

# ФОРМАЦИИ И ФАЦИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ И КАЙНОЗОЙСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАМЧАТКИ

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

ИЗДАТЕЛЬСТВО " НАУКА "

Москва 1968

## ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКАЯ ФОРМАЦИЯ ГРАНОДИОРИТ-ПОРФИРОВ — ДАЦИТОВ

О. Н. ВОЛЫНЕЦ, Г. Б. ФЛЕРОВ,  
Д. И. ФРИХ-ХАР, Н. Л. ШИЛИН

Интрузивные образования этой формации, а также эффузивные проявления аналогичного состава в объеме березовской свиты и алнейской серии давно известны в рассматриваемом регионе по результатам геологических съемок, выполненных Ю. В. Жегаловым, В. Н. Лукьяновым, И. Н. Ильченко, Я. В. Илечко, Н. И. Горяевым, А. Ф. Марченко, В. Н. Бондаренко, С. Е. Апрельковым, З. Н. Лукьяновой и тематических работ М. А. Фаворской и др. (Волчанская и др., 1963), Ю. Б. Гладенкова (1965) и В. К. Ротмана (1964).

Во время съемочных работ В. Г. Терещенко были выявлены непосредственные переходы субвулканических интрузий в эффузивные породы.

Детальные работы, проведенные нами в Срединном хребте и на Юго-Восточной Камчатке, позволили не только установить тесную парагенетическую связь между обеими группами пород, но и объединить все указанные образования в единую магматическую формацию.

Образование формации приурочено к тому периоду развития третичной геосинклинальной зоны Центральной Камчатки, когда существенную роль приобретают подвижки блокового типа, а магматизм контролируется разломами глубокого заложения. Широко распространенные дизъюнктивные нарушения способствуют подъему магмы до поверхности и накоплению мощных вулканогенных толщ (алнейская серия), а существование разных по глубине заложения разломов — формированию как основных (базальты, андезито-базальты), так и кислых пород (андезито-дациты, дациты, липариты, игнимбриты). Кислая ветвь этого магматизма в ее интрузивном и эффузивном проявлении и рассматривается ниже в качестве самостоятельной формации.

Характеризуя указанную формацию, авторы хотели бы подчеркнуть, что ряд вопросов, связанных с ее геологическим положением и строением, нуждается в доработке. В частности, не совсем ясны в настоящее время соотношения этой формации с формацией миоценовых габбро-гранодиоритов (см. статью О. Н. Волынца и других авторов в настоящем сборнике); отсутствуют четкие критерии, позволяющие уверенно отличать кислые по составу породы — дифференциаты базальтовой магмы — от пород данной формации; возникают противоречия при установлении времени образования формации в целом.

## ИНТРУЗИВНАЯ ФАЦИЯ

### Особенности структурного контроля, размеры и форма интрузивных тел

Субвулканические тела и дайки гранодиорит-порфиров приурочены к тектоническим нарушениям северо-западного или меридионального направления, унаследованным по крайней мере с миоценового времени (северо-западные зоны: бухта Ахомтен, гора Юрчик, ручей Кагнисин, р. Средняя Воровская; р. Кирганик, р. Ича; меридиональная зона вдоль восточного борта Срединного хребта и т. д.). При этом пространственная локализация их определяется в основном системой трещин, оперяющих эти разломы (перевал Кирганикский, верховья р. Озерной Камчатки). В местах пересечений разломов обоих простираний образуются насыщенные дайковые поля (перевал Кирганикский, верховья рек Озерной Камчатки, Кенсол, ручей Кагнисин и др.).

По условиям залегания среди интрузивных образований формации гранодиорит-порфиров выделяются субвулканические интрузии и дайки. Как правило, в пределах дайковых полей эти типы интрузивных тел встречаются совместно (ручей Кагнисин, перевал Кирганикский). В то же время на участке р. Касанги крупная субвулканическая интрузия (фиг. 1) куполовидной формы (50 км<sup>2</sup>) сопровождается только единичными дайками-апофизами, а на участке верховьев р. Озерной Камчатки проявляется лишь комплекс даек.

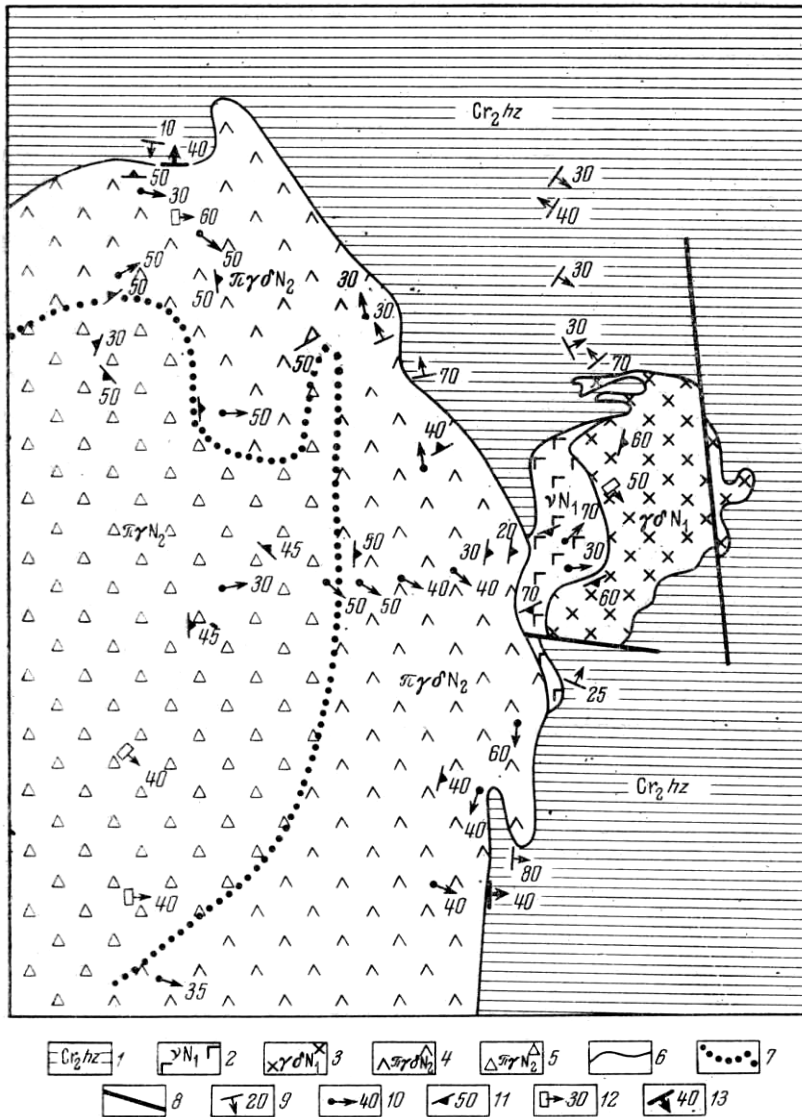
В районе широкого развития интрузивных образований данной формации обычно устанавливается несколько весьма сближенных во времени этапов внедрения магматического материала, причем, как правило, субвулканические интрузии опережают дайки. Незначительный разрыв во времени формирования разных генераций субвулканических тел подчеркивается существованием сложных даек, возникших в результате последовательных инъекций магмы в одну и ту же трещинную полость; контакты между разными генерациями внутри таких сложных даек нечеткие, без следов закалки (перевал Кирганикский — ручей Кагнисин).

Интрузивные массивы представляют собой либо купола и штоки, либо пологие трещинные интрузии (перевал Кирганикский). Иногда удается установить, как крутопадающее тело типа штока переходит в пологонаклоненную или межпластовую интрузию, что наблюдал по ключу Браконьер В. Н. Лукьянов.

Для многих интрузивных тел характерно развитие даек-апофиз. Так, на участке перевала Кирганикского нами наблюдалось расщепление интрузий на ряд постепенно выклинивающихся даек-апофиз, вытягивающихся согласно общему направлению трещиноватости на расстояние до 500—700 м. Дайки-апофизы небольшой протяженности были отмечены и для массива р. Касанги.

Вообще дайковые тела характерны для интрузивной фации формации гранодиорит-порфиров — дацитов. Мощность даек колеблется от 0,5—1,0 до 10,1—15,0 м, достигая 40—60 м, а протяженность изменяется от 0,1—0,5 до 2,0—2,5 км. Наиболее мощные из них нередко расщепляются на несколько параллельных. Обычны сложные дайки. По простиранию и падению элементы залегания даек нередко меняются, образуются колленообразные изгибы.

В пределах дайковых полей, достигающих 4—6 км в поперечнике, расстояние между отдельными дайками не превышает 50—150 м (перевал Кирганикский).



Фиг. 1. Геологическая карта участка верховьев р. Касанги

1 — хозгонская серия: глинистые сланцы, расланцованные песчаники; 2 — 3 — интрузивный массив миоценовой габбро-гранодиоритовой формации: 2 — габбро-диориты, габбро, 3 — гранодиориты, кварцевые диориты; 4 — 5 — интрузивный массив плиоценовой формации субвулканических гранодиорит-порфиров: 4 — порфировидные гранодиориты, 5 — резко порфировидные граниты; 6 — геологические границы; 7 — границы фаций интрузивных пород; 8 — тектонические нарушения; 9 — элементы залегания стратифицированных пород; 10 — 11 — текстуры интрузивных пород: 10 — линейные, 11 — плоскостные; 12 — ориентировка ксенолитов в интрузивных породах; 13 — элементы залегания контактов интрузивных пород

**Глубина формирования, характер взаимодействия  
с вмещающими породами,  
глубина эрозионного среза интрузивных тел**

Интрузивные тела формации образуются в приповерхностных условиях на глубинах, не превышающих первые сотни метров. Об этом говорят: 1) эффузивный облик пород с порфировой или резко порфировидной структурой и тонкокристаллической или микрокристаллической основной массой; 2) наличие даек, непосредственно переходящих в экструзии (верховья р. Правая Березовая).

Приконтактные изменения вмещающих пород выражаются либо в обжиге их непосредственно у контакта (перевал Кирганикский), либо в окварцевании (ручей Кагнисин, гора Кагнисин и другие интрузии в междуречье Облуковины и Крутогоровой). Экзоконтактные изменения часто отсутствуют. Практически в интрузивных телах не изменены и редкие ксенолиты вмещающих пород. Лишь в случае крупной интрузии р. Касанги были отмечены кварц-биотитовые роговики в зоне, не превышающей 1,0—2,0 м.

Глубина эрозионного среза массивов крайне незначительна, хотя в наиболее крупных интрузиях наблюдаются врезы до 500 м по вертикали. Нередко интрузивные массивы четко выделяются в современном рельефе отпрепарированными куполовидными формами (например, на водоразделе р. Филиппа и ключа Майор, по данным Я. В. Илечко).

**Геологическое строение интрузивных тел и распределение в них  
петрографических разновидностей пород**

Интрузивные образования формации гранодиорит-порфиров — дацитов в большинстве случаев характеризуются весьма выдержанными составами и структурами для каждого отдельно взятого массива, полным отсутствием или весьма слабым проявлением (в случае наиболее крупных массивов) жильных пород первого этапа (аплитов, пегматитов и т. д.), но зато широким развитием даек-апофиз и несколько более поздних во времени, но близких к интрузиям по составу и парагенетически связанных с ними даек второго этапа.

Породы, слагающие интрузии, как правило, слабо раскристаллизованы и нередко имеют эффузивный облик. Наиболее обычные типы пород — кварцевые диорит-порфириты и гранодиорит-порфиры; менее характерны диорит-порфириты и гранит-порфиры. Лишь в одном случае (массив р. Касанги) отмечались более раскристаллизованные разновидности: порфировидные и резко порфировидные гранодиориты и граниты. Этот массив характеризуется также более широким распространением существенно кислых пород, четким зональным строением (гранодиориты приурочены к эндоконтактовым фациям, а граниты — к центральным) и наличием жил аплитов.

Эндоконтактные изменения выражаются в закалке пород, некотором уменьшении количества вкрапленников, появлении менее раскристаллизованных структур основной массы и отчетливых флюидалных текстур. Ширина таких зон закалки не превышает 1,0—2,0 м. Наиболее четко закалка проявляется в дайках.

Наряду с отмеченной выше весьма слабой дифференциацией в интрузивных камерах надо отметить и незначительную дифференцированность различных генераций интрузивной фации во времени. Так, на участке ручья Кагнисин небольшие интрузивные массивы куполовидной формы, сложенные гранодиорит-порфирами, прорваны дайками, отличающимися от пород массивов лишь более резкой порфировидностью. На участке перевала Кирганикского устанавливается следующая смена

возрастных генераций пород: трещинная интрузия кварцсодержащих диорит-порфиритов ( $\text{Na}_2\text{O}$  — 3,58%;  $\text{K}_2\text{O}$  — 2,26%;  $\text{SiO}_2$  — 60,04%) — трещинная интрузия кварцевых диорит-порфиритов ( $\text{Na}_2\text{O}$  — 3,98%;  $\text{K}_2\text{O}$  — 2,58%;  $\text{SiO}_2$  — 64,10%) — дайки кварцевых диорит-порфиритов (по составу аналогичны интрузии) — дайки диорит-порфиритов ( $\text{Na}_2\text{O}$  — 3,18%,  $\text{K}_2\text{O}$  — 1,87%,  $\text{SiO}_2$  — 55,91—56,24%).

В сложных дайках состав различных частей также достаточно близок. Так, центральные части даек могут быть сложены гранодиорит-порфирами, а края — диорит-порфиритами (ручей Кагнисин) или, наоборот, края — несколько более кислые (кварцевые диорит-порфириты), а центральные части — более основные диорит-порфириты (перевал Кирганинского).

В более поздних генерациях нередко присутствуют ксенолиты более ранних. Ксенолиты вмещающих пород в интрузиях и дайках имеют угловатые формы и обтекаются вкрапленниками и микролитами основной массы породы-«хозяина». Более характерны для интрузивных образований шлиры. Местами количество их настолько велико, что породы приобретают облик «магматических конгломератов», где роль «галек» играют шлиры, а цементом служит магматический материал (массив р. Касанги). Обычный размер шлиров 5—15 см по длинной оси, но иногда они достигают 1,0—1,5 м. Форма их чаще всего эллиптическая, реже встречаются лепешковидные, «раздавленные» шлиры. Состав шлиров разнообразен: это амфиболовые диориты, кварцевые диориты с полиокристаллическими структурами и порфиробластами плагиоклаза.

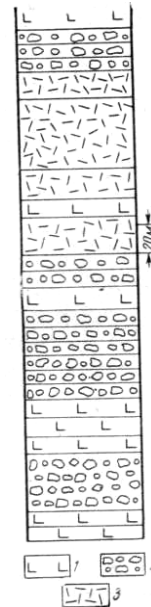
Характерной особенностью интрузивных образований формации является широкое проявление процессов низкотемпературного гидротермального изменения, захватывающих как сами интрузии, так и вмещающие породы и выражающихся в пропилитизации (эпидотизации, альбитизации, карбонатизации, окварцевании, хлоритизации и т. д.) либо образовании пород типа вторичных кварцитов с серицитом, дикситом, алунином.

К зонам пропилитизированных пород приурочены многочисленные и довольно значительные рудопроявления, среди которых выделяются два основных типа: телетермальный золото-серебряно-полиметаллический (рудопроявления Лазурное, р. Озерновской и др.) и медно-молибденовый (рудопроявления ручья Кагнисин, Красногорское и др.). Со вторичными кварцитами связаны рудопроявления киновари (гора Чемпура) и серы (р. Половинная, Власов, Василевский, 1964). Все известные рудопроявления последайковые.

#### ЭФфуЗИВНАЯ ФАЦИЯ

Породы эффузивной фации в пределах Центральной Камчатки занимают то же структурное положение, что и дайковые тела гранодиорит-порфиритов. Эти породы входят в состав алнейской серии и главным образом березовской свиты.

Березовская свита подстилает отложения алнейской серии во многих случаях согласно, как показали исследования В. К. Ротмана (1964) и авторов. Она представлена дацитами, липарито-



Фиг. 2. Разрез алнейской серии на водоразделе рек Озерновской и Березовой

1— андезито-базальты; 2— туфо- и лавоагломераты; 3— дациты

дацитами и их туфами, аналогичными по составу соответствующим эффузивным образованиям алнейской серии.

В 1958 г. В.Т. Терещенко и И.Н. Ильченко, а в 1960 г. авторы показали, что в верховьях р. Средний Кирганик и по ключу Надежному существуют непосредственные переходы между субвулканическими телами гранодиорит-порфиров и лавобрекчией дацитового состава, подстилающей андезито-базальты алнейской серии. В дальнейшем на этом участке нами были установлены эффузивные потоки аналогичного облика и состава и внутри разреза алнейской серии (фиг. 2). Кроме того, в верховьях р. Правой Березовой прослежены непосредственные переходы от субвулканических тел гранит-порфиров к экструзиям того же состава, заканчивающим формирование алнейского комплекса.

#### **Условия залегания эффузивной фации**

В районе перевала Кирганикского и р. Озерновской породы эффузивной фации участвуют наряду с основными породами в строении крупной алнейской вулканической постройки — вулкана Левинсона–Лессинга.

Образования этой фации неоднородны по составу. Это обстоятельство в свое время, по-видимому, послужило поводом для выделения среди них нескольких свит с условным возрастом. Детальные исследования показали, однако, что многие из этих «петрографических» свит «скользят» по разрезу и, таким образом, не представляют собой стратиграфических единиц. Так, в частности, выделенные Г. М. Власовым в березовскую свиту среднего миоцена андезито-дациты р. Березовой встречаются неоднократно в прослоях алнейской серии верхнего миоцена — плиоцена и постепенно переходят в верхнеплиоценовые экструзивные купола верховьев р. Правой Березовой, прорывающие эту серию (возраст дан по Г. М. Власову).

Породы этой группы значительно распространены на севере участка, где они выделялись в составе березовской свиты. Эти отложения развиты в основании комплекса эффузивов вулкана Левинсона–Лессинга и несогласно перекрывают более древние образования. В основании разреза чаще всего залегают вулканические брекчии с ожелезненными остроугольными обломками различного состава и величины. Выше по разрезу их сменяют дациты, дацитовые туфолавы, андезиты, вновь дациты. Последние вообще наиболее распространены. В различных частях разреза они отличаются лишь цветом, характером отдельности, а по облику весьма напоминают субвулканические образования формации. В разрезе дациты сменяются туфолавами, в которых дацитовые обломки цементируются лавой того же состава. Иногда обломки в туфолавах имеют иной состав, чем цемент (например, обломки кварцевых диоритов). Величина обломков различная.

На правобережье р. Озерновской разрез вулкана начинается с вулканокластических пород андезито-дацитового состава, которые постепенно сменяются лавовыми потоками. Так, в устье ключа Дальнего, где, по-видимому, обнажаются нижние части толщи, выходят агломератовые кластолавы. В лавовом андезитовом цементе заключены в основном остроугольные обломки различных пород. Здесь же встречаются и включения правильной шаровой формы (10—20 см), представляющие собой, вероятно, вулканические бомбы. Значительные размеры бомб указывают на то, что центр извержения находился где-то поблизости.

Выше породы постепенно переходят в кластолаву с остроугольным обломочным материалом. Размер обломков 1—3 см. Подобная картина наблюдалась в верховьях рек Озерновской и Правой Березовой. Залегающие выше по разрезу лавы отличаются плотным строением и плитчатой формой отдельности.

Постепенные переходы между лавами и лавокластическими породами наблюдаются не только вверх по разрезу, но и по простиранию отдельных горизонтов.

Экструзивные образования этой группы, широко развитые на юге района, достаточно подробно описаны В. К. Ротманом (1960, 1961). К ним относятся конусовидная высота 1241, высота на перевале Оганчи, ряд куполовидных образований на водоразделах у р. Озерновской — в ее среднем течении (особенно по левому берегу) и в низовьях. В породах, слагающих экструзии, часто наблюдается плитчатая и столбчатая отдельность, по периферии тел сменяющаяся зоной интенсивно трещиноватых пород.

Вероятно, эти экструзии переходят местами в короткие лавовые потоки того же состава (верховье р. Богдановской).

Потоки аналогичного состава отмечаются и среди толщи базальтов, андезито-базальтов, картируемых как алнейская серия. Так, на левобережье р. Березовой наблюдается поток роговообманковых андезитов мощностью 20—25 м, согласно залегающих с оливиновыми и пироксеновыми базальтами. Несколько таких же андезитовых прослоев отмечается в разрезе на левобережье р. Озерновской. Эффузивная природа этих тел подтверждается наличием обожженных и брекчированных лав в верхней части потоков. Прослои эти обычно не выдержаны по простиранию и ассоциируют с экструзивными образованиями аналогичного состава.

Весь разрез вулкана и дацитовые слои залегают в общем очень спокойно. Углы падения не превышают 5—40°, но направление падения незначительно меняется для различных участков района. К востоку от р. Правая Березовая чаще всего наблюдаются падения слоев на север северо-восток; к западу от нее они сменяются на юго-западные, северо-западные, западные.

#### МИНЕРАЛОГО – ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ФОРМАЦИИ

Отличительная особенность пород рассматриваемой формации — близкий петрографический состав всех сменяющих друг друга во времени генераций: интрузий, даек (фиг. 3) лавовых потоков и экструзий (фиг. 4), слабое проявление ультракислых и полное отсутствие основных дифференциатов. Породы состава гранодиорит-порфира, кварцевого диорит-порфирита, диорит-порфирита слагают большинство всех изученных интрузивных массивов и даек; эффузивная фация представлена андезито-дацитами, дацитами и липаритами.

По внешнему облику это порфиоровые и резко порфиroidные породы с крупными (до 2—5 мм) вкрапленниками плагиоклаза, амфибола, кварца, биотита, значительно реже пироксена и тонкокристаллической основной массой. Вкрапленники составляют от 15—25% для диорит-порфиритов и их эффузивных аналогов до 40—50% для более кислых разновидностей. Среди вкрапленников во всех типах пород преобладает плагиоклаз, составляющий 60—70% от их общего количества. Содержание же остальных минералов зависит от кислотности породы. Так, в кварцсодержащих и кварцевых диорит-порфиритах, а также дацитах среди вкрапленников вместе с плагиоклазом обычно присутствует роговая обманка (20—30%), тогда как значение кварца и биотита невелико (5—10%). В гранодиорит-порфирах возрастает содержание биотита (до 10%) и кварца (10—15%). Пироксен появляется лишь в некоторых разновидностях диорит-порфиритов и андезито-дацитов. Краткие результаты изучения минералов-вкрапленников пород ряда интрузивных массивов, даек

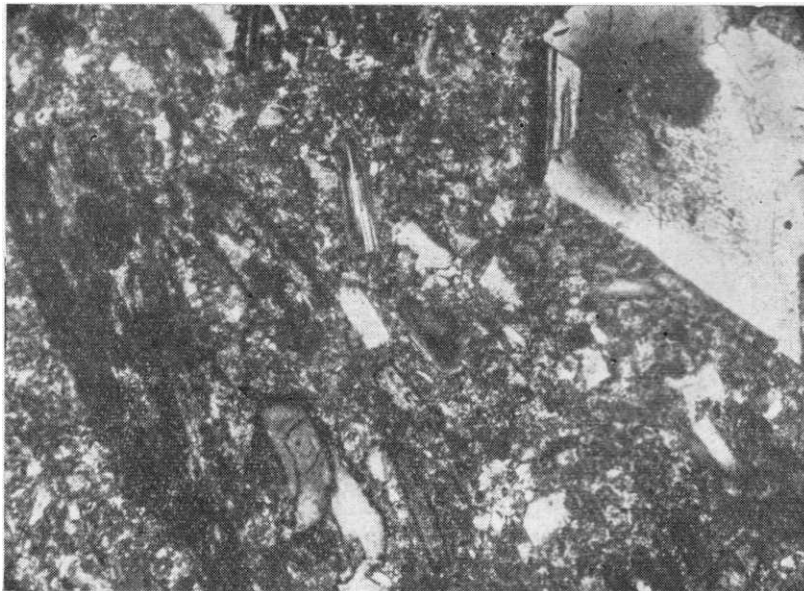


Фиг. 3. Роговообманковый гранодиорит-порфир из дайки. Увел. 40, николи +

и вулканогенных образований участков перевала Кирганикского, ручья Кагнисин, р. Касанги и других приводятся ниже.

Плагиоклаз. Среди вкрапленников плагиоклаза в породах формации четко выделяются две группы кристаллов.

Первая группа, к которой относится преобладающая часть вкрапленников, представлена крупными (2,5—3,0 мм) таблитчатыми кристаллами, нередко оплавленными и корродированными основной массой. Обычны кристаллы обломочного облика. Отмечаются сложные сростки, когда



Фиг. 4. Дациит из экструзии. Увел. 76, николи +



на одно «зародышевое зерно» нарастает несколько других, ориентированных по-разному. Характерны тонкая, почти непрерывная зональность (с незначительным изменением состава в соседних зонах) и наличие резко выделяющейся и нередко более основной внешней зоны (или нескольких зон), иногда содержащей включения стекла. В отдельных зернах единые внешние зоны облекают не одно, а несколько ядер. Для этих вкрапленников и зон удастся выделить несколько разностей, довольно резко отличающихся по составу и закономерно повторяющихся в породах интрузивной и эффузивной фаций.

Так, в частности, для участка перевала Кирганикского такими разностями являются плагиоклазы состава 32—34% *An*, 37—38% *An*, 42% *An*, 52—54% *An*, 58—60% *An*.

Для плагиоклазов второй группы, представленных мелкими кристаллами (0,3—1,0 мм), характерны прямая зональность с небольшим числом зон, отсутствие сложных сростков, следов плавления и дробления. Эти вкрапленники более характерны для субвулканических тел и, по-видимому, кристаллизовались в интрузивных камерах.

Плагиоклазы вкрапленников как эффузивной, так и интрузивной фации обладают промежуточными оптическими свойствами. При этом степень упорядоченности их в разных массивах несколько отличается, и в некоторых случаях оптика плагиоклазов принадлежит к высокотемпературной (р. Касанга).

Интересно отметить, что в интрузивных массивах внешние зоны плагиоклазов вкрапленников обладают более высокой степенью упорядоченности (0,50—0,75), чем центральные ядра (0,25—0,50).

Роговая обманка по размерам дает две генерации вкрапленников: 1) 1,0—5 мм по длинной оси, 2) 0,2—0,5 мм. Для обеих генераций характерен плеохроизм в зеленых и желто-зеленых тонах. Роговая обманка первой генерации нередко образует гломеропорфиновые сростки либо с плагиоклазом, либо с пироксеном (когда он есть); отличительной особенностью ее является четкая линейная ориентировка, обычно наблюдающаяся в породах массивов. Кроме того, отмечается базальтическая роговая обманка. При этом для интрузивной фации наиболее характерна зеленая роговая обманка, для лавовых потоков — базальтическая; в разных экструзиях преобладает либо та, либо другая роговая обманка. По р. Березовой наблюдалось замещение базальтической роговой обманки в центре зерна ( $c:Ng = 3^\circ$ , —  $2V = 70^\circ$ ) обыкновенной зеленой ( $c:Ng = 11^\circ$ , —  $2V = 60^\circ$ ) по периферии.

Для пород эффузивной фации типична опацификация как обыкновенной, так и базальтической роговой обманки. Реже явление наблюдается в интрузиях.

Для роговой обманки второй генерации сростки не характерны. Отличается она и по оптическим свойствам.

Статистическое изучение и обработка данных, характеризующих оптические свойства роговых обманок, показали, что первая генерация отличается от второй, большим значением углов —  $2V$ . Это хорошо согласуется с наблюдениями над зональными кристаллами, где —  $2V$ , уменьшается от центра к периферии. Угол оптических осей роговой обманки первой генерации отрицательный и равен  $84—85^\circ$  для массивов перевала Кирганикского и ручья Кагнисин (кварцевые диорит-порфиры и гранодиорит-порфиры), несколько уменьшаясь до  $81—85^\circ$  для массива р. Касанги (резко порфиридные граниты и гранодиориты). Значения —  $2V$  второй генерации роговой обманки соответственно равны  $78—79^\circ$  (перевал Кирганикский) и  $74—75^\circ$  (р. Касанга). Характер изменения углов оптических осей показывает, что эволюция роговых обманок идет в сторону увеличения их железистости. Точно так же несколько увеличивается железистость в роговых обманках из более кислых раз-

ностей пород (граниты массива р. Касанги). Следует заметить, что преобладающая разность в породах — роговая обманка первой генерации.

Кварц во вкрапленниках обычно имеет оплавленную округлую, овальную или яйцевидную форму. Размеры вкрапленников меняются от 0,3—0,5 до 1,5—2,0 мм. Основная масса интенсивно корродирует их. Зерна кварца по границе с основной массой часто окружены каемкой либо из микролитов пироксена, либо из актинолита (по роговой обманке).

Биотит бурый, темно-бурый с сильным плеохроизмом. Общая железистость биотита, определенная по показателям преломления ( $N_g = 1,644—1,647$ ), по диаграмме В. С. Соболева (1950), равна 49—52%. Иногда наблюдается опацификация зерен биотита и обрастание их микролитами поздней генерации роговой обманки.

В лаборатории ИГЕМ аналитиком М. Н. Митюшиной произведен химический анализ биотита из экструзии, относящейся к данной формации (обр. 548), заимствованный из материалов М. А. Фаворской по Юго-Восточной Камчатке:  $SiO_2$  37,20;  $TiO_2$  4,36;  $Al_2O_3$  13,92;  $Fe_2O_3$  9,59;  $FeO$  6,11;  $MnO$  0,53;  $MgO$  15,58;  $CaO$  0,06;  $Na_2O$  0,93;  $K_2O$  7,94;  $H_2O^-$  0,36;  $H_2O^+$  2,30;  $Li_2O$  0,03;  $Rb_2O$  0,014;  $Cs_2O$  0,006;  $F$  2,09;  $\Sigma$  101,02.

Оливин встречается очень редко в породах формации и не является типичным минералом. Более точного определения минерала сделать не удалось.

Пироксен — сравнительно редкий минерал среди вкрапленников. Обычно представлен моноклинными разностями типа салита ( $N_g = 1,720 \pm 0,002$ ;  $N_p = 1,692 \pm 0,001$ ;  $c:N_g = 40—45^\circ$ ; —  $2V = 53—60^\circ$ ).

Это соответствует 26% *Fs*, 37% *En*, 37% *Wo* по диаграмме М. М. Веселовской (1950). В некоторых интрузивных массивах (междуречье рек Облуковины и Крутогоровой) отмечается, по данным Я. В. Илечко, ромбический пироксен ( $N_g = 1,705 \pm 0,002$ ;  $N_p = 1,692 \pm 0,001$ ; —  $2V = 80^\circ$ ), состав катионной части которого, по диаграмме В. Е. Трегера, 30% *Fe* и 70% *Mg*. Аналогичный по составу пироксен встречается и среди эффузивных разностей.

Калиевые полевые шпаты, изученные в породах массива Касанга, существенно натровые, и на диаграмме составов ( $\perp 0,1 < Nm$ ) фигуративные точки их концентрируются в полях значений 20—40% *Or*. С учетом характера пертитизации калиевые полевые шпаты описываемых пород можно отнести к высоким ортоклазам (анортоклазам?) — криптопертитам.

Основная масса пород существенно кварц-полевошпатовая с хлоритом и актинолитом и рудным минералом. Количество темноцветных в ней обычно не превышает 15—30% и лишь в некоторых наиболее основных разностях увеличивается до 45—50%. В этих же разностях появляются микролиты пироксена. Плагноклаз основной массы кислый: преимущественно альбит или альбит-олигоклаз, значительно реже отмечаются микролиты олигоклаз-андезина № 28—30. Наличие калиевого полевого шпата в породах с наиболее тонкокристаллическими структурами обнаруживается при прокраске шлифов кобальтнитритом натрия.

Структуры основной массы пород в зависимости от степени раскристаллизации меняются от микро- до криптокристаллических и даже аповитрофировых. Наиболее обычными их типами для интрузий и центральных частей даек являются микрогипидиоморфнозернистые (с отчетливым идиоморфизмом плагноклаза и хлорита к кварцу и калиевому полевому шпату), микроаллотриоморфнозернистые (с неправильными ксеноморфными контурами всех зерен), микропойкилитовые (с пойкилитовыми вростками плагноклаза и хлорита в неправильных зернах кварца и альбита). Для эндоконтактовых зон интрузий и особенно даек более характерны апоинтерсертальные, микрофельзитовые



Фиг. 5. Порфировидный гранодиорит. Увел. 40, николи+

структуры. Здесь же, нередко в пределах одного шлифа, можно наблюдать переходы от одного типа структуры к другому, например от микрофельзитовой через микропойкилитовую к микрогипидиоморфнозернистой.

Несколько особняком от всех изученных образований формации стоят по высокой степени раскристаллизации и более кислому в целом составу породы массива р. Касанги. Они полнокристаллические, хотя и порфировидные (фиг. 5) (размеры зерен основной массы 0,2—0,6 мм). Вкрапленники представлены теми же минералами, что и в других массивах: преимущественно плагиоклазом, в меньшей степени амфиболом, биотитом, кварцем.

В чисто гранитовых разностях амфибол полностью исчезает и единственным цветным минералом является биотит.

В составе основной массы существенную роль играет полевой шпат, количество которого достигает 20—25%. Широкое развитие кварца и калиевого полевого шпата в породах этого массива и близость по времени выделения этих минералов ведет к появлению пегматитовых и графических структур; не менее обычны и гранитовые структуры.

Акцессорные минералы в породах формации гранодиорит-порфиров-дацитов достаточно разнообразны. В шлифах обычно устанавливаются апатит, циркон, титано-магнетит, сфен, иногда ортит (последний не определен в эффузивах). В протолочных пробах дополнительно отмечается много рудных минералов: пирит, киноварь, халькопирит, галенит, самородная медь.

Изложенный выше фактический материал позволяет выделить ряд минералого-петрографических особенностей пород формации, в равной мере свойственных и интрузивным, и эффузивным фациям:

а) порфировый и резко порфировый облик с тонкокристаллическими структурами основной массы;

б) общий лейкократовый характер и преобладание плагиоклаза над всеми остальными минералами;

в) характерную морфологию первых генераций вкрапленников плагиоклаза, амфибола, биотита и кварца (оплавленные, разорванные кри-

сталлы, корродированные основной массой) вместе с рядом других признаков (см. выше), позволяющую говорить об их интрателлурической природе;

г) промежуточный характер оптики плагиоклазов, приближающийся к высокотемпературной для некоторых разностей пород;

д) низкую степень упорядоченности калиевых полевых шпатов;

е) широкий набор аксессуарных минералов и наличие среди них рудных (киновари, халькопирита, галенита и т. д.).

#### КРАТКАЯ ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМАЦИИ

Породы формации характеризуются весьма слабой степенью дифференцированности: в 24 из 25 полных силикатных химических анализов содержание кремнезема колеблется от 54 до 66%; около 45% анализов имеют сумму щелочей 4—5%.

От средних типов, по Дэли, большинство пород формации отличается заметно пониженной щелочностью, повышенным содержанием полевошпатовой извести и высоким содержанием алюминия (фиг. 6).

Большинство пород пересыщено кремнеземом (23 анализа из 25) и относится к очень бедным или бедным щелочами разностям (величина  $\alpha/c$  колеблется от 1,0 до 2,0).

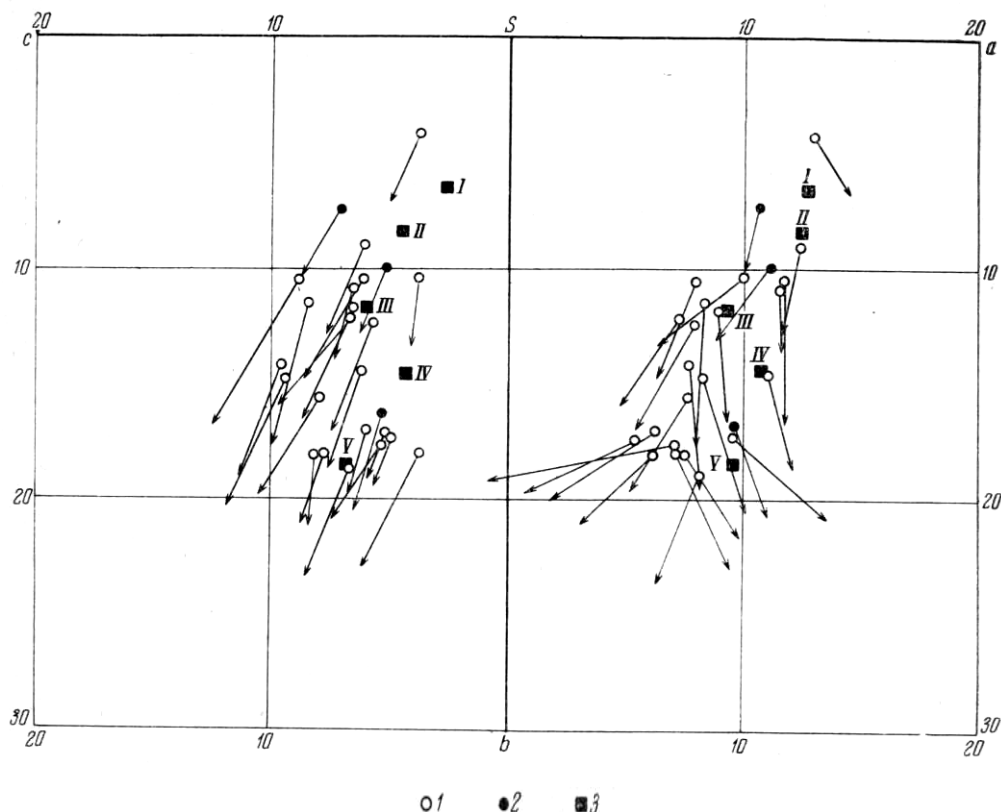
Содержания редких элементов в породах гранодиорит – порфировой — дацитовой формации

Фация	B 10 <sup>-3</sup>	P 10 <sup>-2</sup>	Li 10 <sup>-3</sup>	Be 10 <sup>-4</sup>	Sr 10 <sup>-2</sup>	Ba 10 <sup>-2</sup>	Sc 10 <sup>-3</sup>	Y 10 <sup>-3</sup>	Zr 10 <sup>-3</sup>	Nb 10 <sup>-3</sup>	Mo 10 <sup>-4</sup>
Интрузивная	0,4	17,6	1,79	0,44	4,81	4,56	0,31	0	11,9	1,72	1,75
Эффузивная	0,9	16	1,9	0	2,5	3,7	0,55	0	15	2,3	1,3
Фация	V 10 <sup>-3</sup>	Cr 10 <sup>-4</sup>	Co 10 <sup>-4</sup>	Ni 10 <sup>-4</sup>	Cu 10 <sup>-3</sup>	Zn 10 <sup>-3</sup>	Ga 10 <sup>-3</sup>	Ge 10 <sup>-4</sup>	Sn 10 <sup>-4</sup>	Pb 10 <sup>-3</sup>	Число анализов
Интрузивная	9	90,06	8,0	48,7	7	14,9	2,16	1,18	6,7	8,0	10
Эффузивная	15,4	25	9,3	14	8,3	10,4	1,6	1,0	1,7	1,4	7

Приведенная таблица средних содержаний элементов примесей (см. таблицу) подтверждает предположение о генетическом родстве анализируемых эффузивных и интрузивных пород. За это говорит и тот факт, что набор встречающихся элементов в обеих группах практически одинаков. Вместе с тем нельзя не отметить и некоторых различий в геохимической характеристике групп, выражающихся в относительном накоплении элементов группы железа и рудных элементов в породах интрузивной фации и связанного, по-видимому, с большей дифференцированностью последних. Так, в частности, в субвулканических телах отмечается увеличение содержания Zn, Pb, Sn в два-четыре раза по сравнению с их содержанием в соответствующих образованиях эффузивной фации. Несколько выше здесь также содержания Cr и Ni.

#### ВЫВОДЫ

1. В единую вулкано-плутоническую формацию объединены субвулканические тела гранодиорит-порфиоров, а также эффузивные проявления аналогичного состава из разреза алнейской серии и березовской



Фиг. 6. Диаграмма химических составов пород вулканоплутонической формации гранодиорит-порфиров — дацитов

1 — породы интрузивной фации; 2 — породы эффузивной фации; 3 — средние составы пород по Дэли:  
 I — послекембрийские граниты, II — гранодиориты, III — тоналит, IV — диорит, V — кварцевые габбро

свиты на основании общности их структурного положения, близости составов, петро- и геохимической характеристики и установленных взаимопереходов.

2. Период становления формации характеризовался интенсивным проявлением разрывных нарушений и выходом магмы разного состава на поверхность по разломам. При этом накопление мощных толщ эффузивов сопровождалось образованием субэффузивных даек и тел, которые кристаллизовались на незначительных глубинах в верхних структурных этажах Земли.

3. Магматические образования формации гранодиорит-порфиров — дацитов характеризуются весьма слабой степенью дифференцированности. Так, интрузивные тела и потоки, образовавшиеся в результате нескольких последовательных магматических импульсов, имеют весьма близкие химический и петрографический составы; отсутствует зональное строение в массивах.

4. Петрографический и химический составы пород формации (значительное содержание кремнезема, глинозема, пониженная щелочность), соотношения их с базальтами (переслаивание) позволяют высказать предположение об образовании их за счет самостоятельной магмы тоналитового состава, возникающей в результате переплавления участков сиалической коры.

5. Интрузивные массивы и дайки формации гранодиорит-порфиров — дацитов сопровождаются мощными зонами гидротермального изменения, с которыми связаны многочисленные рудопроявления молибдена, золота, серебра, полиметаллов, ртути и т. д.