогене море полностью ушло из пределов современной области Сихотэ-Алия, но на севере, в прибрежной зоне, в ряде пунктов могут быть отмечены пониженные участки с господствовавшим озерным режимом.

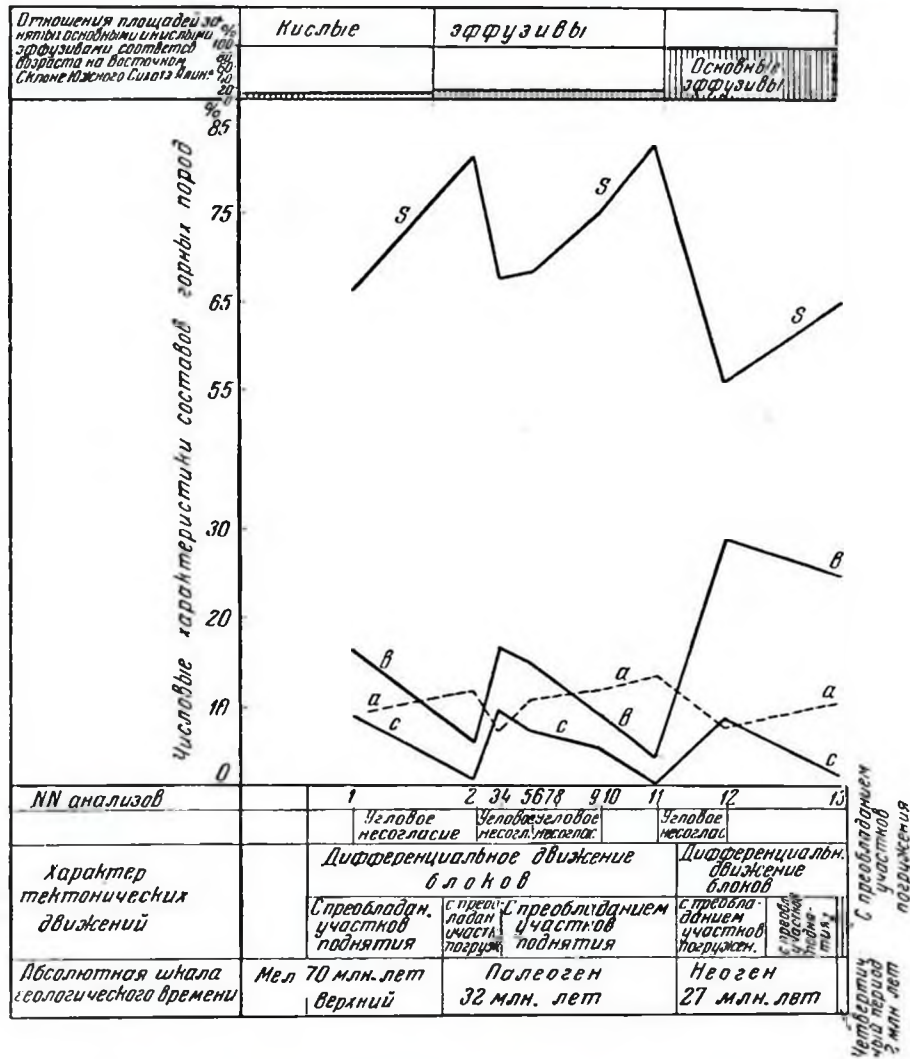
Таким образом, тектоническая обстановка в течение второй половины мела и кайнозоя, общая в крупном плане для всего Сихотэ-Алия, для отдельных его участков значительно отличалась в отношении масштабов и характера смены движений, различных по знаку, что, по-видимому, легло в основу сложных взаимоотношений между основным и кислым вулканизмом верхнего мела и кайнозоя в пределах исследуемого региона.

Взаимоотношение вулканической деятельности и тектонических движений за период от середины мела до начала четвертичного времени изображено на приведенных диаграммах, построенных отдельно для Южного и Северного Сихотэ-Алия. На диаграммах по абсциссе отмечены моменты вулканической деятельности с учетом абсолютной шкалы геологического времени и указана сопутствующая им тектоническая обстановка, а по ординате — величина основных химических характеристик a , c , b и s различных типов изверженных пород, вычисленных по методу А. Н. Заварицкого (фиг. 3 и 4). Построенные по такому способу диаграммы позволяют судить об изменении химического состава вулканических пород во времени и дают возможность сопоставлять отдельные магматические акты с определенными типами тектонических движений. Линии, соединяющие отдельные точки составов, на этой диаграмме не указывают на постепенное появление в соответствующие моменты времени пород всех промежуточных составов, но имеют единственной целью подчеркнуть общее направление эволюции вулканического процесса.

Из двух приведенных диаграмм наиболее показательна диаграмма для Южного Сихотэ-Алия, где все кривые, соединяющие составы эффузивов, имеют два резких излома, из которых первый относится по времени к самым верхам мела, а второй — к началу неогена. В конце мела эффузивный магматизм, развивавшийся в течение верхнемелового времени в сторону большего содержания кремнезема, резко сменился излияниями основного состава, которые вслед за тем через ряд промежуточных образований перешли к концу палеогена к новым порциям кислых эффузивов, представленных олигоценовыми липаритами. В начале неогена произошла новая резкая смена кислых извержений основными, представленными оливиновыми базальтами, после чего дальнейший характер магматизма снова изменялся в сторону более кислых составов — к андезито-базальтам четвертичного периода.

Таким образом, общая закономерность, которая может быть установлена для эффузивной фации в пределах южной части восточного склона Сихотэ-Алия, — это резкая смена кислых извержений основными и

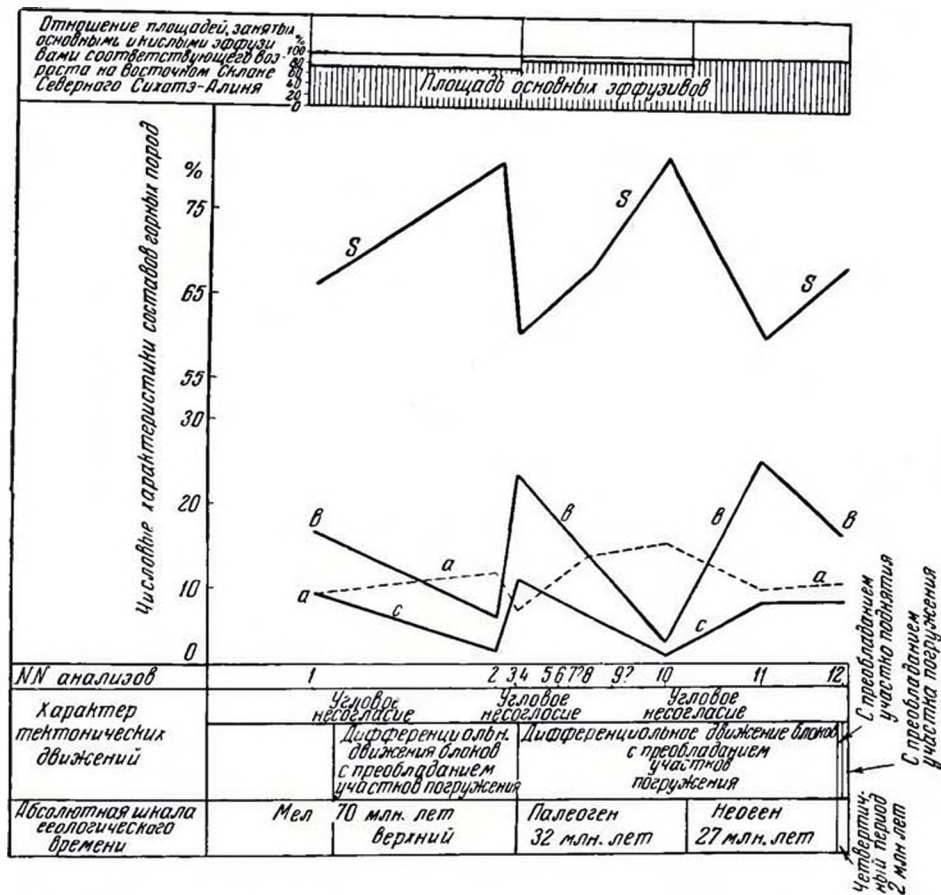
последующее постепенное развитие от основных к кислым. Выделяя в качестве циклов периоды закономерного постепенного развития, мы можем, следовательно, говорить о законченных верхнемеловом и палеогеновом эффузивных циклах и о начале нового, не завершеного цикла в неогене.



Фиг. 3. Зависимость состава эффузивных пород восточного склона Южного Сихотэ-Алиня от характера движений земной коры для отрезка времени от середины мела до середины четвертичного периода.

Диаграмма, отвечающая Северному Сихотэ-Алиню, хотя и построена на более скудном фактическом материале, в общих чертах повторяет те же особенности развития изверженных пород, которые были установлены на юге. Здесь также верхнемеловой и палеогеновый эффузивные циклы закончились в конечном итоге излияниями кислых лав. В то же время масштабы различных по степени основности извержений, отраженные на диаграмме в форме соотношения площадей, указывают на своеобразие процессов молодого вулканизма в пределах Северного Сихотэ-Алиня. Весьма ограниченное по площади развитие кислых эффузивов на севере,

является, по-видимому, результатом еще более неспокойной тектонической обстановки в течение верхнего мела-кайнозоя, чем это имело место на юге, в результате чего постепенное развитие магматических циклов наблюдается только для немногих участков.



Фиг. 4. Зависимость состава эффузивных пород восточного склона Северного Сихотэ-Алиния от характера движений земной коры для отрезка времени от середины мела до середины четвертичного периода.

На диаграммах в первом приближении намечается и еще одна закономерность: резкое изменение в составе эффузивов и последующие извержения преимущественно основных лав совпадают по времени с преобладанием вертикальных движений отрицательного знака. Вместе с тем следует отметить, что формирование интрузивных комплексов тяготеет к периодам преобладающих поднятий и слабым складчатым движениям. Эти последние не оказывают заметного влияния на эффузивный цикл палеогена, не прерывая плавности его развития.

ЛИТЕРАТУРА

- М а л с е в Е. Ф. О линейном расположении древнечетвертичных вулканов на Дальнем Востоке. «Советская геология», сб. 12, 1946.
- М а л с е в Е. Ф. О Барановском вулкане в Амурско-Уссурийской депрессии. «Тр. Лабор. вулканологии и Камч. вулк. станции», вып. 6, 1949.
- С м я р н о в С. С. О Тихоокеанск
№ 1-2, 1946.
- С о л о в ь е в С. П. Главнейшие особенности распределения и состава магматических пород Сихотэ-Алиня и некоторые петрологические вопросы. «Зап. Всес. минер. об-ва», 2-я серия, ч. 78, вып. 3, 1949.
- Ф а в о р с к а я М. А. Третичные туфолавы Южного Приморья. «Изв. АН СССР», сер. геол., № 5, 1949.
- F e n n e t C. N. The Katmai region Alaska and the great eruption in 1912. J. Geol., v. 28, № 7, 1920.