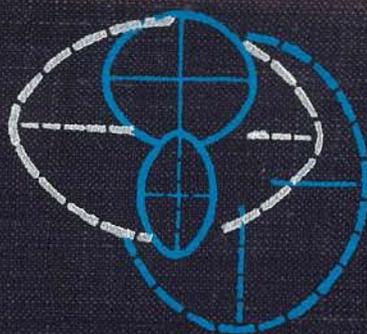


СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ АМФИБОЛОВ

*Е. А. Костюк*



СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
И ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ  
АМФИБОЛОВ  
МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Е. А. КОСТЮК

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
И ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ  
АМФИБОЛОВ  
МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

ИЗДАТЕЛЬСТВО • НАУКА •  
МОСКВА • 1970

Костюк Е. А. Статистический анализ и парагенетические типы амфиболов метаморфических пород. Изд-во «Наука», 1970.

Рассмотрены амфиболы метаморфических пород: магнезиально-железистые ромбические (антофиллит-жедриты) и моноклинные (куммингтонит-грюнериты), кальциевые — актинолит-роговая обманка и натровые глаукофан-рибекиты. Делается вывод о желательности сохранения старого термина «жедрит» для различия его с антофиллитом по содержанию  $Al_2O_3$  более 5 вес. %.

Выделены средние типы антофиллитов из гипербазитов и антофиллитовых асбестов. Установлена общая тенденция повышения в минерале FeO с повышением  $Al_2O_3$ . Куммингтониты характеризуются повышенной железистостью и служат дополнением вышеуказанного ряда; все их точки ложатся в поле с  $f''$  более 30%, т. е. за пределы антофиллита. Аналогов глиноземистым жедритам среди куммингтонитов не имеется, так как содержание  $Al_2O_3$  в них обычно не превышает 5 вес. %.

Амфиболы ряда актинолит—роговая обманка, которым в работе уделено основное внимание, кристаллизуются в широких диапазонах  $PT$ -параметров. Сравнение средних значений 38 выделенных типов устанавливает повышение  $Al^{IV}$  и щелочей с повышением  $T$  и повышение  $Al^{VI}$  при значительном повышении давления. Количество Al (прежде всего  $Al^{VI}$ ) возрастает от пироксенсодержащих пород к гранатсодержащим, т. е. определяется также составом вмещающих пород.

Для амфиболов ряда глаукофан—рибекит проявляется резкое различие по содержанию Al и  $Fe^{3+}$  в зависимости от их генезиса.

Дается краткая характеристика редких амфиболов: винцитов, рихтеритов, дашкесанитов и др.

Табл. 83, илл. 86, библиограф. 478 назв.

Ответственный редактор  
академик В. С. СОБОЛЕВ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Предлагаемая работа является продолжением серии монографий, посвященных статистической обработке материалов по важнейшим группам породообразующих силикатов на основе парагенетического анализа (Соболев, 1964; Кепежинскас, 1965).

Амфиболы являются весьма благодарным объектом для подобных обобщений, так как включают минералы с весьма разнообразным составом, образующиеся в очень широком интервале температур и давлений. Изучение закономерных связей состава и условий образования в природе с использованием большого экспериментального материала приближает нас к определению термодинамических параметров кристаллизации минералов и пород.

Вместе с тем сложность структуры и изоморфных замещений создает исключительные трудности при классификации и сопоставлении амфиболов. Поэтому нам пришлось отказаться от пересчета на «простые» компоненты, используя для составов диаграммы, отражающие основные типы изоморфных замещений.

Вопросы классификации и терминологии всей группы амфиболов рассматриваются во II части, после обобщения материала по амфиболам извержения пород. В связи с большой трудностью разграничения в изверженных породах первично-магматических и постмагматических амфиболов, рассмотрение последних (кроме группы антофиллитов) также отнесено ко второй части.

В I части работы мы придерживаемся обычной схемы классификации, избегая в то же время терминов, которые разными авторами понимаются в разном смысле (например, паргасит, эденит и др.). В дальнейшем мы надеемся изложить свою точку зрения на понимание терминологии всей группы амфиболов.

Как и в упомянутых выше монографиях, в графических построениях мы широко используем доверительные эллипсы, наглядно иллюстрирующие соотношения парагенетических типов.

В последние годы все большее значение придается исследованию состава с осуществляющих минералов. В данной монографии приводится большой фактический материал о составе минералов, ассоциирующих с исследованными амфиболами, а также анализы вмещающих пород. Уже при составлении

диаграмм распределения гранатов с сосуществующими минералами были намечены некоторые закономерности в изменении коэффициентов распределения ( $K_D$ ) в зависимости от температуры и давления. На примере равновесия биотита с гранатом было показано, что  $K_D$  увеличивается с понижением температуры, а на паре гранат — моноклиновый пироксен было показано повышение  $K_D$  с повышением давления.

В настоящий момент опубликован ряд диаграмм, предназначенных для определения в первую очередь температуры, а отчасти и давления, по составу ассоциирующих минералов (Л. Л. Перчук). В данной работе показано, что градуировка предложенных геотермометров еще далека от совершенства. В конкретных случаях (подобно так называемым термометрам Барта) и при правильности подхода к возможности построения таких термометров использование их может привести к существенным неточностям, поскольку на всех подобных графиках существует тенденция занижения температур образования минералов.

Учитывая большое значение определения состава амфибола, прежде всего его железистости по оптическим свойствам, в настоящей работе большое внимание уделено выведению уравнений регрессии и построению диаграмм Состав — свойства. При этом даются графики не только для минералов, отличающихся по составу и структуре, но и по условиям образования, что позволяет подходить с большей точностью к определению этих сложных по составу минералов.

В целях уточнения характера изоморфных замещений и геохимических закономерностей приводятся корреляционные связи между элементами кристаллохимической формулы амфиболов. В ряде случаев это позволяет сделать уже достаточно определенные и интересные выводы, как, например, отсутствие глиноземистого чермакитового компонента со схемой замещения  $MgSi - AlAl$  и значительной роли глаукофанового компонента в роговых обманках метаморфических пород.

Вместе с тем приведенные таблицы по корреляционным связям еще не использованы до конца, и, вероятно, имеющаяся в них информация будет полезной при дальнейших обсуждениях и обобщениях. Как показал опыт предыдущих монографий, это целиком относится и ко всему приводимому здесь фактическому материалу по анализам и пересчетам.

*В. С. Соболев*

## ВВЕДЕНИЕ

---

Амфиболы играют исключительную роль в метаморфических образованиях. Наибольшее значение они приобретают в регионально-метаморфических породах на различных ступенях их метаморфизма. В особенности это относится к породам амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой фаций и фации зеленых сланцев. В первых двух наряду с амфиболами ряда роговой обманки появляются специфические метаморфические амфиболы типа антофиллит — жедрита и куммингтонит — грюнерита, т. е. значение их увеличивается для средних давлений. При более низких  $TP$ -параметрах вместо роговой обманки возникают амфиболы актинолит-тремолитового ряда. В породах высоких давлений, но относительно невысоких температур появляется глаукофан.

Меньшее значение амфиболы имеют в породах контактового метаморфизма, так как роль их с уменьшением давления уменьшается.

В литературе уже освещались особенности некоторых групп метаморфических амфиболов (Rabbitt, 1948; Miyashiro, 1958; Закруткин, 1961; Engel, а. Engel, 1962; Лутц, 1964; Leake, 1965, и др.). Нашими исследованиями в пределах доступной возможности из литературных источников были собраны амфиболы метаморфических пород всех генетических типов. При этом после отбраковки по различным причинам значительной части химических анализов использовано свыше 1000 доброкачественных анализов амфиболов с их кристаллооптическими, рентгенометрическими и другими данными, а также около 300 анализов, ассоциирующих с амфиболами иных фемических минералов и около 120 анализов различных вмещающих пород.

Согласно принятому в последнее время принципу выделения метаморфических фаций (Добрецов, Ревердатто, Соболев и др., 1966, 1970) для амфиболов (прежде всего кальциевых) ряда роговая обманка — актинолит, выделены определенные парагенетические типы. С одной стороны, здесь делались выборки для сравнительно узких групп пород, которые не только принадлежат к одной фации, но и характеризуются определенным парагенезисом, с другой стороны, делались попытки более широкого объединения групп для выделения средних составов по фации в целом. Хотя целесообразность такого объединения может оспариваться, но, на наш взгляд, оказывается полезным, так как позволяет уловить некоторые общие закономерности изменения состава кальциевых амфиболов с изменением  $TP$ -параметров.

Методы статистико-математического анализа позволили установить, во-первых, особенности химического состава амфиболов, испытывающих колебания подчас в широких пределах и изменяющихся в зависимости от усло-

вий образования и состава вмещающих пород, а также сравнить среднее содержание каждого компонента в амфиболах разных парагенетических типов между собой; во-вторых, выявить корреляционную связь между отдельными минералообразующими компонентами внутри амфиболов (кристаллохимический аспект) и связь последних с оптическими свойствами минерала; в третьих — как следствие из предыдущих — выявить в общих чертах преимущественную приуроченность амфиболов с соответствующим набором свойств к определенным метаморфическим фациям. Это в свою очередь может способствовать установлению принадлежности амфиболсодержащей метаморфической породы к выделяемой с большей или меньшей строгостью определенной метаморфической фации.

Методические вопросы применения математической статистики нами практически не разбирались, и при решении различных задач мы пользовались не раз уже апробированными уравнениями и методами расчета, разработанными в специальных работах (Плохинский, 1961; Урбах, 1964; Добрецов и Маковская, 1967, и др.). Поэтому мы ограничиваемся лишь ссылками на соответствующих авторов и, приводя результаты расчетов и выводы с некоторыми пояснениями, формулы не приводим.

Во многих случаях, например при вычислении среднего состава, стандартного отклонения, коэффициентов корреляции и других данных, мы пользовались стандартными программами, специально разработанными для этой цели (программы В. Хлестова, Е. Эпштейн и др.), а вычисления производили на ЭВМ в Вычислительном центре Сибирского отделения АН СССР.

Изложение материала производится в соответствии с принятым разделением амфиболов на три общие группы: 1) магнезиально-железистые, бедные кальцием и щелочами ромбические амфиболы ряда антофиллит — жедрита и моноклинные — куммингтонит — грюнерита; 2) кальциевые амфиболы ряда актинолит — роговая обманка и 3) бедные кальцием натровые амфиболы ряда глаукофан — кроссит — родусит — рибекит. Отдельно кратко рассмотрены некоторые редкие разновидности амфиболов типа винчитов, рихтеритов, холмквиститов и другие.

Автор пользуется случаем выразить признательность своему научному руководителю академику В. С. Соболеву, с которым проводилось обсуждение наиболее сложных вопросов, затронутых в работе, старшему научному сотруднику В. В. Хлестову за консультации по определению фаций метаморфизма для пород различных районов и помощь в математической обработке материалов, а также кандидатам наук Н. Л. Добрецову и К. Б. Кележинскому за обсуждение отдельных моментов в процессе работы; сотрудникам Института Н. А. Черновой, Э. В. Демчук автор приносит благодарность за перевод ряда иностранных статей, Л. А. Паниной и Р. М. Степановой — за оформление иллюстративного материала.

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

### а) Для минералов

<i>Аб</i> — альбит	<i>Клг</i> — клиногумит	<i>Ро</i> — роговая обманка
<i>Акт</i> — актинолит	<i>Кор</i> — корунд	<i>Руд</i> — рудные
<i>Акц</i> — акцессорные	<i>Корд</i> — кордиерит	<i>Рут</i> — рутил
<i>Альм</i> — альмандин	<i>Кпш</i> — калиевый полевой шпат	<i>Сапф</i> — сапфирин
<i>Ан</i> — анортит	<i>Крб</i> — карбонат	<i>Сер</i> — серицит
<i>Анб</i> — аннабергит	<i>Кр</i> — кроссит	<i>Сил</i> — силлиманит
<i>Анд</i> — андалузит	<i>Кум</i> — куммингтонит	<i>Ск</i> — скаполит
<i>Андр</i> — андрадит	<i>Лавс</i> — лавсонит	<i>Сл</i> — слюда
<i>Ант</i> — антофиллит	<i>Му</i> — мусковит	<i>Сп</i> — серпентин
<i>Ап</i> — апатит	<i>Мт</i> — магнетит	<i>Ст</i> — ставролит
<i>Би</i> — биотит	<i>Ол</i> — оливин	<i>Стпн</i> — стильпноделан
<i>Вез</i> — везувиан	<i>Омф</i> — омфацит	<i>Сф</i> — сфен
<i>Верм</i> — вермикулит	<i>Олг</i> — олигоклаз	<i>Тл</i> — тальк
<i>Вол</i> — волластонит	<i>Оп</i> — опал	<i>Тр</i> — тремолит
<i>Гем</i> — гематит	<i>Ор</i> — ортит	<i>Тур</i> — турмалин
<i>Гип</i> — гиперстен	<i>Орт</i> — ортоклаз	<i>Фл</i> — флогопит
<i>Гл</i> — глаукофан	<i>Пи</i> — пироксен	<i>Фо</i> — форстерит
<i>Гр</i> — гранат	<i>Пл</i> — плагиоклаз	<i>Хл</i> — хлорит
<i>Ди</i> — диопсид	<i>Пм</i> — пироксен моноклинный	<i>Хп</i> — хромпикотит
<i>Дол</i> — доломит	<i>Пр</i> — пироксен ромбический	<i>Хр</i> — хромит
<i>Дс</i> — дистен	<i>Пумп</i> — пумпеллит	<i>Цз</i> — цоизит
<i>Ждр</i> — жедрит	<i>Пшп</i> — полевой шпат	<i>Црк</i> — циркон
<i>Ильм</i> — ильменит	<i>Риб</i> — рибекит	<i>Шп</i> — шпинель
<i>Ка</i> — кальцит		<i>Эг</i> — эгирин
<i>Кв</i> — кварц		<i>Эп</i> — эпидот
<i>Клц</i> — клиноцоизит		

### б) Для окраски минералов

Бл. — бледно	К. — коричневый	Св. — светлый
Бсц. — бесцветный	К-з. — коричнево-зеленоватый	Сер. — серый
Г. — голубой	Кар. — карминный	Сир. — сиреневый
Гр. — грязно	Кр. — красный	Сол. — соломенный
Ж. — желтый	Л. — лавандовый	Т. — темный
З. — зеленый	Ол. — оливковый	Тр. — травяной
З-к. — зеленовато-коричневый	Ол-з. — оливково-зеленый	Улт. — ультрамаринный
З-ж. — зеленовато-желтый	П. — пурпурный	Ф. — фиолетовый
З-бур. — зеленовато-бурый	Р. — розовый	Я. — ярко
Инд. — индиго	С. — синий	

Общая железистость  $f = \frac{Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn}{(Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn) + Mg} \cdot 100$  (в %).

Частная железистость  $f' = \frac{Fe^{2+} + Mn}{(Fe^{2+} + Mn) + Mg} \cdot 100$  (в %).

Железистость без учета марганца  $f'' = \frac{Fe^{3+} + Fe^{2+}}{(Fe^{3+} + Fe^{2+}) + Mg} \cdot 100$  (в %).

Коэффициент окисления  $K_{ox} = \frac{Fe^{3+}}{(Fe^{3+} + Fe^{2+})}$

## ПРИНЦИП ОТБОРА АНАЛИТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА, МЕТОДЫ ПЕРЕРАСЧЕТА ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ АМФИБОЛОВ И ПОЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ

---

В общей сложности по литературным источникам было собрано около 1500 химических анализов амфиболов. Однако далеко не все материалы оказались надежны, что потребовало соответствующей отбраковки. Так, уже при предварительном знакомстве с материалами были исключены анализы, в которых: 1) не определялись  $H_2O^+$  и потери при прокаливании; 2) не произведено определение одного или нескольких минералообразующих окислов (исключением являлись некоторые марганцевые куммингтониты ввиду редкости их анализов); 3) определено только суммарное содержание железа или суммарное содержание трехвалентных окислов в виде  $R_2O_3$ ; 4) содержание кремния в кристаллохимической формуле при пересчете на 24 кислорода много превышало 8 (при незначительном отклонении анализ дополнительно пересчитывался на 8 кислородов); 5) пересчитанные искусственно, по химическому составу вмещающей породы и минеральному составу (например, анализы Foslie, 1945), а также химические анализы амфиболов, повторенные впоследствии другими авторами, как вызывавшие сомнение (например, анализы Seki a. oth., 1959, проанализированные в качестве контроля Leake, 1962), нами в работе не использованы; 6) спектрохимические и фотометрические анализы амфиболов не включались в статистическую обработку и не приведены в таблицах фактического материала, но в отдельных случаях данные по железистости таких амфиболов вместе с данными по железистости ассоциирующих минералов были использованы на диаграммах (например, для соотношения железистости куммингтонит — моноклинный пироксен или ортопироксен и др.) с конкретным указанием автора цитируемой работы в подписях к рисункам.

Рядом исследователей, в особенности в последние годы, уже с успехом применялись методы математической статистики для решения тех или иных вопросов минералогии (Winchell, 1963; Добрецов, Пономарева, 1964; Соболев Н. В., 1964; Соболев, Костюк, 1965; Кебезинская, 1965, и др.).

Не останавливаясь на комментариях таких методов, укажем, что первая проверка достоверности имеющихся у нас материалов была проведена путем изучения построенных кривых на графиках распределения (полигонов) для каждого интересующего компонента. Доверительная вероятность (надежность) при всех вычислениях принята  $P = 95,5\%$ . Следовательно, при отбраковке по графикам с нормальным распределением были взяты анализы в интервале  $\bar{X} \pm 2S$ , где  $\bar{X}$  — среднее значение, а  $S$  — стандартное отклонение.

Исходя из этого, для магнезиально-железистых амфиболов приняты следующие ограничения: а) по сумме весовых процентов анализа 99,30—100,80 и б) по  $H_2O^+$  (вес. %) 0,60—4,00.

Следует оговориться, что в очень редких случаях, когда это было вызвано необходимостью (например, при малочисленности выборки по марганцевым куммингтонитам или когда анализ минерала вызывал какой-либо дополнительный интерес), допускались отклонения от принятых норм, т. е. жесткость ограничений в каждом случае варьировала в зависимости от конкретной задачи, но при этом всегда делались особые оговорки и пояснения.

Для амфиболов сравнительно простого состава при отбраковке окислов с малым содержанием можно воспользоваться непосредственно весовым процентом. Это, в частности, относится к магнезиально-железистому ряду. График распределения по CaO (рис. 1) позволяет считать пределом содержания кальция в вес. % для ромбических амфиболов 1,80, а для моноклинных — куммингтонит-грюнеритового ряда (где, как видно из рис. 1, в интервале 3,60—4,50 анализы отсутствуют) этим пределом по CaO можно считать 3,60 вес.%. В химических анализах куммингтонитов (табл. 1) максимальное содержание CaO, равное 3,22 вес.%, принадлежит марганцевой его разновидности, что соответствует 0,56 единиц кристаллохимической формулы.

Для амфиболов ряда актинолит — роговая обманка из метаморфических и метасоматических пород по сумме весовых процентов ( $\bar{X} = 100,11$ ,  $S = 0,36$ ) взято ограничение 99,40—100,80 (рис. 2). В целях предварительной

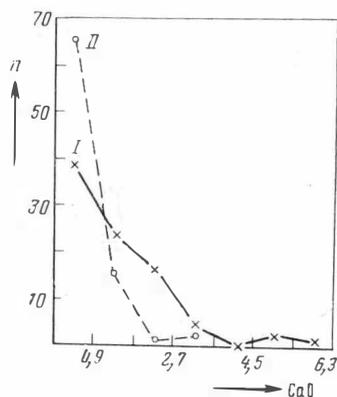


Рис. 1. Распределение CaO (вес. %) в химических анализах куммингтонитов (I) и антофиллитов (II)

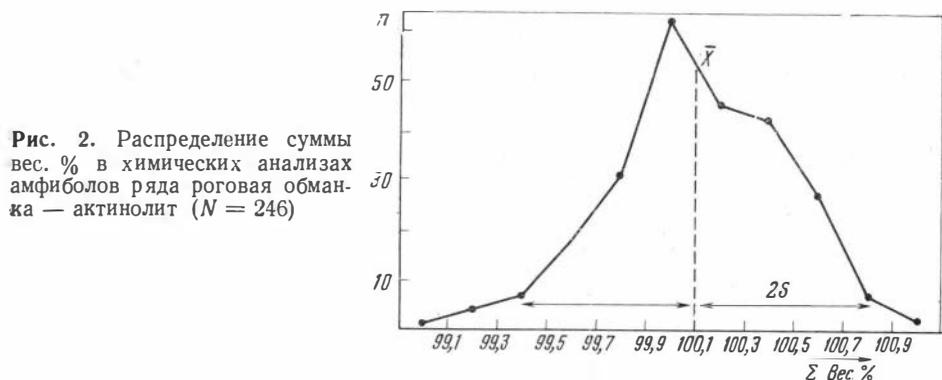


Рис. 2. Распределение суммы вес. % в химических анализах амфиболов ряда роговая обманка — актинолит ( $N = 246$ )

отбраковки был также построен график распределения по  $H_2O$  в весовых процентах (рис. 3). Ограничения, учитывая  $\bar{X} = 1,81$  и  $S = 0,61$ , приняты 0,60—3,00.

После предварительной отбраковки химических анализов, произведенной по сумме весовых процентов и воде, для всех других анализов сделан пересчет на 24 кислорода (с учетом фтора). Все пересчеты анализов на кристаллохимическую формулу, равно как и расчет иных соотношений компонентов, произведены на счетно-вычислительной машине по специальной программе, разработанной В. В. Хлестовым для амфиболов.

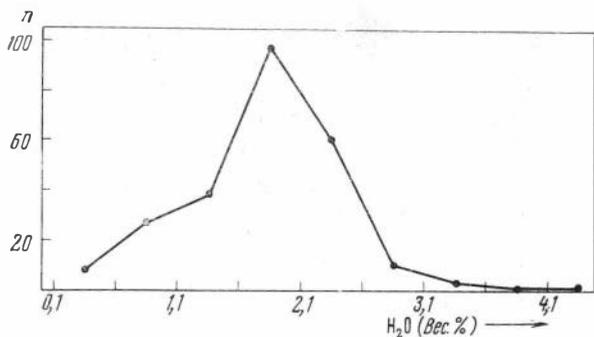


Рис. 3. Распределение  $H_2O$  (вес. %) в амфиболах ряда роговая обманка — актинолит ( $N = 246$ )

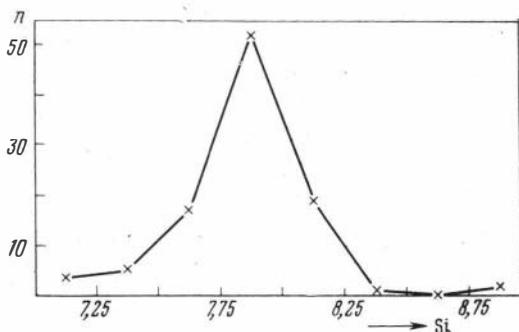


Рис. 4. Распределение Si (в единицах кристаллохимической формулы) в куммингтонитах

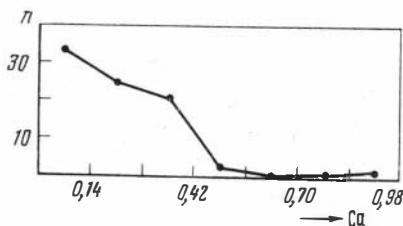


Рис. 5. Распределение Ca (в единицах кристаллохимической формулы) в куммингтонитах

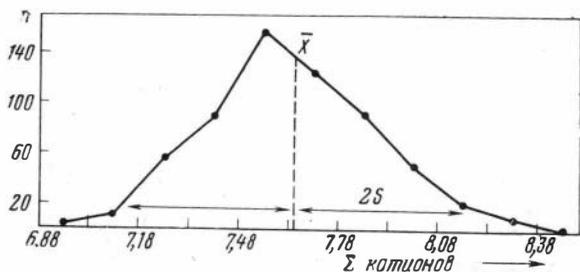


Рис. 6. Распределение суммы катионов в амфиболах ряда роговая обманка — актинолит ( $N = 614$ )

Для куммингтонитов по содержанию Si (рис. 4) взяты пределы 7,40—8,40<sup>1</sup>. Все анализы с содержанием кремнезема свыше 8 единиц (но не выше 8,40 соответственно пределам) были вновь пересчитаны на 8 кислорода.

По содержанию кальция пределом является величина 0,58 единиц (рис. 5), что отвечает 3,22 вес. % CaO.

По данным, полученным для 614 анализов амфиболов ряда актинолит — роговая обманка из метаморфических, метасоматических и контактовых

<sup>1</sup> В единицах кристаллохимической формулы.

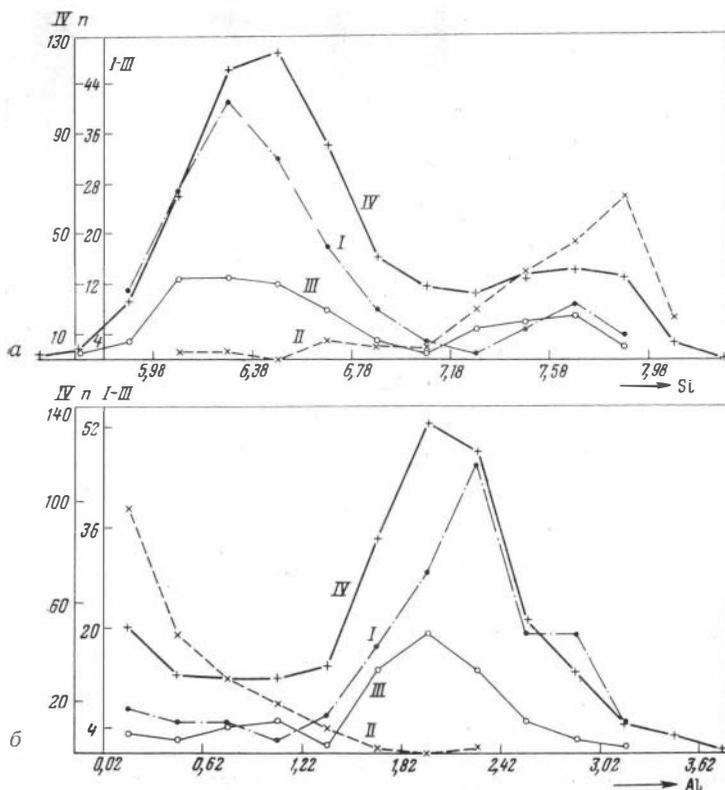


Рис. 7. Распределение кремнезема (а) и алюминия (б) (в единицах кристаллохимической формулы) в амфиболах ряда роговая обманка — актинолит

*I* — из пород фаций: гранулитовой, амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой, зеленых сланцев, эклогитов, паргаситов и дистенсодержащих пород; *II* — амфиболов тремолит-актинолитового ряда всех метаморфических пород; *III* — амфиболов ряда актинолит — роговая обманка контактовых и метасоматических пород (роговики, скарны и др.); *IV* — обобщенная кривая ( $N = 617$ )

пород, пределы ( $\bar{X} \pm 2S$ ) по сумме катионов (исключая катионы четверной координации) соответствуют 6,88—8,24 ( $\bar{X} = 7,56$ ;  $S = 0,34$ ), рис. 6; по Si = 5,78—8,00 (рис. 7,а); перегиб здесь отражает границу раздела актинолита и роговой обманки; по Al (рис. 7,б) — до 3,0 (исключая дистенсодержащие породы); по  $Fe^{3+}$  (рис. 8,а) взяты анализы с содержанием этого компонента, не превышающим 1,00. Сюда вошли роговые обманки только из пород гранулитовой, амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой фаций, паргаситы и актинолиты фации зеленых сланцев; по Mg (для тех же пород, что и в предыдущем случае, исключая актинолиты) предельные содержания колеблются от 1 до 4,50 (рис. 8,б).

Содержание кальция и щелочей в амфиболах ряда актинолит — роговая обманка из пород метаморфических, метасоматических и контактовых обосновывается 617 анализами. Для Ca (рис. 9) приняты пределы 1,40—2,40 ( $\bar{X} = 1,87$ ;  $S = 0,24$ ). В это значение не входят данные по субкальциевым роговым обманкам, связанным с глаукофановыми сланцами. На основании нескольких графиков распределения по сумме щелочей принимается цифра до 1,10 формульных единиц.

Графики распределения по марганцу (рис. 10, а, б, в) позволяют считать, что если содержание этого компонента в актинолитах и роговых обманках превышает 1 вес. %, то еще нет оснований выделять их в особую разновидность, а следует называть минералом «с повышенным содержанием марган-

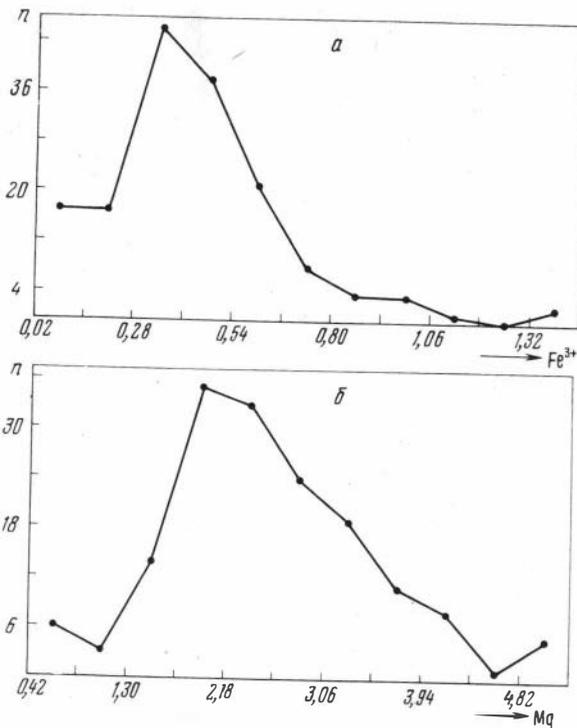


Рис. 8. Распределение Fe<sup>3+</sup> — (а), Mg — (б) в амфиболах ряда роговая обманка — актинолит (гранулитовой, амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой фаций, зеленых сланцев, дистен-содержащих пород и эклогитов N = 159)

ца) и минералом «с высоким содержанием марганца», если содержание MnO свыше 3 вес. %. В прилагаемых таблицах химического состава последние сгруппированы отдельно, с тем чтобы нагляднее была представлена их специфичность.

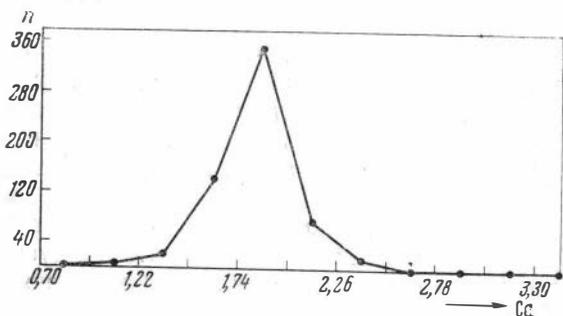


Рис. 9. Распределение Ca в амфиболах ряда роговая обманка — актинолит метаморфических, контактовых и метасоматических пород (N = 617)

Предельное содержание титана (рис. 11) принято равным 0,50 формульной единицы; сюда включены также роговые обманки с повышенным титаном. При содержании титана свыше 6 вес. % появляется новая разновидность амфибола — керсутит.

График распределения по сумме катионов для натровых амфиболов ряда глаукофан — рибекит показан на рис. 12, по которому взяты пределы 6,50—7,90. Предельные содержания по Si, Ca и сумме щелочей, взятые по нескольким графикам распределения, следующие: по Si — 7,30—8,00; Ca — до 0,65, по (Na + K) — 1,30—2,30. Суммарное содержание (Al + Fe<sup>3+</sup>) в натровых амфиболах ограничено цифрами 1,50—2,50.

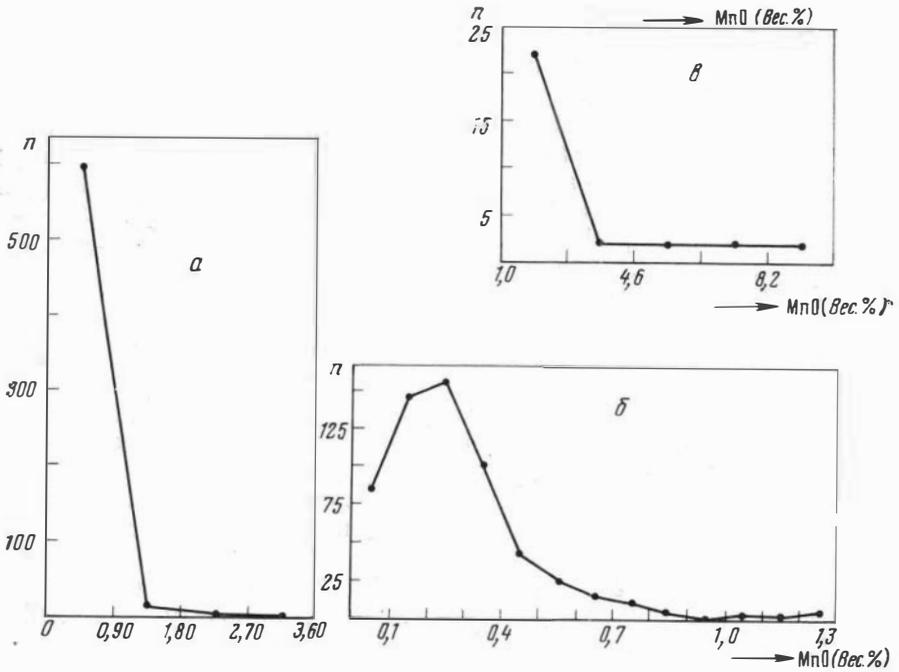


Рис. 10. Распределение MnO (вес. %) в амфиболах ряда роговая обманка — актинолит метаморфических, контактовых и метасоматических пород ( $N = 615$ )

*a* — общая кривая распределения от 0 до 3,60 вес. %; *б* — для минералов с содержанием MnO от 0 до 1,30 вес. %; *в* — для минералов с содержанием MnO свыше 1%

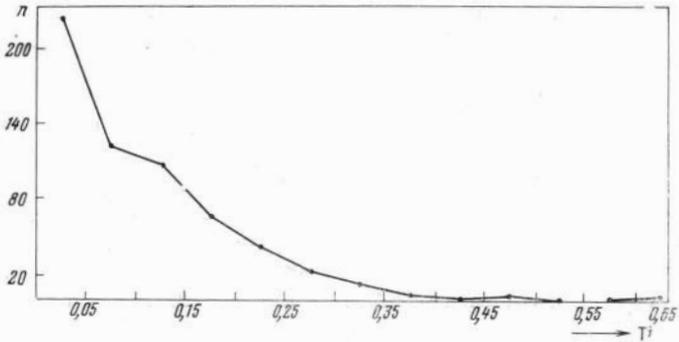
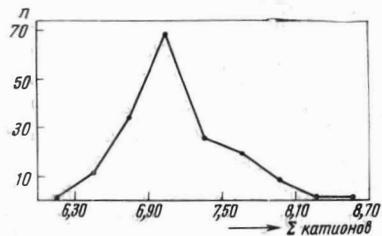


Рис. 11. Распределение Ti (в единицах кристаллохимической формулы) в амфиболах ряда роговая обманка — актинолит метаморфических, контактовых и метасоматических пород ( $N = 616$ )

Рис. 12. Распределение суммы катионов в натровых амфиболах ряда глаукофан — рибекит



Все результаты химических анализов помещены в таблицы I и II по возрастающему содержанию общей железистости, причем это сделано в отдельности для каждого выделенного парагенетического типа или анализов, сгруппированных по другим признакам.

Нумерация анализов в таблицах химических составов (I), кристаллохимических формул (II) и оптических констант (III) совпадает; соответствуют им также номера в таблицах ассоциирующих минералов и вмещающих пород (IV—XIII). В текстовой части, при ссылке на тот или иной анализ, в скобках указывается соответствующий его номер, например (№ 312).

В табл. I выпадают № 103—108, так как исследователями не приведены сами химические анализы (в вес. %), но даются пересчеты на кристаллохимическую формулу и другие данные для минерала, которые нами были использованы; эти данные помещены в соответствующих таблицах. В приводимой нами сумме весовых процентов окислов учтена поправка на фтор и хлор. В конце табл. I приводятся в виде дополнения некоторые отбракованные анализы амфиболов, которые хотя и не вошли в рассматриваемые парагенетические типы и статистическую обработку, но представляют интерес, поскольку к ним имеются анализы сосуществующих фемических минералов, а также приводятся анализы, отобранные после статистической обработки. Название пород, приведенных в легенде к табл. I, соответствует авторскому оригиналу; в скобках перечислены условными сокращениями ассоциирующие минералы, которые не фигурируют в самом названии породы; везде при этом в числе ассоциирующих не указан амфибол, поскольку его присутствие в породе очевидно.

В таблице II кристаллохимических формул при незначительных количествах в анализе NiO присоединялся к MgO, а  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — к  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и рассчитывались вместе с ведущими окислами; при существенных их содержаниях анализы выделялись в особые (обычно малочисленные) группы.

Графа (X + Y) в табл. II соответствует сумме катионов, без катионов четверной координации.

При вычислении  $\text{Al}^{\text{IV}}$  весь титан условно относился в группу катионов шестерной координации, считая, что замещение кремния в кремнекислородном тетраэдре производится только алюминием. В анализах с небольшим содержанием титана такое распределение компонентов не отражается на формуле. В том случае, когда  $(\text{Si}, \text{Al}^{\text{IV}}) < 8$ , в кремнекислородный радикал включалось недостающее количество Ti или  $\text{Fe}^{3+}$ .

Незначительные отклонения (приблизительно на единицу во втором знаке после запятой), которые подчас встречаются при сравнении суммированных катионов со значением (X + Y), связаны с произведенными округлениями результатов многозначного машинного пересчета для каждого компонента.

Некоторые анализы для магнезиально-железистых и натровых амфиболов, приведенные в табл. I и II, не включены в расчет средних значений по парагенетическим типам, так как это преимущественно новые анализы, ставшие нам известными после математической обработки материалов. Химические анализы амфиболов из изверженных пород (гранитов, гранодиоритов, габбро), для отдельных типов которых в сводных таблицах даны средние составы, в табл. I не включены; они будут приведены во второй части работы.

Для амфиболов ряда актинолит — роговая обманка под рубрикой «анализы, не вошедшие в парагенетические типы» также приводятся расчеты кристаллохимических формул, оптические и другие данные. Вместе с тем эти вполне надежные анализы были включены в общую статистическую обработку (построение графиков распределения с целью отбраковки или выявления закона распределения к т. д.). Выделены они особо лишь из-за неполноты или отсутствия сведений об ассоциирующих минералах или надежной привязки к конкретным геологическим условиям, что не позволяло относить их к определенному парагенетическому типу.

Для количественной оценки существующих связей между отдельными ионами (коэффициентами) кристаллохимической формулы, а также связей между химическим составом, оптическими свойствами и удельным весом минерала рассчитывались парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) в отдельности для каждого из выделенных типов. Последние приводятся также в приложении табл. XIV—XLII. Форма связи предполагалась линейной. Значимый коэффициент корреляции определялся по таблицам (Урбах, 1964). В случае  $t > 1,96$  коэффициент корреляции считался значимым с вероятностью  $> 95\%$  для признаков, распределенных по нормальному или близкому к нему закону.

В таблицах все значимые коэффициенты корреляции (предел значимости указан в каждом случае) выделены жирным шрифтом.

**МАГНЕЗИАЛЬНО-ЖЕЛЕЗИСТЫЕ (БЕСКАЛЬЦИЕВЫЕ,  
БЕСЩЕЛОЧНЫЕ) АМФИБОЛЫ**

Магнезиально-железистые бесщелочные амфиболы свойственны исключительно метаморфическим породам; первичномагматическое происхождение для них неизвестно и, вероятно, невозможно. Указанная группа амфиболов поэтому будет рассмотрена только в настоящем томе, куда отнесены ромбические амфиболы ряда антофиллит — жедрита и моноклинные — ряда куммингтонит — грюнерита. Химические анализы их приведены в табл. I, в табл. II даны кристаллохимические формулы, а в табл. III — оптические свойства.

**ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МАГНЕЗИАЛЬНО-ЖЕЛЕЗИСТЫХ АМФИБОЛОВ****Антофиллиты**

К антофиллитам нами отнесен безглиноземистый ромбический амфибол, содержащий до 5 вес. %  $Al_2O_3$ , что приблизительно соответствует 0,8 единиц кристаллохимической формулы или 10 атомным процентам алюминия на графике рис. 13 (Соболев, Костюк, 1965).

На графике распределения по общему содержанию алюминия в кристаллохимической формуле (рис. 14) видно, что минимальное число анализов имеет 1,0 Al (минимум лежит в пределах 0,75—1,25), и антофиллиты довольно хорошо отделяются от жедритов. Распределение для жедритов выражено ломаной линией, однако при уменьшении числа интервалов до 7 она выполаживается с максимумом на 2,7 Al.

Как видно из графика рис. 13, антофиллиты отделяются от жедритов также и по железистости. Все антофиллиты, за исключением трех анализов (причем один из них сомнительный), ложатся в область низкой железистости с верхней границей, равной 30%, а жедриты — в область высокой железистости с нижней границей, соответствующей 20%. Здесь исключение составляют четыре анализа жедритов, которые попадают в область низкожелезистых составов, один из них бедный глиноземом. Указанные особенности составов, а также особенности генетических условий и парагенетических ассоциаций приводят нас к заключению о нежелательности сохранения для всех ромбических амфиболов одного названия (Rabbitt, 1948) и необходимости сохранения старой классической терминологии с подразделением их на жедриты и антофиллиты в пределах принятых выше границ.

Для антофиллита из измененных серпентинизированных гипербазитов, в которых он обычно наиболее распространен, характерно метасоматическое

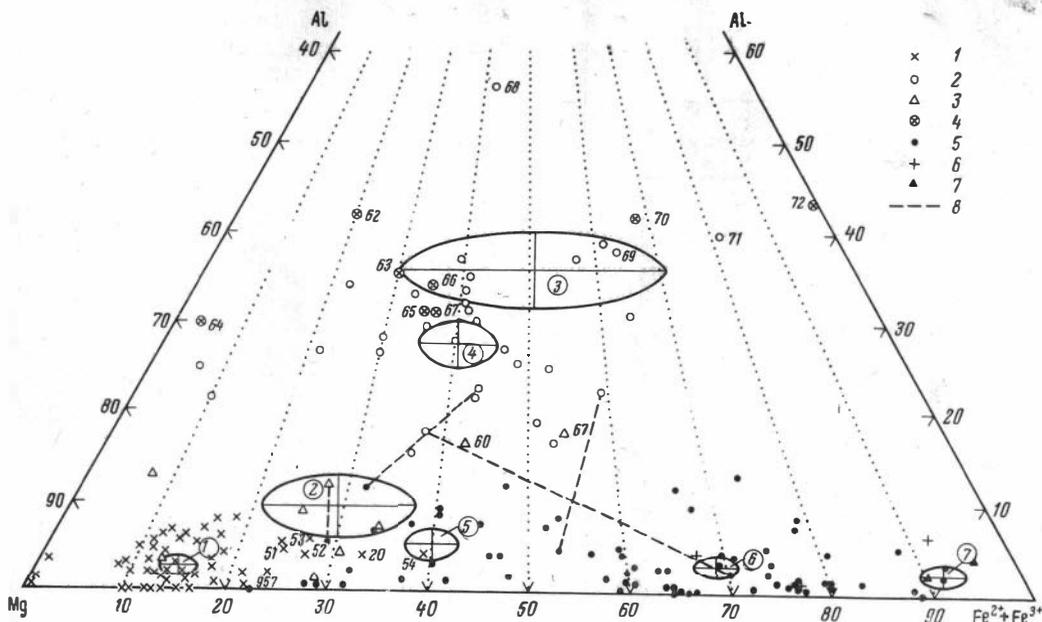
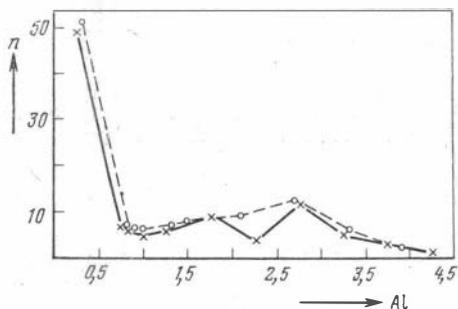


Рис. 13. Диаграмма Mg — Fe — Al парагенетических типов амфиболов группы магниально-железистых амфиболов

1 — антофиллиты; 2 — жедриты; 3 — антофиллиты и жедриты из антофиллит-кордиеритовых пород; 4 — жедриты в ассоциации с дистеном, силлиманитом, андалузитом и ставролитом; 5 — куммингтониты; 6 — куммингтониты в ассоциации с гиперстеном; 7 — куммингтониты по фаялиту; 8 — линии, соединяющие ассоциирующие антофиллит (или жедрит) и куммингтонит. Номера (в кружках) доверительных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 1.

происхождение. Среднее значение<sup>1</sup> для данного типа приведено в табл. 1 (тип. 1). Можно заметить, что для антофиллитов характерны как низкая

Рис. 14. Распределение Al (в единицах кристаллохимической формулы) в антофиллитах и жедритах



железистость, так и малое содержание глинозема. Соответствующие точки анализов нанесены на диаграмму рис. 13, где также показаны средние значения главных величин и отражены 95-процентные доверительные интервалы этих средних. Оси эллипса приняты горизонтальными без учета коэффициента корреляции, как это было принято ранее (Соболев, 1964).

С гипербазитами связаны и типичные антофиллитовые асбесты, которые по своему химическому составу не отличаются от антофиллитов типа 1. Для

<sup>1</sup> Здесь и далее для других групп амфиболов среднее значение обозначает осредненные коэффициенты кристаллохимической формулы, рассчитанной на 24 (O + OH + F).

**Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и некоторых бескальциевых амфи**

Номер типа	Тип амфиболов	Число анализов		Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>
1	Антофиллиты из гипербазитов	13	$\bar{X}$ $S$	7,81 0,18	0,002 0,004	0,19 0,15	0,19 —
2	Антофиллиты и жедриты из антофиллит-корднеритовых пород	9	$\bar{X}$ $S$	7,58 0,26	0,05 0,04	0,71 0,41	0,42 —
3	Жедриты в ассоциации с дистеном, сил — диманитом, андалузитом и ставролитом	9	$\bar{X}$ $S$	6,33 0,42	0,06 0,03	3,14 0,44	1,67 —
4	Жедриты без типа 3	34	$\bar{X}$ $S$	6,77 0,50	0,04 0,04	2,23 0,79	1,23 —
5	Куммингтониты с $f''$ до 50%	15	$\bar{X}$ $S$	7,67 0,17	0,02 0,02	0,38 0,24	0,33 —
6	Куммингтониты с $f''$ от 50 до 85%	44	$\bar{X}$ $S$	7,89 0,20	0,01 0,01	0,22 0,22	0,11 —
7	Куммингтониты с $f'' > 85\%$	9	$\bar{X}$ $S$	7,85 0,12	0,01 0,01	0,20 0,15	0,15 —
8	Куммингтониты с MnO от 5 до 9,5 вес. %	9	$\bar{X}$ $S$	7,90 0,10	0,002 0,003	0,23 0,19	0,10 —
9	Куммингтониты с MnO > 9,5 вес. %	13	$\bar{X}$ $S$	7,87 0,14	0,001 0,002	0,08 0,06	0,08 —

Прочерк означает, что данное значение не вычислялось.

сравнения в табл. 2 даны средние составы (в вес. %) и доверительные интервалы средних для антофиллитов из гипербазитов и антофиллитовых асбестов. Точки отдельных анализов антофиллитовых асбестов на диаграмме рис. 13 ложатся вместе с анализами антофиллитов из гипербазитов.

Исключением является антофиллитовый асбест (анализ № 20) из гнезда среди серпентинитов Украинского щита (Чартомлыкско-Соленовский район), для которого  $f''$  равно 33%. На рис. 13 он резко отскакивает от поля антофиллитовых асбестов и антофиллитов из гипербазитов. Такое содержание  $f''$

Таблица 2

**Средний химический состав (вес. %) и железистость антофиллитов из гипербазитов (I) и антофиллитовых асбестов (II)**

Окислы	I n = 9			II n = 20		
	Химический состав	s	Доверительный интервал	Химический состав	s	Доверительный интервал
SiO <sub>2</sub>	57,01	1,956	58,47—55,54	58,39	1,458	59,07—57,71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,86	0,496	1,23—0,49	1,33	1,050	1,82—0,84
FeO	8,57	1,959	10,05—7,10	8,00	2,178	9,02—6,98
MnO	0,17	0,090	—	0,09	0,102	—
MgO	28,84	1,255	29,78—27,90	28,36	1,563	29,10—27,62
CaO	0,64	0,430	—	0,18	0,251	—
Na <sub>2</sub> O K <sub>2</sub> O	0,26	0,386	—	0,15	0,250	—
H <sub>2</sub> O-	0,25	—	—	0,13	—	—
H <sub>2</sub> O+	2,63	0,957	—	2,85	0,592	—
f	15,83	3,245	18,26—13,40	14,28	3,662	16,00—12,56

Таблица 1

призводных величин в кристаллохимической формуле магнезиально-железистых болов по типам

Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>f''</i>	<i>K<sub>ox</sub></i>
0,00	0,11	0,95	0,02	5,89	0,11	0,05	0,02	1,88	15,38	14,07	15,15	0,10
—	0,17	0,29	0,02	0,25	0,09	0,06	0,04	0,20	3,55	4,11	3,49	0,17
0,29	0,20	1,73	0,03	4,62	0,06	0,09	0,02	1,73	29,75	27,41	29,48	0,12
—	0,24	0,88	0,02	0,87	0,04	0,11	0,02	0,34	13,40	14,10	13,35	0,13
1,47	0,19	2,47	0,05	2,60	0,07	0,28	0,01	1,75	52,27	50,91	52,10	0,07
—	0,14	1,08	0,09	1,46	0,07	0,21	0,02	0,30	25,33	25,62	25,40	0,04
1,00	0,22	2,10	0,03	3,46	0,09	0,22	0,02	1,78	40,71	38,50	40,37	0,10
—	0,24	0,87	0,06	1,03	0,10	0,19	0,04	0,31	16,28	16,07	16,35	0,10
0,05	0,21	2,45	0,07	4,01	0,23	0,08	0,02	1,83	40,53	38,53	39,93	0,08
—	0,22	0,41	0,07	0,49	0,13	0,10	0,02	0,29	5,85	5,32	6,02	0,08
0,11	0,27	4,28	0,08	2,00	0,15	0,08	0,01	1,72	69,64	68,38	69,25	0,07
—	0,29	0,61	0,11	0,66	0,16	0,08	0,02	0,52	8,53	8,74	8,68	0,09
0,05	0,12	6,20	0,13	0,53	0,10	0,11	0,03	1,48	92,29	92,14	92,15	0,02
—	0,11	0,66	0,15	0,24	0,12	0,10	0,04	0,52	3,55	3,61	3,62	0,02
0,13	0,10	3,86	0,97	1,73	0,38	0,01	0,01	1,50	74,14	73,71	69,68	0,03
—	0,11	0,75	0,13	0,74	0,30	0,02	0,01	0,69	10,94	11,04	12,91	0,03
0,00	0,08	2,14	1,85	2,79	0,25	0,02	0,001	1,93	59,20	58,80	43,03	0,05
—	0,11	1,38	0,37	1,14	0,16	0,02	0,002	0,10	17,06	17,08	25,48	0,10

и общей железистости (*f*) происходит за счет резко повышенного (в отличие от других анализов) содержания Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (12,24 вес. %), что вызывает сомнение, и в подсчет среднего состава (табл. 2) анализ не включался. Частная железистость (*f'*) здесь равна 19%.

Самыми магнезиальными оказываются марганцевые антофиллиты (анализы № 55 и 56) из прослоя в метаморфических сланцах штата Нью-Йорк в ассоциации с тремолитом. Они ложатся в левый угол диаграммы рис. 13, так как при подсчете железистости (*f''*) марганец не учитывался. Сюда (но немного выше по содержанию алюминия) попадает анализ № 986 из мономинеральной антофиллитовой породы среди магнезитовых мраморов Юго-Западного Памира. В отличие от первых двух в анализе № 986 марганец, видимо, отсутствует, так как в приведенном авторами (Гинзбург, Осолодкина, 1966) составе окислы MnO, а также FeO не указаны.

Для антофиллитов из кристаллических сланцев у нас имеются три анализа (№ 51, 53, 54), поэтому средние значения для парагенетического типа не приводятся. Первые два даны для парагенезиса с кварцем, полевым шпатом, роговой обманкой и гранатом из Норвегии. По содержанию железа (*f* = 28%) один из них (№ 53) ложится на край антофиллитового поля, выходя далеко за пределы железистости антофиллитов ультраосновных пород. Еще более железистым является антофиллит (*f* = 40%) в парагенезисе с куммингтонитом из Трондьема Норвегии. Точка для анализа (№ 54) вообще отскакивает от поля антофиллита. Однако, если воспользоваться приведенными автором показателями преломления, то по нашему графику железистость будет соответствовать не 40, а лишь 32%. Возможно, что в исходном материале было произведено недостаточно полное разделение антофиллита и куммингтонита, и анализ является сомнительным.

Таким образом, можно сделать заключение, что колебание состава антофиллитов имеет очень узкие пределы и обычно не выходит за рамки 10—30% железистости. Отсутствие составов с железистостью ниже 10%, очевидно,

определяется тем, что в силикатных породах где этот минерал обычно распространен, в отличие от кристаллических известняков, не происходит полной сепарации железа и магния. Как отмечалось выше, почти чисто магнизальный антофиллит (анализ № 986) взят из антофиллитовой породы, которая вместе с энстатитовой находится среди магнетитовых мраморов. Область составов в сторону большей железистости, вероятно, ограничивается устойчивостью моноклинной модификации амфиболов в присутствии СаО. В то же время следует отметить, что по последним экспериментальным данным (Hinrichsen, 1957) антофиллиты могут быть синтезированы в более широком интервале вплоть до  $f = 60\%$  (при этом антофиллит здесь имеет нижнюю температуру устойчивости, равную  $520^\circ\text{C}$ ; чисто магнизальный антофиллит устойчив выше  $660^\circ\text{C}$ ). Их область здесь значительно перекрывает область куммингтонитов (Schürmann, 1967). Для природных антофиллитов указанного состава температурная граница устойчивости изменяется от  $660$  до  $600^\circ$ . Возможно, отсутствие в природе антофиллита с  $f$  более  $30\%$  связано с тем, что в горных породах всегда присутствует существенное количество СаО, что способствует образованию куммингтонита. Не исключено, что антофиллиты (анализы № 20 и № 54) с  $f'' = 33$  и  $40\%$ , отнесенные нами к сомнительным, образовались в условиях низкого содержания СаО.

## Жедриты

По содержанию алюминия между антофиллитами и жедритами находятся амфиболы из широко распространенных кордиеритовых пород, сопровождающих медные сульфидные месторождения, выделенные Линдгреном (1935) в специальный тип. Такие породы известны в Швеции — месторождение Фалун (Johansson, 1930), в Финляндии — Порин (Eskola, 1914), в месторождениях Канады — провинция Квебек (Osborn, 1939, Joklik, 1960), Ньюфаундленд (Snelgrove a. Baird, 1953), в США (Gillson a. Williamson, 1929), Норвегии (Bugge, 1943). В Советском Союзе они известны в нескольких пунктах месторождений Рудного Алтая (Болгов и др., 1957; Зленко, 1962), в Северном Криворожье (Горошников, Юрьев, 1965), а также в других местах. Мощность этих пород, в тесной связи с которыми залегают рудные зоны, измеряется метрами и десятками метров. Они обычно замещают биотитовые гнейсы и сланцы докембрия, в Вавилонском месторождении Алтая залегают в слабо метаморфизованных породах среднего палеозоя, а в Северном Криворожье выделены среди полосы кварцитов. Ассоциирующие минералы в этих породах, кроме кордиерита: кварц, кислый плагиоклаз, биотит, а также сульфиды — пирит, пирротин, халькопирит и другие. Сульфиды, по-видимому, замещают антофиллит и являются более поздними. К более поздним минералам, очевидно, относится и хлорит. В самом антофиллите всегда наблюдаются тонкие вроски, похожие на полисинтетические двойники с косым угасанием в зоне  $NgNp$ . Детальным изучением установлено, что эти вроски принадлежат моноклинному амфиболу куммингтонитового ряда. Для амфибола из Северного Криворожья (анализ № 59) отмечен парагенезис с роговой обманкой и куммингтонитом. Вопрос о генезисе этих пород спорный. Малое количество удовлетворительных анализов не позволяет детально изучить и сам амфибол<sup>1</sup>.

Анализы, появившиеся в последнее время, позволяют сделать заключение, что имеется переходный амфибол между антофиллитом и жедритом, границей для которых нами принимается содержание алюминия в катионной части формулы до 10 атомных процентов. На диаграмме рис. 13 амфиболы этого типа обозначены особым знаком. Как видно из рисунка, некоторые точки попадают еще в поле антофиллитов (анализы № 34, 35, 36, 37, 38 в табл. 1),

<sup>1</sup> Анализы амфиболов по Алтаю (см. Соболев, Костюк, 1965).

в то время, как другие ложатся в поле жедритов (анализы № 58, 59, 60 и 61). Два наиболее железистых амфиболов из пород этого типа (анализы № 60 и 61), содержащие одновременно и наибольшее количество глинозема, встречаются в парагенезисе с альмандином и силлиманитом, т. е. парагенезис здесь несколько отличается от обычного в сторону жедрита кристаллических сланцев. Однако данные анализа хотя и попадают выше границы антофиллит — жедрит по содержанию алюминия, но располагаются резко ниже силлиманит-дистеновых пород. В табл. 1 приводятся средние значения для ромбического амфиболов выделенных метасоматических кордиеритовых пород (тип № 2).

Как уже отмечалось, для богатых глиноземом ромбических амфиболов предлагается сохранить название жедрит. В отличие от антофиллитов, точки этих амфиболов широко разбросаны на диаграмме Mg—Fe—Al (рис. 13), причем резко преобладают железистые жедриты. Железистость ( $f''$ ), за исключением нескольких отдельных анализов, колеблется в пределах 20—100% и, как правило, выше железистости антофиллитов. Эти амфиболы характерны для кристаллических сланцев преимущественно фаций дистеновых гнейсов и дистеновых сланцев, и лишь в одном случае жедрит, отличающийся почти полным отсутствием магния, встречается в роговиках с андалузитом, альмандином и железистым кордиеритом (анализ № 72). Здесь следует отметить, что указанные данные довольно хорошо согласуются с экспериментами (Hingrichsen, 1968), в результате которых получены жедриты с  $f$  в интервале от 20 (при нижней температуре устойчивости в 700°) до 100% (нижняя  $T$  устойчивости 580° С).

Жедриты в непосредственном парагенезисе с дистеном и другими глиноземистыми минералами (силлиманитом, андалузитом и ставролитом) представляют особый интерес. На диаграмме (рис. 13) они отмечены особым знаком. Необходимо сказать, что железистость жедрита в случае ассоциации с андалузитом гораздо выше, нежели в случае ассоциации с дистеном. Так, упомянутый анализ № 72 из роговиков гор Южной Китаками, Япония (Seki a. Yamasaki, 1957) имеет железистость, близкую к 100% (99,8%). Помимо отмеченных кордиерита и андалузита, здесь присутствуют: гранат, биотит, кварц, плагиоклаз, магнетит, темно-зеленая шпинель, отделенная от кварца реакционной каймой, вторичный мусковит и в сегрегационных жилах — тюрингит.

Менее железистым ( $f = 64\%$ ) оказывается жедрит (анализ № 69) из амфиболита Швеции (Lundquist, 1963). Автором точно не указано, что андалузит находится в непосредственном парагенезисе с анализированным жедритом, но ясно отмечена для других пород того же комплекса ассоциация андалузита с жедритом, куммингтонитом и альмандином.

Примером другой ассоциации жедрита ( $f = 68\%$ ) с андалузитом является гранат-жедрит-кордиеритовый гнейс Кольского полуострова (Масленников и др., 1963), где присутствует также анортит, биотит, куммингтонит и силлиманит в виде каемок вокруг андалузита, а в протолочках найден также дистен (анализ № 70). Точки анализов жедрита (№ 63, 65, 66), ассоциирующего в непосредственном парагенезисе с дистеном, расположены на диаграмме рис. 13 в пределах 30—35% железистости ( $f''$ ), далеко от точек, ассоциирующих с андалузитом, а жедрит (анализ № 64) из кианит-жедритовых сланцев Юго-Западного Памира (Зотов, Сидоренко, 1968) почти чисто магнезиальный ( $f = 3\%$ ).

Создается впечатление, что богатый глиноземом жедрит при низких давлениях может образоваться лишь при большой железистости.

Жедрит с силлиманитом, помимо указанного случая (анализ № 70), отмечен также для анализов № 62, 63 и 71. Первый взят из родолитсодержащей породы с гиперстеном, что указывает на повышенное давление при условиях образования; присутствует также биотит и кварц. Жедрит № 63, кроме уже отмеченного выше дистена, ассоциирует с силлиманитом, грана-

том, кварцем, биотитом, рутилом, плагиоклазом. В жедрит и гранат включены зерна ставролита. Для последнего анализа № 71 жедрит взят из кварц-полевошпатового сланца (лептита) Финляндии (Seitsaari, 1956) с ассоциирующими минералами: гранат (альмандин) олигоклаз и ильменит. В лепти-тах того же района встречается силлиманит и микроклин.

Все жедриты, ассоциирующие непосредственно с высокоглиноземистыми минералами, объединены в один тип. Полученные средние даны в табл. 1 (тип № 3) и показаны на рис. 13. Глиноземистость здесь очень высока и близка к верхнему пределу для жедритов. Значительно выше попадает лишь одна точка сомнительного анализа (№ 68) (который не учитывался при подсчете среднего), отличающегося высоким содержанием воды. Минерал взят из почти мономинерального жедритита Глен-Эркарта (Francis, 1955), содержащего, кроме жедрита, примесь гидробиотита, талька, рутила и серпентина. Жедрит слагает зону между кианит-гидробиотитовыми и серпентинитовыми породами в теле гидротермального происхождения. По содержанию железа анализы типа № 3 колеблются в очень широких пределах, однако, если исключить жедриты, находящиеся в парагенезисе с андалузитом, то разброс будет значительно меньше, и резко понизится среднее содержание  $f$ , что характерно для жедритов в парагенезисе с дистеном.

Остальные жедриты, объединенные в один тип (табл. 1, тип № 4), отличаются более низким содержанием глинозема (рис. 13).

Следует особо сказать о парагенезисах антофиллита и жедрита с калиевым полевым шпатом и мусковитом. В литературе уже неоднократно отмечалось, что эти минералы совместно не встречаются, т. е. ромбические амфиболы при условии недостатка калия выступают в роли заменителей биотита.

Можно сделать заключение, что жедриты могут образоваться в весьма широком интервале давлений: от давлений значительно более низких, нежели для чарнокитового комплекса (с предельным составом кордиерита 30—35%  $f$  и  $P$  порядка 5 кбар), до давлений, которые определяют устойчивость для дистена, т. е.  $P$  более 12 кбар (Соболев, Костюк, 1965). Жедрит встречается в породах, кристаллизующихся выше кривой дегидратации мусковита (в присутствии кварца) и, по-видимому, температура образования его лежит в интервале 650—750° (Соболев, 1961).

## Куммингтониты

В отличие от малоглиноземистых антофиллитов моноклинные куммингтониты характеризуются повышенным содержанием железистого компонента и как бы дополняют данный ряд. Предположение о существовании купфферита (магнезиального члена ряда коммингтонита) ничем не подтверждается.

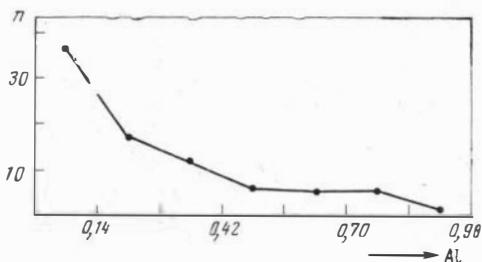
Из известных нам маложелезистых анализов три оказались совершенно неудовлетворительными. В первом ( $f'' = 21\%$ ) содержание  $\text{SiO}_2 = 74,18$  вес. % (9,67 формульных единиц) гораздо выше принятых пределов при отбраковке анализов; содержание  $\text{CaO}$  равно 3,86 вес. %. Кроме того, амфибол относится к вторичному образованию по геденбергиту, в результате процесса уралитизации, как отмечают авторы (Allen а. Fahey, 1957). Второй анализ (Eskola, 1914) амфибола ( $f'' = 20\%$ ) из амфиболита содержит до 30% примесной роговой обманки. Щелочи и вода не определялись, сумма вес. % равна 98,40%. Для третьего анализа ( $f'' = 16\%$ ) содержание  $\text{CaO} = 6,24\%$ , или 0,92 формульных единиц (Lacroix, 1939), также значительно превышает принятые нами пределы. Поэтому можно воспользоваться только одним анализом куммингтонита (№ 957) из Западной Австралии (Simpson, 1933) с железистостью  $f'' = 23\%$ .

Однако описание породы (куммингтонит-истонитовая порода из месторождения хризоберилла) является неполным и не совсем ясным, а парагене-

зис весьма необычен. Автор делает предположение, что куммингтонит-истонитовый гнейс является сильно измененным пироксенитом или гарцбургитом.

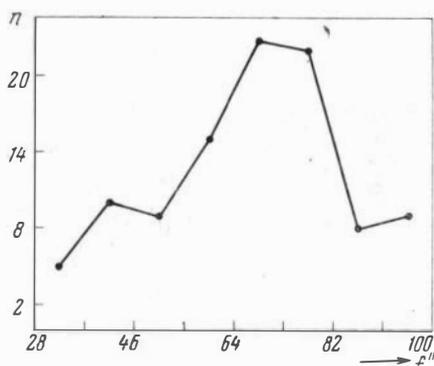
Все остальные точки имеют  $f$  около или более 30%, т. е. ложатся за пределы ряда антофиллита с небольшой областью перекрытия (рис. 13). Глиноземистых аналогов жедрита в ряду куммингтонита мы не имеем. Большинство анализов помещается в пределах до 5 атомн. % Al, а за пределы 10% поля выходят лишь единичные точки (рис. 13). Распределение алюминия в куммингтонитах показано на рис. 15.

Рис. 15. Распределение Al (в единицах кристаллохимической формулы) в куммингтонитах



По железистости среди куммингтонитов можно выделить три типа. Выделение произведено в основном по гистограмме (рис. 16), но в известной мере соответствует и типам парагенезиса. К первому типу относятся маложелезистые куммингтониты с  $f$  от 30 до 50% (табл. 1) из амфиболитов, сланцев и

Рис. 16. Распределение железистости ( $f''$ ) в куммингтонитах



других пород, включая куммингтонит из характерных кордиерит-антофиллит-куммингтонитовых пород. По экспериментальным данным (Schüggmann, 1967) амфиболы такой  $f$  устойчивы при повышенных температурах от 550° и выше.

Ко второму типу относятся наиболее распространенные куммингтониты с  $f$  от 50 до 85% (табл. 1). Большинство из них встречается в породах железистой формации криворожского типа.

К третьему типу отнесено небольшое число настоящих грюнеритов ( $f > 85\%$ ), встречающихся либо в железорудных породах, либо в породах с фаялитом, который он, по-видимому, замещает (см. табл. 1). Судя по экспериментальным данным (Schüggmann, 1967), эти амфиболы устойчивы при более низких температурах, в интервалах 450—620°.

В особую группу выделяются куммингтониты с высоким содержанием марганца. Присутствие заметного количества Mn вообще характерно для этого минерала. По гистограммам (рис. 17,а и 17,б) от обычных грюнеритов нами отделены амфиболы с содержанием MnO свыше 5 вес. %, что отвечает  $> 0,5$  ед. коэффициента в кристаллохимической формуле. Здесь в свою очередь выделяются две группы с содержанием MnO до 9,5% (коэффициент в кристаллохимической формуле 1,4) и свыше 9,5 %. Как видно из табл. I, для

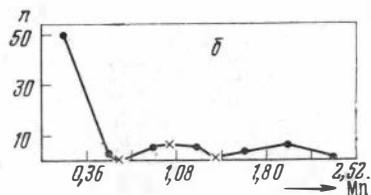
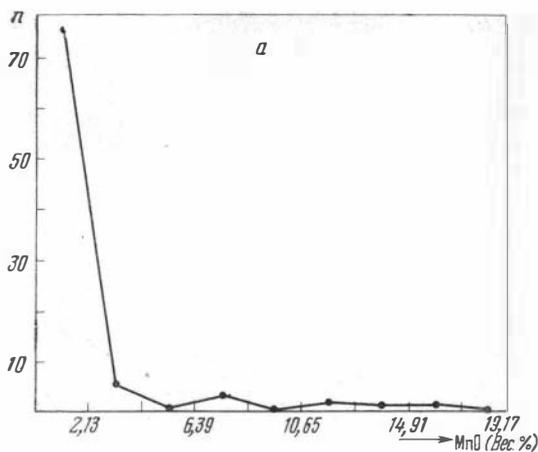


Рис. 17. Распределение марганца в куммингтонитах

*a* — в вес. %, *б* — в единицах кристаллохимической формулы

марганцевых куммингтонитов характерно несколько повышенное содержание кальция, а для некоторых из них — повышенное содержание цинка. Эти минералы встречаются в метаморфических и метасоматических породах марганцевых месторождений.

К марганцевым куммингтонитам следует относить и тиродиты, которые в некоторых случаях характеризуются также повышенным содержанием щелочей. Поэтому их иногда параллелизуют с рихтеритами, от которых они, однако, резко отличаются более низким содержанием кальция.

### СОТНОШЕНИЕ МАГНЕЗИАЛЬНО-ЖЕЛЕЗИСТЫХ АМФИБОЛОВ С ДРУГИМИ АССОЦИИРУЮЩИМИ МИНЕРАЛАМИ

Ассоциации антофиллитов и жедритов с моноклинными амфиболами как бескальциевыми, так и кальциевыми в природе встречаются довольно часто. В табл. 3 приведены данные по ассоциирующим амфиболам, а на рис. 18—20 даны соотношения главных компонентов.

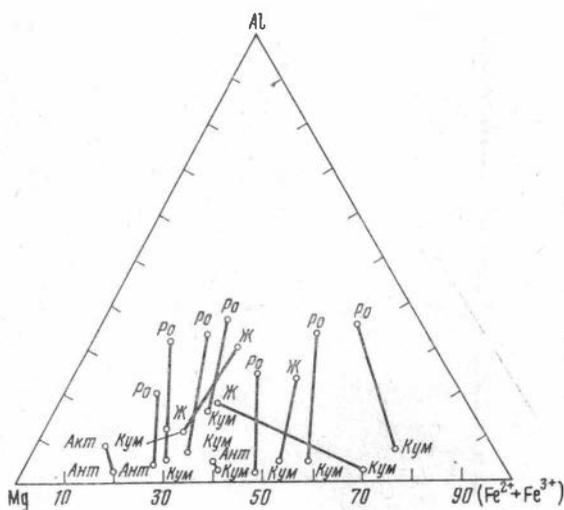


Рис. 18. Парагенезисы магниально-железистых и кальциевых амфиболов

*Ант* — антофиллит; *Ж* — жедрит; *Кум* — куммингтонит; *Ро* — роговая обманка; *Акт* — активолит

Несомненно, наибольший интерес представляет соотношение ромбических амфиболов с моноклинными ряда куммингтонита. На рис. 13 составы ассоциирующих пар соединены линиями. Эти минералы нередко встречаются

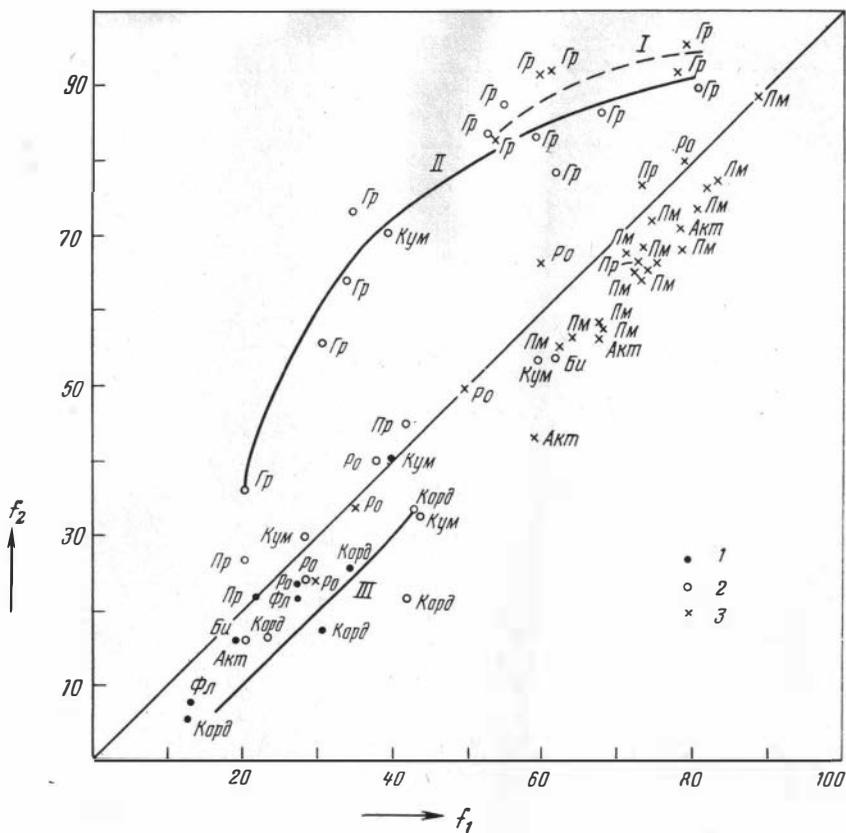
Ассоциирующие амфиболы<sup>1</sup>

Антофиллит		Жедрит		Куммингтонит		Роговая обманка		Актинолит		Глаукофан	
Номер в табл. I	f										
32	19	—	—	—	—	—	—	717	16	—	—
52	27	—	—	—	—	667	24	—	—	—	—
54	40	—	—	117	41	—	—	—	—	—	—
56	6	—	—	—	—	—	—	723	4	—	—
—	—	59	28	109	30	668	24	—	—	—	—
—	—	84	38	—	—	674	40	—	—	—	—
—	—	85	39	149	71	—	—	—	—	—	—
—	—	93	44	110	32	—	—	—	—	—	—
—	—	99	59	125	54	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	112	35	569	34	—	—	—	—
—	—	—	—	119	45	589	42	—	—	—	—
—	—	—	—	123	50	608	50	—	—	—	—
—	—	—	—	124	53	678	50	—	—	—	—
—	—	—	—	130	60	682	67	—	—	—	—
—	—	—	—	160	79	979	80	—	—	—	—
—	—	—	—	175	56	—	—	716	16	—	—
—	—	—	—	—	—	513	51	—	—	760	54
—	—	—	—	—	—	—	—	516	35	757	46
—	—	—	—	957	24	—	—	980	18	—	—

<sup>1</sup> Номера анализов, помещенных в одной строке, соответствуют ассоциирующим амфиболам. В настоящей таблице (а также в таблицах 4, 5) приведены данные по ассоциирующим минералам как для рассматриваемых в этой главе амфиболов, так и для описываемых в последующих главах.

совместно, иногда в тесном прорастании. В нашем распоряжении имеется одна пара антофиллит — куммингтонит и четыре пары жедрит — куммингтонит (табл. 3). Соотношения железистости получаются противоречивые. Так, в двух случаях жедрит более магнезиален, нежели куммингтонит, а в двух других — соотношения оказываются обратными. Очевидно, это прежде всего объясняется тем, что сосуществующие в одной породе амфиболы часто взаимно прорастают настолько, что разделение их на монофракции чрезвычайно трудно. Иными словами, анализируемый материал может представлять собой существенную смесь, т. е. агрегат разных амфиболов, поэтому сами результаты анализа в ряде случаев вызывают сомнение. Что касается пары антофиллит — куммингтонит (анализы № 54 и 117), где железистость минералов оказывается очень близкой, при несколько большей железистости куммингтонита, то здесь показатель преломления антофиллита не соответствует его составу. Это не позволяет составить представления о составе последней ассоциации.

По отношению к кальциевым амфиболам (актинолиту и роговой обманке) антофиллит несколько более железистый; железистость жедрита в одном случае выше, чем у роговой обманки, а в другом — соотношения противоположные. Однако в обоих случаях значения железистости очень близки. Почти равные соотношения  $f$  для пары куммингтонит — роговая обманка (всего 7 пар) с незначительным отклонением в ту или другую сторону. Актинолит в ассоциации с куммингтонитом менее железистый (см. рис. 19, куда



**Рис. 19.** Распределение общей железистости между магнезиально-железистыми амфиболами и другими силикатами

$f_1$  — общая железистость: антофиллитов (1), жедритов (2), куммингтонитов (3);  $f_2$  — общая железистость ассоциирующих минералов: граната (Гр), ромбического пироксена (Пр), моноклинного пироксена (Лм), биотита (Би), флогопита (Фл), кордиерита (Корд), роговой обманки (Ро), актинолита (Акт), куммингтонита (Кум)

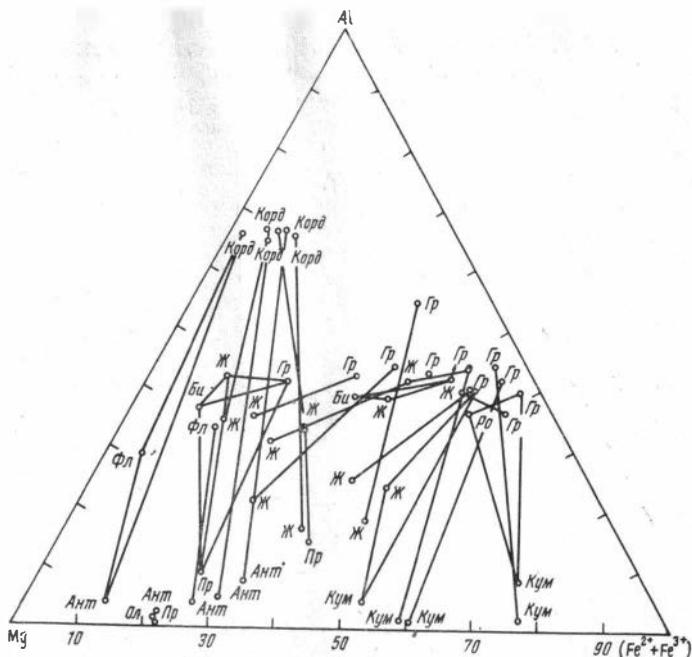
Кривые распределения общей железистости для ассоциирующих: I — куммингтонита и граната; II — жедрита и граната; III — антофиллита и жедрита с кордиеритом

нанесены точки ассоциирующих пар не только по данным табл. 3, но и две пары по спектрохимическим анализам железистой формации Квебек, по Mueller, 1960).

Следует особо отметить ассоциирующие куммингтонит и актинолит из карбонатного скарна Швеции (Sundius, 1924). Здесь марганцевый ( $MnO = 8,03$ ) куммингтонит (анализ 175) ассоциирует с актинолитом (анализ 716) с нормальным содержанием марганца ( $MnO = 0,60$ ). В табл. 3 дана общая железистость (при подсчете которой включен марганец), поэтому для куммингтонита ( $f = 56$ ) она оказывается значительно выше, чем для актинолита ( $f = 16$ ). На график рис. 19 эта пара не нанесена. Железистость без учета марганца для куммингтонита оказывается значительно ниже ( $f'' = 48$ ), для актинолита она остается почти такой же ( $f'' = 15$ ).

Наконец, отмечен один случай трехминерального парагенезиса амфиболов: жедрита (анализ 59), куммингтонита (анализ 109) и роговой обманки (анализ 668). Здесь самым железистым оказывается куммингтонит ( $f = 30$ ), самым магнезиальным — роговая обманка ( $f = 24$ ), и промежуточное положение по железистости занимает жедрит ( $f = 28$ ).

Помимо указанных, обычны также ассоциации ромбических амфиболов с комплексом иных железо-магнезиальных минералов, в частности с гранатом,



**Рис. 20.** Парагенезисы магнезиально-железистых амфиболов с другими силикатами

*Ант* — антофиллит; *Ж* — жедрит; *Кум* — куммингтонит; *Ро.* — роговая обманка; *Гр* — гранат; *Пр* — ромбический пироксен; *Би* — биотит; *Фл* — флогопит; *Корд* — кордиерит; *Ол* — оливин

слюдами, ромбическим и моноклинным пироксенами и кордиеритом. При этом встречаются наряду с двух-, трех- даже четырехминеральные парагенезисы фемических минералов (рис. 20).

Для антофиллита, судя по имеющимся данным, наиболее обычен парагенезис с кордиеритом и магнезиальной слюдой, причем во всех случаях железистость антофиллита сохраняется более высокой, нежели у ее спутников. Это же справедливо для парагенезиса жедрит — кордиерит, однако в случае наиболее часто встречаемой ассоциации жедрита с гранатом последний резко уступает жедриту по величине значения железистости (табл. 4). Биотит в таких тройных ассоциациях, как правило, более магнезиален, подобно тому, как оказывается более магнезиальным по отношению к остальным и куммингтонит в единственном у нас примере тройной ассоциации жедрит — куммингтонит — гранат.

Более высокая железистость граната по сравнению с ромбическими амфиболами показана на рис. 19. Кривая *II*, проведенная по точкам для пар жедрит — гранат, отражает коэффициент распределения ( $K_D$ ), причем в точке перегиба значение  $K_D$  близко к 0,23, а концы этой дуги касаются изолинии с  $K_D = 0,43$ .

Большой интерес представляют парагенезисы ромбических амфиболов с ортопироксенами, в частности с жедритом, которые должны сменять друг друга при изменении термодинамических условий кристаллизации. Для суждения о соотношении железистости антофиллит — ромбический пироксен (табл. 5, рис. 19) данных крайне мало. У нас имеется всего лишь одна точка с  $K_D$ , по железистости равным 1 (рис. 19). Для ассоциации жедрит — ромбический пироксен или с участием третьего минерала — кордиерита, описано несколько случаев. Несмотря на разные значения  $f$  (очень близкие по величине для жедрита и ортопироксена), убывание железистости происходит в таком порядке: ромбический пироксен ( $f = 45\%$ ) — жедрит ( $f = 42\%$ ) и (при наличии) кордиерит ( $f = 22\%$ ). Для составов, полученных

Соотношение общей и частной железистости между ассоциирующими амфиболами и гранатами

Номера анализов см. в табл. I	Гранат		Амфибол			Номера анализов см. в табл. I	Гранат		Амфибол		
	f	f'	f	f'			f	f'	f	f'	
61	88	88	55	54	Жедрит	473	85	84	60	57	Роговая обманка
62	37	34	20	20	»						
63	56	56	31	30	»	478	55	54	19	14	Каринтин
70	85	84	68	67	»	486	44	42	21	19	Роговая обманка
71	90	88	81	79	»						
81	64	63	34	32	»	489	63	61	31	27	»
97	84	83	53	43	»	490	40	36	31	23	»
99	83	83	59	57	»	493	61	60	36	28	»
100	79	75	62	54	»	504	86	86	36	31	Амфибол ряда
125	83	83	54	51	Куммингтонит						роговая обманка—глаукофан
129	92	92	60	60	»						
134	92	91	61	60	»	573	86	84	35	31	Роговая обманка
154	92	91	78	77	»						
160	96	95	79	78	»	601	75	73	47	43	»
166	94	94	83	83	»	627	88	87	69	60	»
203	50	50	33	27	Роговая обманка	763	96	95	54	47	Глаукофан
204	66	65	40	32	»	781	92	90	59	49	Кроссит
207	81	81	54	49	»	957	83	38	27	24	Куммингтонит
208	73	71	55	49	»	958	27	25	12	—	Роговая обманка
209	74	73	56	49	»						
211	65	65	45	41	»	960	36	32	19	16	»
212	69	69	48	43	»	961	63	62	21	14	»
254	90	89	67	63	»	963	66	64	37	27	»
255	91	90	73	70	»	966	87	85	47	36	»
297	89	88	61	57	»	967	77	75	48	36	»
298	92	92	68	66	»	971	—	80	56	53	»
300	85	84	53	48	»	972	83	79	56	52	»
301	79	78	53	48	»	974	82	80	57	55	»
302	86	85	56	53	»	977	85	83	63	57	»
303	87	86	57	49	»	978	76	74	77	68	»
305	73	72	59	54	»	979	96	95	80	78	»
306	92	92	63	61	»	980	83	38	18	16	Актинолит
307	95	94	72	68	»	985	99	99	57	48	Глаукофан
309	95	95	79	77	»	991	63	55	40	37	Жедрит
379	92	91	67	58	»	996	90	90	72	72	Куммингтонит
439	76	76	40	37	»	1002	79	78	35	29	Роговая обманка
456	71	71	38	37	»						
470	80	80	54	49	»	1011	70	68	43	36	»
						1015	72	71	45	38	»
						1022	88	88	50	46	»
						1023	89	89	50	46	»
						1039	87	87	61	57	»
						1040	91	91	74	71	»

В. В. Хлестовым и Е. Н. Ушаковой по оптическим константам для этой же ассоциации, соответственно имеем  $f = 29 - 23 - 18\%$ .

В примере ассоциации четырех минералов жедрит — гранат — ромбический пироксен — биотит (рис. 20) самым железистым, как обычно, является гранат, затем по убывающей величине стоят ромбический пироксен, жедрит и самым магнезиальным оказывается биотит.

## Соотношение общей и частной железистости между ассоциирующими амфиболами и ромбическими пироксенами

Номера анализов см. в табл. I	Ромбический пироксен		Амфибол		Номера анализов см. в табл. I	Ромбический пироксен		Амфибол			
	<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>f</i>	<i>f'</i>		<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>f</i>	<i>f'</i>		
33	22	18	22	21	Антофиллит	237	49	49	49	46	Роговая обманка
62	27	27	20	20	Жедрит	240	52	51	50	47	» »
91	45	42	42	38	»	242	53	52	51	47	» »
196	48	46	42	38	Роговая обманка	243	50	49	51	46	» »
197	46	43	45	37	» »	245	53	52	51	47	» »
198	53	52	49	44	» »	246	51	50	51	46	» »
199	58	57	53	47	» »	247	52	51	52	48	» »
200	47	46	54	48	» »	248	54	53	52	47	» »
201	54	54	55	50	» »	249	59	59	53	51	» »
202	44	43	66	59	» »	251	64	64	57	55	» »
206	41	39	52	47	» »	252	54	53	61	54	» »
208	56	54	55	49	» »	253	76	76	74	72	» »
214	40	39	34	31	» »	256	27	27	27	25	» »
215	51	50	47	41	» »	257	37	32	37	23	» »
216	48	47	50	45	» »	262	26	24	25	24	» »
217	50	48	53	46	» »	489	32	29	31	27	» »
226	29	28	25	20	» »	629	18	17	17	13	» »
227	26	25	26	19	» »	959	20	18	18	14	» »
228	36	35	30	27	» »	975	62	60	60	57	» »
230	40	39	42	34	» »	1005	41	40	39	33	» »
232	49	48	43	40	» »	1015	41	39	45	38	» »

Все пары куммингтонит — клинопироксен, куммингтонит — ортопироксен, как и упомянутые ранее случаи ассоциации куммингтонита с актинолитом, нанесенные по данным спектрохимических анализов для минералов из железистой формации Квебек, Канада (Mueller, 1960), ложатся кучно, занимая верхнюю правую часть диаграммы рис. 19. Учитывая специфическую природу таких образований, мы не можем экстраполировать эти данные на серии иных метаморфических пород. В последних на общем фоне относительно низкой магнезиальности всех упомянутых ассоциирующих минералов, кроме граната, состав куммингтонита остается наиболее железистым.

Положение о превалирующей железистости граната по отношению к куммингтониту остается в силе, хотя значение *f* для этой пары колеблется в достаточно широких пределах, особенно для куммингтонита — от 53 до 78%. Ориентировочно намеченная кривая распределения (пунктирная линия на рис. 19) располагается в пределах  $K_D = 0,25-0,10$ .

Таким образом (рис. 19), все амфиболы ряда антофиллит — жедрита и куммингтонита попадают в группу минералов средней железистости (по соотношению с ассоциирующими минералами). Во всех парагенезисах гораздо более высокая железистость характерна для граната, а несколько более низкая для кордиерита, моноклинного пироксена, а также для актинолита. К той же средней группе, что и железо-магнезиальные амфиболы, по железистости принадлежат роговые обманки, биотит и ромбический пироксен. Коэффициенты распределения здесь приближаются к единице.

Вопрос о распределениях магния и железа между ромбическими и моноклинными амфиболами в рассматриваемых рядах требует дальнейшего изучения.

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ И ИЗОМОРФИЗМ МАГНЕЗИАЛЬНО-ЖЕЛЕЗИСТЫХ АМФИБОЛОВ

Парные коэффициенты корреляции между элементами кристаллохимической формулы, полученные для ромбических амфиболов (антофиллитов и жедритов), вместе с критерием достоверности ( $t$ ) приведены в табл. 6. Для расчетов были взяты данные для 57 анализов. Для Ti (число анализов 36) и суммы щелочей (число анализов 42) связи рассчитывались отдельно.

Прежде всего, нельзя не заметить высокие отрицательные связи для элементов, которые непосредственно изоморфно замещают друг друга, отражая состав главных составляющих: между  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  и  $Si^{4+}$ ,  $Al^{3+}$ . Если рассчитать частные коэффициенты связи, задав постоянными другие элементы, участвующие в той же изоморфной замене, то соответствующие коэффициенты будут следующие:

$$\rho_{Mg, Fe^{2+}/Al} = -0,908 \quad \text{при } t = 11,04,$$

$$\rho_{Al Mg/Fe^{2+}} = -0,84 \quad \text{при } t = 8,89,$$

$$\rho_{Al^{VI}Mg/Fe^{2+}} = -0,89 \quad \text{при } t = 10,35.$$

Положительная связь с  $r = +0,56$  и  $t = 4,65$  между Al и  $Fe^{2+}$  указывает на общую тенденцию повышения содержания  $Fe^{2+}$  с повышением глинозема, т. е. ромбические амфиболы, богатые Al — жедриты более богаты по содержанию железа, чем бедные алюминием антофиллиты. Но вычисленный частный коэффициент между  $Fe^{2+}$  и Al при постоянстве Mg дает обратную связь:  $\rho_{Fe^{2+} Al/Mg} = -0,63$  при  $t = 5,39$ , так как сумма Mg, Fe и  $Al^{VI}$  остается постоянной. Более отчетливое изменение этой связи мы видим из частного ко-

Коэффициенты связи между отдельными

Компоненты	Si		Al		$Al^{IV}$		$Al^{VI}$	
	$r$	$t$	$r$	$t$	$r$	$t$	$r$	$t$
(Na + K)	-0,776	6,48	+0,767	6,33	+0,78	6,53	+0,72	5,67
Ca	+0,103	0,68	-0,132	0,88	-0,107	0,71	-0,161	1,07
$Fe^{2+}$	-0,602	5,11	+0,56	4,65	+0,601	5,09	+0,474	3,75
Mg	+0,795	7,97	-0,81	8,28	-0,798	8,03	-0,775	7,59
$Fe^{3+}$	-0,30	2,27	+0,298	2,26	+0,29	2,19	+0,287	2,17
Ti	-0,559	3,64	+0,603	4,00	+0,56	3,64	+0,625	4,21
$Al^{VI}$	-0,887	10,35	+0,966	14,95	+0,89	10,45		
$Al^{IV}$	-0,998	21,50	+0,978	16,58				
Al	-0,975	16,13						

коэффициента корреляции между  $Fe^{2+}$  и  $Al^{VI}$  при постоянстве  $Mg$ , который дает:  $\rho_{Fe^{2+}Al^{VI}/Mg} = -0,777$  при  $t = 7,56$ . Та же тенденция отражена и в коэффициентах связи между  $Fe^{2+}$  и  $Mg$  с  $Si$ . Высокая положительная связь между  $Al^{VI}$  и  $Al^{IV}$  показывает нам правильность общей схемы вхождения глинозема в ромбические амфиболы по типу  $MgSi - Al_2$ .

Из второстепенных компонентов представляют интерес высокие коэффициенты связи, которые получаются между  $Ti$  и  $Al$ ,  $Fe^{2+}$  со значением плюс, с другой стороны — с  $Mg$ ,  $Si$  со значением минус, что показывает закономерное возрастание содержания  $Ti$  в железистых жедритах. Что касается  $Fe^{3+}$ , то здесь намечается очень небольшая связь с  $Al$  и отчетливая связь с  $Na$ , т. е. изоморфизм  $Mg_2 - NaFe^{3+}$ . Низкое значение коэффициентов, вероятно, свидетельствует о значительных ошибках в определении этого компонента, что является обычным в химических анализах. Некоторая отрицательная связь имеется между  $Fe^{3+}$  и  $OH$  ( $r = -0,465$ ), что отражает возможность замены по типу:  $Fe^{2+}OH \rightarrow Fe^{3+}O$ . Общее содержание  $Fe^{3+}$  в формулах невелико (до 0,5), но в единичных случаях до 1,16.

Для суммы  $Na$  и  $K$  (с преобладанием  $Na$ ) имеет место высокая положительная связь с  $Al$  и железом, причем особенно высок коэффициент с  $Al$  в четверной координации. Это показывает тенденцию к увеличению содержания щелочей в жедритах и возможность изоморфной замены по типу  $Si - NaAl^{IV}$ . Последнее подтверждается расчетом частного коэффициента корреляции:  $\rho(Na, K) \cdot Al^{IV}/Al^{VI} = +0,443$ ,  $t = 2,93$ , в то время как  $\rho(Na, K) \cdot Al^{VI}/Al^{IV} = -0,0698$  становится незначимым, т. е. замена по типу  $Mg_2 - NaAl$  не имеет места. Однако общее содержание щелочей невелико, максимально отвечает коэффициенту, равному 0,62 в кристаллохимической формуле.

Т а б л и ц а 6

компонентами в ромбических амфиболах

Ti		Fe <sup>3+</sup>		Mg		Fe <sup>2+</sup>	
<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>
+0,42	2,57	+0,60	4,33	-0,699	5,42	+0,507	3,49
-0,145	0,84	+0,363	2,52	+0,068	0,45	-0,021	0,13
+0,60	3,98	+0,22	1,64	-0,895	10,63		
-0,734	5,39	-0,388	3,01				
+0,483	3,03						

Коэффициент связи с Са во всех случаях очень низкий, это подтверждает предположение о том, что данный элемент не входит в решетку ромбических амфиболов и определение его связано с посторонними примесями.

Кроме подсчета корреляционных связей для общей выборки ромбических амфиболов (табл. 6), нами приводятся данные отдельно для антофиллитов из гипербазитов (табл. XIV) и для жедритов (табл. XV). Для первых отмечается высокая отрицательная связь кремнезема с коэффициентом окисления  $K_{ox}$ , что, вероятно, связано с примесью рудного минерала, и положительная значимая связь титана с натрием.

Для жедритов (табл. XV), как и для общей выборки, выявляется отрицательная связь Si с натрием и алюминием и положительная — алюминия с суммой щелочей (за счет натрия), что опять-таки подтверждает замену по схеме  $Si - NaAl^{IV}$ .

Положительная связь Ti с  $Fe^{3+}$  и отрицательная с Mg подтверждает возрастание титана с увеличением железа. Значимая положительная связь щелочей (Na) с железистостью, указывает, как это было отмечено для общей выборки, на повышение натрия в железистых жедритах. Корреляционные связи между элементами формулы в куммингтонитах представлены в табл. 7 и XVI, XVII, XVIII.

Для общей выборки (табл. 7) и для куммингтонитов с содержанием железистости ( $f''$ ) от 50 до 85% (табл. XVI) кремнезем имеет значимую отрицательную связь с  $Fe^{3+}$  (а следовательно, и с  $K_{ox}$ ) и алюминием, что уже отмечалось и для ромбических амфиболов. Титан и здесь (табл. 7) положительно связан с  $Fe^{3+}$  и натрием, опять-таки подтверждая его возрастание в железистых минералах. Интересно, что для общей выборки (табл. 7) Са отрицательно связан с  $Fe^{2+}$ , следовательно, в отличие от ромбических амфиболов, в куммингтонитах он, вероятно, входит в решетку, изморфно замещая железом.

По мнению некоторых исследователей (Layton a. Phillips, 1960; Mueller, 1960; Layton, 1964), частичное вхождение кальция в позицию X (что является критическим фактором, позволяющим замещение более крупных ионов железа на ионы магния в позиции Y) влияет на образование моноклинной

**Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов и неоктонитов-грюнеритов**

	Si	Ti	Al	$Fe^{3+}$	$Fe^{2+}$	Mn	Mg	Ca
$f''$	+0,247	-0,101	-0,173	+0,081	<b>+0,976</b>	<b>-0,477</b>	<b>-0,956</b>	<b>-0,262</b>
$f'$	<b>+0,380</b>	-0,231	<b>-0,333</b>	-0,052	<b>+0,924</b>	-0,202	<b>-0,987</b>	<b>-0,265</b>
$f$	<b>+0,355</b>	-0,188	<b>-0,307</b>	+0,021	<b>+0,921</b>	-0,220	<b>-0,994</b>	-0,251
$K_{ox}$	<b>-0,348</b>	<b>+0,410</b>	<b>+0,296</b>	<b>+0,796</b>	<b>-0,347</b>	+0,039	+0,197	+0,206
(Na + K)	-0,150	<b>+0,332</b>	<b>+0,312</b>	<b>+0,298</b>	+0,127	-0,243	-0,199	-0,067
OH	-0,119	+0,079	-0,060	-0,009	-0,159	+0,074	+0,072	+0,003
K	-0,130	+0,026	+0,089	+0,081	+0,234	-0,198	-0,213	-0,069
Na	-0,141	<b>+0,385</b>	<b>+0,331</b>	<b>+0,334</b>	+0,070	-0,218	-0,162	-0,057
Ca	<b>-0,336</b>	+0,235	+0,190	+0,199	<b>-0,348</b>	+0,193	+0,227	
Mg	<b>-0,360</b>	+0,132	+0,268	-0,060	<b>-0,905</b>	+0,231		
Mn	+0,218	-0,234	<b>-0,351</b>	-0,249	<b>-0,525</b>			
$Fe^{2+}$	+0,255	-0,159	-0,216	-0,060				
$Fe^{3+}$	<b>-0,353</b>	<b>+0,439</b>	<b>+0,327</b>					
Al	<b>-0,736</b>	<b>+0,428</b>						
Ti	<b>-0,409</b>							
$\bar{X}$	7,843	0,010	0,238	0,152	3,715	0,333	2,531	0,168
S	0,173	0,017	0,212	0,183	1,466	0,572	1,214	0,124

фазы. Симметрия ромбического антофиллита не позволяет замещение позиции X большими ионами.

Это хорошо согласуется с результатами экспериментальных исследований, проведенных в последнее время.

Так, в противоположность антофиллиту (Hellner, Hinrichsen, Seifert, 1965; Hinrichsen, 1967), куммингтонит в экспериментах можно было получить только в присутствии около 2 вес. % кальция (Schürmann, 1967). Этот факт играет существенную роль при образовании куммингтонита вместо антофиллита в области перекрытия.

Данные экспериментов близки к средним содержаниям (табл. 1), особенно для маложелезистых куммингтонитов, которые перекрывают области существования ромбических амфиболов. Среднее содержание кальция здесь равно 0,23 единиц в кристаллохимической формуле, что приблизительно соответствует 1,5 вес. % CaO, но в отдельных анализах природных куммингтонитов содержание Ca бывает нередко весьма незначительным (табл. 1), падая почти до нуля.

В куммингтоните, богатом  $Fe^{2+}$ , вхождение Ca возможно лишь ограниченно. По мнению Шюрман (Schürmann, 1967), ион  $Fe^{2+}$ , в противоположность иону  $Mg^{2+}$ , при почти полном замещении последнего, искажает относительно прочную структуру, и симметрия от ромбической понижается к моноклинной без существенного вхождения Ca. В связи с этим в экспериментах (Hellner, Hinrichsen, Seifert, 1965) нельзя было получить ромбический железистый антофиллит. Среднее содержание Ca в природных грюнеритах (табл. 1) падает по сравнению с более магниезальными куммингтонитами до 0,1 единиц в кристаллохимической формуле.

На рис. 21 (по Schürmann, 1967) показаны области устойчивости синтетического антофиллита и куммингтонита (с примесью 2 вес. % CaO). Двойная штриховка соответствует области перекрытия ( $f = 30-60$ ). Область устойчивости куммингтонита лежит между составом  $Mg_{65}Fe_{35}$  (нижняя температура устойчивости равна  $615^{\circ}C$ ) и  $Mg_0Fe_{100}$  (нижняя температура устойчивости —  $450^{\circ}C$ ).

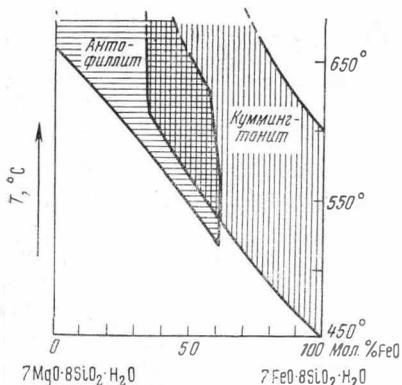
Таблица 7

торыми производными величинами в кристаллохимической формуле куммингтонита (общая выборка)

Na	K	OH	(Na+K)	$K_{ox}$	$f$	$f'$	$f''$
+0,145	+0,243	-0,121	+0,193	-0,235	+0,959	+0,951	
+0,074	+0,211	-0,096	+0,123	-0,297	+0,997		
+0,108	+0,216	-0,100	+0,154	-0,232			
+0,307	-0,004	+0,040	+0,254				
+0,967	+0,652	+0,097					
+0,114	+0,008						
+0,451							
$n = 58$ $r_{знач} \geq 0,257$							
0,075	0,015	1,803	0,090	0,046	62,35	61,42	59,51
0,089	0,028	0,324	0,010	0,069	18,00	18,43	21,03

Для марганцевых куммингтонитов ( $MnO > 9,5$  вес. %) Ca имеет значимую связь (отрицательную) только с Si и группой OH (положительную.) Интересно отметить отрицательную значимую связь Na с  $Fe^{2+}$  и OH с Ti и K, хотя среднее содержание последних незначительное (0,001). Двухвалентное железо дает отрицательную связь с Mn.

В связи с вопросом содержания Ca в куммингтонитах будет уместно рассмотреть вопрос соотношения между куммингтонитами и кальциевыми амфиболами — актинолитами и роговыми обманками.

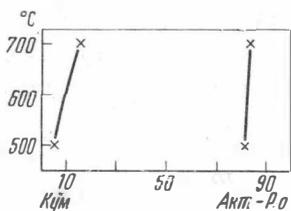


**Рис. 21.** Поля устойчивости синтетического антофиллита и куммингтонита. Двойная штриховка соответствует области перекрытия (Schüggapp, 1967)

ние роговообманкового компонента в куммингтоните находится в пределах от 11 до 18%. Так как этот парагенезис более высокотемпературный, то даже при таком малом количестве материала с несомненностью устанавли-

Прежде всего следует отметить, что сосуществование куммингтонита с кальциевыми амфиболами несомненно доказывает разрыв смесимости, на что обратил внимание еще Сундиус (Sundius, 1933).

Для равновесных куммингтонита и актинолита имеется две пары анализов (табл. 3). В куммингтоните содержание актинолитового компонента отвечает 5 и 1% (последний куммингтонит богат марганцем), а соответственно, содержание куммингтонитового компонента в актинолите (по недостатку кальция) отвечает 21 и 17%. Гораздо более высокое содержание Ca характерно для куммингтонитов, находящихся в парагенезисе с роговой обманкой (табл. 3), где содержа-



**Рис. 22.** Схема соотношения куммингтонита и ряда актинолит — роговая обманка (положение точек отвечает усредненным данным)

вается четкое повышение растворимости кальциевого компонента в куммингтонитах с повышением температуры.

В роговых обманках, находящихся в равновесии с куммингтонитом, содержание кальциевого компонента колеблется в значительных пределах, отвечающих (не считая особняком стоящего анализа 678) от 13 до 21%. Таким образом, порядок цифр будет такой же, как и для актинолитов. Здесь, видимо, повышение температуры не сказывается на растворимости кальциевого компонента. Учитывая то обстоятельство, что некоторые парагенезисы роговой обманки, в частности 682, относятся к амфиболитовой фации, соотношение (усредняя полученные цифры) можно представить следующей схемой (рис. 22), для которой температуры и составы даны сугубо приблизительно.

## СВЯЗЬ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ С ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ МАГНЕЗИАЛЬНО-ЖЕЛЕЗИСТЫХ АМФИБОЛОВ

В табл. 8 сведены коэффициенты корреляции (вместе с критерием достоверности) между оптическими свойствами и некоторыми составляющими ионами, которые позволяют выяснить связь между ними в ромбических амфиболах.

Т а б л и ц а 8

**Коэффициенты связи некоторых компонентов с оптическими данными  
и удельным весом**

Число данных		Fe <sup>2+</sup>		Mg		Al <sup>VI</sup>		Al <sup>IV</sup>		Al		Si	
		<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>t</i>
42	<i>Ng</i>	+0,899	9,16	-0,970	13,07	+0,712	5,57	+0,789	6,67	+0,772	6,40	-0,789	6,67
28	<i>2V</i>	-0,28	1,44	+0,112	0,57	+0,049	0,25	-0,179	0,91	-0,087	0,44	+0,186	0,94
31	<i>d</i>	+0,883	7,35	-0,927	8,66	+0,673	4,32	+0,711	4,69	+0,706	4,65	-0,715	4,75

Приведенные величины подтверждают общеизвестное положение зависимости удельного веса и показателя преломления ромбических амфиболов (как и других фемических минералов) прежде всего от железистости. Необходимо рассмотреть вопрос о связи показателя преломления с алюминием и выяснить, является ли она косвенной (см. выше связь между Al и Fe<sup>2+</sup>) или прямой. Судя по приведенной таблице, за некоторую прямую связь говорит более высокий коэффициент корреляции Ng·Mg по сравнению с Ng·Fe<sup>2+</sup>. Вычисляя частные коэффициенты корреляции получим:

$$\rho_{Al \cdot Ng/Fe^{2+}} = +0,806 \quad \text{при } t = 6,88,$$

$$\rho_{Al \cdot d/Fe^{2+}} = +0,627 \quad \text{при } t = 3,83.$$

Это указывает на то, что замещение магния алюминием при равном содержании железа приводит к увеличению показателя преломления и удельного веса (*d*).

Коэффициенты связи вычислялись также между показателями преломления и железистостью (*f*), удельным весом и *f*, а также между показателем преломления *Ng* и суммой FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + MnO (в весовых процентах), обозначенной как Fe.

Полученные результаты использовались для расчетов уравнений одномерной регрессии (Урбах, 1964), причем приводятся данные как прямой, так и обратной функции, на основании которых строятся графики зависимости с нанесением точек используемых анализов.

Необходимо отметить, что при высокой корреляционной связи (близкой к единице) показателя преломления и железистости, кривые зависимости почти сливаются. В случае большего отклонения коэффициента корреляции от единицы кривые, пересекаясь в точке среднего значения, расходятся на довольно значительный угол, и данные по кривым (а следовательно, и по уравнениям) необратимы.

Нами принято для магнезиально-железистых и других групп амфиболов проведение усредненных линий для сводных рабочих графиков. Эти усредненные линии совпадают с линиями единой корреляционной связи, выведенными с использованием коэффициента единой линейной регрессии (Мирчик, Бухарцев, 1959).

В литературе существует другое мнение. Так, приводя два уравнения прямой и обратной зависимости показателя преломления и железистости для хлоритов, К. Б. Кепежинская (Кепежинская, 1965) строит график только с использованием обратной функции, т. е. по одному уравнению.

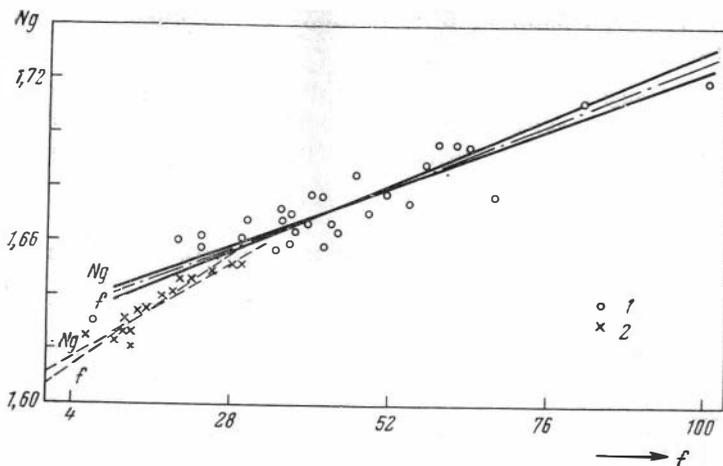


Рис. 23. Построение графика  $Ng - f$ , для антофиллита и жедрита  
 1 — жедрит, 2 — антофиллит

Усредненные линии, принятые нами, являются наиболее приемлемыми, так как функциональная зависимость химический состав — свойства должна быть обратимой.

На рис. 23 представлен график зависимости показателя преломления  $Ng$  от общей железистости для антофиллитов и жедритов.

Для первых на основании 14 данных получаем:

$$Ng = 1,6108 + 0,0015 \cdot f, \quad (1)$$

$$f = 581,28 \cdot Ng - 934,20. \quad (1a)$$

Для жедритов на основании 26 данных вычислено:

$$Ng = 1,633 + 0,0009 \cdot f, \quad (2)$$

$$f = 945,37 \cdot Ng - 1538,4. \quad (2a)$$

На вышеуказанном графике проведены прямые; две верхние (сплошные) — для жедритов и две нижние (пунктирные) — для антофиллитов, отвечающие выведенным уравнениям, причем для первого уравнения жедритов линия обозначена  $Ng$ , для второго  $f$ . Такое же обозначение сделано и для антофиллитов.

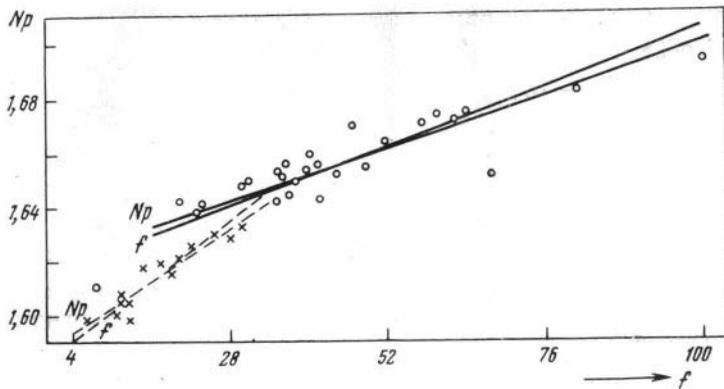
Прямые  $Ng$  антофиллитов и жедритов определяют значение наибольшего показателя преломления при известном значении железистости. Соответственно прямые  $f$  определяют значение железистости при определенном показателе преломления.

Ниже приводим уравнение для жедритов, вычисленное с применением коэффициента единой линейной регрессии (Мирчик, Бухарцев, 1959).

$$Ng = 1,630 + 0,001 \cdot f. \quad (3)$$

Проведенная по этому уравнению линия единой корреляционной связи совпадает с усредненной между парой  $Ng, f$  (на рис. 23 она проведена штрих-пунктиром и отражает функциональную зависимость  $Ng$  и  $f$ ), давая обратимые результаты.

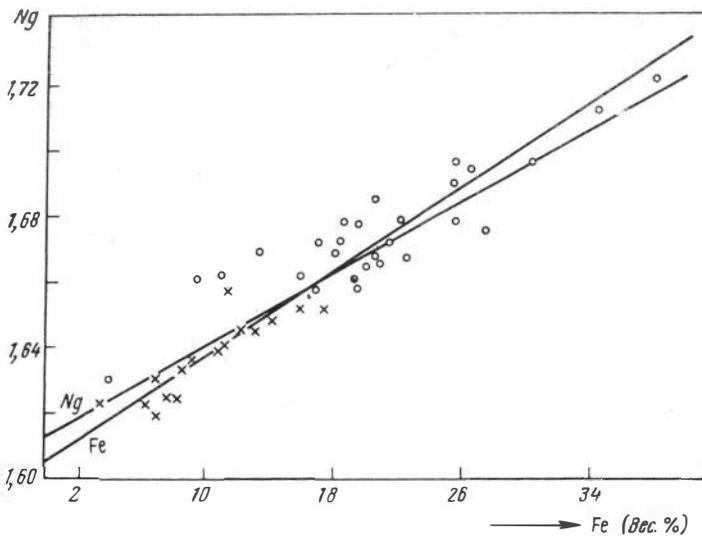
Интересно отметить, что если продолжить линии для антофиллитов (рис. 23), то они пересекут соответствующие линии жедритов. По мнению В. С. Соболева (Соболев, Костюк, 1965), замещение железа на алюминий должно понижать показатель преломления, следовательно, при значительной железистости повышение содержания алюминия снижает  $Ng$  в связи с общим понижением весового содержания  $FeO$ . Это должно относиться не только к



**Рис. 24.** Построение графика  $Nr - f_i$  для антофиллита и жедрита  
Условные обозначения те же, что и для рис. 23

ромбическим амфиболам, но и к другим подобным минералам — роговым обманкам, биотитам и др.

Для жедритов выше было отмечено наличие положительной связи между алюминием и железом. Однако, как уже отмечалось при рассмотрении графика рис. 13, анализы там ложатся отнюдь не вдоль одной линии, а занимают широкую расплывчатую полосу, т. е. возможны широкие колебания содержания глинозема при одинаковом  $f$ . Отсюда ясно, что для жедритов не



**Рис. 25.** Построение графика зависимости  $Ng$  от суммы железа (Fe) вес. % для ромбических амфиболов

Условные обозначения те же, что и для рис. 23

может быть составлен единый достаточно точный график для определения относительной железистости по показателю преломления, и результаты определения могут давать значительные отклонения. Гораздо меньшие отклонения можно ожидать при работе с графиком, отражающим зависимость весового содержания железа от показателя преломления (рис. 25).

На рис. 24 показана зависимость показателя преломления  $Nr$  от железистости. Прямые зависимости проведены на основании следующих уравнений

одномерной регрессии для антофиллитов (13 данных):

$$Np = 1,5868 + 0,0016 \cdot f, \quad (4)$$

$$f = 550,09 \cdot Np - 871,00. \quad (4a)$$

Для жедритов (24 данных):

$$Np = 1,6194 + 0,0008 \cdot f, \quad (5)$$

$$f = 1095,2 \cdot Np - 1769,00. \quad (5a)$$

График зависимости показателя преломления  $Ng$  от суммы  $FeO + Fe_2O_3 + MnO$  (в вес. %), обозначенной как  $Fe$ , представлен на рис. 25 и является общим для антофиллитов и жедритов. Согласно уравнению одномерной регрессии, получаем:

$$Ng = 1,6132 + 0,00278 \cdot Fe, \quad (6)$$

$$Fe = 309,18 \cdot Ng - 496,48. \quad (6a)$$

Уравнения вычислены по 43 анализам.

Для выяснения зависимости удельного веса ( $d$ ) ромбических амфиболов от железистости были также выведены уравнения одномерной регрессии на основании 31 данного:

$$d = 2,939 + 0,0068 \cdot f, \quad (7)$$

$$f = 120,15 \cdot d - 347,66 \quad (7a)$$

и построен график такой зависимости (рис. 26).

Данные по двупреломлению математической статистикой не обрабатывались. Зависимость величины двупреломления от железистости показана на графике рис. 27. Хотя разброс точек на графике значительный, но все же намечается достаточно четко уменьшение двупреломления с увеличением железистости в антофиллитах и повышение его в жедритах. Эти данные достаточно хорошо согласуются с данными, непосредственно вычисленными по графикам  $Ng$  и  $Np$ .

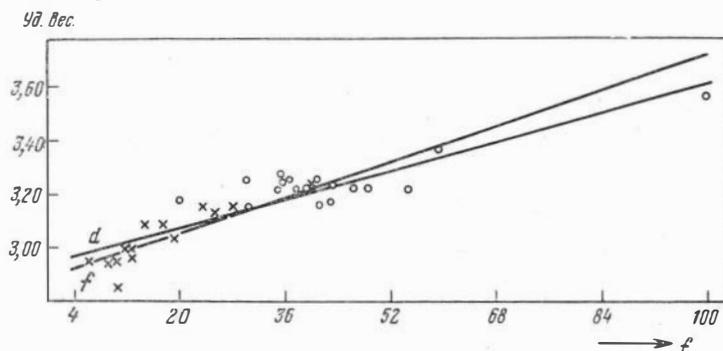


Рис. 26. Построение графика зависимости удельного веса ( $d$ ) от железистости для ромбических амфиболов

Условные обозн. те же, что для рис. 23

В заключение приводим сводный рабочий график (рис. 28). Как уже предварительно отмечалось, линии зависимости  $Ng$ ,  $Np$  и  $d$  от железистости проведены как средние между каждой парой сдвоенных прямых, представленных на рис. 23, 24 и 26 (линии  $Np$  несколько исправлены по данным двупреломления). Сюда же наносим и линии зависимости железистости от величины двупреломления.

Сравнивая наши данные с диаграммой, приведенной у А. Н. Винчелла (1953), необходимо отметить следующее: 1) Винчеллом дана диаграмма толь-

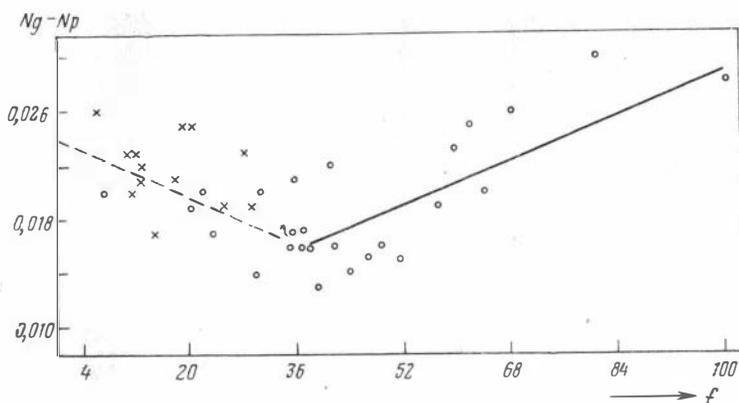


Рис. 27. Построение графика  $(Ng - Np) - f$  для антофиллита и жедрита

Условные обозн. те же, что для рис. 23

ко зависимости  $Ng - f$  для ромбических амфиболов до 60% железистости, 2) кривые  $Ng$  антофиллитов и жедритов у Винчелла идут параллельно, а на нашем графике они пересекаются (при  $f = 35\%$ ), что соответствует их теоретическим соотношениям. По диаграммам Трегера (1958) соответствующее пересечение имеет место при  $f = 65\%$ .

Для сравнения данных нашей диаграммы с диаграммами Винчелла и Трегера отмечаем следующее:

	$f = 30\%$	$f = 60\%$
	$Ng$ антофиллитов	$Ng$ жедритов
По диаграмме Винчелла . . . . .	1,648	1,672
По диаграммам Трегера . . . . .	1,653	1,666
По графику рис. 28 . . . . .	1,658	1,660

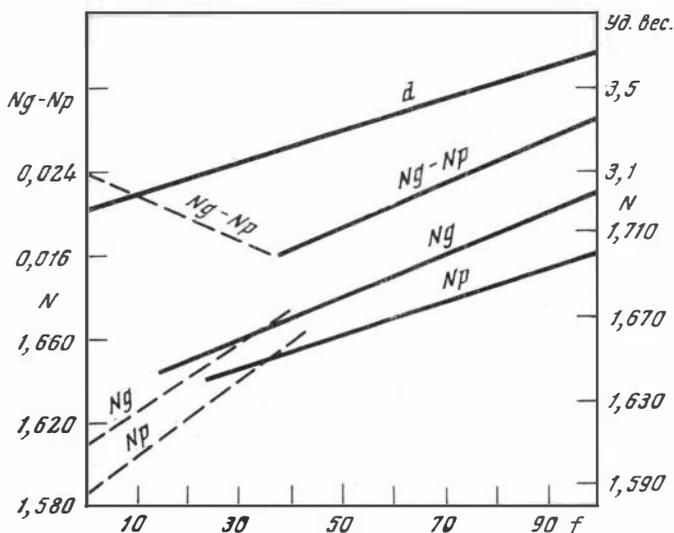


Рис. 28. Рабочий график для определения железистости антофиллита и жедрита по оптическим свойствам и удельному весу  
Пунктирные линии — для антофиллита

Из приведенного выше видно довольно значительное расхождение наших данных с данными графика Винчелла, которые увеличиваются с увеличением  $f$ , значения же, по Трегеру, близки к нашим.

Для прямого определения показателя преломления ( $Ng$ ) в ромбических амфиболах по содержанию  $Fe^{2+}$  и Al (количество катионов в кристаллохимической формуле) может быть получено двумерное уравнение, где  $Ng$  — функция двух переменных. На основе данных 40 анализов антофиллитов и жедритов после соответствующих расчетов получаем:

$$Ng = 1,6189 + 0,0072 \cdot Al + 0,0163 \cdot Fe^{2+} \pm 0,004. \quad (8)$$

Для расчета двумерного уравнения использовались следующие данные математической статистики:

$$\begin{aligned} r_{Ng \cdot Al} &= + 0,80081; & S_{Ng} &= 0,024093; \\ r_{Ng \cdot Fe^{2+}} &= + 0,89995; & \bar{X}_{Al} &= 1,5955; \\ r_{Al \cdot Fe^{2+}} &= 0,56513; & \bar{X}_{Fe^{2+}} &= 1,8057; \\ S_{Al} &= 1,2502, & \bar{X}_{Ng} &= 1,6599. \\ S_{Fe^{2+}} &= 0,97076; \end{aligned}$$

Выведенное уравнение дает возможность определить  $Ng$  ромбических амфиболов по алюминию и железу, однако перед нами большей частью стоит обратная задача — определение состава по свойствам. Здесь нужны по крайней мере два уравнения. Для второго такого уравнения могло бы служить  $2V$ . Однако, как видно из табл. 8, коэффициенты корреляции здесь весьма незначительны (нереальны), что связано с нелинейным характером зависимости угла оптических осей от химического состава.

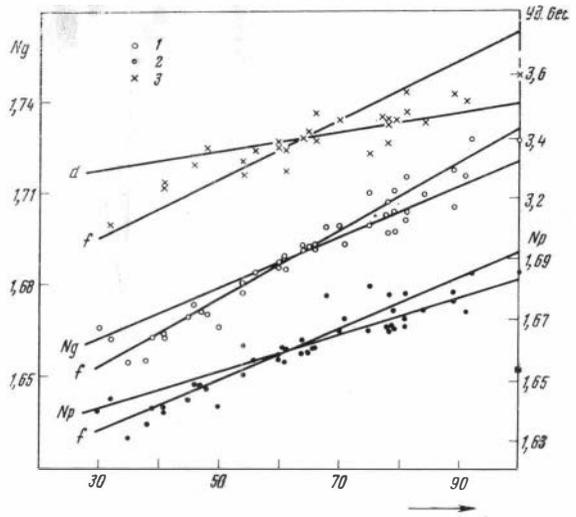
Построение графиков типа, разработанных Винчеллом для определения состава с использованием данных  $2V$ , также ни к чему не приводит, так как ряд точек резко отскакивает от проведенных изолиний. Последнее сказывается и на значении коэффициентов связи. По-видимому, нужны более точные данные по замерам угла оптических осей и большее их число.

Имеющиеся константы параметров решетки ромбических амфиболов (табл. III) прежде всего показывают, что  $a_0$  и  $c_0$  колеблются в совершенно незначительных пределах, для  $a_0$  — 0,10 максимальная разница (принимая данные И. В. Гинзбург и др. (1961) до 0,25); а для  $c_0$  — 0,06. Такие колебания настолько малы, что они не дают ничего для суждения о составе, тем более что коэффициенты корреляции получаются чрезвычайно низкие. Более значительно колебание  $b_0$  — 0,44. Однако коэффициенты корреляции здесь в общем малы, и прямое сопоставление показывает, что трудно наметить какие-либо закономерности. Так, например, сопоставляя анализы, отвечающие самым широким колебаниям параметра  $b_0$ , видим, что коэффициенты при главных составляющих, которые должны бы влиять на параметры ( $Fe^{2+}$ , Al и Si), оказываются весьма низкими. В то же время все параметры наиболее железистого жедрита (№ 72) и наиболее магниального антофиллита (№ 44) весьма близки. По-видимому, такой результат связан с обратным влиянием взаимосвязанных катионов, а именно  $Fe^{2+}$  и Al в четверной координации должны несколько увеличивать параметры решетки, а Al шестерной — должен несколько уменьшать эти параметры. Это легко усмотреть в уравнении, которое приводит Хей (Hey, 1956),  $b$  (Å) =  $16,44 + 0,28 Si - 0,13 Mg + 0,40 (Ca + Na + K) \pm 0,04$ , где знаки и величины коэффициентов при Si и Mg отражают указанную закономерность. Однако приводимая погрешность весьма значительна, а коэффициенты корреляции очень малы, так что уравнение пока не может дать хороших результатов для определения химического состава.

И. В. Гинзбург и др. (1961), рассмотревшие этот вопрос специально, также не дали на графиках вариационных линий для ромбических амфиболов, так как разброс точек очень велик, в то время как у других амфиболов ус-

Рис. 29. Построение графиков зависимости показателей преломления и удельного веса от железистости для куммингтонита

1 — точки для  $N_g$ ; 2 — точки для  $N_p$ ; 3 — точки для удельного веса



тановлено заметное повышение параметров с увеличением содержания  $Fe^{2+}$ . Для проверки указанного положения нами были также вычислены средние параметры решетки для антофиллитов и жедритов с учетом цифр, по И. В. Гинзбург и др. Для антофиллитов получено:  $a_0 = 18,51$ ;  $b_0 = 17,98$ ;  $c_0 = 5,27$ , для жедритов  $a_0 = 18,52$ ;  $b_0 = 17,90$ ;  $c_0 = 5,29$ . Заметные различия получились снова для параметра  $b_0$  несколько меньше для жедрита, т.е. здесь, очевидно, преобладает влияние Al в шестерной координации. Однако количество данных очень незначительно, и нужны, очевидно, дальнейшие точные исследования, которые могут открыть путь к определению содержания глинозема по параметру  $b_0$ .

Зависимость показателей преломления от железистости для куммингтонитов показана следующими уравнениями, выведенными на основании данных по 45 анализам. Марганцевые куммингтониты (с  $MnO > 5$  вес. %) исключены.

Для  $N_g$  получено:

$$N_g = 1,63686 + 0,00085 \cdot f \pm 0,009 \quad (9)$$

$$f = 883,41 \cdot N_g - 1430,45 \pm 9,7. \quad (9a)$$

Для  $N_p$  куммингтонитов:

$$N_p = 1,6212 + 0,00062 \cdot f \pm 0,007, \quad (10)$$

$$f = 1167,69 \cdot N_p - 1875,80 \pm 9,9. \quad (10a)$$

Зависимость удельного веса от железистости в куммингтонитах выражается следующими уравнениями:

$$d = 3,1829 + 0,00321 \cdot f \pm 0,08, \quad (11)$$

$$f = 101,201 \cdot d - 278,87 \pm 15,3. \quad (11a)$$

По данным приведенных уравнений построен график зависимости (рис. 29) показателей преломления и удельного веса от железистости.

Как видно из приведенных ошибок к уравнениям, определение железистости по удельному весу дает результаты с малой точностью и несколько лучшие данные получим по показателям преломления, но и здесь ошибка довольно большая. Об этом свидетельствует и разброс точек анализов на графике (рис. 29).

Сопоставление данных (см. приведенные ниже цифры), полученных для куммингтонитов, с данными Трегера (1958) и Винчелла (1949), свидетельст-

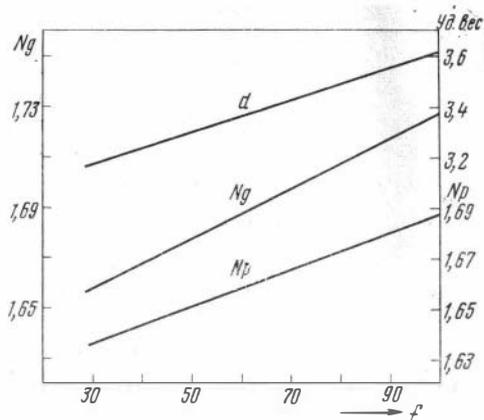


Рис. 30. Рабочий график определения железистости куммингтонита по показателям преломления и удельному весу. Куммингтониты с содержанием  $MnO > 5$  вес. % исключены

вует о том, что при полном совпадении кривой для удельного веса, отмечается несколько более высокое положение наших кривых для  $Ng$  и  $Np$  по отношению к кривым упомянутых авторов, т. е. разница в железистости составляет в среднем 7% (рис. 30). Она должна несколько увеличиться, если учесть, что нами рассчитывалась общая железистость  $f$ , включая  $Fe_2O_3$  и  $MnO < 5$  вес. %, в то время как, судя по рисункам Трегера (1958, стр. 114) и Винчелла (1949, рис. 166а), принималось во внимание только закисное железо.

		Общая железистость				
		30	50	60	70	90
Наши данные		3,17	3,30	3,36	3,43	3,54
Трегер	$d$	3,18	3,30	3,36	3,43	3,54
Винчелл		3,17	3,29	3,36	3,42	3,54
Наши данные		1,653	1,678	1,688	1,697	1,717
Трегер	$Ng$	1,653	1,674	1,685	1,695	1,717
Винчелл		1,655	1,675	1,687	1,695	1,717
Наши данные		1,636	1,651	1,658	1,666	1,688
Трегер	$Np$	1,627	1,644	1,653	1,661	1,677
Винчелл		1,625	1,643	1,654	1,662	1,675

**КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИЕ АМФИБОЛЫ РЯДА  
ТРЕМОЛИТ — АКТИНОЛИТ — РОГОВАЯ ОБМАНКА**

---

**ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ АМФИБОЛОВ**

Выделение парагенетических типов амфиболов преследовало цель выяснения закономерности изменения состава минерала от состава породы, с одной стороны, и от термодинамических условий, с другой.

Наиболее полно эти задачи могли быть решены выделением узких парагенетических типов для пород определенного состава в каждой фации. Сравнение их внутри фации отразило бы влияние изменения состава, а сравнение амфиболов однотипных пород разных фаций отразило бы влияние температуры и давления.

Однако использование таких типов часто затруднялось малочисленностью выборок. Вместе с тем образование роговых обманок происходит в широком диапазоне температуры и давления, а изменение их состава происходит в весьма сложной многокомпонентной системе, и визуальная оценка отдельных факторов может привести к неправильному заключению. Поэтому мы, используя большой фактический материал и привлекая методы статистики, попытались дать средние типы роговых обманок для отдельных фаций и их сравнение. Это позволило проверить влияние температуры и давления на изменение состава и рассмотреть возможности определения фации метаморфизма по составу роговой обманки.

Предварительно была проведена проверка соответствия нормальному закону распределения по главным компонентам в формуле роговых обманок не только для отдельной фации, но и всех роговых обманок высоко- и средне-температурных пород (после выделения особых типов).

Данные по критериям показывают нормальное распределение по Si, Al,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{IV}$  [Al — (Na + K)], (Al +  $Fe^{3+}$ ),  $K_{ox}$  или близкое к нормальному по Ca, Mg,  $Al^{VI}$  — (Na + K), ( $Al^{VI}$  +  $Fe^{3+}$ ); [ $Al^{IV}$  — (Na + K)].

Вопросами изменения химического состава амфиболов в зависимости от фациальной принадлежности породы исследователи занимались и ранее (Закруткин, 1961; Engel a. Engel, 1962; Foslie, 1945; Лутц, 1964 и др.), однако использовали при этом сравнительно ограниченный материал.

Мы попытаемся показать ниже, что приведенные результаты подтверждают правильность выбранного пути, позволив лучше обосновать ряд выводов, сделанных другими исследователями, а также выяснить новые закономерности.

Для выделения парагенетических типов нами было использовано 550 отобранных анализов роговых обманок и актинолитов. Как уже указывалось

Сводные данные по средним содержаниям ( $\bar{X}$ ) и стандартным отклонениям (S) амфиболов ряда роговая обманка — актинолит

Номер типа	Порода, ассоциации	Число анализов (n)	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn
1	Гранулитовая фация	30	$\bar{X}$ 6,282	0,248	2,173	1,708	0,460	0,487	1,627	0,021
			S 0,238	0,113	0,364	0,250	0,269	0,176	0,373	0,014
2	Паргаситы из карбонатных пород	19	$\bar{X}$ 6,135	0,044	2,706	1,866	0,741	0,384	0,365	0,013
			S 0,280	0,026	0,370	0,280	0,265	0,242	0,239	0,013
3	Амфиболитовая фация без гипертена, исключая гранито-гнейсы	89	$\bar{X}$ 6,491	0,135	1,950	0,509	0,442	0,514	1,712	0,045
			S 0,272	0,055	0,364	0,273	0,251	0,220	0,449	0,027
3a	То же, в ассоциации с кварцем	37	$\bar{X}$ 6,483	0,143	2,050	1,517	0,533	0,484	1,966	0,053
			S 0,285	0,056	0,370	0,285	0,261	0,244	0,494	0,034
3б	То же, для бескварцевых ассоциаций	30	$\bar{X}$ 6,508	0,125	1,902	1,490	0,412	0,556	1,478	0,041
			S 0,209	0,044	0,320	0,212	0,230	0,198	0,306	0,020
3в	То же, в ассоциации с Пм + Пл ± (Би, Кв)	13	$\bar{X}$ 6,506	0,133	1,803	1,495	0,509	0,625	1,447	0,041
			S 0,163	0,040	0,160	0,162	0,178	0,218	0,314	0,018
3г	То же, в ассоциации с Гр + Пл ± (Би, Кв)	11	$\bar{X}$ 6,427	0,130	2,359	1,573	0,785	0,412	2,101	0,032
			S 0,252	0,039	0,288	0,251	0,225	0,155	0,386	0,015
3з	Гранито-гнейсы	9	$\bar{X}$ 6,036	0,303	2,036	1,851	0,184	0,885	2,949	0,109
			S 0,151	0,284	0,250	0,137	0,145	0,268	0,475	0,033
4	Эпидот-амфиболитовая фация	37	$\bar{X}$ 6,652	0,112	1,819	1,349	0,469	0,527	1,504	0,43
			S 0,262	0,058	0,269	0,262	0,183	0,216	0,355	0,030
5	Дистенсодержащие породы, исключая тип 5а	34	$\bar{X}$ 6,354	0,105	2,441	1,676	0,764	0,511	1,535	0,030
			S 0,284	0,084	0,451	0,231	0,305	0,217	0,304	0,015
5а	Роговая обманка в ассоциации с дистеном	5	$\bar{X}$ 6,357	0,065	2,952	1,642	1,310	0,238	0,996	0,013
			S 0,172	0,016	0,321	0,173	0,242	0,087	0,328	0,005
6	Каринтины из пород эколгитовой фации	9	$\bar{X}$ 6,516	0,088	2,292	1,384	0,907	0,316	0,622	0,006
			S 0,249	0,051	0,302	0,248	0,136	0,140	0,229	0,003
7	Роговые обманки из пород, связанных с глаукофановыми сланцами	14	$\bar{X}$ 7,108	0,101	1,614	0,890	0,724	0,553	1,124	0,026
			S 0,189	0,085	0,333	0,189	0,321	0,227	0,323	0,031
8	Роговые обманки из гранитов	16	$\bar{X}$ 6,238	0,293	1,898	1,681	0,211	0,659	3,165	0,056
			S 0,266	0,243	0,261	0,174	0,154	0,182	0,788	0,028
9	Роговые обманки из диоритов, гранодиоритов и кварцевых диоритов	22	$\bar{X}$ 6,676	0,133	1,703	1,325	0,383	0,450	1,635	0,051
			S 0,264	0,065	0,405	0,264	0,207	0,134	0,408	0,089
10	Роговые обманки из габбро	20	$\bar{X}$ 6,581	0,123	1,909	1,420	0,490	0,311	1,341	0,026
			S 0,365	0,096	0,409	0,365	0,197	0,176	0,276	0,029
11	Роговые обманки из роговиков	11	$\bar{X}$ 6,426	0,129	2,109	1,575	0,616	0,402	2,072	0,054
			S 0,338	0,075	0,326	0,337	0,169	0,227	0,448	0,019
12	Роговые обманки из скарнов	26	$\bar{X}$ 6,526	0,070	1,856	1,463	0,396	0,566	1,457	0,025
			S 0,350	0,063	0,382	0,344	0,254	0,330	0,845	0,032
13	Роговые обманки из зеленых сланцев	18	$\bar{X}$ 7,653	0,038	0,438	0,318	0,119	0,200	1,084	0,042
			S 0,265	0,046	0,294	0,228	0,134	0,177	0,620	0,059
14	Винциты	7	$\bar{X}$ 7,517	0,015	0,675	0,397	0,279	0,386	0,507	0,249
			S 0,286	0,022	0,465	0,302	0,238	0,191	0,777	0,233

## элементов и некоторых производных величин в кристаллохимической формуле из пород различных фациальных типов

Mg	Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> - (Na+K)	Al <sup>-</sup> (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + +Fe <sup>3+</sup>	K <sub>ox</sub>	f	f'
2,313 0,401	1,844 0,169	0,517 0,096	0,216 0,123	1,485 0,384	0,733 0,122	0,976 0,242	1,439 0,362	0,946 0,224	0,231 0,069	47,85 9,34	40,48 11,84
3,680 0,432	2,010 0,098	0,531 0,186	0,385 0,145	0,971 0,498	0,916 0,149	0,945 0,321	1,642 0,404	1,126 0,291	0,507 0,153	17,07 8,67	9,47 6,26
2,261 0,565	1,842 0,168	0,421 0,117	0,182 0,099	1,728 0,360	0,603 0,160	0,906 0,246	1,348 0,385	0,955 0,247	0,233 0,091	50,32 11,31	44,03 12,34
1,994 0,631	1,756 0,155	0,405 0,097	0,177 0,104	1,753 0,319	0,581 0,141	0,936 0,264	1,469 0,395	1,017 0,270	0,200 0,093	55,96 12,37	50,74 13,66
2,460 0,364	1,891 0,172	0,446 0,139	0,174 0,097	1,605 0,443	0,620 0,187	0,870 0,227	1,282 0,386	0,968 0,213	0,274 0,086	45,83 7,40	38,26 7,70
2,455 0,230	1,994 0,138	0,449 0,145	0,220 0,107	1,390 0,498	0,669 0,225	0,827 0,209	1,136 0,330	0,934 0,193	0,305 0,104	46,26 4,76	37,55 6,45
1,600 0,354	1,844 0,141	0,400 0,084	0,185 0,066	1,671 0,306	0,585 0,101	0,987 0,241	1,773 0,268	1,197 0,207	0,164 0,054	61,23 8,87	57,06 9,41
0,800 0,557	1,703 0,133	0,503 0,082	0,341 0,044	1,598 0,330	0,844 0,100	1,008 0,170	1,193 0,257	1,068 0,240	0,231 0,059	83,15 11,47	79,67 13,10
2,410 0,513	1,808 0,149	0,414 0,133	0,133 0,097	1,811 0,301	0,547 0,177	0,803 0,240	1,272 0,258	0,996 0,215	0,256 0,081	46,30 10,92	39,43 10,51
2,055 0,468	1,764 0,155	0,474 0,095	0,124 0,088	1,930 0,148	0,598 0,112	1,078 0,212	1,839 0,443	— —	0,245 0,098	50,45 8,51	43,53 8,42
2,568 0,567	1,524 0,135	0,542 0,249	0,109 0,043	1,876 0,194	0,652 0,285	1,052 0,497	2,302 0,597	1,546 0,243	0,195 0,036	33,17 11,62	28,93 11,02
3,176 0,489	1,517 0,113	0,805 0,116	0,143 0,042	1,771 0,410	0,948 0,130	0,437 0,211	1,343 0,246	1,224 0,250	0,334 0,136	23,29 8,58	16,96 7,28
2,609 0,506	1,249 0,209	0,983 0,228	0,072 0,040	1,591 0,508	1,055 0,249	-0,165 0,329	0,557 0,242	1,277 0,305	0,326 0,095	39,56 9,75	30,84 8,83
0,934 0,867	1,652 0,183	0,532 0,087	0,332 0,129	1,383 0,410	0,864 0,160	0,817 0,146	1,034 0,238	— —	0,181 0,064	80,74 17,33	77,95 19,49
2,600 0,597	1,796 0,211	0,362 0,119	0,133 0,068	1,610 0,423	0,495 0,156	0,830 0,200	1,207 0,327	— —	0,222 0,074	45,44 10,49	38,20 14,02
2,955 0,334	1,809 0,111	0,442 0,182	0,088 0,074	1,690 0,398	0,530 0,230	0,892 0,250	1,391 0,315	— —	0,183 0,081	36,13 6,84	31,67 6,37
1,927 0,569	1,924 0,184	0,399 0,141	0,143 0,160	1,728 0,176	0,542 0,227	1,045 0,189	1,556 0,241	— —	0,153 0,061	56,57 12,95	52,80 12,72
2,721 1,023	1,909 0,154	0,447 0,257	0,205 0,129	1,129 0,505	0,653 0,315	0,775 0,282	1,169 0,451	0,969 0,319	0,311 0,186	43,15 21,65	36,23 22,18
3,730 0,842	1,809 0,159	0,223 0,166	0,035 0,048	1,713 0,393	0,258 0,190	0,059 0,185	0,179 0,256	0,332 0,219	0,171 0,114	26,63 13,29	23,68 12,72
3,870 0,881	1,372 0,300	0,758 0,109	0,110 0,076	1,580 0,664	0,869 0,120	0,471 0,348	0,194 0,519	0,665 0,211	0,677 0,398	23,49 14,11	16,95 16,42

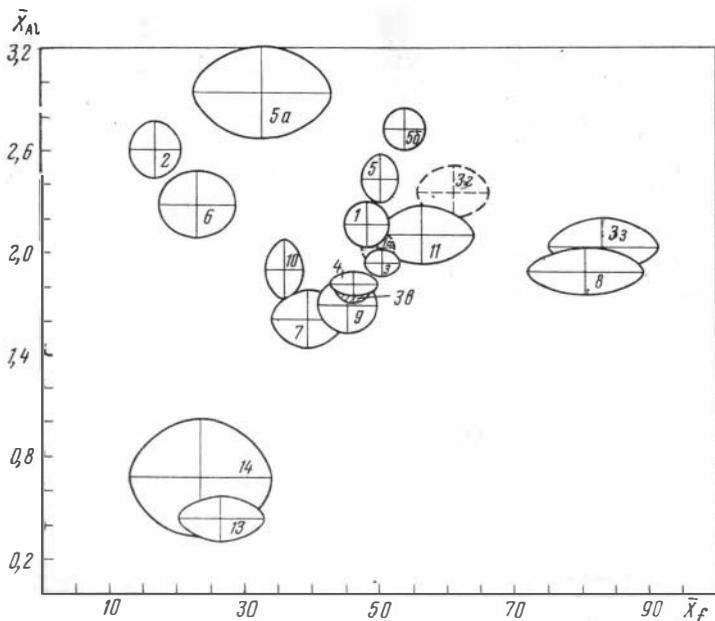


Рис. 31. График зависимости среднего ( $\bar{X}$ ) содержания Al —  $\bar{f}$  для парагенетических типов ряда актинолит — роговая обманка. Номера доверительных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 9, 13, 17

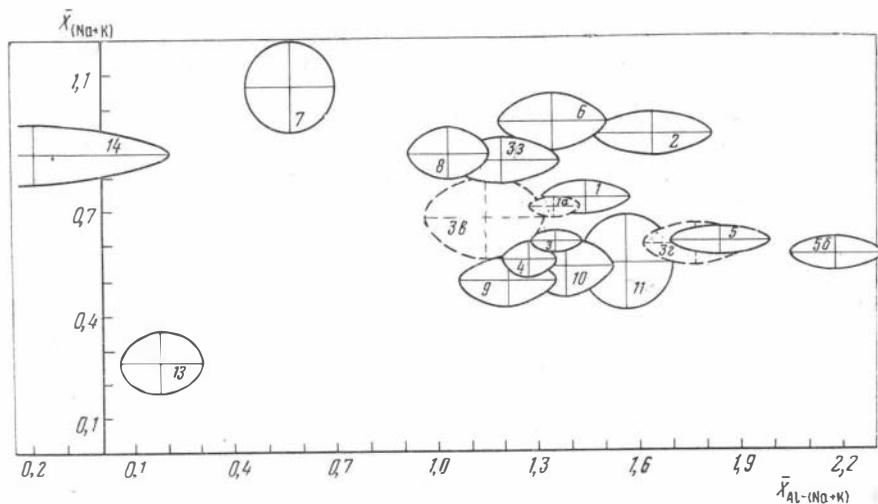


Рис. 32. График зависимости среднего содержания (Na + K) — (Al — щелочи) для парагенетических типов ряда актинолит — роговая обманка. Номера доверительных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 9, 13, 17

во введении, сомнительные или неполные анализы исключались. Границы фаций принимались в соответствии с видоизмененной схемой, принятой при составлении карты метаморфических фаций (Соболев, 1964; Добрецов и др., 1965, 1966).

Результаты статистической обработки даны в сводной табл. 9, где отражены осредненные соотношения важнейших компонентов в кристаллохими-

Рис. 33. График зависимости среднего содержания  $Al^{IV} - Al^{VI}$  для парагенетических типов ряда актинолит — роговая обманка. Номера доверительных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 9, 13, 17

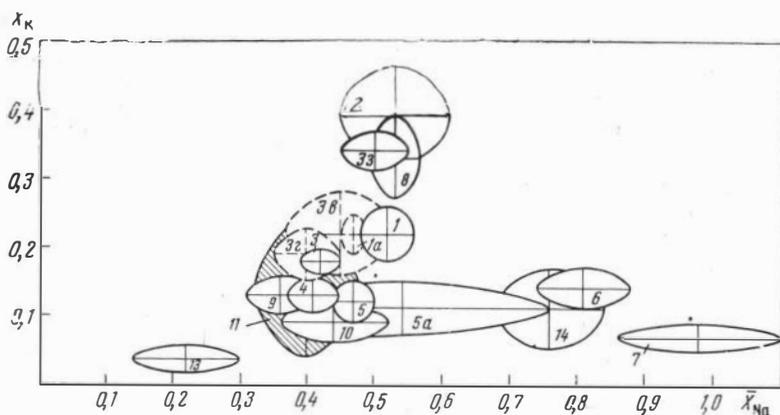
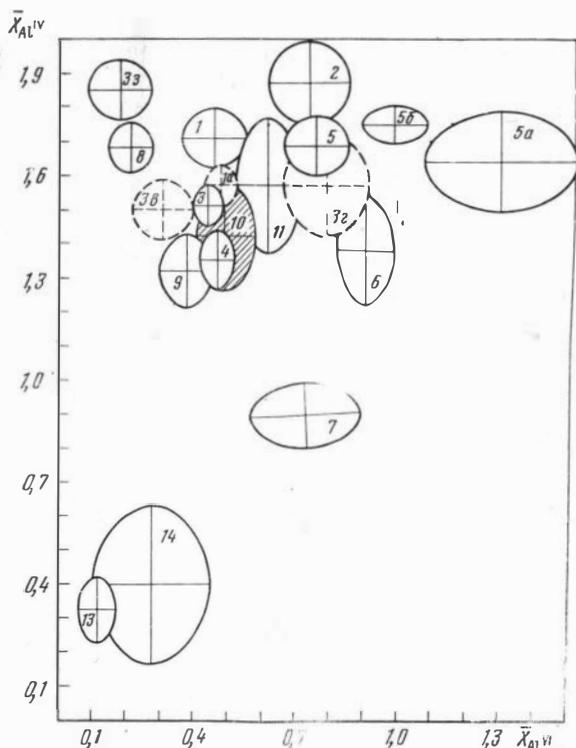


Рис. 34. График зависимости среднего содержания Na — K для парагенетических типов ряда актинолит — роговая обманка. Номера доверительных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 9, 13

ческой формуле для выделенных типов. Для сравнения приведены также средние значения по роговым обманкам из гранитов, группы диоритов и габбро. На рис. 31—35 нанесены средние значения главных величин выделенных парагенетических типов и для наглядности, как это было сделано и для предыдущей группы железо-магнезиальных амфиболов, отражены 95-процентные доверительные интервалы этих величин с горизонтальными осями эллипса.

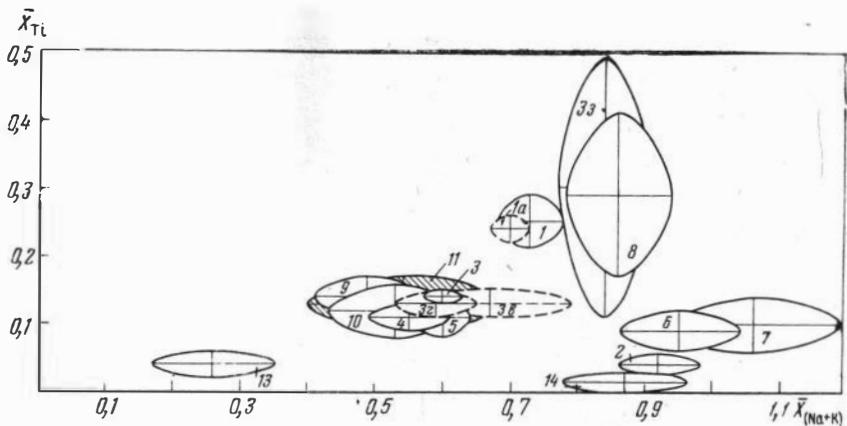


Рис. 35. График зависимости среднего содержания Тi — (Na + К) для парагенетических типов ряда актинолит — роговая обманка. Номера доверительных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 9, 13

### Гранулитовая фация (двупироксеновых гнейсов)

Одним из наиболее сложных является вопрос о выделении амфиболов гранулитовой фации, поскольку принадлежность к ней пород, содержащих амфибол, и особенно первичность последнего часто бывает сомнительной. Нами было использовано 30 анализов бурых, зеленовато-бурых и зеленых амфиболов из наиболее типичных пород района Мадрас (Индия), Лапландии, Кольского полуострова, Уганды, Анабарского и Алданского щитов, Среднего Побужья, Финляндии, Австралии и отчасти Адирондакского массива<sup>1</sup> со следующими парагенезисами минералов:



### Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и производных гранулитовой

Номер типа	Характеристика типа	Число анализов ( $n$ )		Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
				5	6	7	8	9	10	11
1	Общая выборка	30	$\bar{X}$	6,282	0,248	2,173	1,708	0,460	0,487	1,627
			$S$	0,238	0,113	0,364	0,250	0,269	0,176	0,373
1б	В ассоциации с $Pm + Pr + Pl + Би$	8	$\bar{X}$	6,430	0,204	2,113	1,570	0,543	0,464	1,712
			$S$	0,288	0,105	0,342	0,287	0,248	0,136	0,358
1в	В ассоциации с $Pm + Pr + Gr + Pl + (Kв, Би)$	8	$\bar{X}$	6,354	0,233	2,075	1,647	0,425	0,546	1,659
			$S$	0,207	0,094	0,290	0,207	0,282	0,180	0,307
1г	В ассоциации с $Pr + Pm + Kпш + Pl + (Би, Kв)$	4	$\bar{X}$	6,189	0,243	2,116	1,813	0,303	0,420	1,645
1д	В ассоциации с $Pr + Gr + Би + Pl$	2	$\bar{X}$	6,149	0,270	2,528	1,850	0,680	0,339	1,665

<sup>1</sup> Породы Адирондакского массива, по нашему мнению, относятся к амфиболитовой фации (ее верхам), и лишь в некоторых местах появляются низы гранулитовой фации; поэтому при отборе анализов по Адирондакскому массиву был специально рассмотрен вопрос отнесения к фации, и только 3 анализа включены в данный тип.

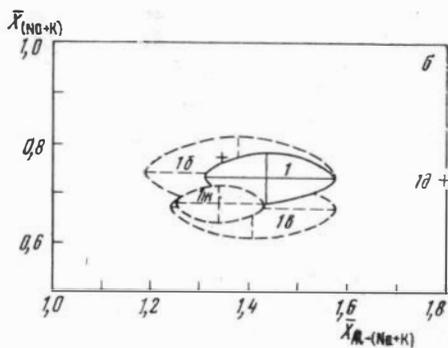
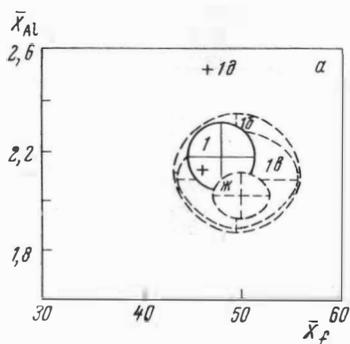
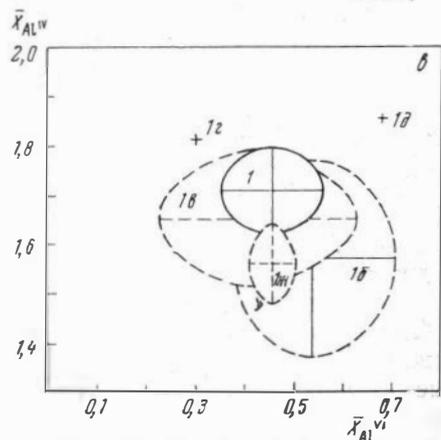


Рис. 36. График зависимости между средними содержаниями компонентов кристаллохимической формулы и производными величинами в роговых обманках отдельных парагенетических типов пород гранулитовой фации: Номера доверительных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 10, 12

а — Al — f; б — Na — (Al — Na);  
 в — Al<sup>IV</sup> Al<sup>VI</sup> (крестики соответствуют среднему значению типов 12 и 10)



Для некоторых (8 анализов) чарнокитовых пород Финляндии и Индии, гнейсов и сланцев Уганды, Анабарского и Алданского щитов авторами не приведены ассоциирующие минералы, однако они несомненно являются породами типичной гранулитовой фации.

Среднее значение данной выборки приведено в табл. 10, тип 1, и показано на рис. 31—36. Роговые обманки из ультраосновных пород (3 анализа) как здесь, так и для амфиболитовой фации в средние не включались.

Таблица 10

величин в кристаллохимической формуле роговых обманок из пород типичной фации

Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> / (Na+K)	Al / (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + Fe <sup>3+</sup>	K <sub>ox</sub>	f	f'
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,021	2,313	1,844	0,517	0,216	1,485	0,733	0,976	1,439	0,946	0,231	47,85	40,48
0,014	0,401	0,169	0,096	0,123	0,384	0,122	0,242	0,362	0,224	0,069	9,34	11,84
0,020	2,221	1,824	0,492	0,245	1,308	0,737	0,834	1,376	1,005	0,212	49,53	43,83
0,013	0,380	0,046	0,086	0,091	0,406	0,105	0,243	0,267	0,233	0,039	9,27	8,80
0,016	2,272	1,823	0,523	0,143	1,567	0,666	0,982	1,407	0,970	0,246	49,50	42,73
0,010	0,439	0,127	0,090	0,063	0,383	0,091	0,215	0,242	0,199	0,052	8,83	8,46
0,022	2,430	1,935	0,494	0,272	1,605	0,766	1,045	1,348	0,723	0,197	46,08	40,77
0,042	2,350	1,618	0,591	0,137	1,610	0,728	1,122	1,800	1,019	0,168	46,52	42,07

По содержанию Al роговые обманки (кроме паргаситов) лишь незначительно изменяют свой состав в зависимости от изменения состава породы внутри данного типа (табл. 10). Так, количество алюминия по величине среднего несколько увеличивается от двупироксеновых пород без граната к породам, содержащим гранат, а также к породам, содержащим калиевый полевой шпат, однако сравнение последних (тип 1<sup>г</sup>) с роговыми обманками из двупироксеновых пород (тип 1б) по критерию Вилкоксона не дает значимого различия ни по  $Al^{IV}$  ( $\omega = 0,78$ ;  $\omega_{05} = 1,13$ ;  $\omega < \omega_{05}$ ) и  $Al_{общ}$ , ни по другим компонентам.

Что касается гранатосодержащих пород, то, как показывают расчеты, выборка с ассоциацией  $Pm + Pr + Pl + Gr$  (тип 1в) также не отличается от выборки  $Pm + Pr + Pl$  (тип 1б).

Для роговых обманок в ассоциации с гранатом, без моноклинного пироксена, имеется только два анализа с содержанием  $Al^{IV}$ , равным 1,80 и 1,90, что значительно выше среднего содержания  $Al^{IV}$  в типе пород с моноклинным пироксеном. Положение точек средних величин на рис. 36 обозначено 1д.

К сожалению, приведенные выборки одинакового парагенезиса слишком малочисленны для того, чтобы можно было делать окончательное заключение. Лучшие результаты показывает общая выборка по типичной гранулитовой фации (тип 1 в табл. 9 и 10) при сравнении ее с описываемыми ниже общими типами иных фаций.

Амфиболы паргаситового ряда из карбонатных пород (тип. 2, табл. 9) ложатся на графиках (рис. 31—35) обособленно. Это оптически положительные роговые обманки из флогопитовых месторождений Якутии, Слюдянки, скарнов и метаморфизованных известняков Швеции и Финляндии (Паргас) и других месторождений. Они имеют бледную окраску, светло-буроватую или зеленоватую, с плеохроизмом в тех же тонах. Паргаситы отличаются малым содержанием железа как окисного, так и закисного, однако в трех случаях отмечено содержание  $Fe_2O_3$  свыше 8 вес. %. Для них также характерно заметное повышенное содержание алюминия ( $Al^{IV}$  и  $Al^{VI}$ ) и щелочей (прежде всего за счет калия), что, по-видимому, следует связывать с недосыщенностью пород  $SiO_2$ . Возможно, большая часть паргаситов принадлежит породам гранулитовой фации, хотя судя по расчетам  $t$ -критерия (и это хорошо видно на графиках), они отличаются от роговых обманок гранулитовой фации (тип 1) более высоким содержанием  $Al^{IV}$ ,  $Al^{VI}$ , K и более низкой железистостью. Содержание титана в паргаситах значительно ниже не только по сравнению с амфиболами гранулитовой, но также амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций. Необходимо отметить относительно высокое содержание фтора особенно в паргаситах Южной Якутии.

### Амфиболитовая фация (биотит-силлиманитовых гнейсов)

Роговые обманки амфиболитовой фации без гиперстена объединены в тип 3 (табл. 9 и 11). При этом гранито-гнейсы (тип 3з, табл. 9, 11) сюда не включались и будут рассмотрены ниже. Роговые обманки типа 3 окрашены в основном в зеленый, голубовато-зеленый, травяно-зеленый или зеленовато-синий цвет, реже имеют зеленовато-бурый или буро-зеленый цвет. В двух случаях исследователями отмечена коричневая окраска амфибола.

Главными минералами, ассоциирующими здесь с роговой обманкой, являются: моноклинный пироксен, биотит, гранат, плагиоклаз среднего или основного состава, кварц, реже калиевый полевой шпат.

Как и для гранулитовой фации, мы попытались объединить роговые обманки амфиболитовой фации в отдельные парагенетические типы, определяемые ассоциирующими минералами, что и отражено в таблице 11 и показано на рис. 37. К сожалению, и в данном случае иногда точный минеральный

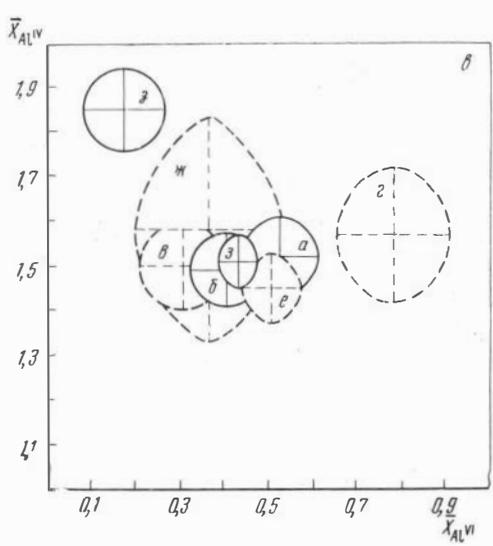
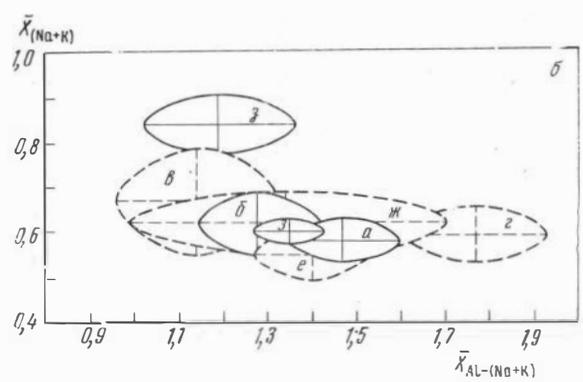
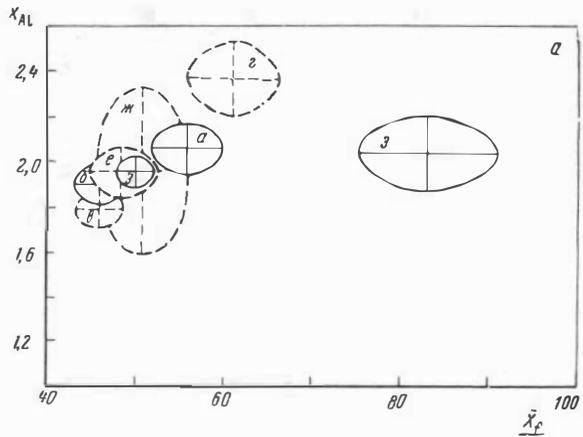


Рис. 37. График зависимости между средними содержаниями компонентов кристаллохимической формулы и производными величинами в роговых обманках отдельных парагенетических типов пород амфиболитовой (без гиперстена) фации:  
 Номера достоверных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 11  
 а — Al — f, б — Na — (Al — Na),  
 в — Al<sup>IV</sup> — Al<sup>VI</sup>

Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и производных амфиболитовой фации

Номер типа	Характеристика типа	Число анализов ( $n$ )		Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
З	Общая выборка, включая гранито-гнейсы	89	$\bar{X}$ $S$	6,491 0,272	0,135 0,055	1,950 0,364	1,509 0,273	0,442 0,251	0,514 0,220	1,712 0,449
За	Кварцосодержащие ассоциации	37	$\bar{X}$ $S$	6,483 0,285	0,143 0,056	2,050 0,370	1,517 0,285	0,533 0,261	0,484 0,244	1,966 0,494
Зб	Бескварцевые ассоциации	30	$\bar{X}$ $S$	6,508 0,209	0,125 0,044	1,902 0,320	1,490 0,212	0,412 0,230	0,556 0,198	1,478 0,306
Зв	В ассоциации с $Пм + Пл \pm (Кв, Бу)$	13	$\bar{X}$ $S$	6,506 0,163	0,133 0,040	1,803 0,160	1,495 0,162	0,309 0,178	0,625 0,218	1,447 0,314
Зг	В ассоциации с $Гр + Пл \pm (Кв, Бу)$	11	$\bar{X}$ $S$	6,427 0,252	0,130 0,039	2,359 0,288	1,573 0,251	0,785 0,225	0,412 0,155	2,101 0,386
Зд	В ассоциации с $Пм + Гр + Пл$	3	$\bar{X}$ $S$	6,368 —	0,187 —	2,215 —	1,630 —	0,583 —	0,291 —	2,237 —
Зе	В ассоциации с $Пл \pm (Бу, Кв)$	30	$\bar{X}$ $S$	6,555 0,233	0,121 0,045	1,951 0,315	1,445 0,233	0,507 0,209	0,474 0,218	1,677 0,451
Зж	В ассоциации с $Пл + Кпш$	7	$\bar{X}$ $S$	6,410 0,325	0,138 0,026	1,957 0,494	1,582 0,339	0,374 0,232	0,640 0,164	1,664 0,155
Зз	Гранито-гнейсы	9	$\bar{X}$ $S$	6,036 0,151	0,303 0,284	2,035 0,250	1,851 0,137	0,184 0,145	0,885 0,268	2,949 0,475

состав амфиболсодержащих пород исследователями не приводится, а дается общая характеристика всей описываемой группы пород. Поэтому в табл. I и II такие анализы роговых обманок объединены в отдельную группу, но учтены при характеристике среднего состава в целом по амфиболитовой фации (без гиперстена), т. е. в типе 3.

На рис. 38—42 нанесены точки роговых обманок в соответствующих координатах, где ясно видно, что роговые обманки гранулитовой фации ложатся выше по алюминию (рис. 38), сумме щелочей (рис. 39), титану (рис. 41), калию (рис. 42) и Al<sup>IV</sup> (рис. 40) по сравнению с роговыми обманками амфиболитовой фации. Хотя общая тенденция к возрастанию указанных компонентов и сохраняется, все же ряд точек перекрывают поля обеих фаций, что затрудняет проведение между ними строгой границы.

Таким образом, четкое разделение амфиболов гранулитовой и амфиболитовой фаций по количественному содержанию Al, (Na + K), Ti и Al<sup>IV</sup> в анализе, как это представлено на графиках В. В. Закруткина и М. В. Григоренко (1967) и Закруткина (1968), нашими данными не подтверждается и точное отнесение роговых обманок к вполне определенной фации по указанному принципу не представляется возможным. Вероятно, такая градация может быть сделана лишь ориентировочно.

На рис. 42 пунктиром нанесены границы фаций, по В. В. Закруткину и М. В. Григоренко, а на рис. 40, 41, по В. В. Закруткину. Интересно, что все наши точки гранито-гнейсов, за исключением двух, легли в области гранулитовой фации по делению указанных выше авторов.

Сравнение роговых обманок обсуждаемых фаций типов 1 и 3 сделано нами по среднему содержанию компонентов в кристаллохимической формуле. На рис. 31—35 показано положение средних величин (в тех же координатах, что и на рис. 38—42) вместе с доверительными эллипсами. Как иллюстрируют графики и подтверждают расчеты  $t$ -критерия Стьюдента, роговые обманки гранулитовой фации отличаются более высоким содержанием Al ( $t = 2,90$ ;

величин в кристаллохимической формуле роговых обманок из пород без гиперстена

Mn	Mg	Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> <sub>(Na+K)</sub>	Al <sup>I</sup> <sub>(Na+K)</sub>	Al <sup>VI</sup> <sub>+Fe<sup>3+</sup></sub>	K <sub>ох</sub>	f	f'
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,045	2,261	1,842	0,421	0,182	1,728	0,603	0,906	1,348	0,955	0,233	50,32	44,03
0,027	0,565	0,168	0,117	0,099	0,360	0,160	0,246	0,385	0,247	0,091	11,31	12,34
0,053	1,994	1,756	0,405	0,177	1,753	0,581	0,936	1,469	1,017	0,200	55,96	50,74
0,034	0,631	0,155	0,097	0,104	0,319	0,141	0,264	0,395	0,270	0,093	12,37	13,66
0,041	2,460	1,891	0,446	0,174	1,605	0,620	0,870	1,282	0,968	0,274	45,83	38,26
0,020	0,364	0,172	0,139	0,097	0,443	0,137	0,227	0,386	0,213	0,086	7,40	7,70
0,041	2,455	1,994	0,449	0,220	1,390	0,669	0,827	1,136	0,934	0,305	46,26	37,55
0,018	0,230	0,138	0,145	0,107	0,498	0,225	0,209	0,330	0,193	0,104	4,76	6,45
0,032	1,600	1,844	0,400	0,185	1,671	0,585	0,987	1,773	1,197	0,164	61,23	57,06
0,015	0,354	0,141	0,084	0,066	0,306	0,101	0,241	0,268	0,207	0,054	8,87	9,41
0,052	1,769	1,895	0,377	0,206	1,770	0,583	1,050	1,633	0,873	0,118	59,37	56,40
0,049	2,350	1,785	0,428	0,126	1,709	0,553	0,891	1,398	0,980	0,226	48,54	42,43
0,022	0,510	0,143	0,135	0,069	0,344	0,158	0,237	0,349	0,244	0,097	10,13	11,14
0,079	2,311	1,691	0,428	0,195	1,860	0,622	0,961	1,336	1,013	0,274	50,79	43,23
0,041	0,347	0,209	0,065	0,081	0,208	0,091	0,292	0,478	0,292	0,037	7,01	6,02
0,109	0,800	1,703	0,503	0,341	1,598	0,844	1,008	1,193	1,068	0,231	83,15	79,67
0,033	0,557	0,133	0,082	0,044	0,330	0,100	0,170	0,257	0,240	0,059	11,47	13,10

$t_{05} = 1,98$ ;  $t > t_{05}$ , суммы щелочей ( $t = 4,07$ ;  $t_{05} = 1,98$ ;  $t > t_{05}$ ) и титана ( $t = 5,27$ ;  $t > t_{05}$ ).

Важно отметить, что повышение общего алюминия в амфиболах гранулитовой фации происходит за счет Al<sup>IV</sup> ( $t = 3,53$ ;  $t_{05} = 1,98$ ;  $t > t_{05}$ ), а повышение суммы щелочей — за счет натрия ( $t = 3,93$ ;  $t > t_{05}$ ), что подтверждает выводы многих авторов о возрастании их удельной роли в минерале по мере повышения температуры кристаллизации (Foslie, 1945; Закруткин, 1961; Костюк, Соболев, 1965, и др.). Положение эллипсов на рис. 33 наглядно отражает сделанное заключение.

Что касается второстепенных компонентов, которым особое значение придают Лутц (1964) и другие исследователи, то, как уже показано выше, наши расчеты и графики (рис. 35) подтверждают повышение содержания титана в амфиболах гранулитовой фации, в то время как содержание Fe<sup>3+</sup> не изменяется ( $t = 0,61$ ;  $t < t_{05}$ ).

Роговые обманки из пород гранулитовой фации отличаются от амфиболитовой также по содержанию (ОН в формуле минерала (см. табл. 9)). Расчеты свидетельствуют об уменьшении ее по мере повышения температуры метаморфизма ( $t = 3,14$ ;  $t_{05} = 1,98$ ;  $t > t_{05}$ ).

Внутри амфиболитовой фации, подобно как и для гранулитовой, содержание алюминия изменяется в соответствии с химизмом вмещающих пород. В особенности это заметно при сравнении выборки парагенезиса *Пм + Пл ± (Бу, Кв)* (тип 3<sup>а</sup>) с выборкой *Гр + Пл ± (Бу, Кв)* (тип 3<sup>г</sup>). Судя по данным таблиц 9 и 11 и расположению эллипсов средних величин на рис. 31 и 37а можно заключить, что в гранатсодержащих породах без моноклинного пироксена роговая обманка содержит гораздо большее количество глинозема, нежели в безгранатых породах с клинопироксеном. Расчеты  $t$ -критерия показывают значимое различие по содержанию общего алюминия и Al<sup>VI</sup>, и однако при этом сохраняется равенство в содержании Al<sup>IV</sup>. Кроме того, роговые обманки в парагенезисе с гранатом оказываются более железистыми.

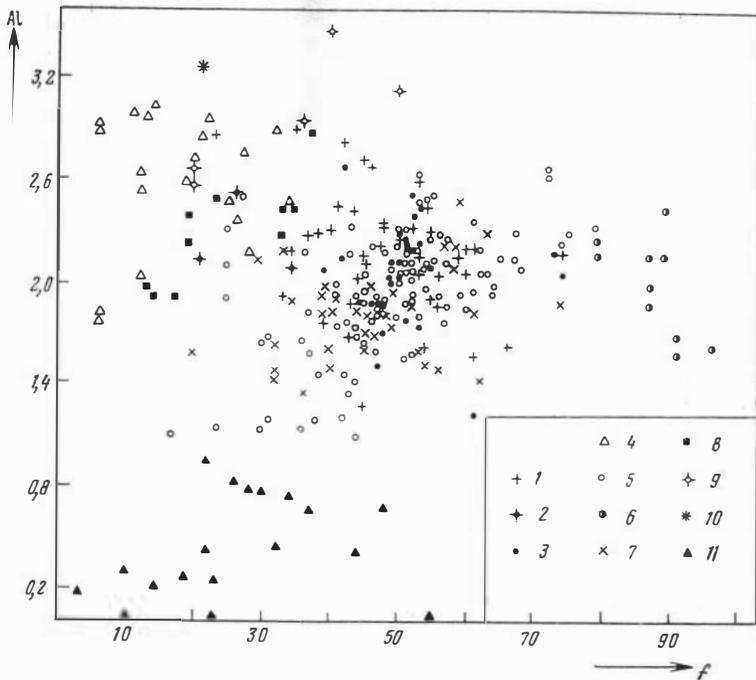


Рис. 38. График зависимости  $Al - f$  в амфиболах ряда актинолит — роговая обманка

Из пород: 1 — типичной гранулитовой фации; 2 — ультраосновных гранулитовой фации, 3 — сомнительной гранулитовой и амфиболитовой с гиперстеном фации, 4 — карбонатных (паргаситы), 5 — амфиболитовой (без гиперстена) фации, 6 — гранито-гнейсов, 7 — эпидот-амфиболитовой фации, 8 — эклогитов; 9 — роговые обманки в непосредственной ассоциации с дистеном; 10 — роговая обманка в ассоциации со шпинелью; 11 — актинолиты зеленых сланцев

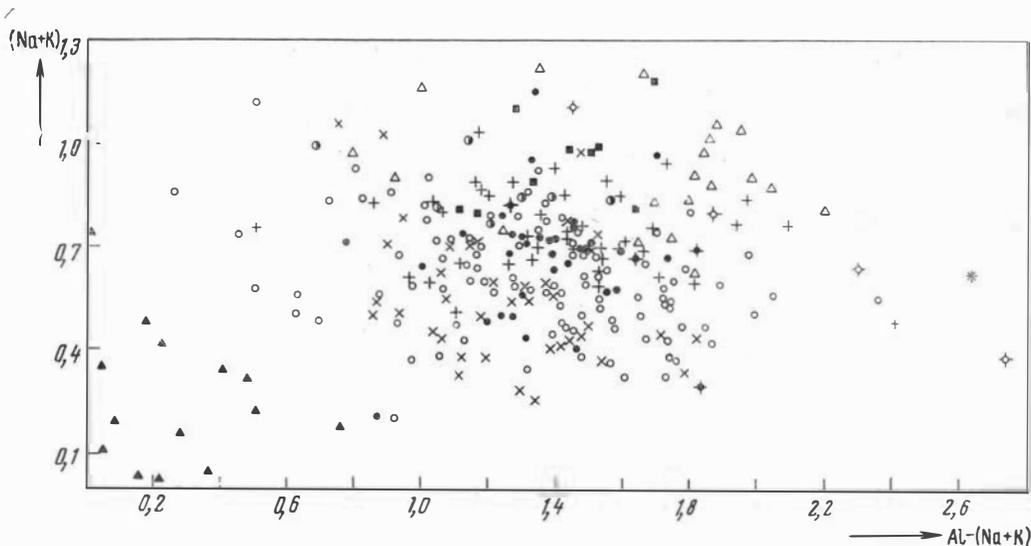


Рис. 39. График зависимости  $Na - (Al - Na)$  в амфиболах ряда актинолит — роговая обманка

Условные обозн. те же, что для рис. 38

стыми, с меньшим окислительным потенциалом ( $t = 4,27$ ;  $t_{05} = 2,12$ ;  $t > t_{05}$ ) и пониженным содержанием кальция. Содержание железа и кальция в амфиболе несомненно определяется основностью пород. Почти повсеместно (за исключением двух случаев) гранат встречается в кварцсодержащих

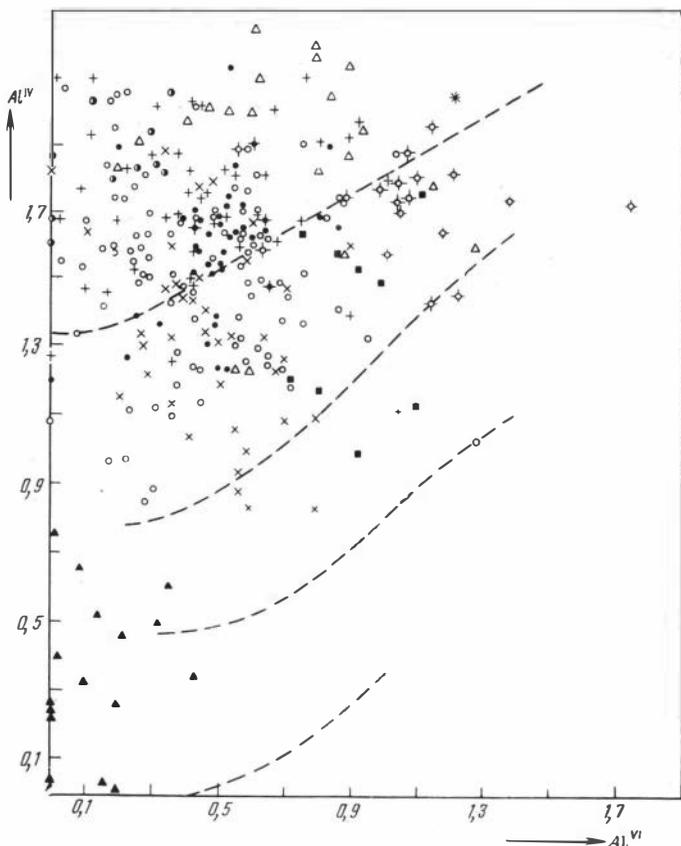


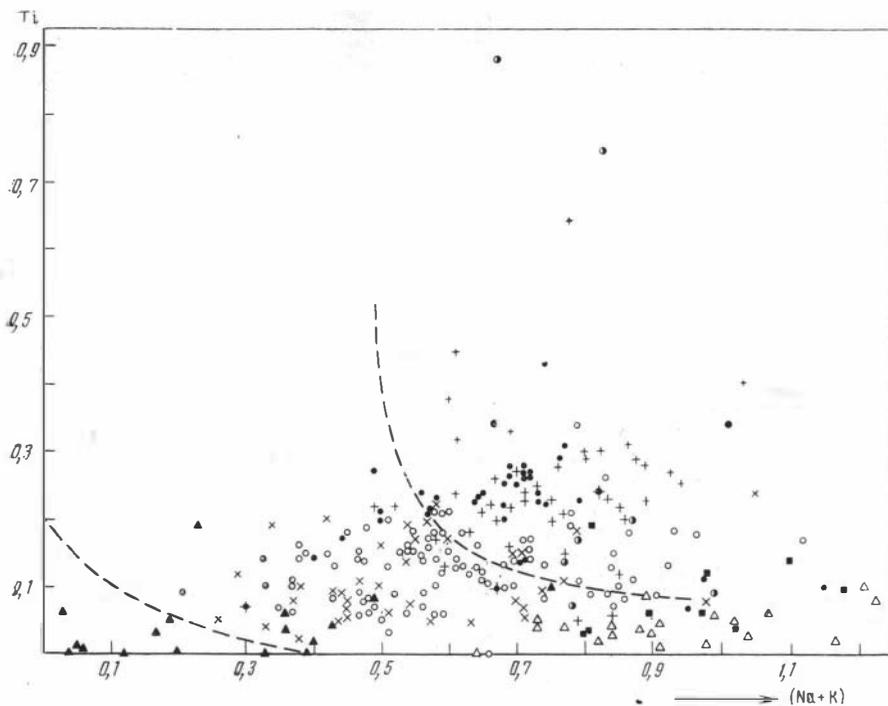
Рис. 40. График зависимости  $Al^{IV} - Al^{VI}$  в амфиболах ряда актинолит — роговая обманка. Условные обозначения те же, что для рис. 38. Пунктирными линиями обозначены границы фаций по В. В. Закруткину (1968)

породах, и наоборот, только в двух случаях совместно с моноклинным пироксеном присутствует кварц.

Специальные выборки кварцевых парагенезисов (тип 3а, табл. 9, 11) и бескварцевых (тип 3б) показывают, что роговые обманки в ассоциации с кварцем характеризуются повышенной железистостью, поскольку в этих условиях маложелезистые амфиболы становятся неустойчивыми (Коржинский, 1946; Соболев, 1950). Расчеты  $t$ -критерия по железистости дают значимое различие. Повышение железистости в амфиболах происходит только за счет  $Fe^{2+}$ , в то время как содержание  $Fe^{3+}$  уменьшается; параллельно идет снижение величины  $K_{ox}$ , которая здесь меньше, чем в бескварцевых парагенезисах ( $t = 3,24$ ;  $t_{05} = 2,00$ ;  $t > t_{05}$ ).

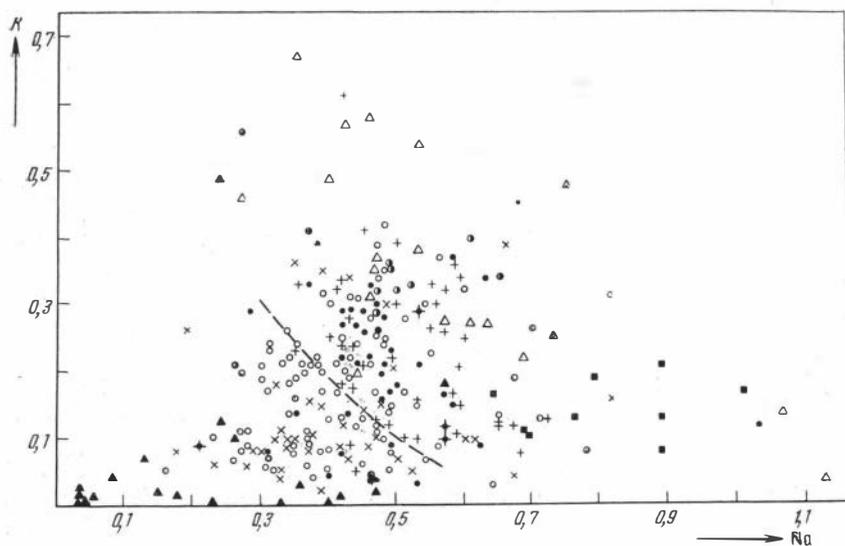
Сравнивая роговые обманки в парагенезисе с моноклинным пироксеном (тип 3в) с выборкой (тип 3е) без моноклинного пироксена и граната (где амфибол ассоциирует только с плагиоклазом  $\pm Bu, K\phi$ ), следует отметить различие в них лишь по содержанию кальция и  $Al^{VI}$ ; по остальным компонентам различий не выявлено. При сравнении же типа 3е с гранатовым парагенезисом (тип 3г) выявляется как и для типа 3в (пироксеновый парагенезис), значимое различие по содержанию алюминия прежде всего за счет  $Al^{IV}$ .

Для парагенезиса с калиевым полевым шпатом имеется только 7 анализов (тип 3ж), ввиду чего результаты сравнений не могут быть вполне надежными. С достаточной определенностью устанавливается, что калишпатовые ассоциации амфибола отличаются от гранатосодержащих, прежде всего по содержанию  $Al^{VI}$  (имеющего здесь тенденцию к понижению), по увеличению



**Рис. 41.** График зависимости  $Ti - (Na + K)$  в амфиболах ряда актинолит — роговая обманка

Условные обозн. те же, что на рис. 38. Пунктирными линиями обозначены границы фаций по В. В. Закруткину (1968)



**Рис. 42.** График зависимости  $Na - K$  в амфиболах ряда актинолит — роговая обманка

Условные обозн. те же, что на рис. 38. Пунктирной линией обозначена граница гранулитовой амфиболитовой фаций, по В. В. Закруткину и М. Г. Григоренко (1967)

количества  $Fe^{3+}$  (и связанным с последним повышением  $K_{ox}$ ) и пониженной общей железистостью. От пироксенсодержащих пород они отличаются также пониженным количеством кальция. Отличий типа Зж от типа Зе не устанавливается.

Амфиболы гранито-гнейсов (тип Зз), относимых к амфиболитовой фации (возможно, частично к верхней ее части), отличаются высокой железистостью (см. табл. 9, 11, рис. 31, 37,а). Мы располагаем только девятью анализами амфиболов данного типа, но и это количество отражает явную их индивидуальность и обособленность на фоне иных фациальных типов. Все роговые обманки этой выборки (типа Зз) окрашены в зеленый и темно-зеленый цвет.

Из рис. 33, 37, в видно, что по среднему содержанию  $Al^{IV}$  они располагаются гораздо выше, нежели амфиболы общей выборки для амфиболитовой фации, что обусловлено, вероятно, повышенным потенциалом щелочей (Соболев, 1949), перекрываясь частично с амфиболами гранулитовой фации (тип 1). Однако по содержанию  $Al^{VI}$  они ложатся ниже средних для обеих фаций. По содержанию натрия роговые обманки гранито-гнейсов не отличаются от роговых обманок пород гранулитовой фации (тип 1), но судя по данным табл. 9, 11 и рис. 32, 37, они отличаются от роговых обманок амфиболитовой фации (тип 3). Содержание калия в амфиболах гранито-гнейсов сохраняется более высоким по отношению к амфиболам типов 1 и 3. Возможно, повышенное содержание калия здесь следует объяснить некоторой загрязненностью анализируемого материала примесью биотита, но столь же верно предположение о сопряженной связи состава амфибола с общей повышенной калиеносностью гранито-гнейсов.

Интересно подчеркнуть, что по повышенному содержанию калия наряду с высокожелезистыми роговыми обманками из гранито-гнейсов (а также и гранитов) резко выделяются маложелезистые паргаситы (тип 2). На рис. 43 видно, что типы Зз и 2 по среднему содержанию калия занимают самое высокое положение по сравнению с амфиболами других типов табл. 9.

Интересно также отметить (рис. 44) некоторое повышение коэффициента окисления ( $K_{ox}$ ) в роговых обманках гранито-гнейсов на фоне снижения его значения от паргаситов к роговым обманкам средней железистости (тип За, Зг, табл. 11).

Колебания в содержании титана в амфиболах гранито-гнейсов весьма значительные; доверительный эллипс (рис. 35) перекрывает не только среднее значение этого компонента в амфиболах гранулитовой и амфиболитовой фаций, но даже эпидот-амфиболитовой. Очень возможно, что повышенное среднее содержание титана в амфиболах гранито-гнейсов связано с примесью в нем рутила.

Анализ парагенетических типов роговых обманок амфиболитовой фации подтверждает зависимость содержания и координации Al не только от ТР-условий, но и от активности щелочей. Повышение активности щелочей (гранито-гнейсы, парагенезисы с калиевым полевым шпатом) способствует вхождению алюминия в четверной координации (с повышением общего содержания алюминия в амфиболе), в то время как значительное понижение — (парагенезисы с гранатом) способствует вхождению  $Al^{VI}$ , что приводит к наибольшему повышению общего количества алюминия в роговой обманке в парагенезисах с минералами, пересыщенными глиноземом. Наиболее низким (при данных ТР-условиях) будет общее содержание алюминия в породах со средней активностью щелочей (амфиболиты с моноклинными пироксеном).

Сравнение дробных парагенетических типов роговых обманок амфиболитовой и гранулитовой фаций сейчас затруднено отсутствием или малочисленностью выборок пород с одинаковым парагенезисом. При имеющемся числе наблюдений амфиболы двупироксеновых гнейсов (тип 1б) гранулитовой фации не отличаются от амфиболов в парагенезисе  $P_m + P_l \pm$  (Бу, Кв) амфиболитовой (тип Зв) фации. Амфиболы в калишпатовых парагенезисах (типы 1г и Зж) также не различаются. По критерию Ван-дер-Вардена для

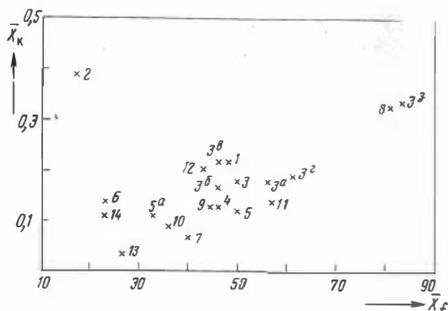


Рис. 43. График зависимости среднего  $\bar{X}$  содержания К —  $f$  для парагенетических типов ряда актинолит — роговая обманка. Номера средних величин соответствуют типам табл. 9

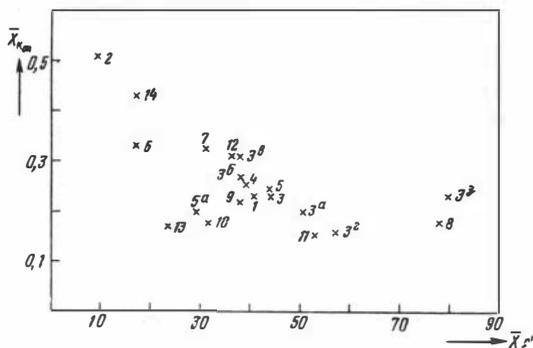


Рис. 44. График зависимости среднего ( $\bar{X}$ ) содержания  $K_{ox-f}$  для парагенетических типов ряда актинолит — роговая обманка. Номера средних величин соответствуют типам табл. 9

последних получаем:  $Al$  ( $X = 0,92$ ;  $X_{0.5} = 2,58$ ;  $X < X_{0.5}$ ),  $Al^{IV}$  ( $X = 0,21$ ,  $X_{0.5} = 2,58$ ;  $X < X_{0.5}$ ).

Наряду с типичной гранулитовой фацией и типичной амфиболитовой имеются породы сомнительного положения, где нет достаточно четких критериев для отнесения их к определенной из двух упомянутых фаций, согласно принятому нами делению (Добрецов и др., 1966), но которые другими авторами относятся к гранулитовой, а иногда амфиболитовой фации метаморфизма. Для таких пород мы располагаем 33 анализами амфиболов. В основном это роговые обманки из двупироксеновых пород (26 анализов) Восточного Саяна, Южной Австралии (район Броукен-Хилл), левобережья Алдана, Адирондакского массива США (район Колтон), Юго-Западного Прибайкалья; 7 анализов принадлежат однопироксеновым или беспироксеновым породам.

Для решения вопроса об отнесении таких амфиболов к определенной фации метаморфизма была сделана специальная выборка (табл. 12). В свое

Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и производ сомнительной гранулитовой и амфиболитовой

Номер типа	Характеристика типа	Число анализов (n)		Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
		3	4									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1e	Общая выборка	33	$\bar{X}$ S	6,412 0,180	0,235 0,058	2,050 0,266	1,579 0,191	0,470 0,131	0,373 0,168	1,856 0,451	0,025 0,012	2,208 0,428
1ж	В ассоциации с Пм+Пр+Пл± (Би, Кв)	26	$\bar{X}$ S	6,425 0,181	0,249 0,048	2,019 0,266	1,563 0,195	0,455 0,128	0,360 0,154	1,846 0,357	0,024 0,011	2,238 0,344
1з	В ассоциации с Пл±Пр	5	$\bar{X}$ S	6,377 —	0,168 —	2,174 —	1,620 —	0,554 —	0,406 —	1,608 —	0,028 —	2,400 —

время при относительно небольшом числе анализов этого типа было выявлено малое отличие подобных амфиболов от амфиболов типичной гранулитовой фации, что позволило включить их в последний тип (Костюк, Соболев, 1965). Однако в настоящий момент полученные новые средние данные показывают, что в действительности они занимают промежуточное положение между амфиболами типичной гранулитовой и амфиболитовой фациями. Это обстоятельство можно истолковать двояко: либо сюда попали роговые обманки, образованные при промежуточных термодинамических условиях (т. е. в условиях нижней границы гранулитовой фации или верхней границы амфиболитовой фации), либо амфиболы из обеих указанных фаций. В связи с этим мы не включаем их в средние типы, сведенные в табл. 9 совместно с амфиболами типичной гранулитовой фации, как это было сделано прежде. В противном случае граница между последней фацией и фацией амфиболитовой окажется менее четкой при остающейся неопределенности положения, названной нами сомнительной гранулитовой и амфиболитовой с гиперстеном фации (тип 1e).

Сравнение средних значений с применением критерия Фишера и Стьюдента показывает, что тип 1e по алюминию ( $t = 1,54; t_{05} = 2,00; t < t_{05}$ ), сумме щелочей ( $t = 1,20; t_{05} = 2,00; t < t_{05}$ ), железистости ( $f$ ) и другим главным компонентам роговых обманок не отличается от типа 1. По среднему содержанию титана здесь также нет различия ( $t = 0,56; t_{05} = 2,0; t < t_{05}$ ). Однако они различаются по  $Al^{IV}$  ( $t = 2,31; t_{05} = 2,0; t > t_{05}$ ).

При сравнении того же типа 1e с общей выборкой амфиболитовой (без гиперстена) фации (см. тип 3, табл. 9, 11) оказывается, что они значительно различаются по сумме щелочей (за счет Na), Ti,  $Fe^{3+}$  и (OH), однако по  $Al^{IV}$  различия нет ( $t = 1,59; t_{05} = 1,98; t < t_{05}$ ). Это снова подтверждает промежуточное положение амфиболов типа 1e между гранулитовой (тип 1) и амфиболитовой (тип 3) фациями.

Вместе с тем для выборки по парагенезисам с минеральным составом  $Pm + Pr + Pl$ , анализы типа 1ж, табл. 12 (т. е. сомнительной гранулитовой фации) были использованы совместно с анализами амфиболов типичной гранулитовой фации подобного же состава (тип 1б), поскольку различия между тем и другим не выявлено. Так, критерий Вилкоксона дает следующие результаты по общему алюминию:  $\omega = 0,02, \omega_{05} = 1,13, \omega < \omega_{05}$  и по  $Al^{IV}$   $\omega = 0,09, \omega < \omega_{05}$ . По остальным компонентам различий также не устанавливается.

Таким образом, двупироксеновые гнейсы и сланцы гранулитовой и верхней части амфиболитовой фаций объединены в тип 1а (табл. 13). При сравнении последнего (как и типа 1ж) с роговыми обманками типичной амфиболитовой фации, имеющей парагенезис  $Pm + Pl$  (см. тип 3в, табл. 9, 11),

Таблица 12

ных величин в кристаллохимической формуле роговых обманок из пород (с гиперстеном) фации

Ca	Na	K	OH	(Na+K)	$Al^{IV}_{(Na+K)}$	$Al_{(Na+K)}$	$Al^{VI} + Fe^{3+}$	$K_{Ox}$	$f$	$f'$
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1,855	0,482	0,210	1,494	0,692	0,890	1,3 58	0,843	0,171	50,46	45,91
0,110	0,121	0,088	0,341	0,138	0,161	0,2 19	0,181	0,087	9,74	10,62
1,862	0,464	0,218	1,490	0,682	0,886	1,338	0,814	0,165	49,87	45,46
0,105	0,058	0,080	0,323	0,104	0,143	0,226	0,167	0,068	7,55	8,08
1,811	0,613	0,175	1,420	0,788	0,832	1,3 86	0,960	0,213	45,70	39,98
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 13

Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и некоторых производных величин в кристаллохимической формуле роговых обманок из двупироксеновых гнейсов и сланцев гранулитовой и верхней части амфиболитовой фации (тип 1а  $n=34$ )

Si		Ti		Al		Al <sup>IV</sup>		Al <sup>VI</sup>			
$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S		
6,427	0,212	0,239	0,069	2,041	0,289	1,565	0,221	0,476	0,169		
Fe <sup>3+</sup>		Fe <sup>2+</sup>		Mn		Mg					
$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S		
0,384	0,156	1,814	0,362	0,023	0,012	2,234		0,353			
Ca		Na		K		OH		(Na+K)		Al <sup>IV</sup> — (Na+K)	
$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
1,853	0,096	0,470	0,074	0,224	0,084	1,447	0,353	0,695	0,107	0,874	0,174
Al—(Na+K)		Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>		K <sub>ox</sub>		f		f'			
$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
1,347	0,237	0,859	0,202	0,176	0,066	49,79	7,99	45,08		8,28	

выявлено значимое различие по титану, общему содержанию Al и Al<sup>VI</sup>. Количество Fe<sup>3+</sup> (а соответственно и K<sub>ox</sub>) для роговых обманок амфиболитовой фации (тип 3в) значимо больше, а железистость ниже по сравнению с амфиболами типа 1а, так как большинство роговых обманок из двупироксеновых пород (тип 1а) находятся в ассоциации с кварцем. Сравнение остальных компонентов значимого различия не дает.

Возвращаясь к вопросу отнесения единичного анализа роговых обманок к определенной фации, надо отметить, что он гораздо сложнее, чем представляли некоторые исследователи (Закруткин, 1968 и др.), и более надежные результаты здесь дает расчет дискриминантной функции, принцип расчета которой заимствован у М. Е. Деминой и О. М. Калинина (Демина и Калинин, 1968), однако в знаменателе выражения  $a_i = \frac{\bar{X}_1^i - \bar{X}_2^i}{S_i^2}$ , по предложению

В. В. Хлестова, взято произведение стандартных отклонений  $i$ -того компонента в первой и второй совокупности ( $S_{i1} \cdot S_{i2}$ ).

Для разделения гранулитовой (тип 1, табл. 9) и амфиболитовой без гиперстена (тип 3, табл. 9) фаций дискриминантная функция имеет следующее выражение:

$$D_{(x)} = 3,23 \text{ Si} - 34,66 \text{ Ti} - 1,68 \text{ Al} - 8,51 \text{ Na} - 2,85 \text{ K} + 1,76 \cdot \text{OH}.$$

Распределение величины дискриминантной функции показывает, что границей разделения типа 1 и 3 является  $D_{(x)} = 7,00$ , т. е. при  $D_{(x)} < 7,00$  роговые обманки следует относить к гранулитовой фации, а при  $D_{(x)} > 7,00$  — к амфиболитовой (без гиперстена). В этом случае ошибка классификации равна 12%, т. е. при нашей выборке (табл. 9) с общим числом наблюдений равным 119 (для типа 1  $n = 30$ ; для типа 3  $n = 89$ ), в пределы амфиболитовой фации попадают 9 анализов из гранулитовой фации, а в пределы гранулитовой — 5 анализов из амфиболитовой фации.

При дополнительном рассмотрении анализов, попавших в область перекрытия, оказалось: роговые обманки № 195, 198, 205 и 207 (табл. 1) хотя и относятся к высокотемпературным, но судя по описаниям авторов, вероятно, образовались в результате наложенных процессов и не являются равновесными в соответствующих ассоциациях; № 203 — роговая обманка из Адирондакского массива, где зачастую трудно выяснить условия образования. Если исключить эти 5 анализов, то ошибка классификации снизится до 8%.

Наконец, следует подчеркнуть, что взятые при расчете дискриминантной функции типы являются средними составами роговых обманок по фациям в целом — гранулитовой (тип 1) и амфиболитовой (тип 3), бездробного расчленения по ассоциирующим минералам, а поэтому выделенные типы отражают как определенные условия образования (P, T), так и средний состав вмещающих пород.

### Эпидот-амфиболитовая фация силлиманит-мусковитовых сланцев

К эпидот-амфиболитовой фации (табл. 14) отнесены роговые обманки зеленой или бледно-зеленой окраски в ассоциации с альбитом или олигоклазом и обычно с эпидотом. При этом учтены лишь роговые обманки с содержанием  $Al > 1$  в кристаллохимической формуле, т. е. граница с зелеными сланцами проводится прежде всего по особенностям состава амфибола, что хорошо видно на графике распределения  $Al$  (рис. 45), для построения которого были взяты амфиболы ряда роговая обманка — актинолит метаморфических пород, включая фации, кроме зеленых сланцев и эпидот-амфиболитовой, амфиболитовую и гранулитовую.

Характеризуя эти амфиболы, прежде всего отметим, что поле распределения точек на диаграммах (рис. 38—40) перекрывается, т. е. амфиболы эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций в отдельных случаях практически неразличимы. Это же положение наглядно отражается на графике распределения роговых обманок по общему алюминию (рис. 46) для амфиболитовой (кривая 1) и эпидот-амфиболитовой (кривая 2) фаций. Однако можно заметить, что максимум анализов для роговых обманок амфиболитовой фации приходится на содержание алюминия в кристаллохимической формуле в интервале 1,90—2,20, а для эпидот-амфиболитовой 1,56—1,96. Подсчет средних значений (тип 4, табл. 9, 14) и сравнение их по  $t$ -критерию со средними значениями для амфиболитовой фации (тип 3, табл. 9, 11) показывает, что они значимо различаются по общему алюминию ( $t = 2,25$ ;  $t_{05} = 1,98$ ;  $t > t_{05}$ ) за счет  $Al^{IV}$  ( $t = 3,03$ ;  $t > t_{05}$ ), но при постоянном содержании  $Al^{VI}$ , что лишь частично подтверждает выводы В.В. Закруткина (1961), утверждавшего повышение содержания  $Al^{VI}$  в амфиболах эпидот-амфиболитовой фации при понижении  $Al^{IV}$ .

Различие выявлено также по калию ( $t = 2,49$ ;  $t > t_{05}$ ), титану ( $t = 2,10$ ;  $t > t_{05}$ ) и разности  $Al^{IV} - (Na + K)$  ( $t = 2,15$ ;  $t > t_{05}$ ). По натрию ( $t = 0,21$ ;  $t < t_{05}$ ), сумме щелочей ( $t = 1,72$ ;  $t < t_{05}$ ),  $OH$  ( $t = 1,23$ ;  $t < t_{05}$ ) и остальным компонентам значимого отличия не выявляется. По железистости амфиболы эпидот-амфиболитовой фации существенно не отличаются от типа 3, но она заметно ниже среднего значения железистости для ро-

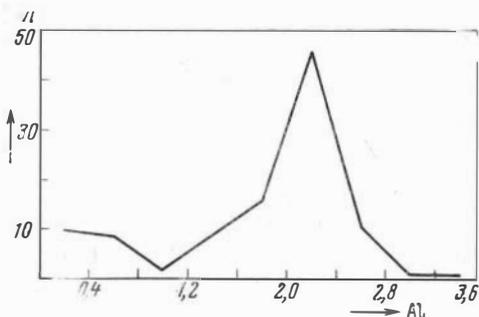


Рис. 45. График распределения Al (в единицах кристаллохимической формулы) в амфиболах ряда актинолит — роговая обманка пород гранулитовой, амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой фаций и зеленых сланцев

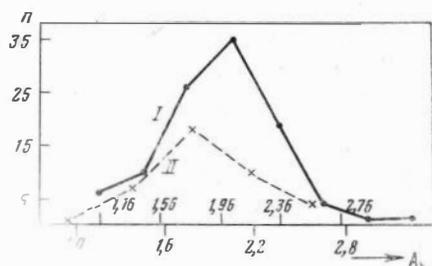


Рис. 46. График распределения Al (в единицах кристаллохимической формулы) в роговых обманках амфиболитовой (кривая I) и эпидот-амфиболитовой (кривая II) фаций

говых обманок из амфиболитовой фации. Понижение  $f$  амфиболов также, очевидно, связано с понижением температуры кристаллизации.

При сравнении роговых обманок эпидот-амфиболитовой фации (тип 4) с дробными парагенетическими типами 3в и 3г амфиболитовой фации, оказывается, что роговые обманки, ассоциирующие с клинопироксеном без граната (тип 3в), по Al,  $f$  и  $Al - (Na + K)$  не отличаются от типа 4, в то время как гранатсодержащие парагенезисы (тип 3г) отличаются достоверно, что хорошо видно на рис. 31 и 32 по расположению доверительных эллипсов.

Таким образом, здесь еще раз уместно подчеркнуть, что содержание общего алюминия внутри фации также меняется от состава вмещающих пород. Как видно из приведенных данных, разница внутри амфиболитовой фации (без гиперстена) даже перекрывает разницу между содержанием алюминия в роговых обманках эпидот-амфиболитовой (тип 4) и амфиболитовой (тип 3) фаций. Однако это перекрытие связано с высоким содержанием  $Al^{VI}$  в роговых обманках гранатсодержащих пород (тип 3г), в то время как  $Al^{IV}$  остается постоянным внутри амфиболитовой фации, что и оправдывает выделение средних типов для фаций и подтверждает общую закономерность.

Сравнивая бескарцевый парагенезис роговых обманок эпидот-амфиболитовой фации (тип 4б, табл. 14) с кварцсодержащим парагенезисом той же фации (тип 4а), можно констатировать отсутствие различия между ними. Тип 4а при сравнении его с кварцсодержащим парагенезисом амфиболитовой фации (тип 3а) отличается более низким содержанием общего алюминия и большим значением коэффициента окисления.

Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и производ эпидот-амфиболитовой фации

Номер типа	Характеристика типа	Число анализов ( $n$ )		Si	Ti	Al	$Al^{IV}$	$Al^{VI}$	$Fe^{3+}$	$Fe^{2+}$	Mn	Mg
		3	4									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	Общая выборка	$\bar{X}$	37	6,652	0,112	1,819	1,349	0,469	0,527	1,504	0,043	2,410
		$S$		0,262	0,058	0,269	0,262	0,183	0,216	0,366	0,030	0,513
4а	В ассоциации с кварцем	$\bar{X}$	19	6,594	0,116	1,842	1,407	0,434	0,624	1,571	0,052	2,265
		$S$		0,240	0,059	0,227	0,240	0,208	0,197	0,323	0,039	0,402
4б	Бескарцевые парагенезисы	$\bar{X}$	7	6,539	0,132	1,925	1,463	0,461	0,418	1,451	0,030	2,601
		$S$		0,137	0,057	0,311	0,139	0,202	0,191	0,248	0,006	0,521

## Роговые обманки фации высоких давлений

Особый интерес представляет изучение особенностей амфиболов, образующихся в условиях сверхвысоких давлений: фаций эклогитов, дистеновых гнейсов и дистеновых сланцев. К сожалению, амфиболы из эклогитов (часто называемые «каринтинами») трудны для обработки, поскольку нет достаточно четких критериев для разграничения первичных и вторичных их генераций.

По поводу названия амфибола из эклогитов у исследователей нет единого мнения, и под названием «каринтин» зачастую понимаются разные роговые обманки близкого химического состава. Так, Коритниг (Koritnig, 1940), останавливаясь на истории этого минерала, указывает, что впервые каринтин был описан Карстеном в эклогите Гетруска и причислен к сложному авгитовому шпату. Гаюи, однако, установил, что минерал является роговой обманкой, а Стефенс дал ему название «керафиллит». Позднее этот термин был вытеснен названием каринтин, по Вернеру. Указывая на номенклатурную путаницу, Коритниг полагал, что под «каринтином» надо понимать темную или черную роговую обманку, которая по своему внешнему виду и химическому составу должна быть близка к базальтической роговой обманке. Он впервые описал и привел состав коричневого каринтина (№ 479) из эклогита Каринтии в ассоциации с гранатом, омфацитом и рутилом. Другие авторы объединяют название «каринтин» с названием «барруазитовая роговая обманка», например, для амфибола (№ 500) из серпентинитовой породы, ассоциирующего с альбитом и эпидотом в районе Котаки, Япония (Shido, 1958). По классификации Дира, Хауи и Зусмана (Дир и др., 1965), та же роговая обманка № 500 отнесена к эденитовой, а анализ каринтина из эклогита (№ 479) Коритнига — к паргаситу. Таким образом, до настоящего времени существует различное мнение в отношении наименования минерала этого состава.

Для подсчета средних данных нами было отобрано 9 анализов коричневых или зеленовато-коричневых амфиболов, именуемых преимущественно каринтином. Они принадлежат эклогитам Полярного Урала (хребет Марун-Кей) и Восточных Альп (Каринтия) и находятся в ассоциации с гранатом, омфацитом, нередко с рутилом. Если этот амфибол и не является заведомо первичным, то во всяком случае относится к образованиям достаточно высоко-температурным.

Полученные средние значения для каринтинов приведены в табл. 9 и 15 (тип 6). На рис. 38—43 точки каринтинов из эклогитов разбросаны в довольно широких пределах, что устанавливается, хотя бы по алюминию, рассеянному в диапазоне 1,85 — 2,85 формульных единиц, по сумме щелочей (от 0,80 до 1,18); общая железистость относительно низкая и колеблется

Таблица 14  
ных величин в кристаллохимической формуле роговых обманок из пород

Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> — (Na+K)	Al— (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + +Fe <sup>3+</sup>	<i>K<sub>ох</sub></i>	<i>f</i>	<i>f'</i>
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1,808	0,414	0,133	1,811	0,547	0,803	1,272	0,996	0,256	46,30	39,43
0,149	0,133	0,097	0,301	0,177	0,240	0,258	0,215	0,081	10,92	10,51
1,813	0,392	0,164	1,796	0,556	0,852	1,286	1,057	0,282	49,68	41,87
0,151	0,116	0,114	0,368	0,194	0,215	0,246	0,187	0,067	9,27	9,31
1,827	0,498	0,084	1,880	0,582	0,881	1,343	0,880	0,214	42,52	36,85
0,146	0,176	0,042	0,148	0,196	0,203	0,268	0,301	0,089	9,79	8,45

**Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и производных и измененных**

Номер типа	Характеристика типа	Число анализов ( $n$ )		Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Каринтины из пород эклогитовой фации	9	$\bar{X}$ $S$	6,616 0,249	0,088 0,051	2,292 0,302	1,384 0,248	0,907 0,136	0,316 0,140	0,622 0,229
6а	Роговые обманки из измененных эклогитов	16	$\bar{X}$ $S$	6,526 0,396	0,101 0,070	2,222 0,518	1,476 0,396	0,745 0,302	0,447 0,367	1,098 0,436

в пределах 13—34 мол. % По среднему содержанию указанной величины каринтины приближаются к паргаситам (рис. 31), однако не различаясь с ними по железистости, они значимо различаются по общему алюминию, большему в паргаситах ( $t = 2,22$ ;  $t_{05} = 2,06$ ;  $t > t_{05}$ ) за счет Al<sup>IV</sup> (рис. 33); по сумме щелочей (рис. 32) различия нет, но вместе с тем существует значительное различие по калию и натрию, взятыми порознь — в паргаситах резко преобладает К, а в каринтинах Na (рис. 34).

От роговых обманок гранулитовой фации (типа 1) каринтины отличаются значимо высоким содержанием Al<sup>VI</sup>, то в время как Al<sup>IV</sup> значимо больше в типе 1 (рис. 33), поэтому общее содержание Al остается равным (рис. 31).

Амфиболы из измененных в той или иной степени эклогитов выделены в тип 6а (см. табл. 15). Это роговые обманки реакционных каемок эклогитоподобных (гранат-пироксеновых) включений в гнейсах Чехословакии (№ 497, 498), Гренландии (№ 490), гранатового амфиболита эклогитового происхождения Шотландии (№ 491), эклогитовых амфиболитов Кор-Альп (№ 492, 496) и др. Самое высокое содержание алюминия, равное 3,25, отмечено для роговой обманки из эклогита Шотландии (№ 486), ассоциирующей со шпинель-цейлонитом, окруженным хлоритом. Кроме шпинели, присутствуют пироксен с включением цоизита, а также гранат. Блюксем и Аллен (Влохат а. Аллен, 1960) считают данную роговую обманку первичной, однако для того, чтобы поместить ее в группу неизмененных эклогитов, т. е. в тип 6, у нас не было достаточных оснований.

**Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и производных с глаукофановыми**

Номер типа	Характеристика типа	Число анализов ( $n$ )		Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	Субкальциевые роговые обманки и переходные амфиболы ряда роговая обманка-глаукофан (с Na > 1)	14	$\bar{X}$ $S$	7,108 0,189	0,101 0,085	1,614 0,333	0,890 0,189	0,724 0,321	0,553 0,227	1,124 0,323
7а	Роговые обманки актинолитового ряда	3	$\bar{X}$ $S$	7,746 —	0,011 —	0,553 —	0,254 —	0,299 —	0,197 —	0,994 —

Таблица 15

величин в кристаллохимической формуле амфиболов из эклогитов эклогитов

Mn	Mg	Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> — (Na+K)	Al — (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + + Fe <sup>3+</sup>	K <sub>ox</sub>	f	f'
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,006 0,003	3,176 0,489	1,517 0,113	0,805 0,116	0,143 0,042	1,771 0,410	0,948 0,130	0,437 0,211	1,343 0,246	1,224 0,250	0,334 0,136	23,29 8,58	16,96 7,28
0,011 0,010	2,795 0,698	1,774 0,221	0,605 0,197	0,125 0,099	1,395 0,543	0,730 0,209	0,741 0,515	1,493 0,643	— —	0,264 0,135	35,90 14,87	29,14 12,41

Составы роговых обманок из измененных эклогитов отражают значительные колебания, поэтому их точки, как и точки средних значений, на рисунки для упрощения не наносились. По среднему содержанию алюминия эти роговые обманки отличаются от каринтинов эклогитов, а по величине Al<sup>VI</sup> и f занимают промежуточное положение между последними и роговыми обманками типов 1, 3 и 4. Анализ роговой обманки, ассоциирующей со шпинелью (№ 486), где содержание алюминия очень высокое (Al = 3,25, Al<sup>IV</sup> = 2,03, Al<sup>VI</sup> = 1,22), на рис. 38 и 40 выделен особо.

По содержанию щелочей и Al<sup>VI</sup> очень близки к каринтинам из эклогитов (типу 6) специфические амфиболы, связанные с глаукофансодержащими породами, но, по-видимому, относящимися еще к фации дистеновых гнейсов и сланцев (тип 7, табл. 16). Это роговые обманки с пониженным (менее 1,5) содержанием кальция (субкальциевые) и содержанием щелочей, близким к единице или несколько превышающим ее, которые уже являются переходными к глаукофанам. Такие амфиболы часто называют баррузитами (по исследователю Барруа), как это было предложено Мургочи (Murgoci, 1922) для амфибола, переходного по составу от глаукофана к роговой обманке.

Выделенные нами в тип 7 амфиболы принадлежат к эпидитовым амфиболитам Новой Каледонии, где ассоциирующимися с ними минералами являются гранат, лавсонит, глаукофан, эгирин, пумпеллит (№ 501), Японии (№ 506, 507, 511 и 512) из района Санбагава в ассоциации с мусковитом, кварцем, эпидотом, хлоритом и альбитом. Эти образцы были взяты из так

Таблица 16

величин в кристаллохимической формуле амфиболов из пород, связанных сланцами

Mn	Mg	Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> — (Na+K)	Al — (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + + Fe <sup>3+</sup>	K <sub>ox</sub>	f	f'
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,026 0,031	2,609 0,506	1,249 0,209	0,983 0,228	0,072 0,040	1,591 0,508	1,055 0,249	-0,165 0,329	0,557 0,242	1,277 0,305	0,326 0,095	39,56 9,75	30,84 8,83
0,023 —	3,634 —	1,505 —	0,414 —	0,028 —	1,981 —	0,442 —	-0,190 —	0,10 —	0,476 —	— —	25,11 —	21,96 —

называемой зоны С, переходной между глаукофановыми сланцами и породами эпидот-амфиболитовой фации; в последней для амфибола характерна ассоциация с гранатом, глаукофаном, альбитом, мусковитом, эпидотом, актинолитом того же района Санбагава (№ 510).

Эпидотовые амфиболиты Шотландии содержат, кроме субкальциевой роговой обманки (№ 513), глаукофан, эпидот, альбит, гранат и сфен, а амфибол (№ 508) из амфиболита Швейцарии находится в ассоциации с гранатом, альбитом, эпидотом, хлоритом, биотитом, мусковитом и кварцем; иногда ядро амфибола составляет глаукофан.

Кроме эпидотовых амфиболитов, вмещающими породами для амфиболов типа 7 являются глаукофанизированные эклогиты Южного Урала (дер. Шубино), где в ассоциации встречаются омфациит (замещаемый амфиболом), гранат, рутил и более поздний глаукофан, замещающий амфибол (№ 502, 503 и 505); измененные эклогиты фации глаукофановых сланцев Новой Каледонии, в которых амфибол ассоциирует с омфациитом, гранатом, эпидотом, мусковитом и хлоритом (№ 504); амфибол, описанный Шидо (Shido, 1958) из серпентиновой породы района Котаки, ассоциирует с жадеитом, альбитом, хлоритом и тальком (№ 500) и, наконец, отметим амфиболы из голубых сланцев, залегающих среди метаэффузивов основного состава в Казахстане (№ 509), описанные Н. Л. Добрецовым и Л. Г. Пономаревой (1968). В генетическом отношении все эти образования также связаны с глаукофановым метаморфизмом.

Все перечисленные амфиболы этого типа имеют светло-зеленую или синезеленую с голубоватым оттенком окраску и плеохроизм по  $Ng$ .

Как видно из приведенных средних значений (табл. 9, 16) и из положения доверительных эллипсов на рис. 33, амфиболы 7 типа характеризуются более низким содержанием  $Al^{IV}$  и по величине  $Al - (Na + K)$  расположены на рис. 32 обособленно. Однако по  $Al^{VI}$  они не отличаются от каринтинов из эклогитов (типа 6) и роговых обманок из дистеновых сланцев. Содержание натрия здесь самое высокое (рис. 34), но тем не менее по сумме щелочей они не различаются с типом 6.

Кроме метаморфических амфиболов типа 7 (барруазитов), имеется ряд редких амфиболов магматического происхождения, которые по своему составу примыкают к рассматриваемой группе и, возможно, дают непрерывные ряды с рибекитами и кросситами, но рассмотрение их будет проведено в следующем томе.

Переходя к амфиболам дистеносодержащих пород, прежде всего отметим случаи непосредственного парагенезиса роговой обманки с дистеном. В свя-

Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и производных пород

Номер типа	Характеристика типа	Число анализов (n)		Si	Ti	Al	$Al^{IV}$	$Al^{VI}$	$Fe^{2+}$	$Fe^{2+}$
				4	5	6	7	8	9	10
5	Общая выборка, исключая тип 5а	34	$\bar{X}$	6,354	0,105	2,441	1,676	0,764	0,511	1,535
			$S$	0,284	0,084	0,451	0,231	0,305	0,217	0,304
5а	В ассоциации с дистеном . . . . .	5	$\bar{X}$	6,357	0,065	2,952	1,642	1,310	0,238	0,996
			$S$	0,172	0,016	0,321	0,173	0,242	0,087	0,328
5б	Из пород Сен-Готтардского массива . . . . .	13	$\bar{X}$	6,253	0,102	2,741	1,748	0,992	0,521	1,620
			$S$	0,103	0,127	0,224	0,103	0,189	0,093	0,176
5в	Из других дистеносодержащих пород . . . . .	21	$\bar{X}$	6,469	0,107	2,256	1,634	0,623	0,507	1,484
			$S$	0,569	0,040	0,473	0,283	0,278	0,269	0,359

зи с малым количеством материала здесь объединяются породы, принадлежащие к дистеновым гнейсам и дистеновым сланцам.

Два амфибола (№ 436 и 437), названные автором (Удовкина, 1966) каринтинами, принадлежат: первый — к вторичному каринтин-кианитовому эклогиту, находящемуся в парагенезисе с гранатом, моноклинным пироксеном и кварцем, и второй — к кварц-мусковитой жиле в эклогите в парагенезисе, кроме дистена, с олигоклазом, биотитом, гранатом и клиноцоизитом. Точки этих анализов на рис. 38 и 39 попадают в область паргаситов (тип 2) и каринтинов из эклогитов (тип 6). С более высоким содержанием алюминия и железа (рис. 38), но с меньшим суммарным значением щелочей (рис. 39) оказываются остальные три роговые обманки: № 438 из дистен-гранатового амфиболита Шотландии (Tilley, 1937), в парагенезисе с плагиоклазом и цоизитом; № 439 из роговообманково-гранат-кианит-кварцевого метасоматита Кольского полуострова (Бондаренко, 1966), где, кроме указанных выше минералов, в парагенезисе отмечен плагиоклаз № 34 и рутил и № 440 из дистен-гранатового гнейса Сен-Готардского массива (Steiger, 1961) в парагенезисе с плагиоклазом № 10—30, кварцем, биотитом, ставролитом и вторичным эпидотом, цоизитом, хлоритом, карбонатом и серицитом. На рис. 38—42 видно, что составы амфиболов в указанных пяти случаях непосредственного парагенезиса с дистеном сильно варьируют, в связи с чем оси доверительных эллипсов (рис. 31, 33, 34) велики. Средние значения по указанным роговым обманкам, свидетельствующие, что роговые обманки дистеновых пород содержат наибольшее количество алюминия, даны в табл. 9 и 17 (тип 5а). Среднее содержание общего Al и Al<sup>VI</sup> в типе 5а значительно отличается даже от наиболее богатых алюминием гранатовых пород амфиболитовой фации (тип 3г), что подтверждается расчетом *t*-критерия). На рис. 33 по содержанию Al<sup>VI</sup> они занимают крайне правое положение. По содержанию щелочей получена большая дисперсия, поэтому на рис. 32 нанесена только точка среднего содержания без доверительного эллипса, который перекрыл бы значения для других выделенных типов гранулитовой и амфиболитовой фаций.

Роговые обманки, для которых не указывается непосредственный парагенезис с дистеном, но приуроченные к комплексам дистенсодержащих вмещающих пород, объединены вместе с роговыми обманками Сен-Готардского массива (тип 5б) в тип 5 (табл. 9 и 17), который как и тип 5а характеризует состав амфиболов из фации пород с дистеном. Располагаясь по общему содержанию алюминия ниже, чем роговые обманки из пород в непосредственном парагенезисе с дистеном, роговые обманки типа 5 перекрываются с

Таблица 17

**величин в кристаллохимической формуле роговых обманок из дистенсодержащих (фация с дистеном)**

Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	Al <sup>I</sup> -(Na+K)	Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	K <sub>ox</sub>	f	f'
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,030 0,015	2,055 0,468	1,764 0,155	0,474 0,095	0,124 0,088	1,930 0,148	0,598 0,112	1,078 0,212	1,839 0,443	— —	0,245 0,098	50,45 8,51	43,53 8,42
0,013 0,005	2,568 0,567	1,524 0,135	0,542 0,249	0,109 0,043	1,876 0,194	0,652 0,285	1,052 0,497	2,302 0,597	1,546 0,243	0,195 0,036	33,17 11,62	28,93 11,02
0,037 0,010	1,840 0,207	1,626 0,076	0,490 0,086	0,068 0,016	1,991 0,028	0,558 0,084	1,190 0,140	2,182 0,259	— —	0,243 0,036	54,19 5,18	47,43 5,23
0,026 0,016	2,189 0,543	1,858 0,153	0,466 0,104	0,160 0,096	1,895 0,199	0,626 0,125	1,007 0,223	1,631 0,405	— —	0,246 0,122	48,16 9,69	41,22 9,34

такowymi из эклогитов типа 6 и паргаситами типа 2, но отличаются от роговых обманок гранулитовой фации (тип 1). Такое различие с последними происходит только за счет  $Al^{VI}$ . От роговых обманок из пород амфиболитовой фации (тип 3) они отличаются более высоким содержанием  $Al^{IV}$  и  $Al^{VI}$ , однако с амфиболами гранатсодержащих пород (типом 3г) тип 5 перекрывается, так как в типе 5 исключены случаи непосредственного парагенезиса с дистеном, выделенные в тип 5а.

По содержанию щелочей тип 5 находится в одних пределах с роговыми обманками амфиболитовой (тип 3) и эпидот-амфиболитовой (тип 4) фациями (рис. 32), но отличается меньшим количеством щелочей от роговых обманок из пород гранулитовой фации (тип 1) главным образом за счет калия.

Роговые обманки из пород Сен-Готардского массива, включенные в тип 5, были также выделены отдельно для подсчета среднего состава в тип 5б, поскольку предполагалась обособленность их состава в фации специфических дистеновых пород.

Как свидетельствуют средние значения табл. 17 и рис. 31, 33, по содержанию общего алюминия и  $Al^{VI}$  эти амфиболы занимают промежуточное положение между объединенной выборкой (тип 5) и типом 5а, сохраняя равенство с ними по количеству щелочей.

Таким образом, роговые обманки из дистенсодержащих пород в целом характеризуются максимальным содержанием алюминия (возрастающим главным образом за счет  $Al^{VI}$ ) и по этому признаку могут быть сопоставимы с каринтинами из эклогитов. Все это свидетельствует о повышении глиноземистости амфиболов по мере увеличения давления при кристаллизации. Сам парагенезис кальциевых амфиболов с высокоглиноземистыми минералами, по-видимому, становится возможным лишь в области устойчивости дистена, поскольку несомненные парагенезисы роговой обманки с силлиманитом или андалузитом неизвестны.

### **Общие особенности роговых обманок метаморфических пород и сравнение их с роговыми обманками интрузивных пород**

Таким образом, типичные роговые обманки в породах регионально-метаморфических устойчивы в широком диапазоне температур от 900 до 500° С. При этом можно отметить тенденцию к некоторому понижению содержания алюминия (в основном за счет  $Al^{IV}$ ) и щелочей при понижении температуры и некоторому повышению содержания алюминия, в особенности  $Al^{VI}$  при значительном повышении давления (Костюк, Соболев, 1965). К подобному же заключению в отношении  $Al^{VI}$  приходит и Лик (Leake, 1965).

Распределение алюминия зависит также от активности щелочей, с повышением которой увеличивается  $Al^{IV}$  (см. стр. 59).

Повышение содержания титана особенно характерно для наиболее высокотемпературных роговых обманок. Общей особенностью является также повышенная железистость роговых обманок в парагенезисе с кварцем для высокотемпературных пород, включая амфиболитовую фацию.

Для некоторых сопоставлений в табл. 9 и на рисунках 31—35 помещены предварительные данные по амфиболам из гранитов (тип. 8), диоритов (тип 9) и габбро (тип 10). Устанавливается их резкое различие прежде всего по железистости, что подтверждает сделанные ранее выводы (Соболев, 1950; Чирвинский, 1928). Амфиболы гранитов, как и следовало ожидать, по сравнению с амфиболами из диоритов значительно богаче щелочами. При сравнении первых с амфиболами из кристаллических сланцев выявляется, что по общему содержанию алюминия амфиболы гранитов ложатся на уровне амфиболов из пород амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций (рис. 31), но значительно отличаются от них по  $Al^{IV}$  (рис. 33), располагаясь вблизи от

гранито-гнейсов. Однако, последние характеризуются более высоким содержанием  $Al^{VI}$  ( $t = 2,49$ ;  $t_{05} = 2,07$ ;  $t > t_{05}$ ).

По содержанию щелочей роговые обманки гранитов как по натрию, так и по калию ложатся выше, чем в выделенных типах (3 и 4) кристаллических сланцев, отличаясь от типа 1 только по калию, но оставаясь по сумме щелочей идентичными гранито-гнейсам. Разброс по титану для амфиболов из гранита (тип 8) велик и находится в пределах дисперсии для гранито-гнейсов и кристаллических сланцев типа 1, отличаясь более высоким содержанием титана от типов 3 и 4.

Железистость роговых обманок из гранитов значительно выше, нежели для амфиболов из кварцсодержащих пород (тип 3а) амфиболитовой фации. Это связано с тем, что в тип 8 не включены кварцсодержащие породы диоритового состава (последние вместе с бескварцевыми парагенезисами объединены в тип 9), а также отнесением к типу 8 нескольких роговых обманок из гранитов рапакиви. С выделенными гранито-гнейсами железистость типа 8 совпадает. Амфиболы типа 9 по среднему содержанию не отличаются от амфиболов из пород эпидот-амфиболитовой фации.

Данные для амфиболов из габбро (тип 10) ложатся вместе с гранодиоритами и отличаются от них, как и от амфиболов типов 3 и 4, только более низким содержанием железа. От роговых обманок гранулитовой фации (тип 1), помимо железистости, они отличаются значительно пониженным количеством  $Al^{IV}$  щелочей и прежде всего калия.

### Амфиболы фации зеленых сланцев

Как было отмечено выше, для разграничения пород эпидот-амфиболитовой фации и фации зеленых сланцев наиболее удобным признаком является сам состав амфибола. График распределения (рис. 45) показывает, что амфиболы переходного состава являются достаточно редкими и что хорошо отделяется группа тремолит — актинолита с невысоким содержанием глинозема. Так как здесь состав амфибола лег в основу разделения, естественно, что точка и доверительный эллипс среднего значения по  $Al$  (тип 13) на диаграмме рис. 31 ложатся очень далеко от всех других точек, относящихся к роговым обманкам с достаточно высоким содержанием алюминия. Содержание щелочей также невелико. Характерно, что значительно понизилась и  $f$ , которая не зависит прямо от содержания глинозема, а отражает тенденцию уменьшения железистости амфиболов с понижением температуры метаморфизма. Следует отметить, что в бесполовошпатовых породах бедные глиноземом амфиболы актинолит-тремолитового ряда могут быть устойчивы до более высокой температуры (во всяком случае, эпидот-амфиболитовой фации), а может быть, и амфиболитовой фации.

В нашем распоряжении имеется три анализа актинолита из пород, связанных с глаукофановым метаморфизмом. Анализ 516 из сланцев Калифорнии, в состав которых, помимо актинолита, входят глаукофан, эпидот, мусковит, пумпеллиит и анализы 514, 515 из сильно глаукофанизированных эклогитов Казахстана состава: эпидот, альбит, актинолит, хлорит, мусковит, кварц, карбонат и реликты граната. Среднее содержание по указанным анализам (табл. 16, тип 7а) отличается от актинолитов зеленых сланцев (тип 13, табл. 9) повышенным содержанием  $Al^{VI}$  и натрия, а также пониженным содержанием кальция.

Особого внимания заслуживают так называемые винциты, названные в честь открывшего их Х. Дж. Винча и впервые описанных Фермором (Fermor, 1909). Это синие амфиболы, близкие к тремолиту, в большинстве случаев из марганцевых рудников Центральной Индии. От идеальной формулы тремолита винцит отличается повышенным содержанием  $Na$  и  $K$ , поэтому Сундиус (Sundius, 1946) считал его близким к составу  $NaCa_2Mg_5[OH]_2$ .

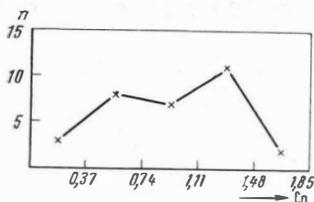


Рис. 47. График распределения Ca (в единицах кристаллохимической формулы) в винчитах, рихтеритах и тиродитах

·[AlSi<sub>7</sub>O<sub>22</sub>]. Кунитц (Kunitz, 1930) относит винчит к ряду глаукофан — актинолит; по Диру, Хауи и Зусману (Дир и др., 1965), минерал отнесен к группе рихтерита.

На рис. 47 отражено распределение Ca (в единицах кристаллохимической формулы) в винчитах, рихтеритах и тиродитах. Наиболее богатые из них кальцием винчиты попадают в интервал 1,11—1,85, что хорошо отделяет их от рихтеритов, в которых содержание Ca колеблется в пределах 0,37—1,11. Наиболее бедными кальцием оказываются тиродиты. По сумме щелочей и (Fe<sup>3+</sup> + Al) винчиты также дифференцируются от рихтеритов и являются переходными членами между глаукофан-кросситовыми амфиболами и амфиболами ряда тремолит — актинолит. Встречаются винчиты, по-видимому, в фации эпидотовых амфиболитов, имея метасоматическое происхождение. Содержание родусит-глаукофанового компонента достигает 35—45%. Для винчитов из Индии и других марганцевых месторождений характерно повышенное содержание марганца.

Нами объединены в тип 14 (табл. 9) семь химических анализов винчитов и близких к ним амфиболов с содержанием щелочей от 0,5 до 1,0 (в формуле) и отношением  $R^{3+}/R^{1+} > \frac{1}{2}$ . По приведенным данным и рис. 31 и 32 видно, что винчиты по содержанию алюминия не отличаются от актинолитов зеленых сланцев, в то время как по сумме щелочей дают большую разницу, приближаясь к типу 7 (амфиболам, связанным с глаукофановыми сланцами), поэтому среднее значение разности Al — (Na + K) для винчитов отрицательное.

### Роговые обманки из контактово-метаморфических пород и скарнов

В контактово-метаморфических породах амфиболы играют меньшую роль, к тому же они плохо изучены в связи с мелкозернистостью пород. Нами собрано 11 анализов амфиболов, причем нельзя поручиться, что они действительно относятся к типичным контактово-метаморфическим породам. Полученные данные (тип 11, табл. 9) очень близки к типам 1 и 3 по алюминию и 3—4 по щелочам. Содержание щелочей по сравнению с типом 1 для них получено меньшее в основном за счет натрия.

Роговые обманки из метасоматических образований — скарнов и близких к ним пород — объединены в тип 12 (табл. 9).

Генетическая природа тех или иных скарнов, к которым принадлежат изученные амфиболы, за исключением некоторых железорудных скарновых месторождений Алдана магнезиального типа (Шабынин, 1958), остается неясной.

Очевидно, принадлежностью амфиболов к различным по химизму вмещающим породам и объясняются большие колебания в соотношении железо-магнезиального компонента.

По минеральному составу описываемые породы относятся к гранат- и пироксенсодержащим скарнам или диопсид-биотит-плаггиоклазовым околоскарновым породам. Так как по железистости дисперсия этого типа довольно значительна, а по среднему содержанию алюминия роговые обманки ло-

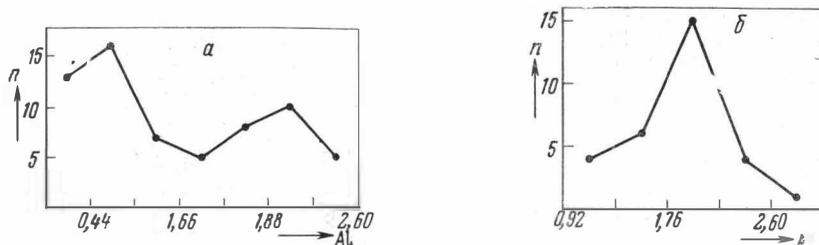


Рис. 48. График распределения Al (в единицах кристаллохимической формулы) в амфиболах из скарнов и близких к ним пород

а) для ряда актинолит — роговая обманка; б) только для роговых обманок

жаты в пределы амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фации, отличаясь меньшим содержанием общего алюминия только от роговых обманок гранулитовой фации за счет  $Al^{IV}$ , учитывая загруженность чертежей, мы их данные не наносим.

По содержанию щелочей, эти амфиболы также не отличаются от амфиболов типов 1, 3 и 4. Отмечается некоторое повышение кальция по сравнению с роговыми обманками амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций.

Распределение алюминия в амфиболах ряда актинолит — роговая обманка и скарновых пород показано на рис. 48, а вторая кривая (рис. 48, б) дает представление о распределении алюминия только для роговой обманки тех же пород.

Интересно сравнить распределение алюминия в ряду актинолит — роговая обманка для метаморфических пород (рис. 45) с распределением амфиболов этого же ряда для скарновых пород (рис. 48, а). Для последних оказывается, что амфиболы переходного типа, т. е. с содержанием алюминия от 0,5 до 1 в формуле, имеют большее распространение.

#### СОТНОШЕНИЕ АМФИБОЛОВ РЯДА РОГОВАЯ ОБМАНКА — АКТИНОЛИТ С ДРУГИМИ АССОЦИИРУЮЩИМИ МИНЕРАЛАМИ

Изучением минеральных равновесий в природных системах, в том числе изучением взаимоотношений роговых обманок с другими ассоциирующими породообразующими минералами и, в частности, анализом распределения в них магния и железа, занимались многие исследователи. Этим вопросам в последнее десятилетие посвящен ряд специальных работ (Kretz, 1959; Frost, 1962; Соболев, 1964; Лутц, 1964; Маракушев, 1965; Другова и Глебовицкий, 1965; Кориковский, 1967; Перчук, 1967<sub>1,2</sub>; Onuki, 1966, и др.).

В нашу задачу не входило критическое рассмотрение выводов предыдущих исследователей, так как те или иные рассматриваемые в них вопросы мы разберем непосредственно в текстовой части работы. Остановимся в основном на обсуждении некоторых материалов и графических построений, сделанных на основе собранного фактического материала.

Для комплексов метаморфических пород, кристаллизовавшихся в определенных физико-химических условиях при тех или иных термодинамических параметрах, ассоциирующие минералы с изоморфными смесями, естественно, реагируют на изменение внешней среды сопряженным изменением химического состава.

Сложный по своему составу амфибол ряда роговой обманки находится в метаморфических породах в различных сочетаниях в парагенезисе с достаточно обширным комплексом иных железо-магнезиальных силикатных минералов: оливином, ромбическим и моноклинным пироксенами, биотитом, гранатом, эпидотом, кордиеритом и др. Смена одних минеральных пара-

генезисов другими, изменение химизма амфибола и ассоциирующих с ним минералов при сохранении определенного их набора в каждом случае фиксируют изменение условий равновесной кристаллизации и отражают определенные закономерности породообразования. Нами в связи с этим сделана попытка проанализировать соотношения некоторых величин, полученных при расчете кристаллохимических формул амфибола, с тем чтобы по возможности выявить, насколько ощутимо влияние внешних параметров системы на поведение тех или иных компонентов в роговой обманке, равно как и связанных с ней парагенетически других минералов. Иными словами, предпринята попытка установления критериев, которые могли бы позволить установить принадлежность роговых обманок к определенным метаморфическим фациям, а точнее — установить пределы различия (или отсутствия такого различия) в роговых обманках из пород, кристаллизовавшихся в разных условиях.

На рис. 49, а, б показано распределение общей и частной железистости между сосуществующими роговыми обманками и гранатами <sup>1</sup>. Для построения графиков были взяты анализы гранатов с содержанием  $MnO$ , не превышающим 10 вес. %. При более высоком содержании марганца гранаты относились к алмадин-спессартину и спессартину и для данной цели не использовались. Сами роговые обманки, в которых количество  $MnO$  превышает 3 вес. %, отнесены в обособленную группу (табл. I), а поэтому роговые обманки в ассоциации с марганцевистым гранатом ( $MnO=0,3-10$  вес. %) на упомянутых графиках показаны особым знаком.

По коэффициенту распределения ( $K_D$ ) отчетливо выделяются породы гранулитовой и амфиболитовой фаций. Так, учитывая общую железистость, сосуществующие пары из пород гранулитовой фации располагаются на рис. 49, а в пределах  $K_D = 0,25-0,43$ . Ниже изолинии 0,43 опускается лишь одна точка, относящаяся к минералам из двупироксенового амфиболита Адирондака <sup>2</sup> (анализ 203). Аналогичное расположение имеют точки для пар минералов из пород этой же фации по частной железистости, за исключением двух пар с коэффициентом  $K_D$ , меньшим 0,25, но близким к нему.

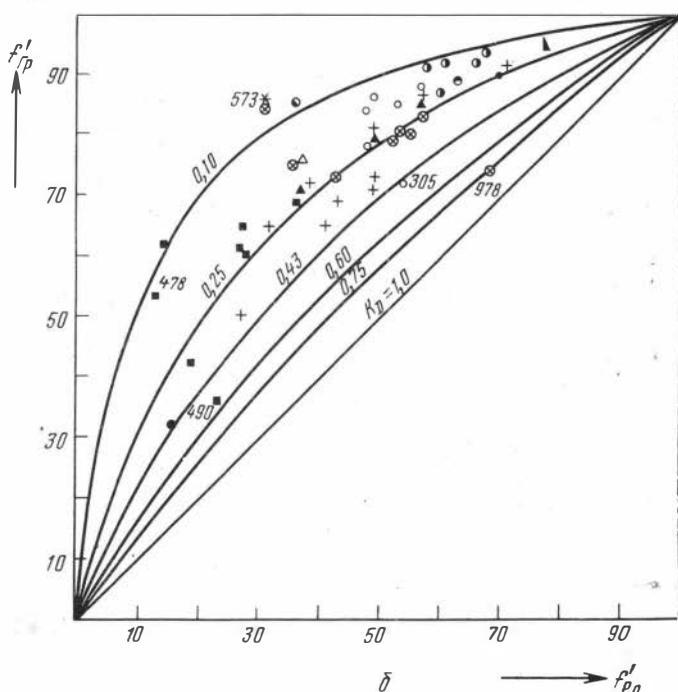
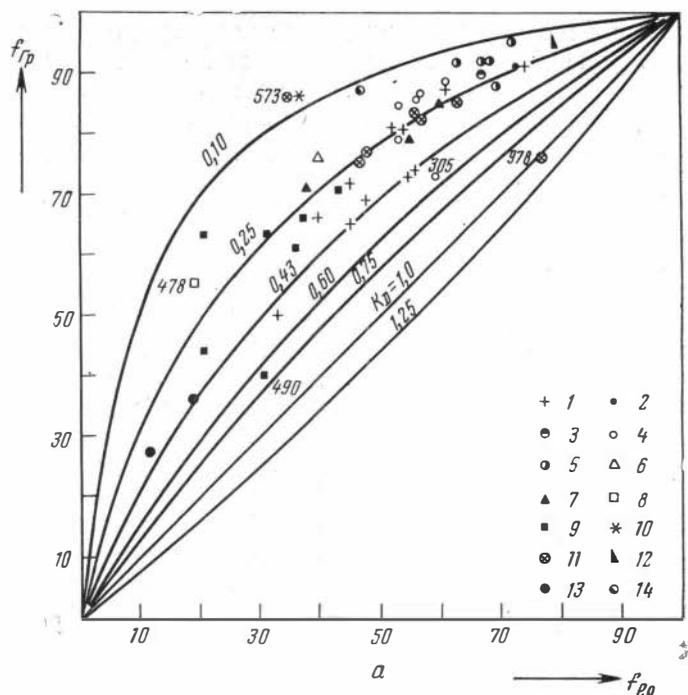
Точки для пар минералов, принадлежащих породам амфиболитовой фации, находятся выше или близко к кривой с  $K_D = 0,25$ , не выходя за пределы  $K_D$  равной 0,10 как по общей, так и по частной железистости. Однако, точка для анализа 305, где ассоциирующие минералы взяты из гранатового амфиболита побережья Японского моря, ложится вблизи изолинии  $K_D = 0,50$ , т. е. даже выходит за пределы расположения максимальных значений этого коэффициента для пород гранулитовой фации, и ее положение здесь остается неясным.

Для минералов из пород эпидот-амфиболитовой фации у нас имеется только одна ассоциирующая пара *Амф* — *Гр*. Анализ № 966 роговой обманки при этом был отбракован по содержанию воды, превышающему принятые пределы, что, однако, совершенно не отражается на интересующих нас компонентах. На графиках точка ложится выше, чем точки пар из пород амфиболитовой фации: для *f* и *f'* значение  $K_D$  равно, соответственно, 0,13 и 0,09.

Почти подобный коэффициент распределения имеет ассоциирующая пара (№ 573) из эпидотового амфиболита Японии, относящегося, как и предыдущий амфиболит, к эпидот-амфиболитовой фации; но поскольку в этой зоне отмечен дистен, очевидно, здесь имеется случай повышенного давления. Рядом с точкой 573 ложится субкальциевая роговая обманка (№ 504 с суммой щелочей более 1 в формуле) в ассоциации с гранатом из измененного эклогита фации глаукофановых сланцев Новой Каледонии. Значение  $K_D$  здесь также меньше 0,10.

<sup>1</sup> Химические анализы гранатов приведены в табл. IV, а соотношение железистости для пары *Ро* — *Гр* — в табл. 4.

<sup>2</sup> В дальнейшем будет указываться только номер анализа, соответствующий таковому в табл. I.



**Рис. 49.** График распределения (а) общей и (б) частной железистости для пары роговая обманка — гранат из пород

1 — гранулитовой фации; 2 — сомнительной гранулитовой и амфиболитовой с гиперстеном фации; 3 — то же, что для 2, с содержанием MnO в гранате от 3 до 10 вес. %; 4 — амфиболитовой (без гиперстена) фации; 5 — то же, что для 4, с содержанием MnO в гранате от 3 до 10 вес. %; 6 — парагезис с дистеном; 7 — дистенсодержащих пород; 8 — эклогитов; 9 — измененных эклогитов; 10 — породы, связанной с глаукофановыми сланцами; 11 — породы без типа; 12 — роговика; 13 — ультраосновных пород; 14 — пород эпидот-амфиболитовой фации

Точки соответствующих амфиболов и гранатов в дистенсодержащих породах по коэффициенту распределения находятся в пределах расположения пород амфиболитовой фации. Сюда же попадает точка 478, характеризующая минералы из эклогита Полярного Урала. Роговая обманка здесь с содержанием Са в формуле равным 1,49 и суммой щелочей (0,89) по составу близка к субкальциевой.

Три пары сосуществующих амфиболов и гранатов, принадлежащие измененным эклогитам, ложатся по  $K_D$  в пределы размещения пород гранулитовой фации. Одна из указанных пар с  $K_D = 0,10$  (роговая обманка, находящаяся, кроме граната, в парагенезисе с клинопироксеном и кварцем, содержащая Са и (Na + К) соответственно 1,09 и 0,97) принадлежит реакционной оторочке вокруг биметасоматического «эклогита» Полярного Урала (№ 961) и другая пара с  $K_D$ , близким к 0,60, взята из эклогита в гнейсе Гренландии и находится в парагенезисе с клинопироксеном, ромбическим пироксеном и рутилом; сама роговая обманка развивается в виде реакционной каймы между пироксеном и гранатом (№ 490).

Точки для минералов из ультраосновных пород Норвегии (№ 958 и 960), характеризующиеся низкой железистостью, по значению  $K_D$  также ложатся в пределы размещения пород гранулитовой фации.

Наконец, следует отметить анализы (№ 978) для тех же пар из гранатового амфиболита докембрийского метаморфического комплекса Кореи. Содержание Si в формуле роговой обманки (5,50) находится вне принятых, пределов (по этому признаку анализ был отбракован), но так как это не должно существенно влиять на соотношение железомagneзиального компонента, анализ помещен на графике рис. 49. Можно заметить, что по общей ( $K_D = 1$ ) и частной ( $K_D = 0,75$ ) железистости точка ассоциирующих роговой обманки и граната резко отделяется от остальных пар минералов. Правомочно поэтому предположение о том, что условия кристаллизации указанной породы были существенно иными, нежели для обычных амфиболитов.

Нами сделана попытка ориентировочно оценить температуры кристаллизации метаморфических пород, содержащих амфибол-гранатовые ассоциации по геотермометрам, разработанным Л. Л. Перчуком (1967<sub>1,2</sub>). Температуры, снятые с графика, отражающего изотермы распределения железа<sup>1</sup> (или магния) в сосуществующих амфиболе и гранате (рис. 50), соответствуют для пород типичной гранулитовой фации 620—720°, для амфиболитовой — 500—640° и для эпидот-амфиболитовой — 430° (табл. 18). Приведенные цифры следует считать заниженными на 100—150°, а для гранулитовой фации приблизительно на 200° (или на 20%), согласно принятым в последнее время температурным границам для отдельных метаморфических фаций (Добрецов и др., 1970).

Можно отметить, что в данном частном случае, т. е. для пары роговая обманка — гранат, конфигурация изолиний для  $K_D$  (рис. 49, б) в общих чертах совпадает с изотермами Л. Л. Перчука (рис. 50).

Распределение общей и частной железистости между сосуществующими роговыми обманками и ромбическими пироксенами<sup>2</sup> показано на рис. 51. Почти повсеместно отмечается более высокая железистость ромбического пироксена по отношению к роговой обманке или приближающаяся к  $K_D = 1$  как по общему, так и по частному ее значению. Пределы колебания коэффициента распределения общей железистости (рис. 51, а) относительно небольшие и лежат в интервале 0,78—1,13. Исключение составляют четыре случая, когда роговая обманка имеет значительно большую железистость, чем ортопироксен. При этом положение трех точек, относящихся к составам минералов из основных амфиболсодержащих пород: № 206 с  $K_D = 1,56$  (Судан),

<sup>1</sup> Снималось значение по  $f_i'$ .

<sup>2</sup> Химические составы ортопироксенов приведены в табл. V, а соотношение железистости для пары роговая обманка — ромбический пироксен в табл. 5.

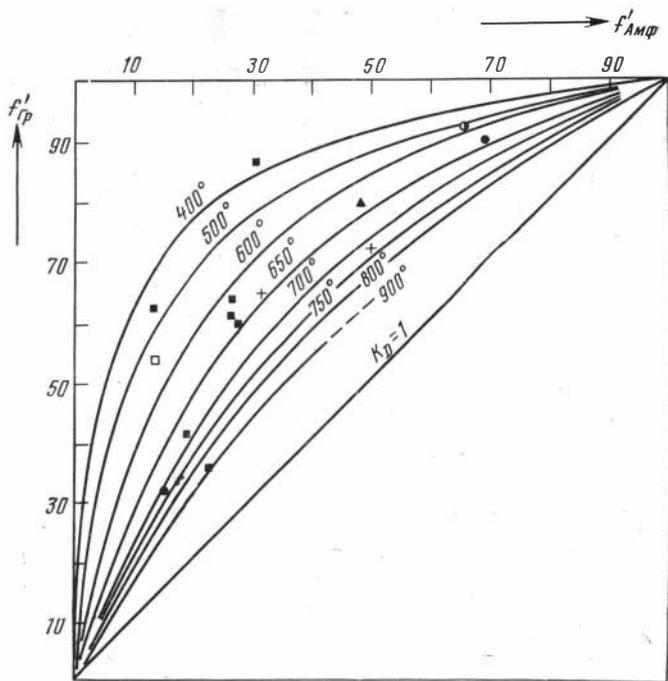


Рис. 50. График распределения частной железистости для пары роговая обманка — гранат с нанесенными изотермами, по Л. Л. Перчуку (1967<sub>1</sub>) (см. табл. 20)

Условные обозн. те же, что для рис. 49

где амфибол ассоциирует также с гранатом, моноклинным пироксеном, плагиоклазом и кварцем; № 200 с  $K_D = 1,32$  из основного гранулита Антарктиды и № 252 с  $K_D = 1,34$  из двупироксенового кристаллического сланца Алданского щита представляется вполне закономерным и не вызывает сомнения. Однако пара из роговообманкового норита района Мадрас, Индия (№ 202) сомнительна, так как нет полной ясности, находится ли гиперстен в ассоциации с роговой обманкой. По частной железистости (рис. 51, б) только

Таблица 18

Температуры кристаллизации в равновесии амфибол — гранат, снятые с диаграммы Л. Л. Перчука (1967<sub>1</sub>)

Номер анализа	$A_{мф} + G_{р}$ ( $T_b, ^\circ C$ )	Ассоциация	Фация	Номер анализа	$A_{мф} + G_{р}$ ( $T_b, ^\circ C$ )	Ассоциация	Фация
203	720	<i>Пр+Пм+Пл</i>	Гранулитовая	297	600	<i>Пм+Пл</i>	Амфиболитовая
207	620	<i>Пр+Пм+Пл</i>		379	500	<i>Пм+Пл</i>	
208	725	<i>Пр+Пм+Пл</i>		300	600	<i>Би+Пл+Кв</i>	
209	700	<i>Пр+Пм+Пл</i>		301	640	<i>Пл+Кв</i>	
211	720	<i>Пр+Би+Пл</i>		302	610	<i>Пл</i>	
212	690	<i>Пр+Би+Пл</i>		966	430	<i>Пл+Му+Кв+Сф</i>	
254	610	<i>Пм+Пл</i>	Сомнительная гранулитовая с содержанием $MnO$ в гранате 3,52 вес. %				Эпидот-амфиболитовая

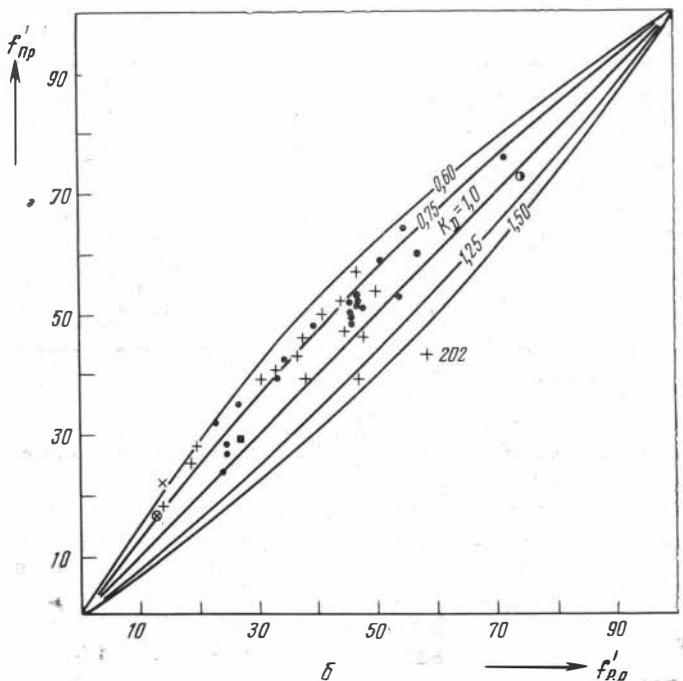
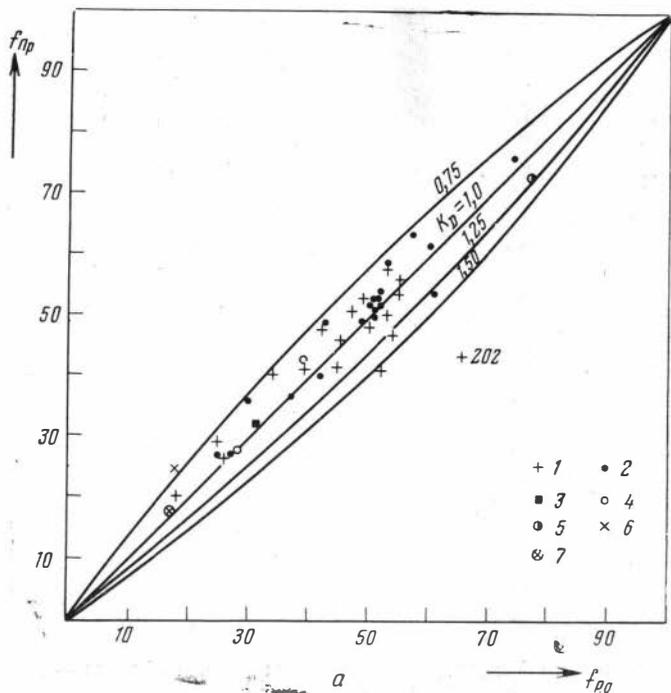


Рис. 51. График распределения общей (а) и частной (б) железистости для пары роговая обманка — ромбический пироксен

1 — из гранулитовой фации; 2 — из сомнительной гранулитовой и амфиболитовой с гиперстеном фации; 3 — из измененного эклогита; 4 — из гранулитов в контакте с перидотитами Корнуолл (Green, 1964); 5 — из гиперстенового гранита Калифорнии (Larsen a. Draisin, 1950); 6 — из пароксениста железистой формации Квебека (Қганск, 1961); 7 — из породы без титана

в одном достоверном случае (№ 206) роговая обманка более железиста, нежели ортопироксен.

Соотношение железистости (табл. 19) между ассоциирующими роговыми обманками и моноклинными пироксенами <sup>1</sup> показано на рис. 52, а, б, причем на первом из них нанесены для сравнения ассоциирующие актинодит и клинопироксен из пород железистой формации провинции Квебек, Канада (Mueller, 1960). Поскольку железистость рассчитывалась по данным спектрально-химических анализов, где все металлическое (атомарное) железо автором было переведено в FeO, то она и была принята нами за общую железистость.

Ассоциирующие пары *Амф* — *Пм* из двупироксеновых пород района Мадрас, отнесенные к типичной гранулитовой фации, лежат в пределах 1,25—1,50 по коэффициенту распределения общей и 1,20—1,35 по  $K_D$  частной железистости. Соответствующие пары минералов из подобных же пород других районов (Приазовья и Лапландии) имеют  $K_D = 1,50—1,75$ . Расширение парагенезиса в двупироксеновых породах той же фации за счет граната в трех имеющихся случаях сопровождается некоторым повышением коэффициента распределения по общей железистости в пределах от 1,50 до 2,0.

Пары *Амф* — *Пм* из двупироксеновых пород Австралии (Виппс, 1965), отнесенные автором к промежуточному типу между гранулитовой и амфиболитовой фациями по значению  $K_D = 1,25—1,63$ , помещаются почти в тех же пределах, что и  $K_D$  минералов из пород типичной гранулитовой фации. Повышенная величина  $K_D = 1,75$  и здесь отмечается для двупироксеновой породы, содержащей гранат. Точки анализов из двупироксеновых кристаллических сланцев Алдана (Кицул, 1966) ложатся в интервале  $K_D = 1,50—2,0$ . Те же ассоциации *Амф* — *Пм* из двупироксеновых пород Восточного Саяна ( $K_D = 1,25, 1,75, 1,85$ ) и Адирондака ( $K_D = 1,50—1,75$ ), отнесенные нами к промежуточной между типичной гранулитовой и амфиболитовой фации, размещаются в пределах, свойственных минералам из пород Австралии и Алдана.

Имеющиеся анализы для пар *Амф* — *Пм* из пород амфиболитовой фации без гиперстена отражают достаточно широкие пределы колебания по  $K_D$ . Из пород Алдана эта величина соответствует 1,20—2,25, из амфиболитов Японии (Shido, 1958)  $K_D = 1,17$  и 1,50 и из гранатсодержащего амфиболита Австралии  $K_D = 1,50$ .

Таким образом, пределы колебания коэффициента распределения железистости в ассоциирующих роговых обманках и клинопироксенах перекрываются для минералов из пород гранулитовой и амфиболитовой фаций, и выделение каких-либо индивидуальных полей, характеризующих отдельные регионы, не представляется возможным. Правда, четыре пары анализов из пород типичной гранулитовой фации района Мадрас отделяются от остальных своим расположением вдоль линии  $K_D = 1$ . Как указывалось выше, значения  $K_D$  по общей железистости для них же лежат в пределах 1,25—1,50.

Кроме указанных точек, коэффициент распределения выше 2,00 имеют следующие амфибол-клинопироксеновые пары: из гранат-пироксенового амфиболита Кольского полуострова (№ 470 с  $f_{P.o} = 54$  и  $f_{П.м} = 36$ ), вмещающего кианитсодержащие метасоматиты; из измененных эклогитов гранат-пироксенового включения в гнейсе Моравии (№ 497 и 498), где роговая обманка развивается в виде реакционной каймы; из включения эклогита в гнейсе Гренландии (№ 490); из амфиболита с гранатом на контакте гранодиорита с осадочно-вулканогенными породами (№ 548) и, наконец, из гнейсоподобного скопления в кальците (№ 280), где роговая обманка определена как паргасит. Точка, соответствующая паре из железистой формации Квебек на контакте ее с доломитом, также имеет высокий  $K_D = 2,30$ .

<sup>1</sup> Химические составы ассоциирующих моноклинных пироксенов приведены в табл. VI.

Соотношение общей железистости между ассоциирующими амфиболами и моноклинными пироксенами

Номер анализа в табл. 1	Моноклинный пироксен		А м ф н б о л			Номер анализа в табл. 1	Моноклинный пироксен		А м ф и б о л		
	<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>f</i>	<i>f'</i>			<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>f</i>	<i>f'</i>	
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
196	37	32	42	38	Роговая обманка	476	9	7	14	10	Каринтин
198	36	33	49	44	То же	478	17	10	19	14	"
199	45	43	53	47	"	486	26	18	21	19	Роговая обманка
201	44	41	55	50	"						"
202	41	39	66	59	"	489	24	19	31	27	"
204	26	21	40	32	"	490	17	12	31	23	"
206	40	35	52	47	"	493	32	23	36	28	"
210	46	41	61	51	"	497	37	27	56	38	"
214	30	25	34	31	"	498	38	35	57	40	"
227	20	15	26	19	"	504	28	21	36	31	Субкальциевая роговая обманка
228	25	22	30	27	"						"
230	30	26	42	34	"						"
232	35	34	43	40	"	548	24	23	40	35	Роговая обманка
234	33	32	48	41	"						"
237	37	36	49	46	"	629	16	11	17	13	"
238	39	34	50	44	"	669	16	14	26	20	"
240	35	35	50	47	"	684	78	75	74	68	"
242	38	36	51	47	"	694	15	14	42	36	Переходный амфибол ряда Акт—Ро
243	36	33	51	46	"						"
245	38	35	51	47	"						"
246	38	35	51	46	"						"
247	39	36	52	48	"	711	6	4	3	2	Тремолит
248	40	37	52	47	"	751	37	14	38	27	Глаукофан
					"						"
249	43	42	53	51	"	753	42	29	41	39	"
251	48	48	57	55	"	762	36	9	54	49	"
252	47	44	61	54	"	767	59	19	40	22	Кроссит
253	66	65	74	72	"	768	68	21	44	18	"
255	60	58	73	70	"	859	83	45	74	57	Железистый родусит
262	17	15	25	24	"						"
280	13	10	27	20	Паргасит	958	9	7	12	—	Роговая обманка
283	33	25	37	28	Роговая обманка	959	14	11	18	14	"
287	31	23	44	31	"	960	11	10	19	16	"
288	27	23	45	36	"	961	23	12	21	14	"
289	30	23	47	37	"	963	35	10	37	27	"
290	39	31	47	35	"	975	56	53	60	57	"
291	40	35	49	42	"	983	56	36	24	19	Актинолит
292	47	44	51	48	"						"
298	58	57	68	66	"	1002	38	18	35	29	Роговая обманка
436	19	11	20	16	"						"
470	36	36	54	49	"	1011	37	7	43	36	"
					"	1040	62	60	74	71	"

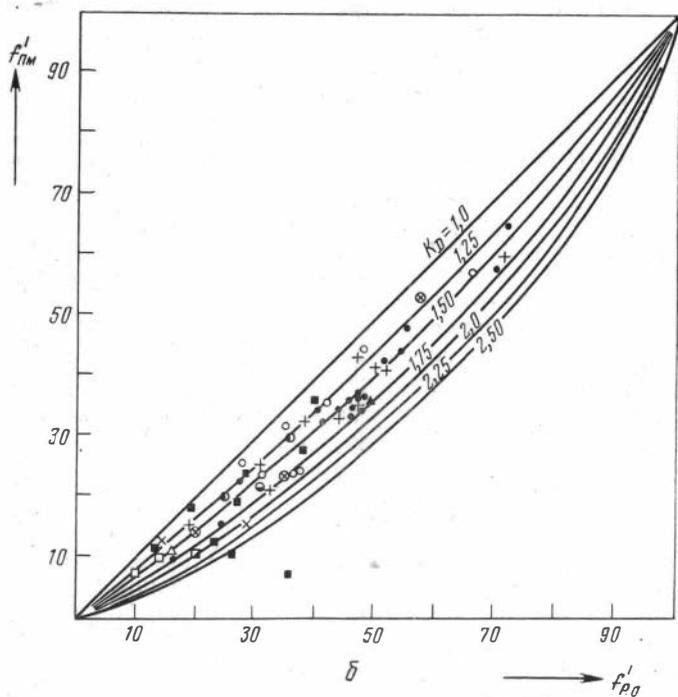
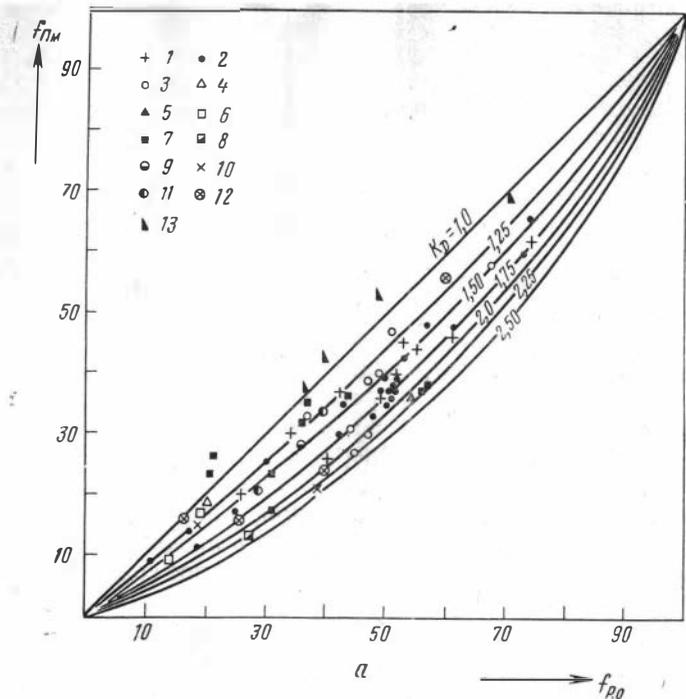


Рис. 52. График распределения общей (а) и частной (б) железистости для пары роговая обманка — моноклиновый пироксен

1 — из гранулитовой фации; 2 — из сомнительной гранулитовой и амфиболитовой с гиперстеном фации; 3 — из амфиболитовой (без гиперстена) фации; 4 — в ассоциации с дистеном; 5 — из дистеносодержащих пород; 6 — из эклогитов; 7 — из измененных эклогитов; 8 — из карбонатных пород (паргаситы); 9 — из пород, связанных с глаукофановыми сланцами; 10 — из железистой формации Квебека (Кранск, 1965); 11 — из гранулитов в контакте с перидотитами Корнуолл (Green, 1964); 12 — из остальных пород; 13 — ассоциация актинолит-моноклиновый пироксен из пород железистой формации Квебека (Mueller, 1960).

Из сказанного можно было бы сделать заключение, что в фемических минералах из эклогитовых и контактовых пород выдерживается тенденция к повышению значения  $K_D$ . Вместе с тем, это положение, очевидно, нельзя возводить в правило, так как имеется ряд примеров иного характера. Так, величина  $K_D$  для минералов из гранулитов в контакте их с перидотитами (Green, 1964) находится в пределах 1,75—1,25; для эклогитов Полярного Урала (№ 476—478) — между 1,50—1,75 и 1,0—1,25; для эклогита с дистеном (№ 436) из того же района  $K_D$  близок к 1 и, наконец, для измененного эклогита со шпинелью Шотландии (№ 486, Bloxam a. Allen, 1960) он равен 0,75.

Создается впечатление, что при общей железистости порядка 30—60 мол. % в гранатосодержащих породах типа измененных эклогитов значение  $K_D$  для сосуществующих роговых обманок и клинопироксенов заметно выше (оно достигает 2 и более), нежели в минералах из безгранатовых пород. С другой стороны, в минералах из измененных эклогитов, связанных с глаукофановыми сланцами, т. е. претерпевших изменение при наложении низкотемпературного метаморфизма, коэффициент распределения железистости резко понижается и находится в пределах 0,75—1,25. Обычно роговая обманка в таких породах имеет пониженное содержание кальция и повышенное суммарное количество щелочей.

При рассмотрении коэффициента распределения, исходя из частной железистости ( $f'$ ), картина несколько меняется. Точки ассоциирующих пар  $Amf - Pm$  располагаются более компактно со значением  $K_D$  для гранулитовой фации в пределах 1,20—1,95. Пары, принадлежащие гранатосодержащим породам, не выделяются из общего поля распределения точек, что, очевидно, связано с исключением окисного железа, отношение которого к закисному повышено в гранатовых парагенезисах. Исключение составляют пары из включения эклогита в гнейсе (№ 290) и из амфиболового эклогита с субкальциевой роговой обманкой (№ 963), где отмечается максимальное для этой группы  $K_D = 2$ . Паргасит (№ 280) здесь имеет такое же высокое значение  $K_D = 2$ .

Располагая значительным количеством анализированных минералов для тройных парагенезисов роговая обманка — клинопироксен — ромбический пироксен (28 точек) и роговая обманка — клинопироксен — гранат (13 точек, фигурирующих на рис. 49, 51 и 52) <sup>1</sup> из пород различных метаморфических фаций, сделаем попытку оценить температуры их кристаллизации по геотермометрам, разработанным Л. Л. Перчуком (1967<sub>1,2</sub>). Оговоримся, что перечисленные в табл. 20 эклогиты содержат из амфиболов обыкновенную роговую обманку, а в некоторых случаях по своей природе скорее относятся к эклогитоподобным образованиям, что позволяет допустить их кристаллизацию в условиях умеренных давлений. Поэтому для таких пород мы воспользовались первой из двух диаграмм Л. Л. Перчука (1967<sub>2</sub>), не касаясь собственно эклогитовой.

Поскольку ряд точек, в частности, для пар  $Amf + Pm$  и  $Amf - Pr$  характеризуют породы одних и тех же районов и дают сходные результаты, в таблицу для пород сомнительной гранулитовой фации помещены лишь выборочные данные.

Температурные пределы кристаллизации пород гранулитовой фации по частным парам минералов 650—800° С (в отдельных случаях даже 900 и 1000°). Такой же порядок цифр отмечается для сомнительной гранулитовой фации, и только для точки 253 намечается снижение температуры до 600° и ниже. Очевидно, выдерживается также общая тенденция снижения температуры до 550—600° у пород амфиболитовой фации, судя по данным точки 298 для сопряженных пар  $Amf - Gr$  и  $Amf - Pm$ , а также по данным таблицы для ассоциаций только амфибол-гранатовых.

<sup>1</sup> См. также соотношение железистости  $P.o - Gr$ ,  $P.o - Pr$  и  $P.o - Pm$  в табл. 4, 5 и 19.

Сопоставление температур кристаллизации роговых обманок, находящихся в сопряженных ассоциациях с другими фемическими минералами, снятых с геотермометрических диаграмм Л. Л. Перчука (1967<sup>1,2</sup>)

Номер анализа	Температура, °С			Фация, порода	Местонахождение	Номер анализа	Температура, °С			Фация, порода	Местонахождение		
	Амф+Гр	Амф+Пж	Амф+Пр				Амф+Гр	Амф+Пж	Амф+Пр				
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
196	—	725	690	Гранулитовая (тип 1)	Мадрас	262	—	940	850	Ультраосновная порода	Алданский щит		
198	—	750	675		Приазовье	—	—	—	—		—	—	—
199	—	650	640		Мадрас	298	550	630	—		—	Амфиболит	Австралия
201	—	675	690		Лапландия	470	630	740	—		—	Дистеисодержащая порода	Кольский п-ов
202	—	775	1000		Мадрас	—	—	—	—		—	Эклогит	Полярный Урал
204	640	900	—		Побужье	478	530	910	—		—	Измененный эклогит	Шотландия
206	—	725	900		Судан	486	680	750	—		—		
208	725	—	690		Анабарский щит	489	630	900	800		—	—	—
214	—	780	700		Мадрас	490	890	1100	—		—	—	Гренландия
227	—	800	775		•	493	640	780	—		—	Эклогит из фации глаукофановых сланцев	Гана
228	—	800	710	Восточный Саян	504	400	880	—	—	—	Новая Каледония		
232	—	700	670	Сомнительная гранулитовая (тип 1e)	Австралия	629	—	800	800	Основной гнейс	Южная Африка		
237	—	700	700		•	959	—	900	800			Ультраосновная порода	Анабарский щит
242	—	710	690		Алирондак	—	—	—	—	—	—		
243	—	760	700		•	960	775	1050	—	—	Измененный эклогит	Норвегия	
248	—	710	685		Австралия	961	470	850	—	—		—	Полярный Урал
249	—	675	650		•	—	—	—	—	—	—	Япония	
251	—	640	625		•	963	610	1200	—	—	—	—	
252	—	675	725		Алданский щит	975	—	620	675	—	—	Алданский щит	
253	—	600	600		Австралия	—	—	—	—	—	—	—	
255	640	650	—		•	—	—	—	—	—	—	—	

Таблица 21

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями главных элементов в сосуществующих роговых обманках и гранатах ( $n = 38$ ;  $r_{\text{знач}} \geq 0,315$ )

Гранат	Роговая обманка							
	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
Ca	+0,024	-0,000	-0,178	+0,067	+0,057	-0,027	-0,012	+0,108
Mg	-0,198	-0,099	+0,427	-0,316	-0,711	-0,319	+0,759	-0,260
Mn	+0,317	-0,336	-0,449	+0,471	-0,219	+0,887	-0,320	+0,198
Fe <sup>2+</sup>	-0,195	+0,412	+0,229	-0,265	+0,396	-0,436	-0,375	-0,005
Fe <sup>3+</sup>	+0,141	-0,367	-0,708	+0,359	-0,230	+0,787	+0,193	-0,188
Al	-0,371	+0,120	+0,428	-0,262	+0,107	-0,038	-0,113	+0,238
Ti	+0,287	+0,008	-0,245	-0,070	+0,138	-0,180	-0,177	-0,056
Si	+0,214	+0,236	-0,304	+0,064	-0,097	-0,194	+0,136	-0,110
Роговая обманка $\bar{X}$	6,387	0,147	2,294	0,427	1,751	0,036	2,141	1,765
$S$	0,329	0,076	0,044	0,219	0,556	0,055	0,651	0,214
Гранат $\bar{X}$	2,966	0,019	1,939	0,103	1,480	0,226	0,514	0,715
$S$	0,071	0,017	0,098	0,106	0,474	0,404	0,361	0,418

**Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями  
роговых обманках и гиперстенах**

Гиперстен	Роговая					
	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	
Si	+0,30	<b>+0,70</b>	-0,18	-0,07	<b>+0,72</b>	
Ti	+0,15	+0,28	+0,12	+0,09	+0,35	
Al <sup>IV</sup>	<b>-0,46</b>	<b>-0,63</b>	+0,27	+0,04	<b>-0,71</b>	
Al <sup>VI</sup>	-0,16	-0,07	+0,02	+0,10	-0,35	
Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,37</b>	<b>-0,37</b>	+0,17	<b>+0,64</b>	<b>-0,44</b>	
Fe <sup>2+</sup>	-0,05	<b>+0,50</b>	+0,12	+0,19	<b>+0,77</b>	
Mn	-0,14	+0,34	+0,04	+0,05	<b>+0,63</b>	
Mg	+0,11	<b>-0,54</b>	-0,17	<b>-0,37</b>	<b>-0,76</b>	
Ca	+0,15	+0,09	-0,01	+0,26	+0,06	
Na	-0,36	+0,21	+0,21	+0,16	+0,33	
K	<b>-0,63</b>	-0,05	<b>+0,58</b>	-0,01	+0,01	
Роговая $\bar{X}$ обманка S	6,417 0,168	0,207 0,085	2,033 0,348	0,355 0,173	1,639 0,531	
Гиперстен $\bar{X}$ S	1,938 0,032	0,010 0,009	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	0,034 0,027	0,789 0,287
			0,062 0,033	0,036 0,035		

**Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями  
роговых обманках и моноклинных**

Моноклинный пироксен	Роговая					
	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	
K	-0,13	+0,02	+0,11	-0,02	-0,03	
Na	-0,21	-0,14	+0,22	+0,09	+0,01	
Ca	+0,13	-0,32	-0,20	+0,10	-0,09	
Mg	-0,08	+0,004	-0,02	-0,11	<b>-0,58</b>	
Mn	+0,14	-0,15	-0,14	+0,05	<b>+0,36</b>	
Fe <sup>2+</sup>	+0,10	<b>+0,41</b>	+0,12	-0,15	<b>+0,73</b>	
Fe <sup>3+</sup>	-0,26	-0,24	-0,01	<b>+0,70</b>	<b>-0,42</b>	
Al <sup>VI</sup>	<b>-0,36</b>	-0,06	<b>+0,34</b>	+0,01	-0,17	
Al <sup>IV</sup>	<b>-0,34</b>	-0,25	<b>+0,33</b>	-0,03	-0,23	
Ti	+0,15	-0,02	+0,11	-0,23	+0,23	
Si	+0,31	+0,27	-0,28	-0,01	+0,25	
Роговая $\bar{X}$ обманка S	6,435 0,190	0,215 0,078	1,966 0,318	0,425 0,202	1,728 0,515	
Моноклинный $\bar{X}$ пироксен S	1,913 0,061	0,013 0,014	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	0,053 0,028	0,367 0,175
			0,08 0,06	0,04 0,04		

Таблица 22

главных элементов кристаллической формулы в сосуществующих  
( $n = 28$ ;  $r_{\text{знач}} > 0,37$ )

обманка							
Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	(F, Cl)	
+0,32	<b>-0,64</b>	+0,25	-0,12	+0,19	-0,04	-0,25	
+0,28	-0,35	-0,12	-0,03	+0,01	-0,29	-0,30	
-0,35	<b>+0,56</b>	-0,09	+0,24	-0,06	+0,09	+0,35	
-0,18	+0,16	+0,32	<b>+0,46</b>	+0,08	-0,16	+0,21	
<b>-0,38</b>	+0,17	+0,18	-0,05	<b>+0,44</b>	<b>-0,39</b>	<b>+0,46</b>	
+0,36	<b>-0,72</b>	+0,02	-0,05	+0,30	-0,23	-0,04	
<b>+0,46</b>	<b>-0,51</b>	+0,05	+0,07	+0,13	-0,04	+0,05	
<b>-0,37</b>	<b>+0,80</b>	-0,14	-0,06	<b>-0,38</b>	+0,33	+0,02	
+0,17	-0,17	-0,01	+0,08	-0,14	+0,03	-0,30	
-0,05	-0,32	-0,08	-0,10	+0,34	+0,06	+0,04	
-0,31	-0,15	-0,05	-0,13	<b>+0,48</b>	+0,03	+0,17	
0,022	2,522	1,851	0,481	0,204	1,462	0,125	
0,012	0,788	0,166	0,138	0,104	0,340	0,206	
0,018	1,047	0,060	0,006	0,002	—	—	
0,011	0,284	0,067	0,006	0,002	—	—	

Таблица 23

главных элементов кристаллической формулы в сосуществующих  
пироксенах ( $n = 35$ ;  $r_{\text{знач}} > 0,33$ )

обманка							
Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	(F, Cl)	
-0,10	+0,01	-0,01	-0,17	+0,10	+0,14	-0,13	
-0,28	-0,06	+0,03	-0,10	+0,16	-0,001	+0,01	
+0,16	+0,14	+0,20	+0,004	-0,12	-0,13	+0,12	
<b>-0,39</b>	<b>+0,57</b>	-0,18	+0,03	+0,03	+0,16	+0,03	
<b>+0,91</b>	-0,29	+0,25	-0,03	+0,04	-0,22	+0,13	
+0,22	<b>-0,66</b>	-0,21	-0,10	-0,07	+0,09	-0,26	
+0,01	+0,12	<b>+0,52</b>	+0,19	<b>+0,53</b>	<b>-0,60</b>	<b>+0,52</b>	
-0,23	+0,01	+0,10	+0,12	+0,21	+0,10	+0,07	
-0,18	+0,19	-0,13	-0,02	+0,08	+0,16	+0,02	
-0,03	-0,17	-0,14	-0,15	-0,19	+0,14	-0,21	
+0,17	-0,20	+0,07	+0,01	-0,11	-0,10	-0,07	
0,028	2,350	1,897	0,469	0,213	1,395	0,141	
0,020	0,665	0,173	0,100	0,103	0,399	0,233	
0,012	0,692	0,809	0,029	0,005	—	—	
0,008	0,166	0,208	0,024	0,012	—	—	

Таким образом, наблюдается значительный разброс данных, причем, вероятно, наиболее близкие результаты будут давать пары  $P_0$  с  $P_m$  и  $P_r$ , однако и здесь нередки значительные отклонения.

Приведенные в табл. 20 цифры оказываются существенно ниже значений, принятых в последнее время для метаморфических фаций (Добрецов и др., 1966; Добрецов и др., 1970). Такая тенденция к занижению данных по температурам минералообразования уже отмечалась ранее при использовании других диаграмм Л. Л. Перчука, в частности, по равновесию нефелин — щелочной полевой шпат. Еще более явные неувязки возникают при попытках получить однозначное суждение о температурах кристаллизации там, где одновременно в породе наблюдаются трех- и даже четырехминеральные парагенезисы фемических минералов, относимые изучавшими их авторами к равновесным образованиям. Имеются в виду точки 204, 206, 214, 228, 243 и др., где несовпадение результатов, получаемых в одной и той же породе по геотермометрам, построенным для разных ассоциирующих пар, достигает 50—100° С. Еще более ненадежны результаты, получаемые для ряда точек, расположенных ниже номера 262 табл. 20. Здесь разница достигает иногда 200—300° и даже 500—600°, а для эклогита № 489, имеющего четверной парагенезис фемических минералов, получено три совершенно различных значения температуры: 630, 800 и 900° С. Все это свидетельствует о несовершенстве ряда предлагаемых методов реконструкции термодинамических параметров минералообразования косвенными путями и необходимости в связи с этим соблюдать большую осторожности при пользовании подобными геотермометрами. Очевидно, в данный момент можно говорить лишь о правильности принципиального подхода, т. е. установлению зависимости коэффициента распределения от термодинамических параметров. Однако конкретная диаграмма и градуировка геотермометрической шкалы должны быть со временем существенно изменены прежде всего на основе методов прямых определений температуры минералообразования.

В табл. 21—23 даны коэффициенты корреляции между главными компонентами в роговых обманках и сосуществующих гранатах, ромбических и моноклинных пироксенах.

Совершенно понятны значимые положительные связи между одноименными элементами  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , Mg и Mn для всех ассоциирующих пар. Это отражает закономерную связь и подтверждает правомерность приведенных выше диаграмм распределения железистости в сосуществующих минералах. В то же время не очень высокие корреляционные связи (особенно между содержанием железа для пары роговая обманка — гранат) указывают на значительные вариации в коэффициентах распределения ( $K_D$ ), что связано с различными фазиальными условиями образования.

Следует отметить также значимую положительную связь Al в роговых обманках с Al в моноклинных пироксенах, что говорит о параллельном повышении глинозема в этой паре.

Отрицательная связь  $Al^{IV}$  в гиперстене с  $Fe^{2+}$  и положительная с Mg в роговых обманках указывает на то, что количество глинозема в гиперстене возрастает с увеличением магнезиальности породы. Так как содержание  $Al^{IV}$  зависит в первую очередь от температуры, то, очевидно, с этим связана более низкая средняя температура образования железистых гиперстенов по сравнению с магнезиальными.

Интересна положительная значимая связь  $Fe^{3+}$  в ромбических и моноклинных пироксенах с калием и фтором в роговых обманках; с величиной (ОН) она отрицательна. Вероятно, эти связи такого же характера, что и в самих амфиболах и зависят от коэффициента окисления, с повышением которого увеличивается содержание калия в роговых обманках, уменьшается (ОН) и увеличивается фтор.

Значение ряда других коэффициентов связи не совсем понятно и требует дальнейшего изучения. Сюда можно отнести, например, значимую положи-

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

*Труды, вып. 90*



Соотношение общей и частной железистости между ассоциирующими амфиболами и биотитами (флогопитами)

Номер анализа в табл. I	Биотит		Амфибол			Номер анализа в табл. I	Биотит		Амфибол		
	<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>f</i>	<i>f'</i>			<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>f</i>	<i>f'</i>	
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
34	8	8	13	13	Антофиллит	350	46	41	46	39	Роговая обманка
52	20	18	27	24	"	353	44	39	53	43	"
62	16	15	20	20	Жедрит	358	40	35	31	27	"
100	54	49	62	54	"	365	43	37	44	35	"
198	47	40	49	44	Роговая обманка	369	46	42	47	41	"
214	36	34	34	31	"	377	50	45	54	46	"
216	46	44	50	45	"	392	43	34	40	31	"
217	41	38	53	46	"	404	47	38	49	39	"
228	31	30	30	27	"	406	54	51	52	47	"
268	5	4	12	6	Паргасит	410	46	40	57	46	"
276	13	8	22	12	"	412	53	45	58	49	"
278	8	6	26	10	"	414	49	38	61	52	"
280	19	17	27	20	"	417	63	59	74	68	"
285	39	33	41	33	Роговая обманка	473	48	46	60	57	"
286	34	30	43	33	"	600	42	40	47	40	"
310	83	81	74	69	"	618	45	39	55	45	"
322	54	50	52	45	"	632	30	27	29	23	"
323	52	49	53	45	"	643	41	38	45	41	"
324	56	51	53	45	"	684	60	58	74	68	"
325	56	52	54	46	"	732	16	12	14	10	Актинолит
329	50	47	48	41	"	738	21	20	25	21	"
330	44	37	50	39	"	964	42	37	40	32	Роговая обманка
331	50	46	50	42	"	965	40	33	41	34	"
332	43	38	50	41	"	970	47	43	54	49	"
					"	973	44	38	56	44	"
					"	976	56	55	62	56	"
					"	982	30	28	23	16	Переходной амфибол ряда <i>Акт—Ро</i>

тельную связь Ti в роговых обманках с  $Fe^{2+}$  в ассоциирующих феррических минералах и отрицательную с  $Fe^{3+}$ . В самих роговых обманках такая связь не проявляется для общей выборки (табл. 26), однако значимая положительная связь Ti с  $Fe^{2+}$  появляется для некоторых отдельных типов, например для роговых обманок амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой и эклогитовой фаций.

Наконец, кратко охарактеризуем взаимоотношения последней пары железо-магнезиальных минералов метаморфических пород — роговой обманки и биотита<sup>1</sup>, обработка данных по которым была произведена совместно с Е. Н. Ушаковой.

Распределение железистости (табл. 24) между соответствующими роговыми обманками и биотитом представлено на рис. 53. Различия по  $K_D$  для пар из различных метаморфических фаций не отмечается. Наиболее железистыми оказываются минералы из гранитизированного кристаллического сланца с ортоклазом и альмандином (№ 310), где биотит более железистый, нежели роговая обманка ( $K_D = 0,60$ ), и из гиперстенового гранита Калифорнии (Larsen a. Draisin, 1950), где железистость роговой обманки лишь немного выше по  $f$  и  $f'$ , чем у биотита. Паргаситы в ассоциации с флогопитами несколько более железисты по  $f$ , но почти идентичны с биотитом по  $f'$ .

Химические составы ассоциирующих биотитов приведены в табл. VII.

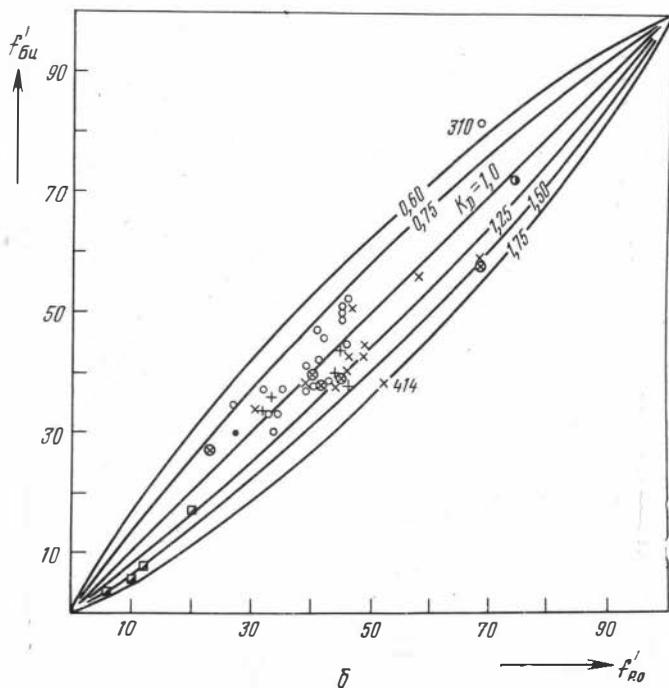
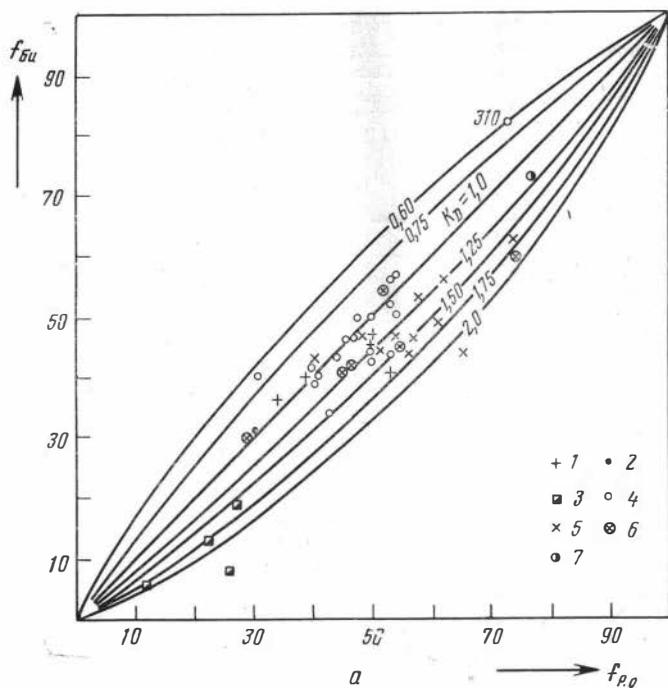


Рис. 53. График распределения общей (а) и частной (б) железистости для пары роговая обманка — биотит

1 — из гранулитовой фации; 2 — из сомнительной гранулитовой и амфиболовой с гиперстеном фации; 3 — из карбонатных пород (паргасит — флогопит); 4 — из амфиболовой (без гиперстена) фации; 5 — из дистенсодержащих пород; 6 — из гиперстенового гранита Калифорнии (Larsen a. Draisin, 1950); 7 — из пород без определенного типа

Коэффициент распределения по  $f$  находится в пределах 1,50—2 и по  $f'$  — 1,25—1,75. Наибольшее значение  $K_D$  по  $f'$  (1,75) отмечено для пары из породы Норвегии (№ 414, ассоциация: *Би, Пл, Кв, Кши, Эн*; Сахена, 1966).

Анализируя вопрос о соотношении железистости в роговых обманках и биотитах в метаморфических комплексах Удокано-Становой зоны и других регионов, С. П. Кориковский (1967) делает вывод о том, что в метаморфических породах при общей железистости упомянутых минералов, превышающей 40%, роговая обманка всегда остается более железистой, нежели биотит. И, наоборот, при более высокой магнезиальности в биотите сохраняется повышенная железистость по отношению к роговой обманке, т. е. автором намечается экстремальный перелом в пределах 40% железистости.

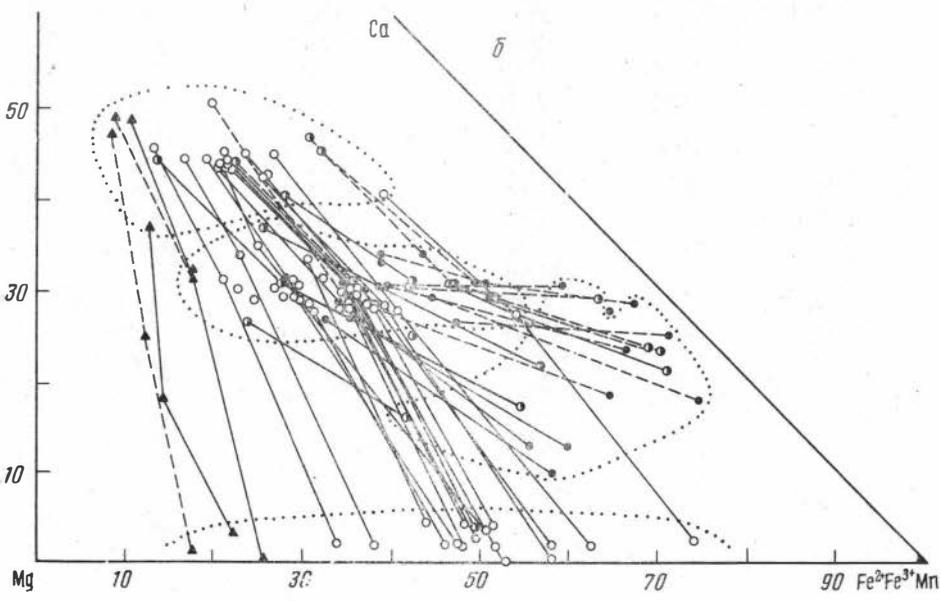
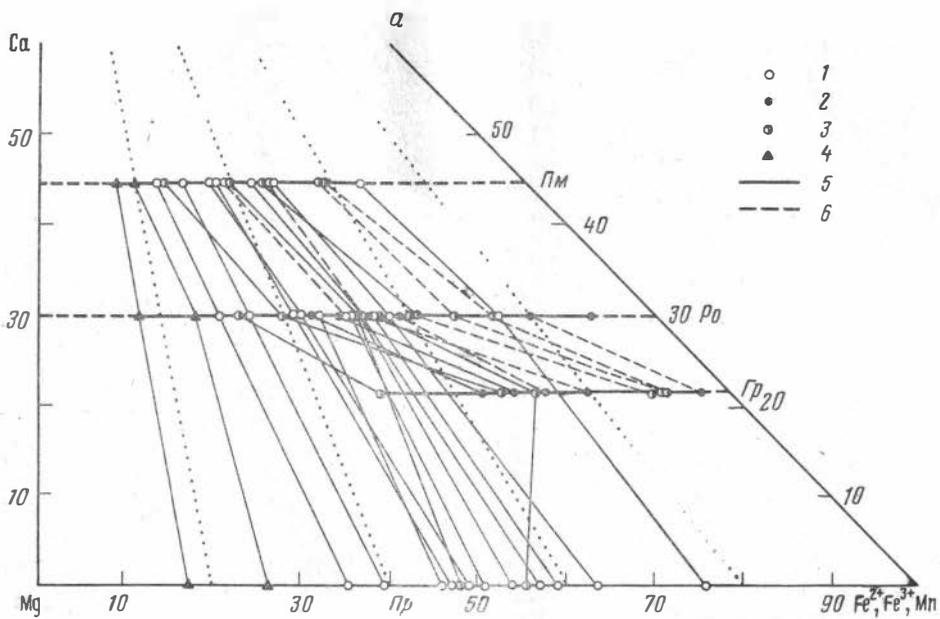
Согласно имеющимся у нас материалам, такой отчетливой картины не получается. Заметим, что данные многочисленных спектрохимических анализов Кретца (Kretz, 1959) для минералов железистой формации Квебека, использованные С. П. Кориковским, нами здесь не приводятся. Не затрагивая поле, расположенное левее  $f = 40$  (рис. 53, а), поскольку, как и у С. П. Кориковского, сюда попадает небольшое количество точек, можно видеть, что для обсуждаемой области имеется ряд анализов биотита, располагающихся не только ниже, но и выше прямой с  $K_D = 1$ , или же лежащих хотя и ниже, но в непосредственной близости к этой прямой, что свидетельствует о существовании и обратных взаимоотношений в ряду высокожелезистых биотитов — роговых обманок. Еще нагляднее такое положение выступает, если обратиться к частной железистости (рис. 53, б), где точки примерно поровну распределяются выше и ниже линии  $K_D = 1$  по всему спектру соотношения железо-магнезиального компонента в указанных минералах.

На рис. 54 показаны соотношения роговой обманки с другими породобразующими железо-магнезиальными минералами метаморфических пород. Можно заметить, что в трехминеральных парагенезисах *Амф — Пм — Пр* коннды для железистости составляют почти прямую линию, однако там, где выявляется перелом, всегда железистость роговой обманки остается несколько более высокой по отношению к обоим пироксенам. Гранат же резко выделяется на этом фоне своей повышенной железистостью. На данной диаграмме (рис. 54, а) взято осредненное значение кальция для каждого из минералов по использованным нами анализам, хотя в действительности разброс точек по кальцию настолько значительный, что поля, заполненные точками граната и амфибола, подчас перекрываются. Даже в ромбическом пироксене содержание кальция почти повсеместно составляет 2—5 мол. %.

Можно отметить, что для безгиперстеновых ассоциаций наблюдается повышенная железистость всех минералов. Они, как правило, характеризуются присутствием граната. Так, в имеющихся пяти случаях наиболее железистыми оказываются парагенезисы роговой обманки с *Гр* ( $f > 80\%$ )  $\pm$  *Пм*, без ортопироксена (рис. 54). Однако появление даже в гранатовых породах гиперстена довольно резко сказывается на повышении магнезиальности других минералов, и самой низкой железистостью обладают безгранатые метаморфические породы, содержащие наряду с амфиболом оба пироксена.

Переходя к рассмотрению взаимоотношений роговой обманки с плагиоклазом, отметим, что, согласно графику распределения (рис. 55) плагиоклаза в метаморфических породах, максимальное количество случаев приходится на среднюю основность ( $Pl_{40-50}$ ) или кислый плагиоклаз типа альбит-олигоклаза ( $Pl_{10}$ ). Почти выпадает плагиоклаз № 15 ( $n = 2$ ), и второй минимум приходится на плагиоклаз № 66 ( $n = 5$ ).

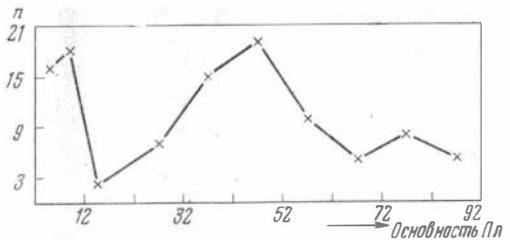
На диаграммах рис. 56, а, б даны соотношения между составами породобразующих фемических минералов и плагиоклазов пород гранулитовой и амфиболитовой фаций. Большинство точек роговых обманок, ассоциирующих с моноклинным пироксеном, ложится левее точек роговых обманок, ассоциирующих с гранатом. Промежуточное положение занимают точки анали-



**Рис. 54.** Соотношения роговой обманки с важнейшими сосуществующими железистыми минералами гранулитовой и амфиболитовой фаций

Парагенезисы: 1 — Пм + Пл ± (Пр, Би, Кв); 2 — Гр + Пл ± (Пр, Би, Кв); 3 — Пм + Гр + Пл ± (Пр, Би, Кв); 4 — ультраосновные породы Пм + Пр ± (Ол, Шп). Линии, соединяющие ассоциирующие минералы: 5 — гранулитовой и амфиболитовой (с гиперстеном) фаций; 6 — амфиболитовой (без гиперстена) фации. а — по усредненному кальцию; б — по реальному содержанию кальция в анализах. Точечный пунктир очерчивает разброс составов

Рис. 55. График распределения плагиоклаза в парагенезисе с амфиболом ряда актинолит — роговая обманка в метаморфических породах



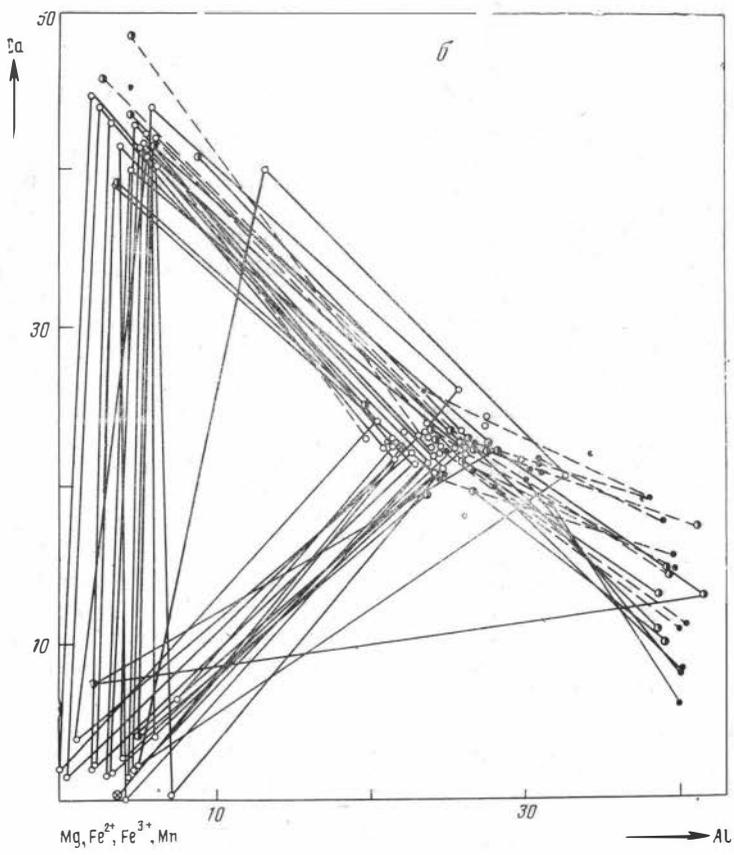
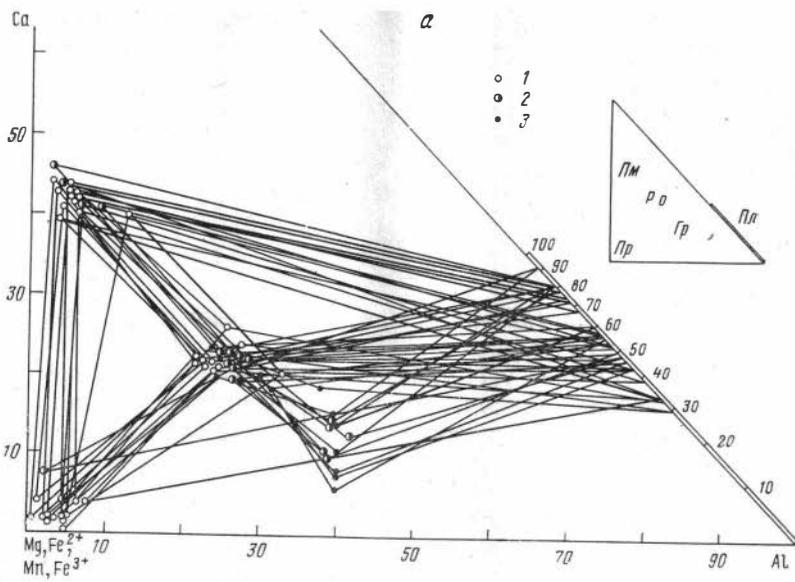
зов из пород, содержащих оба указанных минерала, перекрывая в основном первую (безгранатовую группу).

Таким образом, как это было уже указано при описании парагенетических типов, а теперь наглядно видно из графиков, содержание алюминия в роговых обманках изменяется в зависимости от парагенезиса, возрастая от пород, содержащих клинопироксен, к породам, содержащим гранат. Однако повышение алюминия в роговых обманках связано также с повышением температуры кристаллизации породы, поэтому отдельные анализы из пироксеносодержащих пород гранулитовой фации отражают даже большее количество алюминия, чем из пород амфиболитовой фации с гранатом, но без пироксена. Особенно выделяются два анализа: первый (№ 231), где роговая обманка принадлежит габбро-амфиболиту сомнительной гранулитовой фации (тип 1e) из района Южного Буга (с. Завалье) в ассоциации с основным плагиоклазом № 71, ромбическим и моноклинным пироксеном. Роговая обманка здесь имеет 29,7 мол. % Al (содержание Al в кристаллохимической формуле 2,66); еще большее его количество (32,6 мол. % или 2,81 в формуле) имеет роговая обманка (№ 196) из основной породы гранулитовой фации Мадрас (Индия), где ассоциирующими с амфиболом минералами являются плагиоклаз № 58, гиперстен и клинопироксен.

В противоположность указанным, некоторые точки роговых обманок из гранатосодержащих пород амфиболитовой фации попадают в область, свойственную пироксеносодержащим безгранатовым породам. Так, роговая обманка (№ 305) из гранатового амфиболита побережья Японского моря содержит 23,3 мол. % Al. Она же относится и к наиболее кальциевой разности (26,1 мол. % Ca). Выше было показано, что для данной роговой обманки, ассоциирующей с гранатом, коэффициент распределения железистости ложится вне пределов расположения всех остальных пар из пород амфиболитовой фации ( $K_D = 0,43$ ), попадая ниже области, свойственной породам гранулитовой фации.

Из всех имеющихся у нас анализов роговой обманки в указанных парагенезисах максимальным количеством алюминия (34,2 мол. % или 2,96 в формуле) обладает амфибол № 304 из гранатосодержащего кварц-полевошпатового сланца Юго-Восточного Нельсона в Новой Зеландии.

Только в четырех из нанесенных на диаграмму (рис. 56) случаях роговая обманка ассоциирует с калиевым полевым шпатом. Две такие точки принадлежат породам гранулитовой фации промежуточного состава между чарнокитом и основным норитом штата Мадрас. Роговая обманка в одном образце ассоциирует, кроме плагиоклаза и калиевого полевого шпата, с кварцем, биотитом, гиперстеном и авгитом (№ 214), в другом — с кварцем и гиперстеном (№ 215); на рис. 56, б она помечена особым знаком. Как и для анализа № 304, содержание кальция в роговой обманке № 214 самое высокое (26,0 мол. %). Для третьего анализа № 310, где роговая обманка ассоциирует, кроме калиевого полевого шпата, с биотитом, алмандином и кварцем, отмечается самое низкое содержание кальция — 17,9 мол. %. Наконец, четвертым случаем ассоциации роговой обманки с калиевым полевым шпатом является кварц-плагиоклаз-кордиерит-биотит-гранатовый гранито-гнейс Губенского массива Южного Урала (№ 317 с  $Pl_{12}$ ). Как видно из рис. 56, б,



**Рис. 56.** Диаграмма соотношения между составами важнейших феррических минералов и сосуществующими плагиоклазами гранулитовой и амфиболитовой фаций (а) с нанесением дополнительных точек (б) без коннод с плагиоклазом и без указанного номера плагиоклаза

Пунктирные линии для пород амфиболитовой фации; точки роговой обманки, не соединенные коннодами, не имеют химических анализов ассоциирующих минералов

Парагенезисы: 1 —  $Ро + Пм + Пл \pm (Пр, Би, Ке)$ ; 2 —  $Ро + Пм + Гр + Пл \pm (Пр, Би, Ке)$ ; 3 —  $Ро + Гр + Пл \pm (Пр, Би, Ке)$ . Для разгрузки чертежа коннода гранат-моноклинный пироксен не проводилась.  $\otimes$  — парагенезис с калиевым полевым шпатом

содержание кальциевого компонента в роговых обманках из пород амфиболитовой фации более высокое, чем в амфиболах из пород гранулитовой фации в подобных же ассоциациях. Это справедливо также в отношении моноклинных пироксенов, но в особенности наглядно проявляется в гранатах. Конноды, соединяющие гранат и моноклинный пироксен с плагиоклазом, отражают повышение содержания кальция в них по мере увеличения анортитового компонента в плагиоклазах. Отметим аналогичную закономерность для роговой обманки, однако, не удается.

Нами сделана попытка выяснить также зависимость между основностью плагиоклаза в породе с железистостью роговой обманки. Приведенные данные в табл. 25 указывают, что здесь даже в породах с гиперстеном не намечается закономерности, которая характерна для магматических пород, где железистость фемических минералов возрастает с уменьшением основности плагиоклаза (т.е. связь должна быть отрицательной). Наоборот, при исключении группы пород, где роговая обманка находится в ассоциации с гиперстеном, намечается значимая положительная связь, что может возникать лишь при осадочной дифференциации и свидетельствует о преимущественно осадочном происхождении исследованных пород.

Таблица 25

**Коэффициенты корреляции между  $f$  амфибола и основностью сосуществующего плагиоклаза**

Порода (гранито-гнейсы во всех случаях исключены)	Число анализов и соответствующий предел для значимого коэффициента корреляции		Коэффициент корреляции между $f$ амфибола и основностью сосуществующего плагиоклаза
	$n$	$r \geq$	
Все регионально-метаморфические породы и фация зеленых сланцев . . . . .	89	0,210	+0,110
То же, без фации зеленых сланцев . . . . .	71	0,234	+0,194
Гранулитовая и амфиболитовая фации . . . . .	60	0,253	+0,131
То же, для пород с гиперстеном . . . . .	26	0,388	-0,020
Породы амфиболитовой фации без гиперстена . . . . .	34	0,332	+0,464

Однако такой же эффект может возникнуть и в случае перераспределения компонентов в вулканических толщах базитов при спилитизации, где в одних породах может накапливаться Na при некотором выносе Ca и железа (альбит-хлоритовые породы), а в других — накопление кальция вместе с железом, в результате чего появляются породы, обогащенные эпидотом.

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ И ИЗОМОРФИЗМ В АМФИБОЛАХ РЯДА РОГОВАЯ ОБМАНКА — АКТИНОЛИТ**

Для определения корреляционной зависимости между химическими элементами роговых обманок с целью выяснения характера изоморфизма в кристаллохимической формуле и изменения его от термодинамических условий образования вычислялись парные коэффициенты корреляции между отдельными ионами как для объединенной выборки, включая роговые обманки фаций: гранулитовой, амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой (табл. 26), так и отдельно по выделенным фациям (табл. XIX, XX, XXII, XXIII, XXX, XXXII—XXXV) и парагенетическим типам внутри каждой фации по ассоциирующим минералам (табл. XXI, XXIV—XXIX и XXXI).

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов и неко-  
обманок пород гранулитовой, амфиболитовой и

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn
Al + Fe <sup>3+</sup>	-0,498	-0,042	+0,555	+0,520	+0,067	+0,360	+0,179	+0,283
Al <sup>VI</sup> + Fe <sup>3+</sup>	-0,059	-0,300	+0,441	+0,071	+0,338	+0,469	+0,229	+0,242
Al — (Na + K)	-0,270	-0,072	+0,594	+0,283	+0,304	-0,253	-0,196	-0,193
Al <sup>IV</sup> — (Na + K)	-0,732	+0,162	+0,420	+0,735	-0,283	+0,223	+0,081	+0,164
(Na + K)	-0,560	+0,357	+0,464	+0,560	-0,021	+0,277	+0,394	+0,192
OH	+0,065	-0,393	-0,246	-0,077	-0,119	+0,088	+0,041	+0,190
K	-0,606	+0,404	+0,262	+0,604	-0,282	+0,430	+0,583	+0,305
Na	-0,243	+0,145	+0,406	+0,245	+0,214	+0,010	+0,039	-0,003
Ca	+0,008	+0,005	-0,147	+0,002	-0,092	+0,007	-0,151	-0,004
Mg	+0,301	-0,164	-0,160	-0,307	+0,159	-0,641	-0,901	-0,598
Mn	-0,281	-0,220	-0,030	+0,265	-0,303	+0,587	+0,629	
Fe <sup>2+</sup>	-0,339	+0,196	+0,040	+0,333	-0,312	+0,563		
Fe <sup>3+</sup>	-0,379	-0,051	-0,074	+0,372	-0,438			
Al <sup>VI</sup>	+0,267	-0,229	+0,365	-0,249				
Al <sup>IV</sup>	-0,985	+0,375	+0,661					
Al	-0,645	+0,154						
Ti	-0,367							
$\bar{X}$	6,427	0,175	2,038	1,570	0,486	0,491	1,763	0,039
S	0,271	0,096	0,302	0,272	0,275	0,231	0,523	0,033

Прежде всего рассмотрим корреляционные связи, представленные в табл. 26, между отдельными элементами и некоторыми производными величинами в формуле кальцийсодержащих роговых обманок в целом для метаморфических пород (гранулитовой, амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций).

Отметим прежде всего типичные отрицательные связи элементов, изоморфно замещающих друг друга, а именно Fe<sup>2+</sup> — Mg, Al — Si, Fe<sup>3+</sup> — Al<sup>VI</sup>. Связи со фтором, как и средние величины его, в таблицах не приведены, так как не во всех химических анализах указано, отсутствует или не определялся фтор. Поэтому специальные выборки с определенным фтором будут сделаны в дальнейшем, а пока отметим лишь полученную отрицательную связь с группой OH, что указывает на изоморфизм F — OH. Значимая связь между Na и Ca отсутствует, что подтверждает правильность толкования формулы, т. е. отсутствие здесь изоморфной связи этих элементов.

Не совсем понятна роль калия; возможно, что частично его содержание связано с примесью биотита в анализированном материале, поэтому отсутствует значимая связь между K и Na, которые должны замещать друг друга. Однако отсутствие этой связи может быть также следствием того, что сумма щелочей в роговых обманках не является постоянным числом. С другой стороны, отмечается заметное повышение калия в паргаситах (которые не включены в данную общую выборку при подсчете корреляционных связей; среднее содержание калия в паргаситах дано в табл. 9), также часто образывавшихся при повышенном потенциале K<sub>2</sub>O (флогопитовые месторождения). Высокая положительная связь K с Fe<sup>2+</sup> может указывать лишь на приуроченность железистых амфиболов к породам более богатым калием (гранито-гнейсы).

Отрицательная значимая связь между Si и Ti, очевидно, подтверждает изоморфное замещение. Однако полного заключения о поведении Ti сделать

Торыми производными величинами в кристаллохимической формуле роговых эпидот-амфиболитовой фаций (объединенная выборка)

Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> — (Na+K)	Al <sup>I</sup> — (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + + Fe <sup>3+</sup>	Al + + Fe <sup>3+</sup>
-0,307	+0,009	+0,256	+0,313	-0,207	+0,386	-0,313	+0,238	+0,479	
-0,500	-0,194	+0,251	+0,065	-0,146	+0,225	-0,097	+0,190		
+0,149	-0,062	-0,196	-0,142	+0,052	-0,234	+0,530			
-0,018	+0,114	-0,329	+0,185	+0,275	-0,127				
-0,434	+0,137	+0,770	+0,668	-0,453					
-0,019	+0,074	-0,491	-0,148						
-0,558	-0,059	+0,064							
-0,116	-0,135								
+0,015									
						$n = 83$			
						$r_{\text{знач}} \leq 0,216$			
2,200	1,822	0,451	0,198	1,609	0,649	0,921	1,361	0,957	2,473
0,721	0,142	0,135	0,115	0,369	0,182	0,226	0,331	0,226	0,503

нельзя, так как определение его имеется не во всех использованных анализах.

Из парагенетических связей элементов следует отметить высокую положительную связь Mn с Fe<sup>2+</sup>, что было уже отмечено ранее (Соболев, 1949). Количество марганца в роговых обманках, как и в других фемических минералах, увеличивается с повышением их железистости; в связи с малым содержанием Mn, по сравнению с Mg, изоморфизм Mn — Fe<sup>2+</sup> не отражается на характере связи.

Положительная значимая связь между Na и (Na + K) с Al<sup>IV</sup> подтверждает замещение по типу NaAl<sup>IV</sup> — Si. Однако оказалось, что положительная связь между (Al<sup>IV</sup> — щелочи) имеется лишь с Fe<sup>3+</sup>, а связь между (Al<sup>IV</sup> — щелочи) с Al<sup>VI</sup> и Al<sup>IV</sup> с Al<sup>VI</sup> — отрицательная. Заключение Лика (Leake, 1965) о положительной связи между Al<sup>IV</sup> и Al<sup>VI</sup>, сделанное им по графику, нашими расчетами не подтверждается.

Таким образом (Kostyuk a. Sobolev, 1969), выявляется лишь железистый чермакитовый компонент с замещением Fe<sup>3+</sup>Al<sup>IV</sup> — MgSi, а Al<sup>VI</sup> играет здесь другую роль. В частности, выявилась заметная роль глаукофанового компонента, на что указывает отрицательная связь (Al — щелочи) с Al<sup>VI</sup> и положительная между Na и Al<sup>VI</sup>. Высокая положительная связь Fe<sup>3+</sup> с Fe<sup>2+</sup> указывает на небольшие пределы колебаний коэффициента окисления, однако последний увеличивается для магнезиальных амфиболов с уменьшением  $f'$  ( $K_{ox} = 0,2—0,3$  в обычных роговых обманках и до 0,5 в паргаситах).

Интересно подчеркнуть незначимость связи между разностью (Al<sup>IV</sup> — щелочи) и суммой щелочей и даже отрицательную значимую связь этой величины с Na. Это указывает на значительную самостоятельность обеих группировок — NaCa<sub>2</sub>(Mg, Fe)<sub>5</sub>[OH]<sub>2</sub>[AlSi<sub>7</sub>O<sub>22</sub>] и Ca<sub>2</sub>(Mg, Fe)<sub>3</sub>(Al, Fe<sup>3+</sup>)<sub>2</sub>[OH]<sub>2</sub>[Al<sub>2</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>22</sub>], т. е. эденитового и феррочермакитового компонентов, по

Диру, Хауи и Зусману (Дир и др., 1965), при вхождении трехвалентных компонентов в роговые обманки и приводит к невозможности даже в первом приближении изобразить кальцийсодержащие амфиболы двухкомпонентным рядом

$\text{Ca}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_5 [\text{OH}]_2 [\text{Si}_6\text{O}_{22}] - \text{NaCa}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_4 \text{Fe}^{3+} [\text{OH}]_2 [\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ , т. е. актинолит-паргасит (гастингсит).

### СВЯЗЬ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ С ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ АМФИБОЛОВ РЯДА РОГОВАЯ ОБМАНКА — АКТИНОЛИТ

Выявление корреляционных связей позволяет судить об изменении оптических свойств и прежде всего показателей преломления с изменением химического состава амфиболов. Отдельными исследователями уже применялись методы математической статистики с целью определения такой зависимости для моноклинных амфиболов (Henriques, 1958; Winchell, 1963; Калинин, 1967).

Е. П. Калинин (1967) сделал попытку выяснения корреляционных связей между всеми компонентами амфиболов группы роговых обманок и их показателями светопреломления. Для этого использовано 80 химических анализов минерала, сопровождаемых кристаллохимическими константами. Такое количество материала весьма представительно и вполне достаточно для выяснения целого ряда вопросов, касающихся строения этого сложного силиката. Однако учет только одного фактора — химического состава, вне связи с генезисом минерала, не может, на наш взгляд, дать полного представления о разнообразии его внутренних кристаллохимических особенностей. Так, автором сведены воедино амфиболы из эффузивных дацитов и андезитов, из интрузивных пород всей гаммы между гранитами и габбро до ультраосновных перидотитов, затем из нефелиновых и содалитовых сиенитов, из пегматитов и метасоматических пород типа альбититов и скарнов до пород разных ступеней метаморфизма — сланцев, амфиболитов, гнейсов и прочих и, наконец, эклогитов.

Попытки выяснения корреляционных связей внутри столь пестрой по своей генетической природе группы роговых обманок едва ли оправданы, поскольку они не могут отразить истинных взаимоотношений компонентов. Вместе с тем подобного рода подход позволил автору выявить связи между отдельными минералообразующими компонентами и показателями преломления в роговых обманках, которые в общем виде выдерживаются и при рассмотрении более дробных групп собственно метаморфических амфиболов.

С целью получения дополнительного параметра при обосновании расчленения амфиболов по генетическому признаку, для каждого из таких выделяемых типов в отдельности нами также производилось изучение корреляционных связей между составом амфиболов и их показателями преломления.

Отметим, что во всех парагенетических типах, как и следовало ожидать, отчетливо выступает функциональная зависимость показателей светопреломления минерала от соотношения железо-магнезиального компонента, отражающаяся в высоких корреляционных связях — обычно положительных для двухвалентного железа и отрицательных для магния.

Это же положение хорошо иллюстрируется связью между  $N_g$  и  $N_p$  с рассчитанной железистостью  $f$ ,  $f'$  и  $f''$ . Марганец за некоторыми исключениями (когда связи незначимы) ведет себя совершенно подобно  $\text{Fe}^{2+}$ , т. е. имеет с показателями преломления положительную связь.

Далеко не однообразен характер связи между светопреломлением минерала и  $\text{Fe}^{3+}$ . Согласно соответствующим представлениям (Соболев, 1949), окисное железо, наравне с титаном, должно в сильной мере влиять на оптические свойства железо-магнезиальных силикатов, что наталкивает на предположение о возможности существования высокой корреляционной связи между те-

ми и другими. Можно таким образом утверждать, что если трехвалентное железо входит в структуру роговой обманки, коэффициент его корреляции с  $Ng$  должен быть в 2—3 раза выше, чем с  $Fe^{2+}$ .

И тем не менее, как видно из прилагаемых таблиц, значимые связи  $Fe^{3+}$  с показателями преломления устанавливаются не во всех случаях, даже при заметном содержании этого компонента в анализируемом минерале, или по крайней мере не меньшего, чем в тех примерах, где такая связь выявляется. Указанное положение, очевидно, может быть объяснено следующими обстоятельствами: а) корреляционная связь  $Ng$  с  $Fe^{3+}$  отсутствует при ошибочном определении последнего, т.е. переопределении  $Fe_2O_3$  за счет частичного окисления закисного железа, происходящего подчас в процессе приготовления проб для анализа, в этом случае коэффициент корреляции должен быть близок к таковому между  $Ng$  и  $Fe^{2+}$ ; б)  $Fe^{3+}$  в анализах роговой обманки повышено за счет примеси магнетита. Коэффициент корреляции должен быть отрицательным, так как чем больше примесного магнетита, тем ниже железистость роговой обманки.

В табл. 27 даны корреляционные связи между элементами кристаллохимической формулы и показателями преломления  $Ng$ ,  $Np$  для роговых обманок типичной гранулитовой фации (без ультраосновных пород, тип 1, табл. 9). С использованием этих данных, рассчитаны одномерные уравнения регрессии зависимости каждого из показателей преломления от общей железистости минерала, а также обратная функция.

Для  $Ng$  получено:

$$Ng = 1,6521 + 0,00079 \cdot f \pm 0,005, \quad (1)$$

$$f = 873,91 \cdot Ng - 1430,06 \pm 5,6. \quad (1a)$$

Соответственно для  $Np$  выведены следующие уравнения:

$$Np = 1,6267 + 0,00088 \cdot f \pm 0,005 \quad (2),$$

$$f = 878,7 \cdot Np - 1419,26 \pm 4,8 \quad (2a).$$

Корреляционные связи химического состава с  $Ng$  и  $Np$  для типа 1e (сомнительной гранулитовой и амфиболитовой с гиперстеном фаций) даны в табл. 28 и 29).

Получены следующие уравнения:

для  $Ng$

$$Ng = 1,6554 + 0,00071 \cdot f \pm 0,003, \quad (3)$$

$$f = 1108,94 \cdot Ng - 1824,65 \pm 4,3, \quad (3a)$$

для  $Np$

$$Np = 1,6352 + 0,00065 \cdot f \pm 0,005, \quad (4)$$

$$f = 1230,41 \cdot Np - 2001,39 \pm 5,7 \quad (4a)$$

На рис. 57, 58 кривые, соответствующие уравнениям, выведенным по  $Ng$  и  $Np$  как функции от  $f$ , т. е. по первым уравнениям для каждого типа, обозначены  $Ng$  или  $Np$ , а через  $f$  обозначены кривые, выведенные по вторым уравнениям. Этот же принцип обозначения принимается и для последующих аналогичных графиков.

Точки для типов 1 и 1e на рис. 57 перекрываются, а сами одноименные линии пересекаются. Судя по расположению точек, создается впечатление, что по показателю преломления данные выборки не должны отличаться, однако по  $t$ -критерию коэффициент при  $Ng$  в уравнениях (2a) для типа 1 и (3a) для типа 1e (т. е. величины  $b$  в общем виде для уравнения  $y = bx - a$  показывают значимое различие)  $t = 73,66$ ;  $t_{01} = 2,68$ ;  $t > t_{01}$ .

Таким образом, и здесь доказывается различие обсуждаемых парагенетических типов и правильность отнесения роговых обманок из сомнительной гранулитовой фации в особый тип.

Кроме отмеченного выше, в роговых обманках типа 1e выявляется не очень высокая отрицательная связь  $Ng$  и  $Np$  с натрием и  $Al^{VI}$ . Последний, находясь

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, некото  
 преломления в роговых обманках

	Ng	Np	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
$f''$	+0,830	+0,878	+0,272	+0,321	-0,420	-0,257	-0,209	+0,550	+0,946
$f'$	+0,825	+0,844	+0,236	+0,260	-0,334	-0,195	-0,157	+0,394	+0,975
$f$	+0,829	+0,878	+0,272	+0,323	-0,419	-0,257	-0,207	+0,549	+0,945
$K_{ox}$	-0,215	-0,075	+0,079	+0,195	-0,281	-0,204	-0,202	+0,654	-0,456
(Na+K)	-0,080	-0,034	-0,196	-0,009	+0,250	+0,161	+0,209	-0,255	+0,046
OH	+0,034	-0,051	-0,220	+0,300	-0,188	+0,153	-0,354	+0,699	+0,034
K	+0,153	+0,219	-0,100	-0,120	+0,122	+0,158	+0,074	-0,116	+0,422
Na	-0,252	-0,269	-0,116	+0,116	+0,153	+0,015	+0,158	-0,165	-0,394
Ca	-0,180	-0,289	-0,097	-0,310	+0,162	+0,186	+0,035	-0,278	-0,336
Mg	-0,837	-0,867	-0,350	-0,212	+0,306	+0,313	-0,008	-0,434	-0,868
Mn	+0,456	+0,485	+0,076	+0,341	-0,161	-0,059	-0,104	+0,259	+0,522
Fe <sup>2+</sup>	+0,761	+0,773	+0,137	+0,292	-0,353	-0,098	-0,279	+0,356	
Fe <sup>3+</sup>	+0,397	+0,553	+0,204	+0,484	-0,629	-0,319	-0,473		
Al <sup>VI</sup>	+0,037	+0,006	+0,141	-0,624	+0,700	-0,030			
Al <sup>IV</sup>	+0,079	-0,183	-0,962	-0,149	+0,654				
Al	-0,087	-0,183	-0,540	-0,624					
Ti	+0,128	+0,155	-0,068						
Si	+0,137	+0,220							
Np	+0,936								
$\bar{X}$	1,687	1,665	6,297	0,219	2,190	1,690	0,477	0,433	1,518
S	0,009	0,010	0,216	0,113	0,343	0,232	0,265	0,147	0,396

Парные коэффициенты ( $r$ ) между содержаниями элементов, некоторыми произ  
 (Ng) роговых обманок сомнительной гранулитовой и

	Ng	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn
$f''$	+0,891	+0,152	+0,456	-0,330	-0,196	-0,418	+0,136	+0,916	+0,587
$f'$	+0,828	+0,261	+0,455	-0,355	-0,275	-0,349	+0,098	+0,977	+0,596
$f$	+0,890	+0,152	+0,455	-0,328	-0,196	-0,415	+0,135	+0,917	+0,595
$K_{ox}$	-0,080	-0,533	-0,207	-0,271	+0,433	-0,081	+0,897	-0,592	-0,205
(Na+K)	-0,343	-0,639	-0,257	+0,574	+0,577	+0,368	+0,354	-0,631	-0,157
OH	+0,070	-0,088	-0,000	+0,186	+0,182	+0,126	-0,584	+0,293	+0,064
K	+0,113	-0,557	+0,236	+0,295	+0,476	-0,087	+0,569	-0,333	-0,277
Na	-0,475	-0,326	-0,466	+0,443	+0,314	+0,485	-0,008	-0,480	+0,021
Ca	+0,173	-0,186	+0,364	-0,345	-0,050	-0,673	+0,778	-0,132	-0,176
Mg	-0,882	-0,053	-0,448	+0,200	+0,087	+0,303	-0,134	-0,879	-0,590
Mn	+0,483	+0,069	+0,063	-0,065	-0,072	-0,032	+0,017	+0,570	
Fe <sup>2+</sup>	+0,752	+0,404	+0,406	-0,459	-0,403	-0,377	-0,238		
Fe <sup>3+</sup>	+0,273	-0,456	+0,099	+0,047	+0,292	-0,354			
Al <sup>VI</sup>	-0,428	-0,262	-0,584	+0,777	+0,451				
Al <sup>IV</sup>	-0,004	-0,956	-0,274	+0,912					
Al	-0,193	-0,795	-0,461						
Ti	+0,448	+0,118							
Si	-0,036								
$\bar{X}$	1,692	6,418	0,235	2,059	1,573	0,486	0,378	1,890	0,025
S	0,007	0,175	0,060	0,268	0,188	0,123	0,168	0,447	0,012

Таблица 27

рыми производными величинами в кристаллохимической формуле и показателями гранулитовой фации (тип I, табл. 9)

Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	K <sub>ox</sub>	f	f'	f''
+0,562	-0,960	-0,342	-0,379	+0,372	+0,021	+0,013	-0,234	+1,000	+0,983	
+0,573	-0,954	-0,323	-0,383	+0,435	+0,009	+0,067	-0,403	+0,983		
+0,573	-0,961	-0,343	-0,377	+0,373	+0,021	+0,015	-0,235			
-0,169	+0,253	+0,014	+0,136	-0,448	-0,007	-0,299				
+0,125	0,066	-0,123	+0,512	+0,582	-0,286					
-0,058	-0,006	-0,218	-0,033	-0,275						
+0,233	-0,404	+0,101	-0,400							
-0,105	+0,352	-0,246								
-0,230	+0,267									
-0,573										
		n = 24								
		r <sub>знач</sub> ≥ 0,404								
0,022	2,500	1,835	0,542	0,189	1,486	0,731	0,224	44,04	38,21	43,78
0,015	0,453	0,143	0,092	0,098	0,362	0,104	0,062	9,96	9,90	9,90

Таблица 28

водными величинами в кристаллохимической формуле и показателем преломления амфиболитовой фаций с гиперстеном (тип Ie, табл. 12)

Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	K <sub>ox</sub>	f	f'	f''
-0,986	+0,110	-0,501	-0,073	+0,123	-0,484	-0,257	+1,000	+0,971	
-0,957	-0,065	-0,482	-0,214	+0,259	-0,557	-0,479	+0,971		
-0,986	+0,107	-0,498	-0,076	+0,124	-0,483	-0,258			
+0,245	+0,635	+0,179	+0,574	-0,587	+0,520				
+0,414	+0,153	+0,778	+0,504	-0,439					
-0,155	-0,520	-0,200	-0,416						
+0,023	+0,537	-0,150							
+0,457	-0,215								
-0,060									
		n = 30							
		r <sub>знач</sub> ≥ 0,361							
2,157	1,852	0,484	0,208	1,461	0,692	0,171	51,43	46,87	51,16
0,400	0,114	0,126	0,092	0,344	0,144	0,087	9,33	10,34	9,32

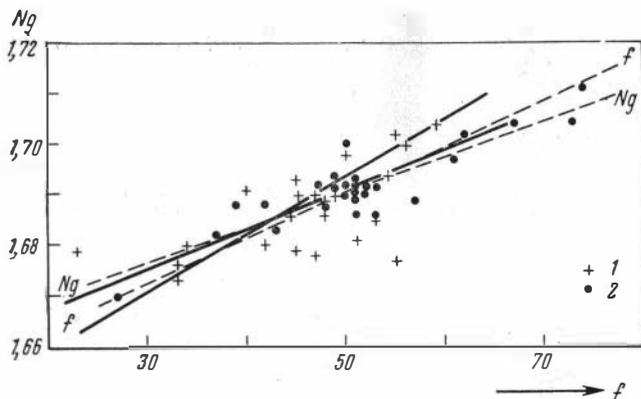


Рис. 57. Построение графика  $Ng - f$  для роговых обманок  
 1 — из типичной гранулитовой фации; 2 — из сомнительной гранулитовой и амфиболитовой с гиперстенном фаций (линии зависимости приведены пунктиром)

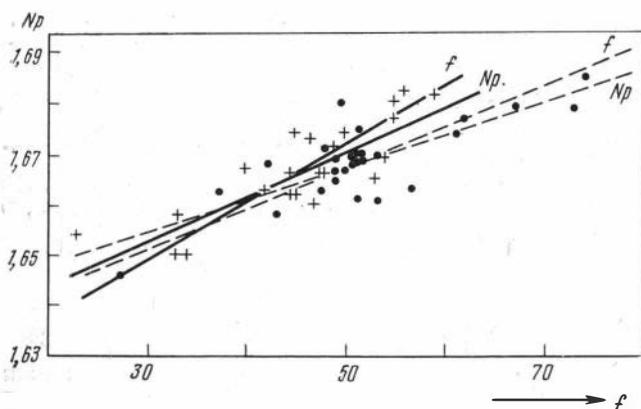
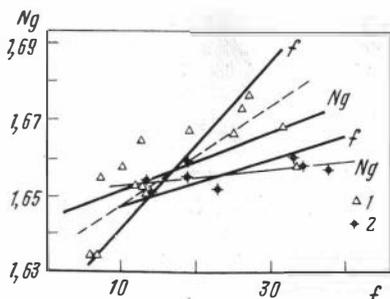


Рис. 58. Построение графика  $Np - f$  для роговых обманок  
 Условные обозн., те же, что на рис. 57

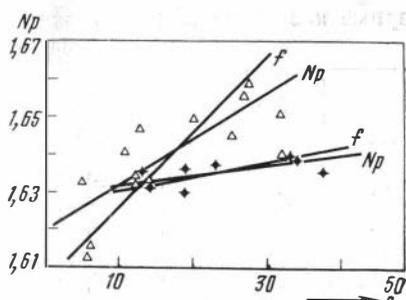
в изоморфном соотношении с  $Fe^{3+}$ , в данном случае уподобляется магнию в изоморфном ряду  $Mg - Fe^{2+}$ . Увеличение содержания иных катионов октаэдрической позиции в амфиболах влечет за собой соответствующее снижение роли  $Al^{VI}$ . Иными словами, при наблюдаемой положительной связи  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$  и  $Ti$ , определяющих значение показателей преломления, два других компонента —  $Al^{VI}$  и  $Mg$  должны вступить с последними в отрицательную связь. Значимая связь натрия с показателями преломления, очевидно, имеет косвенный характер скорее всего через алюминий, с которым он также значимо связан, но уже положительно.

Корреляционные связи показателей преломления паргаситов с их химическим составом приведены в табл. 30. Выявляется относительно низкий ( $+0,582$ ), хотя и в пределах значимости, коэффициент корреляции  $Ng$  с  $f$ . Об этом же свидетельствует и разброс точек на рис. 59, 60, хотя общая тенденция повышения показателя преломления с повышением железистости сохраняется. Следует подчеркнуть, что в паргаситах при среднем содержании  $Fe^{3+}$ , приблизительно равном с закисным железом ( $\bar{X}_{Fe^{3+}} = 0,395$ ;  $\bar{X}_{Fe^{2+}} = 0,370$ ), коэффициент корреляции показателя преломления  $Np$  значительно выше с железом трехвалентным, чем с двухвалентным ( $r_{Ng, Fe^{2+}}$  даже незначим). Можно, таким образом, полагать, что здесь окисное железо входит



59

Рис. 59. Построение графика  $Ng - f$ , для: паргаситов карбонатных пород (1) и каринтинов из эклогитов (2). Линия зависимости для паргаситов, обозначенная пунктиром, выведена по уравнению (7)



60

Рис. 60. Построение графика  $Np - f$

Условные обозн., те же, что для рис. 59

в кристаллическую решетку минерала (см. рис. 44, отражающий характер соотношений  $K_{ox}$  с  $f'$ ).

При рассмотрении нанесенных на график точек паргаситов оказывается, что все 6 анализов с общей железистостью до 14% содержат более 0,5 вес. % F и имеют показатели преломления по  $Ng$  до 1,660, т. е. фтор является фактором, определяющим снижение показателя преломления. Такое положение еще раз подтверждается графиком зависимости  $Ng$  от содержания вес. % F (рис. 61), где видно, что небольшие количества последнего существенно влияют на показатель преломления не оказывают. Присутствие же фтора в количествах, превышающих 1 вес. %, резко снижает константу  $Ng$ .

Очевидно, присутствием фтора в паргаситах и следует объяснить низкий коэффициент корреляции между  $Ng$  и  $f$ .

Линии зависимости  $Ng$  и  $Np$  от общей железистости паргаситов (рис. 59, 60) построены на основании следующих уравнений:

$$Ng = 1,6441 + 0,0075 \cdot f \pm 0,0098, \quad (5)$$

$$f = 451,54 \cdot Ng - 730,85 \pm 7,6 \text{ и} \quad (5a)$$

$$Np = 1,6193 + 0,00124 \cdot f \pm 0,009, \quad (6)$$

$$f = 492,48 \cdot Np - 790,63 \pm 5,9. \quad (6a)$$

Кривые для определения  $Ng$  по  $f$  и для обратной зависимости (рис. 59) значительно расходятся, и точность определения для  $Ng$  составляет  $\pm 0,01$ , а для  $f$  по уравнению (5a) достигает 8 мол. %. Несколько лучшие результаты дает определение железистости по  $Np$  (уравнения 6 и 6a).

Кроме указанных уравнений для  $Ng$  паргаситов (как это уже сделано для жедритов), здесь было вычислено уравнение с применением коэффициента единой линейной регрессии:

$$Ng = 1,6345 + 0,00125 \cdot f, \quad (7)$$

и на том же графике (рис. 59) построена линия единой корреляционной связи (пунктирная линия). Она проходит строго по середине между линиями, построенными на основании предыдущих уравнений для  $Ng$  и  $f$  (5 и 5a).

Уравнение (7) обратимо и им можно пользоваться также для определения железистости по известному (заданному) значению  $Ng$ , т. е.

$$f = \frac{Ng - 1,6345}{0,00125}. \quad (8)$$

Последнее уравнение обычно и является рабочим.

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, некоторыми преломления ( $N_p$ ) роговых обманок сомнительной грану

	$N_p$	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn
$f''$	+0,795	+0,137	+0,447	-0,346	-0,182	-0,473	+0,136	+0,916	+0,555
$f'$	+0,690	+0,245	+0,444	-0,365	-0,259	-0,396	-0,103	+0,978	+0,569
$f$	+0,795	+0,136	+0,446	-0,344	-0,181	-0,470	+0,135	+0,916	+0,563
$K_{ox}$	-0,119	-0,553	-0,194	+0,253	+0,416	-0,085	+0,899	+0,588	-0,202
(Na+K)	-0,215	-0,685	-0,266	+0,602	+0,619	+0,376	+0,363	-0,654	-0,172
OH	+0,016	+0,006	+0,048	+0,135	+0,098	+0,142	-0,656	+0,386	+0,139
K	+0,269	-0,612	+0,230	+0,323	+0,525	-0,084	+0,586	-0,352	-0,298
Na	-0,440	-0,341	-0,471	+0,454	+0,328	+0,490	-0,009	-0,492	+0,019
Ca	+0,277	-0,200	+0,370	-0,347	-0,049	-0,673	+0,792	-0,128	-0,167
Mg	-0,814	-0,034	-0,441	+0,216	+0,069	+0,364	-0,130	-0,880	-0,549
Mn	+0,371	+0,052	+0,032	-0,079	-0,052	-0,092	+0,004	+0,552	
Fe <sup>2+</sup>	+0,576	+0,387	+0,390	-0,460	-0,384	-0,413	-0,239		
Fe <sup>3+</sup>	+0,428	-0,447	-0,110	+0,018	+0,274	-0,378			
Al <sup>VI</sup>	-0,401	-0,267	-0,606	+0,789	+0,469				
Al <sup>IV</sup>	+0,154	-0,953	-0,252	+0,912					
Al	-0,071	-0,786	-0,456						
Ti	+0,461	+0,087							
Si	-0,212								
$\bar{X}$	1,669	6,431	0,237	2,047	1,557	0,488	0,374	1,913	0,026
S	0,007	0,173	0,062	0,270	0,187	0,126	0,172	0,452	0,012

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, некоторыми показателями преломле

	$Ng$	$N_p$	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
$f''$	+0,579	+0,778	-0,268	+0,185	+0,225	+0,250	+0,007	+0,752	+0,838
$f'$	+0,320	+0,594	-0,011	+0,127	+0,189	-0,010	+0,260	+0,311	+0,997
$f$	+0,582	+0,780	-0,271	+0,185	+0,229	+0,253	+0,009	+0,753	+0,836
$K_{ox}$	+0,482	+0,318	-0,640	+0,088	+0,352	+0,643	-0,223	+0,611	-0,442
(Na+K)	-0,350	-0,128	+0,172	+0,482	+0,216	-0,163	+0,572	-0,511	-0,288
OH	+0,333	+0,079	-0,463	-0,142	+0,057	+0,470	-0,487	+0,023	-0,222
K	+0,447	+0,749	-0,634	+0,175	+0,335	+0,647	-0,251	+0,525	+0,210
Na	-0,540	-0,594	+0,546	+0,209	-0,080	-0,548	+0,558	-0,703	-0,338
Ca	+0,483	+0,519	-0,475	+0,521	+0,384	+0,484	+0,036	+0,331	-0,074
Mg	-0,487	-0,719	+0,246	-0,454	-0,528	-0,225	-0,514	-0,448	-0,767
Mn	+0,635	+0,769	-0,426	+0,103	+0,383	+0,411	+0,066	+0,724	+0,553
Fe <sup>2+</sup>	+0,302	+0,551	+0,018	+0,088	+0,148	-0,039	+0,228	+0,282	
Fe <sup>3+</sup>	+0,647	+0,659	-0,450	+0,117	+0,119	+0,445	-0,370		
Al <sup>VI</sup>	-0,135	+0,042	-0,013	+0,388	+0,626	-0,030			
Al <sup>IV</sup>	+0,671	+0,643	-	+0,276	+0,759				
Al	+0,445	+0,536	-0,771	+0,448					
Ti	+0,510	+0,476	-0,272						
Si	-0,678	-0,648							
$N_p$	+0,760								
$\bar{X}$	1,657	1,641	6,115	0,039	2,593	1,822	0,766	0,395	0,370
S	0,012	0,015	0,293	0,027	0,374	0,296	0,242	0,269	0,262

Таблица 29

рыми производными величинами в кристаллохимической формуле и показателитовой и амфиболитовой (с гиперстеном) фаций (тип Ie, табл. 12)

Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	$K_{Ox}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,986	+0,126	-0,518	-0,080	+0,190	-0,504	-0,250	+1,000	+0,970	
-0,957	-0,055	-0,498	-0,227	+0,344	-0,579	-0,478	+0,970		
-0,987	+0,124	-0,515	-0,083	+0,191	-0,503	-0,252			
+0,241	+0,643	+0,180	+0,592	-0,675	+0,532				
+0,435	+0,152	+0,780	+0,502	-0,449					
-0,228	-0,555	-0,212	-0,416						
+0,027	+0,538	-0,150							
+0,478	-0,215								
-0,078									
		$n = 28$							
		$r_{\text{знач}} \geq 0,374$							
2,139 0,398	1,851 0,118	0,484 0,130	0,210 0,094	1,432 0,326	0,694 0,149	0,168 0,089	51,85 9,37	47,38 10,42	51,58 9,37

Таблица 30

торыми производными величинами в кристаллохимической формуле ния в паргаситах

Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	$K_{Ox}$	$f$	$f'$	$f''$
+0,798	-0,829	+0,158	-0,598	+0,453	-0,148	-0,429	+0,063	+1,000	+0,858	
+0,593	-0,810	-0,041	-0,337	+0,244	-0,241	-0,252	-0,400	+0,857		
+0,802	-0,823	+0,159	-0,598	+0,455	-0,148	-0,427	+0,067			
+0,408	-0,001	+0,367	-0,334	+0,333	+0,274	-0,160				
-0,317	+0,037	+0,011	+0,739	-0,088	-0,366					
-0,121	+0,257	+0,006	-0,322	+0,109						
+0,519	-0,225	+0,375	-0,736							
-0,566	+0,178	-0,247								
+0,211	-0,253									
-0,706										
					$n = 14$					
					$r_{\text{знач}} \geq 0,532$					
0,010 0,005	3,632 0,443	1,997 0,106	0,532 0,220	0,367 0,149	0,962 0,481	0,899 0,150	0,505 0,176	17,45 9,37	9,63 6,95	17,27 9,32

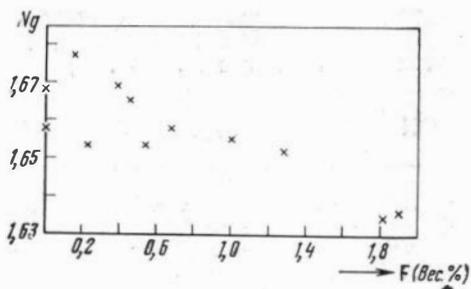


Рис. 61. График зависимости  $Ng - F$  (Фтор) для паргаситов

В отношении корреляционных связей между составом минерала и показателями преломления можно указать, что наряду с обычной связью светопреломления с фемическими компонентами здесь выявляется достаточно высокая, но, вероятно, косвенная связь  $Np$  с калием и отрицательная с натрием. С последним, как и  $Ng$  с натрием, она находится почти на пределе значимости. Учитывая высокое содержание в минерале алюминия, и что подавляющее его количество сосредоточено в алюмо-кремниевом радикале, надо допускать прямое влияние  $Al^{IV}$  на светопреломление минерала, отраженное положительной его связью с  $Ng$  и  $Np$ . Параллельно с этим проявляется естественная отрицательная связь между оптическими константами и кремнеземом, изоморфным с  $Al^{IV}$ .

Близко к паргаситам по показателям преломления ложатся точки каринтинов (рис. 59), но их расположение гораздо более пологое. Увеличение общей железистости почти не изменяет показателей преломления каринтинов. Это же обстоятельство зафиксировано в полученных коэффициентах корреляции (табл. 31) железистости с  $Ng$  и  $Np$ ; только частная железистость ( $f'$ ) оказывается значимой с  $Ng$ , в то время как ни  $f$ , ни  $f''$  значимой связи не имеют.

Линии функциональной зависимости, построенные на основе одномерных уравнений, ложатся почти параллельно оси абсцисс:

для

$$Ng = 1,6509 + 0,0002 \cdot f \pm 0,003, \quad (9)$$

$$f = 1648,37 \cdot Ng - 2705,2 \pm 7,2, \quad (9a)$$

для

$$Np = 1,6289 + 0,00028 \cdot f \pm 0,003, \quad (10)$$

$$f = 2677,3 \cdot Np - 4354,63 \pm 5,9. \quad (10a)$$

Такую необычную зависимость между показателями преломления и железистостью можно предположительно объяснить тем, что при расчете железистости был исключен титан. Учитывая общую низкую железистость каринтинов, не исключено, что именно титан должен оказывать существенное влияние на светопреломление минерала, имея в виду значимую положительную его связь с  $Ng$ . Вероятнее всего, остающиеся неясности в отношении каринтина следует объяснять прежде всего недостаточностью аналитического материала (всего 8 анализов с оптическими константами). По этой причине на сводный график каринтины не наносились.

Для роговых обманок из пород амфиболитовой (без гиперстена) фации корреляционные связи показателей преломления от химического состава отражены в табл. 32 и 33. Зависимость указанных величин рассчитывалась на основе 73 исходных данных для  $Ng$  и 57 — для  $Np$  по уравнениям:

для  $Ng$

$$Ng = 1,6411 + 0,00085 \cdot f \pm 0,007, \quad (11)$$

$$f = 722,07 \cdot Ng - 1165,58 \pm 6,5, \quad (11a)$$

для  $Np$

$$Np = 1,6208 + 0,00078 \cdot f \pm 0,008, \quad (12)$$

$$f = 671,58 \cdot Np - 1064,42 \pm 7,5. \quad (12a)$$

Это позволило нанести соответствующие линии состав — свойства на рис. 62 и 63, где видно, что точки анализов имеют достаточно широкий разброс, в особенности для  $Np$ . В меньшем диапазоне испытывают колебания показатели преломления: для  $Ng = 1,655—1,702$  и для  $Np = 1,645—1,679$  при железистости, изменяющейся всего лишь в диапазоне 45—55 мол. %. Вероятно, следует ожидать лучших результатов не по общей выборке, а для отдельно выделенных групп с одинаковым парагенезисом.

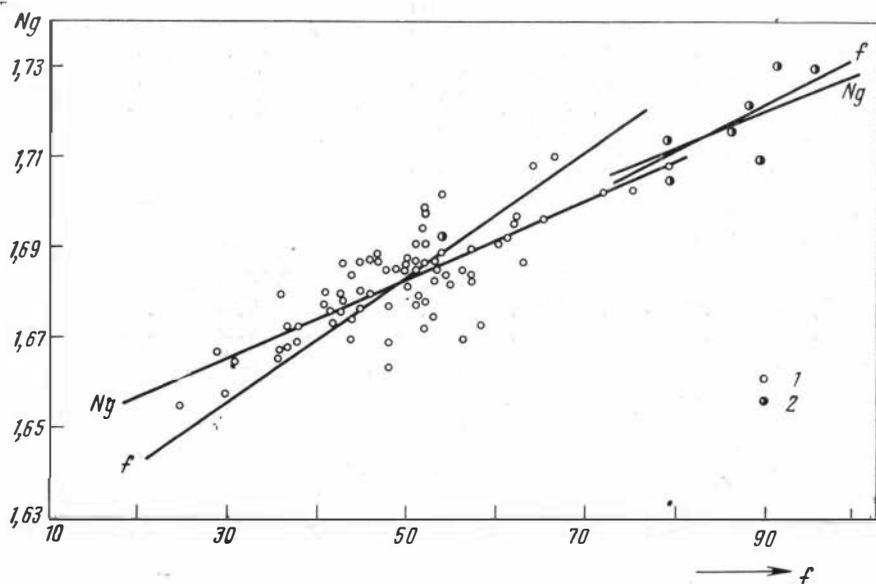


Рис. 62. Построение графика  $Ng - f$  для роговых обманок

1 — из амфиболитовой без гиперстена фации; 2 — из гранито-гнейсов той же фации

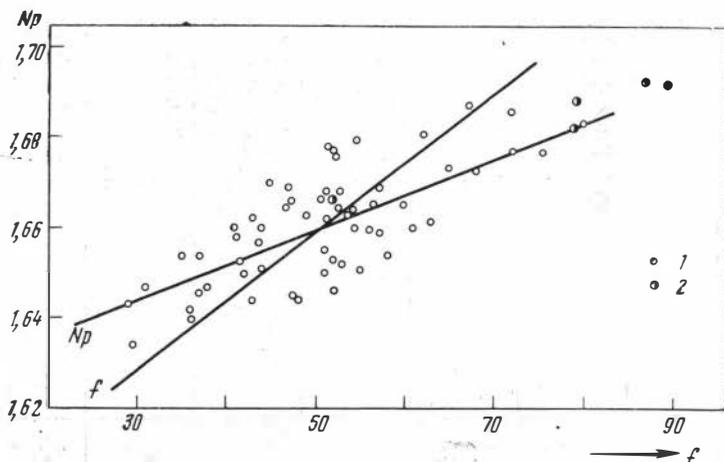


Рис. 63. Построение графика  $Np - f$

Условн. обозн. те же, что на рис. 62

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, неко и показателями преломления в ка

	$Ng$	$Np$	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
$f''$	+0,625	+0,675	-0,781	+0,697	+0,875	+0,782	+0,561	+0,908	+0,949
$f'$	+0,711	+0,700	-0,750	+0,753	+0,807	+0,751	+0,472	+0,806	+0,988
$f$	+0,623	+0,674	-0,778	+0,696	+0,873	+0,779	+0,562	+0,908	+0,949
$K_{ox}$	-0,141	+0,079	-0,379	+0,082	+0,563	+0,379	+0,549	+0,779	+0,196
(Na+K)	+0,462	+0,264	+0,783	+0,269	+0,796	+0,784	+0,399	+0,537	+0,343
OH	+0,062	+0,635	-0,507	+0,230	-0,158	+0,505	-0,463	+0,132	+0,231
K	+0,929	+0,417	-0,623	+0,749	+0,456	+0,627	-0,033	+0,242	+0,638
Na	+0,187	+0,149	-0,667	+0,033	+0,744	+0,667	+0,469	+0,526	+0,158
Ca	+0,012	-0,259	+0,202	-0,127	-0,545	-0,201	-0,781	-0,804	-0,535
Mg	-0,623	-0,705	+0,845	-0,702	-0,928	-0,845	-0,564	-0,900	-0,921
Mn	-0,327	-0,129	+0,547	-0,168	-0,389	-0,546	+0,051	-0,077	+0,085
Fe <sup>2+</sup>	+0,770	+0,722	-0,697	+0,799	+0,731	+0,698	+0,403	+0,743	
Fe <sup>3+</sup>	+0,352	+0,517	-0,708	+0,472	+0,875	+0,708	+0,671		
Al <sup>VI</sup>	+0,110	-0,001	-0,226	+0,081	+0,670	+0,225			
Al <sup>IV</sup>	+0,622	+0,710	-1,000	+0,696	+0,874				
Al	+0,526	+0,544	-0,874	+0,567					
Ti	+0,794	+0,692	-0,696						
Si	-0,621	-0,715							
$Np$	+0,621								
$\bar{X}$	1,656	1,635	6,567	0,093	2,339	1,434	0,904	0,297	0,668
S	0,003	0,003	0,219	0,052	0,287	0,217	0,143	0,136	0,201

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, неко и показателем преломления ( $Ng$ ) в роговых

	$Ng$	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f''$	+0,793	-0,463	+0,224	+0,604	+0,061	+0,881	+0,314	-0,964
$f'$	+0,701	-0,327	+0,252	+0,575	-0,181	+0,952	+0,324	-0,943
$f$	+0,788	-0,463	+0,223	+0,603	+0,062	+0,881	+0,334	-0,963
$K_{ox}$	-0,022	-0,308	-0,240	-0,163	+0,897	-0,662	-0,088	+0,352
(Na+K)	-0,027	-0,387	+0,130	+0,053	+0,464	-0,340	-0,117	+0,172
OH	+0,070	-0,165	+0,008	+0,203	-0,127	+0,280	+0,139	-0,265
K	+0,339	-0,433	-0,027	-0,018	+0,606	-0,163	+0,011	-0,012
Na	-0,081	-0,202	+0,196	+0,084	+0,179	-0,340	-0,166	+0,244
Ca	+0,249	+0,011	-0,088	-0,388	+0,308	-0,227	-0,265	+0,141
Mg	-0,741	+0,442	-0,247	-0,676	+0,001	-0,856	-0,261	
Mn	+0,101	-0,173	+0,015	+0,136	+0,079	+0,329		
Fe <sup>2+</sup>	+0,638	-0,215	+0,288	+0,456	-0,333			
Fe <sup>3+</sup>	+0,302	-0,550	-0,174	+0,068				
Al	+0,390	-0,738	+0,173					
Ti	+0,262	-0,244						
Si	-0,531							
$\bar{X}$	1,683	6,486	0,133	1,973	0,506	1,686	0,046	2,286
S	0,011	0,262	0,050	0,362	0,215	0,439	0,025	0,536

Таблица 31

торыми производными величинами в кристаллохимической формуле  
ринтинах эклогитовой фации

Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	$K_{Ox}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,011	-0,989	-0,677	+0,383	+0,505	+0,236	+0,497	+0,457	+1,000	+0,980	
-0,045	-0,963	-0,584	+0,271	+0,592	10,262	+0,427	+0,276	+0,980		
-0,005	-0,988	-0,680	+0,379	+0,502	+0,235	+0,492	+0,456			
-0,173	-0,454	-0,656	+0,506	-0,156	-0,087	+0,393				
-0,799	-0,576	-0,063	+0,950	+0,529	+0,102					
-0,076	-0,284	+0,105	+0,092	+0,067						
-0,451	-0,507	+0,221	+0,237							
-0,748	-0,473	-0,153								
-0,430	+0,631									
+0,113										
					$n = 8$ $r_{\text{знач}} \geq 0,707$					
0,006	3,121	1,535	0,794	0,146	1,854	0,940	0,295	24,09	18,24	23,98
0,003	0,491	0,108	0,119	0,044	0,356	0,136	0,083	8,78	6,70	8,78

Таблица 32

торыми производными величинами в кристаллохимической формуле  
обманках амфиболитовой фации

Ca	Na	K	OH	(Na+K)	$K_{Ox}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,111	-0,255	+0,068	+0,242	-0,119	-0,321	+1,000	+0,968	
-0,198	-0,300	-0,083	+0,235	-0,149	-0,544	+0,968		
-0,117	-0,258	+0,067	+0,243	-0,118	-0,321			
+0,366	+0,291	+0,547	-0,263	+0,174				
+0,177	+0,824	+0,668	-0,442					
+0,342	-0,398	-0,273						
+0,450	+0,162							
-0,096								
					$n = 0,73$ $r_{\text{знач}} \geq 0,229$			
1,838	0,427	0,171	1,711	0,598	0,235	49,72	43,34	49,22
0,163	0,118	0,089	0,351	0,160	0,095	10,48	11,60	10,48

Роговые обманки гранито-гнейсов, как и следовало ожидать, отличаясь от предыдущих групп несколько большей железистостью, располагаются на продолжении линий, построенных для общей выборки роговых обманок амфиболитовой фации (на рис. 62 они помечены особым знаком).

На основании данных табл. 34 для роговых обманок гранито-гнейсов даются выведенные одномерные уравнения:

$$Ng = 1,6483 + 0,0008 \cdot f \pm 0,005, \quad (13)$$

$$f = 983,557 \cdot Ng - 1603,54 \pm 5,7 \quad (13a)$$

Ввиду малочисленности выборки (всего 5 анализов) для  $Np$  амфибола этой группы корреляционная связь между химическим составом и  $Np$  не выявлялась, и на рис. 63 указаны только точки анализов без проведения линий их функциональной зависимости. Данные по корреляционным связям оптических констант с химическим составом роговых обманок из пород эпидот-амфиболитовой фации приведены в табл. 35 и 36, а для актинолитов из зеленых сланцев в табл. 37. Расположение точек анализов отражено на рис. 63.

Актинолиты зеленых сланцев имеют железистость, колеблющуюся в диапазоне от 10 до 55 мол. %. По этому признаку они перекрывают роговые обманки эпидот-амфиболитовой фации, но характерно, что при аналогичной железистости показатели преломления актинолитов оказываются более низкими. На рис. 64, 65 показаны линии зависимости для указанных типов, рассчитанные на основе следующих уравнений:

Для роговых обманок из пород эпидот-амфиболитовой фации:

$$Ng = 1,6430 + 0,00075 \cdot f \pm 0,005, \quad (14)$$

$$f = 819,38 \cdot Ng - 1328,82 \pm 5,3, \quad (14a)$$

$$Np = 1,6225 + 0,00074 \cdot f \pm 0,006, \quad (15)$$

$$f = 687,14 \cdot Np - 1092,75 \pm 5,9. \quad (15a)$$

Для актинолитов из зеленых сланцев:

$$Ng = 1,6248 + 0,00086 \cdot f \pm 0,004, \quad (16)$$

$$f = 1024,25 \cdot Ng - 1661,19 \pm 4,6, \quad (16a)$$

$$Np = 1,6019 + 0,00086 \cdot f \pm 0,005, \quad (17)$$

$$f = 986,75 \cdot Np - 1576,33 \pm 5,2. \quad (17a)$$

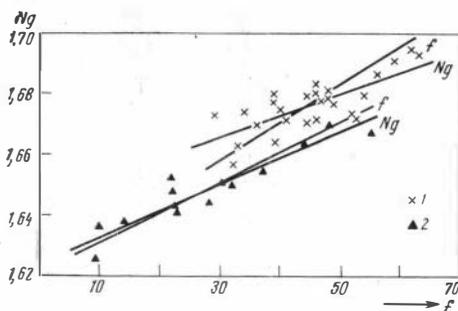
В заключение приводим рабочий график (рис. 66). Линии зависимости  $Ng$  и  $Np$  от железистости проведены как усредненные между каждой парой сдвоенных прямых (что уже обосновано для железо-магнезиальных амфиболов; см. стр. 37), представленных на рис. 57—65.

Наиболее высокое положение занимают линии (рис. 66, *I*), построенные для показателей преломления роговых обманок из пород гранулитовой фации. Несколько ниже лежат кривые для амфиболов из пород амфиболитовой фации без гиперстена (*II*) и гранито-гнейсов той же фации (*IIa*). Практически сливаются с последними линии для роговых обманок эпидот-амфиболитовой фации (*III*). Актинолиты фации зеленых сланцев (*IV*) ложатся значительно ниже. Линия  $Ng$  паргаситов (*V*) является продолжением для *I* линии в сторону малой железистости, имея мало измененный по сравнению с *I* наклон. Полученная линия зависимости для  $Np$  паргаситов резко отличается от сравниваемой с *I* прямой более крутым наклоном.

Интересно сопоставить полученные результаты связи показателей преломления и химизма амфиболов ряда роговая обманка — актинолит из метаморфических пород с имеющимися в справочной литературе и специаль-

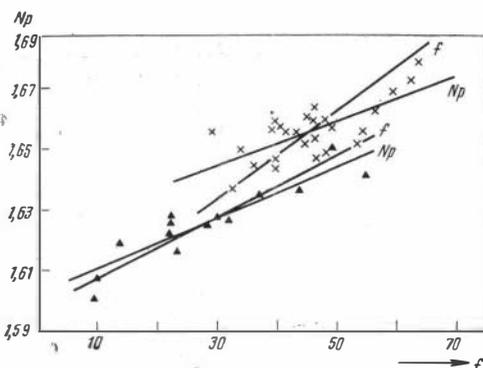
**Рис. 64.** Построение графика  $Ng - f$

1 — роговые обманки эпидот-амфиболитовой фации; 2 — актинолиты зеленых сланцев



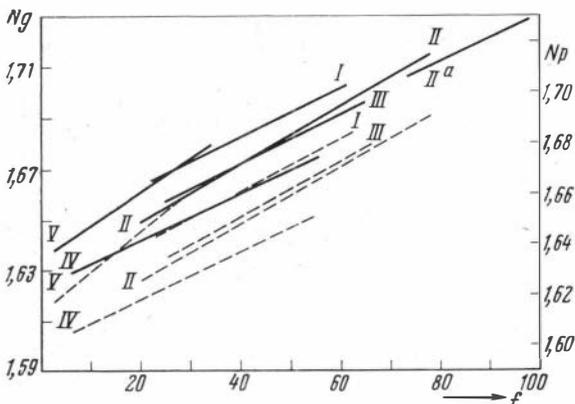
**Рис. 65.** Построение графика  $Np - f$

Условные обозн. те же, что для рис. 64



**Рис 66.** Рабочий график для определения общей железистости амфиболов ряда актинолит — роговая обманка по показателям преломления

I — для роговых обманок из пород гранулитовой фации; II — то же, из пород амфиболитовой (без гиперстена) фации; II<sup>a</sup> — то же, из гранито-гнейсов; III — то же, из пород эпидот-амфиболитовой фации; IV — для актинолитов зеленых сланцев; V — для паргаситов из карбонатных пород. Пунктирные линии — для определения железистости по  $Np$ , сплошные — по  $Ng$



ных работах диаграммами состав — свойства (Соболев, 1960; Трегер, 1958; Дир и др., 1965).

Результаты такого сравнения  $f^1$  только для  $Ng$  (константы, наиболее достоверно определяемой для этого минерала) приведены ниже:

$Ng$	1,650	1,670	1,700	1,720
Соболев (кривая I) . . . . .	18	38	68	90
Трегер . . . . .	7	32	70	—
Дир и др. . . . .	15	34	64	90
Наши данные (кривая II) . . . . .	20	38	65	90

<sup>1</sup> Так как в большинстве случаев кривые диаграммы обрываются на определенном составе, часть цифр снята путем экстраполяции до соответствующего показателя преломления.

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, и показатели преломления ( $Np$ ) роговых

	$Np$	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn
$f'$	+0,600	-0,316	+0,257	+0,602	-0,203	+0,962	+0,323
$f$	+0,724	-0,462	+0,206	+0,655	+0,041	+0,888	+0,328
$K_{ox}$	+0,139	-0,348	-0,320	-0,099	+0,915	-0,686	-0,106
(Na+K)	+0,233	-0,399	+0,096	+0,040	+0,476	-0,369	-0,072
OH	-0,026	-0,176	+0,078	+0,256	-0,115	+0,266	+0,114
K	+0,422	-0,449	-0,065	-0,016	+0,630	-0,168	+0,041
Na	+0,005	-0,207	+0,173	+0,065	+0,179	-0,368	-0,125
Ca	+0,296	+0,031	-0,121	-0,386	+0,245	-0,242	-0,307
Mg	-0,689	+0,429	-0,250	-0,705	+0,012	-0,848	-0,258
Mn	+0,093	-0,186	+0,024	+0,176	+0,052	+0,322	
Fe <sup>2+</sup>	+0,493	-0,191	+0,286	+0,459	-0,365		
Fe <sup>3+</sup>	+0,434	-0,580	-0,267	+0,149			
Al	+0,483	-0,760	+0,243				
Ti	+0,098	-0,246					
Si	-0,610						
$\bar{X}$	1,660	6,491	0,131	1,985	0,499	1,719	0,048
S	0,012	0,286	0,051	0,382	0,227	0,461	0,027

Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, и показателями преломления ( $Ng$ )

	$Ng$	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn
$f''$	+0,886	-0,710	+0,529	-0,459	-0,161	-0,551	+0,431	+0,889	+0,236
$f'$	+0,914	-0,701	+0,568	-0,483	-0,211	-0,544	+0,368	+0,918	+0,175
$f$	+0,884	-0,711	+0,528	-0,458	-0,159	-0,552	+0,434	+0,888	+0,241
$K_{ox}$	-0,423	-0,172	-0,407	+0,124	+0,440	-0,199	+0,848	-0,524	+0,805
(Na+K)	-0,178	+0,696	-0,360	+0,623	+0,308	+0,686	-0,618	-0,023	-0,697
OH	+0,480	-0,833	+0,435	-0,570	-0,139	-0,751	+0,634	+0,427	+0,730
K	-0,353	+0,519	-0,681	+0,778	+0,810	+0,480	+0,100	-0,244	-0,091
Na	+0,011	+0,565	-0,001	+0,285	-0,161	+0,580	-0,900	+0,142	-0,871
Ca	-0,278	+0,364	-0,620	+0,624	+0,747	+0,301	+0,342	-0,248	+0,035
Mg	-0,885	+0,687	-0,519	+0,441	+0,156	+0,528	-0,413	-0,892	-0,210
Mn	-0,071	-0,541	-0,090	-0,105	+0,324	-0,448	+0,862	-0,093	
Fe <sup>2+</sup>	+0,966	-0,621	+0,720	-0,555	-0,417	-0,475	+0,001		
Fe <sup>3+</sup>	+0,091	-0,535	-0,089	-0,136	+0,303	-0,472			
Al <sup>VI</sup>	-0,603	+0,936	-0,754	+0,836	+0,313				
Al <sup>IV</sup>	-0,542	+0,378	-0,772	+0,782					
Al	-0,712	+0,833	-0,941						
Ti	+0,812	-0,767							
Si	-0,714								
$\bar{X}$	1,713	6,023	0,358	2,033	1,846	0,187	0,856	2,907	0,094
S	0,011	0,153	0,299	0,205	0,119	0,134	0,295	0,517	0,019

Таблица 33

некоторыми производными величинами в кристаллохимической формуле  
обманок амфиболитовой фации

Mg	Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	$K_{ox}$	$f$	$f'$
-0,954	-0,222	-0,329	-0,091	+0,280	-0,298	-0,549	+0,969	
-0,977	-0,147	-0,290	+0,062	+0,243	-0,186	-0,330		
+0,357	+0,357	+0,301	+0,573	-0,249	+0,538			
+0,209	+0,210	+0,846	+0,666	-0,409				
-0,266	-0,460	-0,338	-0,285					
+0,012	+0,480	+0,165						
+0,269	-0,066							
+0,170								
				$n = 57$				
				$r_{знач} > 0,260$				
2,250	1,839	0,423	0,163	1,714	0,586	0,230	50,48	44,25
0,564	0,174	0,126	0,090	0,346	0,167	0,099	10,92	12,16

Таблица 34

некоторыми производными величинами в кристаллохимической формуле  
роговых обманок из гранито-гнейсов

Mg	Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	$K_{ox}$	$f$	$f'$	$f''$	
-0,999	+0,065	-0,203	-0,032	+0,559	-0,168	-0,112	+1,000	+0,997		
-0,998	+0,026	-0,147	-0,061	+0,535	-0,142	-0,180				-0,997
-0,999	+0,065	-0,206	-0,031	+0,562	-0,170	-0,108				
+0,131	+0,361	-0,863	+0,152	+0,350	-0,563					
+0,135	+0,465	+0,856	+0,685	-0,836						
-0,531	-0,379	-0,751	-0,522							
+0,009	+0,940	+0,209								
+0,174	-0,044									
-0,082										
				$n = 7$						
				$r_{знач} > 0,754$						
0,897	1,646	0,482	0,340	1,512	0,822	0,228	81,15	77,42	80,78	
0,596	0,090	0,070	0,050	0,326	0,095	0,066	12,27	14,04	12,50	

**Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, и показателями преломления ( $N_g$ ) роговых**

	$N_g$	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
$f'$	+0,769	+0,105	+0,088	+0,055	-0,104	+0,211	+0,175	+0,957
$f$	+0,782	+0,080	-0,021	+0,037	-0,080	+0,154	+0,434	+0,864
$K_{ox}$	-0,065	-0,078	-0,428	-0,096	+0,077	-0,238	+0,877	-0,441
(Na+K)	+0,256	+0,021	-0,031	+0,302	-0,017	+0,485	+0,193	-0,063
OH	+0,166	+0,051	-0,381	-0,219	-0,053	-0,269	+0,288	+0,009
K	+0,500	+0,324	+0,072	-0,136	-0,323	+0,174	+0,127	+0,489
Na	+0,093	-0,091	-0,057	+0,361	+0,094	+0,444	+0,156	-0,236
Ca	-0,183	-0,442	+0,432	-0,003	+0,439	-0,534	-0,143	-0,110
Mg	-0,776	-0,077	-0,029	-0,142	+0,077	-0,313	-0,388	-0,802
Mn	+0,064	+0,055	-0,121	+0,042	-0,058	+0,140	+0,022	+0,012
Fe <sup>2+</sup>	+0,673	+0,152	+0,142	-0,066	-0,150	+0,080	-0,011	
Fe <sup>3+</sup>	+0,283	-0,163	-0,392	+0,003	+0,162	-0,187		
Al <sup>VI</sup>	+0,154	+0,027	-0,135	+0,629	-0,025			
Al <sup>IV</sup>	+0,067	-1,000	+0,224	+0,762				
Al	+0,150	-0,760	+0,089					
Ti	+0,170	-0,227						
Si	-0,066							
$\bar{X}$	1,677	6,702	0,109	1,800	1,229	0,500	0,472	1,490
S	0,008	0,200	0,055	0,259	0,200	0,167	0,168	0,321

**Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, и показателями преломления ( $N_p$ ) роговых**

	$N_p$	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f'$	+0,665	+0,230	+0,051	-0,050	-0,228	+0,191	+0,173	+0,956	-0,021	-0,934
$f$	+0,715	+0,200	-0,071	-0,072	-0,198	+0,125	+0,445	+0,856	+0,007	-0,972
$K_{ox}$	+0,091	-0,117	-0,440	-0,080	+0,115	-0,249	+0,891	-0,418	+0,088	-0,026
Al+Fe <sup>3+</sup>	+0,303	-0,700	+0,216	+0,817	+0,701	+0,390	+0,553	-0,153	-0,048	-0,254
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	+0,476	-0,059	-0,479	+0,465	+0,061	+0,617	+0,637	+0,037	+0,081	-0,541
Al-(Na+K)	-0,003	-0,757	+0,060	+0,827	+0,756	+0,399	-0,134	-0,143	-0,157	+0,129
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	-0,127	-0,811	+0,178	+0,405	+0,808	-0,343	+0,012	-0,186	-0,224	+0,326
(Na+K)	+0,142	+0,027	-0,044	+0,308	-0,023	+0,480	+0,183	-0,046	+0,161	-0,286
OH	+0,239	+0,098	-0,426	-0,275	-0,100	-0,285	+0,293	-0,055	-0,061	-0,029
K	+0,457	+0,343	+0,068	-0,149	-0,341	+0,175	+0,124	+0,524	-0,041	-0,638
Na	-0,012	-0,092	-0,070	+0,372	+0,096	+0,437	+0,147	-0,231	+0,182	-0,074
Ca	-0,339	-0,443	+0,425	-0,029	+0,439	-0,556	-0,152	-0,153	+0,041	+0,309
Mg	-0,707	-0,203	-0,026	-0,037	+0,202	-0,289	-0,391	-0,794	-0,048	
Mn	-0,133	+0,159	-0,166	-0,062	-0,160	+0,099	+0,006	-0,076		
Fe <sup>2+</sup>	+0,551	+0,275	+0,124	-0,171	-0,273	+0,064	-0,015			
Fe <sup>3+</sup>	+0,400	-0,151	-0,424	-0,028	+0,150	-0,213				
Al <sup>VI</sup>	+0,191	+0,081	-0,173	+0,617	-0,078					
Al <sup>IV</sup>	-0,056	-1,000	+0,192	+0,737						
Al	+0,083	-0,735	+0,036							
Ti	-0,078	-0,194								
Si	+0,058									
$\bar{X}$	1,656	6,689	0,112	1,823	1,312	0,510	0,479	1,493	0,033	2,425
S	0,009	0,200	0,057	0,256	0,201	0,173	0,176	0,318	0,012	0,420



Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) между содержаниями элементов, и показателями преломления в роговых

	$Ng$	$Np$	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
$f''$	<b>+0,939</b>	<b>+0,909</b>	-0,222	+0,485	+0,217	+0,255	+0,050	+0,320	<b>+0,953</b>
$f'$	<b>+0,894</b>	<b>+0,865</b>	-0,043	+0,325	+0,065	+0,078	+0,015	+0,131	<b>+0,986</b>
$f$	<b>+0,938</b>	<b>+0,920</b>	-0,206	+0,472	+0,190	+0,233	+0,029	+0,323	<b>+0,951</b>
$K_{ox}$	+0,055	+0,109	<b>-0,707</b>	<b>+0,578</b>	+0,486	<b>+0,631</b>	+0,006	<b>+0,874</b>	+0,350
(Na+K)	+0,258	+0,364	<b>-0,743</b>	<b>+0,800</b>	+0,504	<b>+0,686</b>	-0,040	<b>+0,761</b>	+0,075
OH	<b>+0,658</b>	<b>+0,638</b>	-0,035	+0,203	+0,178	+0,111	+0,196	+0,121	+0,520
K	+0,006	+0,009	<b>-0,645</b>	<b>+0,575</b>	+0,390	+0,524	-0,019	+0,419	-0,023
Na	+0,295	+0,416	<b>-0,666</b>	<b>+0,751</b>	+0,466	<b>+0,635</b>	-0,040	<b>+0,752</b>	+0,094
Ca	-0,338	-0,483	-0,175	-0,041	+0,129	+0,156	+0,024	-0,375	-0,090
Mg	<b>-0,924</b>	<b>-0,923</b>	+0,206	-0,487	-0,350	-0,286	-0,282	-0,275	<b>-0,896</b>
Mn	-0,225	-0,063	+0,261	-0,287	-0,418	-0,355	-0,312	-0,034	-0,250
Fe <sup>2+</sup>	<b>+0,851</b>	<b>+0,793</b>	+0,001	+0,243	-0,015	+0,016	-0,056	+0,041	
Fe <sup>3+</sup>	+0,420	+0,473	<b>-0,806</b>	<b>+0,824</b>	<b>+0,610</b>	<b>+0,774</b>	+0,038		
Al <sup>VI</sup>	+0,132	+0,205	-0,120	+0,227	<b>+0,679</b>	+0,447			
Al <sup>IV</sup>	+0,321	+0,290	<b>-0,959</b>	<b>+0,850</b>	<b>+0,891</b>				
Al	+0,306	+0,318	<b>-0,788</b>	<b>+0,755</b>					
Ti	<b>+0,549</b>	<b>+0,549</b>	<b>-0,864</b>						
Si	-0,278	-0,250							
$Np$	<b>+0,959</b>								
$\bar{X}$	1,649	1,626	7,661	0,032	0,422	0,306	0,116	0,204	1,167
S	0,012	0,012	0,272	0,030	0,294	0,223	0,138	0,188	0,641

При этом выясняется, что линия II (рис. 66), построенная для  $Ng$  роговых обманок из персид амфиболитовой фации, и находящаяся на ее продолжении линия IIIa (роговые обманки из гранито-гнейсов амфиболитовой фации) практически совпадают с основной линией для амфиболов из изверженных пород и высокотемпературных кристаллических сланцев диаграммы В. С. Соболева, а также ложатся достаточно близко к кривой, по Диру, Хауи и Зусману. Сказанное практически справедливо для линии III ( $Ng$  амфиболов из пород эпидот-амфиболитовой фации), поскольку кривые II и III, пересекаясь, почти сливаются.

Для роговых обманок гранулитовой фации зависимость  $Ng$  от железистости (по уравнению только обратной функции) была выведена также Б. Г. Лутцем (1964) на основании 16 химических анализов, включая амфиболы из ультраосновных пород, кроме того дан график такой зависимости. Результаты сравнения  $f$  приведены ниже:

$Ng$	По уравнению Лутца (1964)	Наши данные	
		по уравнению 1a	По усредненной кривой (рис. 66)
1,670	26	29	27,5
1,690	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>47,5</b>
1,710	61	64	68

некоторыми производными величинами в кристаллохимической формуле  
обманках зеленых сланцев

Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	(Na+K)	$K_{O,x}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,271	<b>-0,959</b>	-0,202	+0,313	+0,075	<b>+0,551</b>	+0,291	-0,103	<b>+0,997</b>	<b>+0,978</b>	
-0,201	<b>-0,939</b>	-0,184	+0,194	-0,007	+0,531	+0,166	-0,283	<b>+0,980</b>		
-0,202	<b>-0,953</b>	-0,247	+0,330	+0,076	<b>+0,537</b>	+0,306	-0,093			
+0,168	-0,155	-0,362	<b>+0,542</b>	+0,382	-0,148	<b>+0,569</b>				
+0,140	-0,268	-0,179	<b>+0,972</b>	<b>+0,607</b>	-0,016					
-0,319	<b>-0,665</b>	-0,239	+0,083	-0,346						
+0,005	-0,022	+0,326	+0,405							
+0,159	-0,302	-0,301								
<b>-0,547</b>	+0,195									
+0,314										
$n = 14$										
$r_{\text{знач}} \geq 0,532$										
0,047	3,627	1,791	0,239	0,042	1,777	0,281	0,154	28,37	25,41	27,68
0,066	0,791	0,169	0,174	0,051	0,309	0,200	0,105	13,22	12,86	13,53

Из приведенного сравнения результатов, отражающих зависимость состав — свойства в роговых обманках на кривых, построенных разными авторами, можно сделать вывод о том, что трудно добиться большей точности без изменения самого принципа выявления указанной зависимости.

Таким образом, резюмируя полученные результаты, прежде всего следует отметить правильность выдвинутого В. С. Соболевым положения, что для фемических минералов сложного состава, в том числе и роговых обманок, с изменением термодинамических условий изменяется соотношение не только железо-магнезиального компонента, но и других компонентов. Именно это обуславливает комплексное влияние на оптические свойства минерала.

Производя сопоставление кривых, необходимо иметь в виду, что в пределах собственно метаморфических амфиболов также существует ощутимое различие, вызванное различием термодинамических параметров системы. Отсюда следует, что диаграммы состав — свойства для амфиболов, обычно иллюстрируемые в справочной литературе, строго говоря, не могут отражать истинной картины, поскольку в них даются обобщенные кривые, учитывающие только одну сторону — химизм роговых обманок без учета их генетической природы. И в этом отношении диаграмма состав — свойства, построенная В. С. Соболевым (1950), является первым примером, где наряду с дифференцированными кривыми для высокотемпературных зеленых роговых обманок и относительно более низкотемпературных тремолит-актинолитов дается кривая  $Ng$  для бурых роговых обманок из эффузивных пород.

Натровые амфиболы, типа  $\text{Na}_2\text{R}_3^{2+}\text{R}_2^{3+}[\text{OH}]_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$ , в метаморфических породах гораздо разнообразнее, чем в магматических. Вместе с тем их отделение от амфиболов других групп представляет значительные трудности. С одной стороны, к ним примыкают роговые обманки, которые отличаются достаточно высоким содержанием кальция при меньшем содержании щелочей и  $\text{Al} + \text{Fe}^{3+} > \text{Na} + \text{K}$ . От этой сложной группы роговых обманок имеется ряд звеньев, переходных к амфиболам рассматриваемой группы. С другой стороны, к амфиболам, еще более богатым натрием, относится арфведсонит (преимущественно магматического и метасоматического происхождения), который в свою очередь связан с роговыми обманками и с рассматриваемыми амфиболами.

Из амфиболов, бедных трехвалентными окислами, где  $\text{R}^{3+} < \text{R}^{1+}$ , сюда примыкают богатые Na специфические амфиболы типа тремолита. Кроме того, имеются актинолиты, содержащие существенное количество натрия, а также трехвалентные элементы.

Более полный анализ этих сложных соотношений будет сделан во втором томе после рассмотрения натровых магматических амфиболов. Отметим, что при отбраковке анализов нами взяты полученные из различных графиков распределения следующие пределы: для суммы щелочей от 1,30 до 2,30, для суммы  $\text{Al}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$  — от 1,50 до 2,50 и содержания Ca до 0,65 в единицах кристаллохимической формулы.

Следует подчеркнуть, что задача отбраковки амфиболов данного ряда была особенно сложной из-за наличия переходных разностей к другим рядам. Последние не были включены в рассматриваемую группу на основе построенных графиков распределения, неприводимых здесь из-за многочисленности. Сюда же попадает значительное количество недоброкачественных анализов с ошибочным определением  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  и других компонентов. Очевидно, часть из таких аналитических погрешностей связана с трудностью выделения мономинеральных фракций из мелкозернистых пород и реакционных замещений, что подчас приводит к неправильному названию того или иного натрового амфибола.

Все это в результате свелось к отбраковке большого количества имеющих в литературе химических анализов.

<sup>1</sup> Связь химического состава с оптическими свойствами этого ряда амфиболов будет рассмотрена во втором томе.

На рис. 67 приведен суммарный график распределения, для построения которого взяты лишь амфиболы актинолит-тремолитового и глаукофан-рибекитового рядов, анализы которых лежат в пределах узкой полосы с соотношением  $(\text{Na} + \text{K}) / (\text{Al} + \text{Fe}^{3+})$  от 0,60 до 1,66 вдоль диагонали  $R^{1+} = R^{3+}$  на соответствующем графике, помещаемом в следующем томе. Для получения наиболее наглядной картины (рис. 67) взята сумма  $R^{1+} + R^{3+}$ .

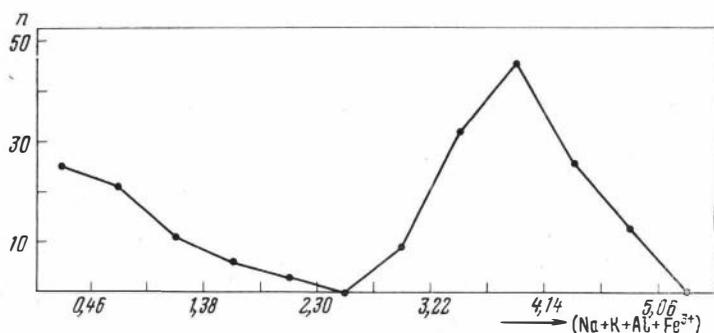


Рис. 67. График распределения суммы  $(\text{Na} + \text{K} + \text{Al} + \text{Fe}^{3+})$  в актинолитах, винчитах и натровых амфиболах ряда глаукофан — рибекит ( $N = 192$ )

Как видно из графика, в интервале 1,84—2,30 имеется только три анализа, а в интервале 2,30—2,76 точки анализов отсутствуют. За пределы 5,06 попадает лишь один анализ.

#### ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ НАТРОВЫХ АМФИБОЛОВ

Натровые амфиболы характеризуются двумя основными изоморфными типами ( $\text{Fe}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+} - \text{Al}^{3+}$ ) согласно В. С. Соболеву (Соболев, 1947) и Миаширо (Miyashiro, 1957). Поэтому в первом приближении они могут быть изображены квадратом (Соболев, Костюк; очерк «Амфиболы», см. Добрецов и др., 1970), представленным на рис. 68. На этот квадрат нанесены точки отобранных натровых амфиболов метаморфических пород, а также магматических рибекитов.

Площадь квадрата заполнена неравномерно. В левой части точки расположены от нижней стороны (крайне глиноземистые члены рассматриваемого ряда) до верхней, в то время как в правой части точки лежат лишь в верхней части (железистые минералы). Поэтому при рассмотрении этой группы мы прежде всего делим ее (на основе гистограммы) по частной железистости: с  $f'$  менее 50% с  $f'$  более 50%.

На гистограмме натровых амфиболов с содержанием  $f'$  менее 50% намечается два минимума по величине  $\text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{3+} + \text{Al})$ , но положение их меняется при изменении числа интервалов. Минимумы очень пологи, поэтому в соответствии с делением, принятым А. К. Болдыревым, мы выделяем здесь по соотношению  $\text{Fe}^{3+}$  и Al (т. е. железистого компонента) следующие группы (в атомн. %): 1) менее 25; 2) от 25 до 75 и 3) свыше 75.

В первую группу попадают глаукофаны, ко второй — относятся разнообразные кросситы и к третьей — родусит-асбесты, родуситы.

Основные парагенетические типы амфиболов этого ряда с подсчетом среднего состава кристаллохимической формулы выделены в табл. 38., на рис. 68 вместе с нанесенными данными состава амфиболов этого ряда в соответствующих координатах показаны точки средних значений с доверительными эллипсами.

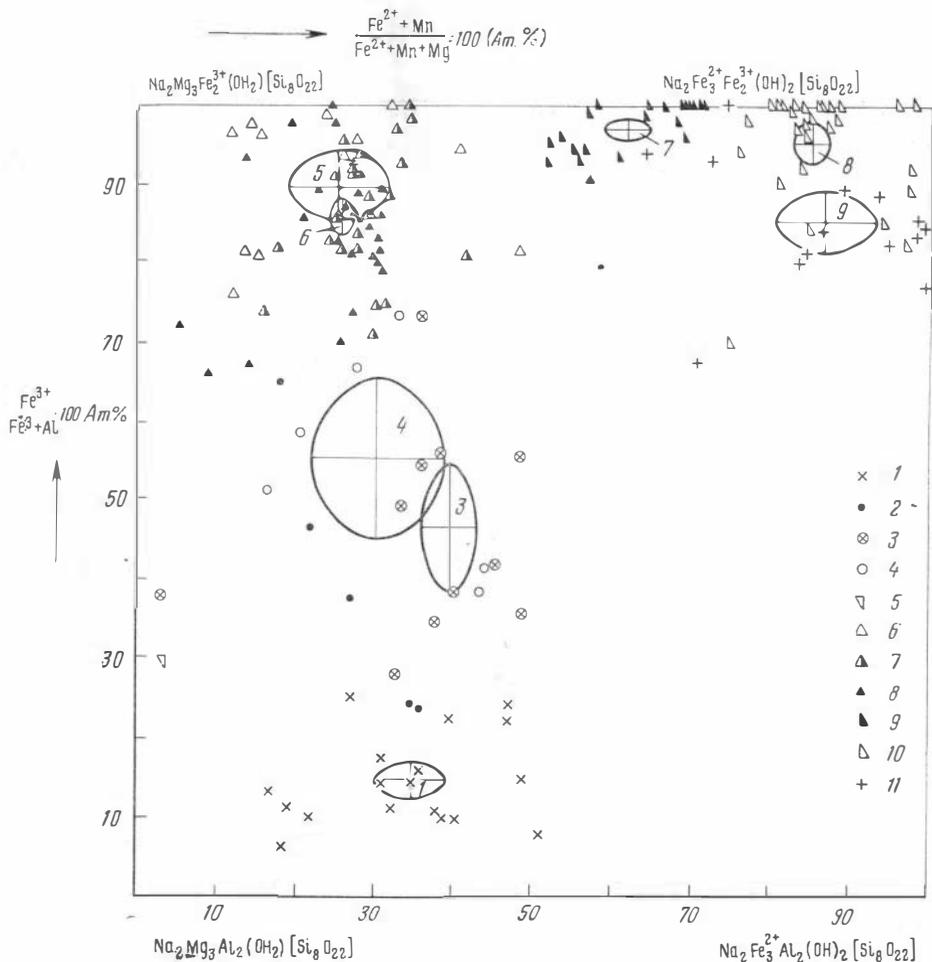


Рис. 68. Диаграмма  $f: \frac{Fe^{3+}}{Fe^{3+} + Al}$  парагенетических типов натровых амфиболов

1 — глаукофаны; 2 — глаукофаны и кросситы с повышенным содержанием MnO; 3 — кросситы, связанные с глаукофановыми сланцами; 4 — кросситы, связанные с рудными месторождениями; 5 — джаддит; 6 — родуситы, связанные с рудными месторождениями; 7 — родуситы асбестовых месторождений; 8 — родусит-асбесты; 9 — железистые родуситы; 10 — рибекиты метаморфических пород; 11 — рибекиты магматических пород. Цифры на рисунке для доверительных эллипсов средних величин соответствуют типам табл. 38.

Типичные глаукофаны с высоким содержанием Al (тип 1, табл. 38), характерные для фации глаукофановых сланцев, устойчивы в условиях повышенного давления, особенно в парагенезисе с кальциевыми минералами и хлоритами. Они характеризуют низкотемпературную фацию высоких давлений и отчасти фацию средней температуры и давлений. Среднее соотношение железа и алюминия этого типа видно на графике рис. 68.

Разнообразные кросситы встречаются как в связи с глаукофановыми сланцами, преимущественно метасоматического происхождения (тип 3, табл. 38), так и в связи с железорудными месторождениями (тип 4). По содержанию Al и  $Fe^{3+}$ , а также по генезису кросситы занимают промежуточное положение между первой и третьей группами. Нередко в них наблюдается зональность с резким изменением оптических свойств и состава.

Среди кросситов и глаукофанов выделяется небольшая группа (тип 2, табл. 38) с повышенным содержанием марганца, главным образом из пьомон-

титовых сланцев Японии. Сюда же отнесен и джаддит из Индии. Точки анализов этого типа и среднее содержание выделены на рис. 68.

Амфиболы третьей группы с высоким содержанием  $Fe^{3+}$  свойственны фациям средних и даже низких давлений. Для них характерны повышенный окислительный потенциал и высокий потенциал щелочей. Встречаются амфиболы этой группы преимущественно в метаморфических породах, богатых  $Fe_2O_3$ , а также в метаморфизованных породах, вмещающих месторождения голубого асбеста.

Амфиболы из типичных метаморфических пород (родуситы) объединены в тип 5. Они встречаются преимущественно в железистых породах и также, как кросситы, имеют метасоматическое происхождение, замещая куммингтониты.

Родусит-асбесты и родуситы асбестовых месторождений, встречающиеся в слабо метаморфизованных осадочных породах, выделены в особый тип (тип 6). Отдельные анализы этого типа по соотношению  $Fe^{3+}$  и Al попадают в область кросситов.

Для амфиболов с малым содержанием алюминия точки на рис. 68 ложатся вдоль всей стороны квадрата почти от чисто магнезиального до железистого члена. График распределения по  $f'$  показывает два минимума: один — около 50% и второй — около 75%. Таким образом, для амфиболов с железистостью ( $f'$ ) более 50% нами выделены две группы: с  $f'$  от 50 до 75 и более 75%. К первой группе отнесены железистые родуситы (магнезио-рибекит) из месторождений Кривого Рога, а также крокидолиты Южной Африки. (тип 7, табл. 38). Вторая группа (тип 8) с содержанием  $f'$  более 75% соответствует настоящим рибекитам метаморфических пород. Встречаются они в тех же месторождениях, что и амфиболы первой группы, и в некоторых других метаморфических породах.

В табл. 38 (тип 9) для сравнения приведены средние значения по рибекитам магматических пород. На рис. 68 видно их положение с меньшим содержанием  $Fe^{3+}$ , чем для метаморфических рибекитов. Два анализа рибекитов (из метаморфических пород и магматического происхождения) по соотношению  $Fe^{3+}/Fe^{2+} + Al$  отскакивают в кросситовую область, а правая часть рисунка оказывается свободной, следовательно, кросситы и глаукофаны с  $f'$  более 50% не существуют в природе.

Как уже указывалось выше, переходное положение между амфиболами тремолит-актинолитового и глаукофан-кросситового рядов занимают винциты (табл. 9, тип 14). Содержание в них родусит-глаукофанового компонента достигает 35—45%. С другой стороны, для глаукофановых амфиболов, бедных щелочами (нижний взятый нами предел равен 1,3), содержание актинолит-тремолитового компонента составляет 35%. Как полагает В. С. Соболев, между указанными значениями, по-видимому, имеется разрыв, куда попадают лишь сомнительные анализы. Этот разрыв подтверждается сосуществованием глаукофана совместно с актинолитовыми амфиболами. Некоторым подтверждением такой точки зрения может служить построенный график распределения (рис. 67, см. стр. 72). К заключению о разрыве между указанными рядами приходит также Ли (Lee, 1966).

#### **СООТНОШЕНИЕ НАТРОВЫХ АМФИБОЛОВ С ДРУГИМИ АССОЦИИРУЮЩИМИ АМФИБОЛАМИ**

В табл. 39 приведены химические анализы сосуществующих амфиболов. К сожалению, только в одном случае среди них имеется анализ глаукофана и актинолита (№ 516 и 757) и в другом — глаукофана в ассоциации с барруазитом (№ 513 и 760). Эти пары послужили опорными точками для построения схематического соотношения между глаукофаном и амфиболами ряда

**Среднее содержание ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $S$ ) элементов и некоторых натровых амфиболов ряда глаукофан—**

Номер типа	Минералы	Число анализов $n$		Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>
1	Глаукофаны	19	$\bar{X}$ $S$	7,75 0,18	0,05 0,06	1,83 0,16	0,25 —	1,58 —	0,32 0,13
2	Глаукофаны и кросситы с повышенным содержанием Мп	6	$\bar{X}$ $S$	7,75 0,19	0,04 0,05	1,33 0,35	0,25 —	1,08 —	0,79 0,30
3	Кросситы, связанные с глаукофановыми сланцами	10	$\bar{X}$ $S$	7,76 0,16	0,09 0,09	1,18 0,28	0,24 —	0,94 —	1,03 0,28
4	Кросситы, связанные с рудными месторождениями	6	$\bar{X}$ $S$	7,85 0,15	0,03 0,02	0,97 0,34	0,15 —	0,82 —	1,23 0,25
5	Родуситы, связанные с рудными месторождениями	14	$\bar{X}$ $S$	7,80 0,12	0,02 0,04	0,18 0,16	0,18 —	0,00 0,00	1,80 0,24
6	Родусит-асбесты и родуситы асбестовых месторождений	49	$\bar{X}$ $S$	7,92 0,11	0,01 0,01	0,28 0,18	0,08 —	0,20 —	1,65 0,16
7	Железистые родуситы	22	$\bar{X}$ $S$	7,94 0,06	0,01 0,02	0,06 0,07	0,06 —	0,00 0,00	2,02 0,17
8	Рибекиты метаморфических пород	26	$\bar{X}$ $S$	7,92 0,12	0,01 0,04	0,11 0,16	0,08 —	0,03 —	2,04 0,25
9	Рибекиты магматических пород	14	$\bar{X}$ $S$	7,61 0,21	0,17 0,14	0,30 0,16	0,30 —	0,00 0,00	1,73 0,25

Процерк означает, что данное значение не вычислялось.

**Кристаллохимические формулы**

Номер по табл. I	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Мп	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>
<i>Глаукофаны в ассоциа</i>									
757	0,01	1,51	0,54	2,02	1,37	0,01	0,30	0,02	1,30
758	0,21	1,46	0,43	1,69	1,15	0,02	0,35	0,10	1,52
770	0,00	1,77	0,36	2,08	0,91	0,21	0,59	0,03	1,29
<i>Актинолиты в ассоциа</i>									
516	0,02	0,42	1,60	3,11	1,42	0,02	0,23	0,01	0,26
514	0,02	0,42	1,45	3,96	0,72	0,01	0,21	—	0,29
<i>Глаукофаны в ассоциа</i>									
760	0,01	1,30	0,81	1,84	1,62	0,03	0,46	0,20	0,84
785 (кроссит)	0,04	1,68	0,09	1,23	1,85	0,01	0,72	0,03	1,31
<i>Барруазиты в ассоциа</i>									
513	0,08	0,87	1,45	2,19	1,68	0,03	0,52	0,10	0,61
501	0,07	0,06	1,46	3,00	1,14	0,01	0,28	0,04	0,85
510	0,05	0,87	1,23	2,11	1,37	0,03	0,52	0,17	0,82

производных величин в кристаллохимической формуле бедных кальцием  
кроссит—родусит—рибекит (по типам)

Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca	Na	K	(Na+K)	ОН	f	f'	Fe <sup>3+</sup> /Fe <sup>2+</sup> +Al· ·100	K <sub>ох</sub>
1,09 0,32	0,004 0,007	2,05 0,35	0,28 0,18	1,67 0,20	0,09 0,08	1,75 0,20	1,73 0,50	40,65 10,00	34,80 10,22	14,41 5,55	0,23 0,08
0,53 0,42	0,11 0,06	2,60 0,42	0,30 0,09	1,71 0,18	0,11 0,12	1,82 0,25	1,56 0,66	35,32 11,00	19,55 13,22	37,64 14,49	0,67 0,26
1,16 0,13	0,02 0,01	1,80 0,27	0,30 0,13	1,74 0,21	0,08 0,06	1,81 0,23	1,56 0,48	55,04 6,02	39,79 5,51	46,53 12,82	0,46 0,08
0,88 0,26	0,00 0,00	2,02 0,41	0,34 0,16	1,87 0,27	0,05 0,06	1,91 0,25	1,52 0,44	51,30 7,49	30,84 10,55	54,98 12,28	0,59 0,10
0,85 0,39	0,01 0,01	2,54 0,47	0,28 0,19	1,53 0,20	0,06 0,05	1,59 0,18	1,80 0,47	51,23 8,45	25,44 11,90	89,60 8,42	0,69 0,10
0,87 0,22	0,01 0,01	2,46 0,28	0,16 0,10	1,59 0,22	0,08 0,07	1,67 0,22	1,77 0,36	50,73 4,32	26,07 6,04	85,74 8,38	0,66 0,07
1,89 0,25	0,002 0,006	1,13 0,21	0,11 0,07	1,85 0,27	0,03 0,04	1,87 0,27	1,79 0,39	77,54 4,31	62,53 6,87	97,03 3,05	0,52 0,04
2,47 0,23	0,01 0,04	0,42 0,18	0,12 0,10	1,74 0,21	0,06 0,09	1,80 0,21	2,00 0,15	91,58 3,69	85,68 6,03	94,98 7,31	0,45 0,04
2,57 0,42	0,15 0,11	0,41 0,41	0,29 0,13	1,81 0,38	0,26 0,15	2,07 0,43	1,75 0,34	91,65 8,26	87,46 12,03	85,31 7,80	0,40 0,05

Таблица 39

## сосуществующих амфиболов

Al <sup>IV</sup>	Si	ОН	(K+Na)	Al	f	Примечание
<i>ци с актинолитами</i>						
0,20	7,80	1,88	1,52	1,50	46	Актинолит, анализ № 516
0,25	7,75	2,00	1,67	1,77	47	Химического анализа актинолита нет
0,58	7,42	1,95	1,77	1,87	45	То же
<i>ци с глаукофаном</i>						
0,21	7,79	1,94	0,44	0,47	35	Глаукофан, анализ № 757
0,24	7,76	2,00	0,44	0,53	19	Химического анализа глаукофана нет
<i>ци с барруазитом</i>						
0,62	7,38	2,00	1,31	1,46	54	Барруазит, анализ № 513
0,30	7,70	2,00	1,72	1,61	68	Химического анализа барруазита нет
<i>ци с глаукофаном</i>						
1,29	6,71	1,86	0,95	1,90	51	Глаукофан, анализ № 760
0,80	7,20	1,06	0,13	1,65	32	Химического анализа глаукофана нет
1,02	6,98	2,00	0,92	1,83	48	То же

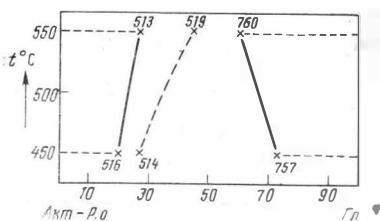


Рис. 69. Схема соотношения глаукофана и ряда актинолит — роговая обманка. Цифры соответствуют номерам анализов в табл. I

актинолит — роговая обманка (рис. 69, сплошная линия). Содержание глаукофанового компонента в актинолите, определенного по недостатку кальция, составляет 20%, а актинолитового компонента в глаукофане — 27%. В более высокотемпературном амфиболе (барруазите, № 513) соотношения уже иные: в нем содержится 27% глаукофанового компонента, а роговообманкового компонента в ассоциирующим глаукофане (№ 760) 40%, что является предельным содержанием роговообманкового компонента в глаукофане по имеющимся у нас анализам в табл. I. Количество кальция в формуле равно 0,81.

Кроме того, по отдельным анализам амфиболов актинолитового ряда взято предельное содержание в них глаукофанового компонента, отраженное на рис. 69 пунктирной линией. Для актинолита (№ 514) получено 27%, а для винчита (№ 519) 45% глаукофанового компонента. Винчит (№ 519) относится к полевошпатовому гнейсу месторождения Чикла в Индии и находится в ассоциации с олигоклазом, алургитом, рутилом; из примесей отмечается браунит (?) и слюда. По комплексу ассоциирующих минералов можно считать, что порода принадлежит к эпидот-амфиболитовой фации.

Приведенные данные (табл. I, 39, рис. 69), а также сам факт непосредственной ассоциации глаукофана с кальциевыми амфиболами, подтверждает существование между ними разрыва смесимости.

Описывая щелочные амфиболы из синих сланцев Казадеро (Калифорния), Колеман и Папике (Coleman а. Paríke, 1968) указывают на увеличение количества кальция в глаукофане с увеличением степени метаморфизма даже в породах с умеренным содержанием кальция. Авторы отмечают, что нахождение Са в щелочных амфиболах свидетельствует о возможной частичной смесимости между глаукофаном и актинолитом, однако при этом находят необходимыми дальнейшие исследования, которые позволили бы определить пределы такой смесимости. Они же высказывают предположение о возможности использования растворимости кальция в глаукофане в качестве температурного показателя (геотермометра). Наши данные в какой-то мере подтверждают последнее положение. Так, на рис. 69 действительно отражена тенденция к повышению роли кальциевого компонента с возрастанием температуры.

Экспериментальные работы Эрнста (по Coleman а. Paríke, 1968) по щелочным амфиболам показывают, что глаукофан, магнезио-рибекит и промежуточные члены устойчивы в большинстве своем при температуре ниже 800°C. Рибекит может существовать лишь ниже 500°C. Данные по природным минералам не дают таких высоких пределов; лишь рибекиты (в основном магматические) и кросситы образуются вблизи упомянутой верхней границы устойчивости. Главная часть глаукофанов и родуситов образуется в природе при сравнительно низких температурах, которые оцениваются 300—500° для глаукофанов и родусит-асбестов и 500—650° — для родуситов железистых месторождений (Добрецов и др., 1970).

В зависимости от условий образования качественный набор ассоциирующих с глаукофаном минералов претерпевает изменение. Глаукофан, как было выше отмечено, характеризует такие условия метаморфизма, которые осуществляются как при высоких давлениях и низких температурах, так и

при средних температурах и давлениях. Это подтверждается его парагенезисами прежде всего, с лавсонитом, жадеитом и гранатом альмандинового состава; из других минералов отмечаются клинопироксен (часто существенно эгиринизированный или даже эгирин), эпидот (пьемонтит) и кварц. Для глаукофановых сланцев, кроме кальциевых амфиболов, обычны мусковит и альбит.

Состав глаукофана испытывает весьма существенные колебания. Так, в ассоциации с моноклинным пироксеном общая железистость глаукофана варьирует в пределах от 38 до 75%, причем она может оставаться у обоих минералов почти одинаковой ( $K_D = 1,0 \pm$ ) и достаточно низкой в породах самого различного генезиса — в сланцах и измененных эклогитах, однако резко повышается в эгиринизированных глаукофановых породах типа метасоматитов. При железистости глаукофана, сохраняющейся в пределах 40—45%, железистость клинопироксена либо остается почти равной, либо повышается примерно до 60—70% и тогда  $K_D$  снижается до 0,40; для наиболее железистой ассоциации  $K_D$  вновь повышается до 0,60.

Очевидно, более стабилен состав глаукофана в парагенезисе с гранатом. Относительная малочисленность таких пар позволяет нам лишь отметить, что при достаточно большом разрыве железистость граната не опускается ниже 90—92%, а железистость глаукофана находится в пределах 55—60%. Характерно, что в ассоциации со спессартином кроссит, связанный с глауксфановыми сланцами, представлен разновидностью с заметно повышенным содержанием марганца.

#### КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ И ИЗОМОРФИЗМ НАТРОВЫХ АМФИБОЛОВ

Корреляционные связи в близких по своим свойствам минералах ряда глаукофан — рибекит — родусит, отраженные в табл. XXXVIII—XLII, удобнее рассматривать совместно.

Прежде всего надо отметить очень малое количество анализов амфиболов рассматриваемой группы, что предъясняет высокие требования коэффициентам корреляции. Это положение приводит к тому, что часто самые явные связи между элементами оказываются незначимыми. Очевидно, недостаточная значимость свидетельствует и о том, что они затушеваны другими изоморфными замещениями. Тем более ценными оказываются те связи, которые проявляются при небольших выборках.

В качестве примеров можно указать, что для глаукофанов кажется странным отсутствие связи между Al и  $Fe^{3+}$ , которая в других случаях бывает высокой и отрицательной и свидетельствует о правомерности мнения об изоморфизме между указанными элементами. Столь же необычным выглядит случай отсутствия связи между Mg и  $Fe^{2+}$  в кросситах. С другой стороны, поскольку кросситы зачастую содержат повышенные количества марганца, становится понятной роль последнего в качестве аналога двухвалентного железа, а следовательно, и сама отрицательная связь Mg — Mn. В родусит-асбестах и родуситах асбестовых месторождений при отсутствии значимой связи между  $Fe^{2+}$  (и Mn) с Mg последний имеет отрицательную связь с  $Fe^{3+}$ .

В глаукофанах выявляется положительная связь алюминия со щелочами (подобно тому, как и в железистых родуситах) и отрицательная — с кальцием, чего не наблюдается у других представителей щелочных амфиболов. Это указывает на существенную роль актинолитового компонента, который подтверждается также достаточно хорошей отрицательной связью Ca с Na и говорит о возможности изоморфного вхождения некоторого (очевидно, небольшого) количества кальция в структуру минерала. Интересна также высокая положительная связь в глаукофанах и родусит-асбестах кальция с

марганцем, что может наталкивать на предположение о возможном присутствии в минерале кальциево-марганцевого компонента. Связь Ca и Si в последних из упомянутых щелочных амфиболов выявляется, возможно, за счет примеси карбонатного материала.

Таким образом, данные, фигурирующие в таблицах корреляционных связей между минералообразующими компонентами амфиболов, таят в себе много интересной и важной для кристаллохимии информации. Интерпретация таких связей в настоящий момент не всегда может быть сделана с надлежащей строгостью, поскольку для многих силикатов и амфиболов, в частности, анализ структурных особенностей минерала с этих позиций практически ранее почти не проводился. Выяснение всех отмеченных особенностей может служить объектом специальных исследований.

Редкие разновидности амфиболов приурочены исключительно к метасоматическим образованиям и для характеристики метаморфизма имеют второстепенное значение. Поэтому, приводя их химический состав (табл. I), пересчеты на кристаллохимические формулы (табл. II) и их оптические свойства (табл. III), остановимся лишь в самой краткой форме на характеристике некоторых из таких амфиболов.

Редкие амфиболы, так называемые натровые тремолиты, или рихтериты имеют типовую формулу  $\text{Na}_2\text{CaMg}_5[\text{OH}]_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$ . Часто рихтеритами называют разновидности, богатые марганцем.

Встречаются рихтериты в метаморфических известняках Швеции (анализы 902, 907, 908), в метасоматически измененных доломитах в контакте с ультраосновными породами на Севере Сибирской платформы (анализы 900, 901), а также известны в Колорадо в измененных пироксенитах (анализы 903, 906). На Алдане отмечены их асбестовые разновидности (анализ 904).

В группу рихтеритов нами объединены амфиболы с содержанием суммы щелочей от 0,90 до 2,10 и  $R^{3+} / R^{1+} < \frac{1}{2}$  в отличие от винцитов.

На рис. 47 было показано распределение Ca в винцитах, рихтеритах и тиродитах. По содержанию Ca (в единицах кристаллохимической формулы) все рихтериты попали между интервалами 0,37 и 1,11, заняв промежуточное положение между тиродитами и винцитами. По соотношению суммы щелочей и суммы  $(\text{Al} + \text{Fe}^{3+})$  рихтериты примыкают к группе арфведсонитов.

Тиродиты (анализы 922—927), видимо, примыкают к марганцевым куммингтонитам (см. стр. 26). В некоторых случаях они характеризуются несколько повышенным содержанием щелочей, поэтому иногда их сближают с рихтеритами, от которых, как уже было указано, они резко отличаются низким содержанием кальция.

Обособленно стоит литиевый амфибол — холмквистит, по-видимому, ромбический с типовой формулой  $\text{Li}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Fe}, \text{Al})_2[\text{OH}]_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$ , но описаны и клинохолмквиститы. Это минералы некоторых литиевых пегматитов. В табл. I—III анализы для них даны под № 909—921; 1053, 1054.

Особый интерес представляет проблема хлорсодержащих амфиболов, которая до сих пор не решена<sup>1</sup>.

Построенный график распределения по хлору (рис. 70) для амфиболов ряда актинолит — роговая обманка метаморфических и метасоматических пород с общим числом анализов, равным 76, дает отчетливо выраженный

<sup>1</sup> Статистическая обработка хлорсодержащих амфиболов была проведена при участии И. Ю. Малиновского

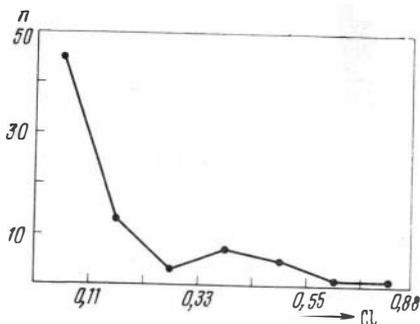


Рис. 70. Распределение хлора в кальциевых амфиболах из метаморфических и метасоматических пород

минимум, соответствующий 0,25 единиц в кристаллохимической формуле, что отвечает содержанию Cl в вес. % приблизительно 0,90. Содержание хлора свыше 0,60 (единиц в формуле) отмечено только в двух случаях.

Как видно из графика, по содержанию Cl в интервале 0,25 до 0,60 амфиболы хорошо отделяются и их можно выделить в специальную группу с повышенным содержанием хлора из метасоматических пород. В табл. I—III приведены их химический состав и другие данные.

Как правило, хлорсодержащие амфиболы обладают высоким содержанием железа. Для отобранных нами анализов железистость колеблется от 56 до 95 %, а содержание хлора от 0,86 до 2,77 вес. %, что отвечает от 0,25 до 0,77 единиц в кристаллохимической формуле.

Описанные Г. А. Крутовым (Крутов, 1936) амфиболы как дашкесаниты из скарновых пород с содержанием Cl = 7,24 вес. % (аналитик Якубович) или равным 5,59 вес. % (аналитик Крутов) на графике распределения хлора попадают в интервалы 1,65—1,76 и 1,98—2,09 (единиц формулы), т. е. тот и другой находятся далеко за пределами общей группы хлорсодержащих амфиболов и поэтому в выборку для статистической обработки не могут быть взяты.

Таким образом, оригинальный дашкесанит из Дашкесанского месторождения ввиду необычно высокого содержания хлора исключается из выделенной группы роговых обманок, поскольку промежуточные члены по данному компоненту пока не установлены. Это обстоятельство не позволяет называть амфиболы выделяемой нами группы дашкесанитами. Поэтому, не останавливаясь здесь на вопросах о номенклатуре, будем именовать их хлорсодержащими роговыми обманками.

Анализы Д. И. Павлова (Павлов, 1964 и 1968) с содержанием Cl, равным 2,93 и 1,76 вес. %, также не были включены в выборку для статистической обработки, так как у первого сумма вес. %, а у второго содержание кальция в формуле оказались ниже принятых пределов для роговых обманок. Остальные приведенные в табл. I, II анализы хлорсодержащих амфиболов (№ 939—954) были использованы при вычислении корреляционных связей ( $r, \rho$ ) хлора с другими элементами кристаллохимической формулы, а также для подсчета среднего содержания ( $\bar{X}$ ) и стандартного отклонения ( $S$ ) этих элементов.

Математическая обработка проведена на ЭВМ по программе, разработанной Е. Эпштейн. Используя результаты указанной программы, для всех элементов формулы была предварительно проверена и подтверждена нормальность закона распределения по коэффициенту асимметрии и вспомогательному показателю эксцесса (Урбах, 1964), за исключением Ca, K и  $\Delta\text{H}_2\text{O}$ <sup>1</sup>. Для Ti и Mn закон распределения не проверялся.

С целью выявления особенностей химического состава хлорсодержащих роговых обманок было произведено сравнение среднего содержания главных

<sup>1</sup> См. пояснение к табл. 40.

компонентов формулы этих амфиболов (табл. 40) со средним содержанием этих же элементов в роговых обманках некоторых парагенетических типов (табл. 9, типы 1, 2, 3, 3з, 4, 8).

Сходство или различия во всех случаях подтверждалось расчетом  $t$ -критерия Стьюдента при достоверности в 95%.

Среднее содержание алюминия ( $\bar{X}_{Al}$ ) в хлорсодержащих роговых обманках значимо; ниже, чем в паргаситах и роговых обманках дистенсодержащих пород (за счет  $Al^{VI}$ ), равно  $\bar{X}_{Al}$  роговых обманок из пород гранулитовой фации, а также из гранито-гнейсов, но выше, чем в роговых обманках пород амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой фаций и гранитов (за счет  $Al^{IV}$ ). Содержание  $Al^{IV}$  в хлорсодержащих роговых обманках не отличается от такового роговых обманок гранито-гнейсов и паргаситов.

По сумме щелочей указанные амфиболы не отличаются от роговых обманок пород гранулитовой фации, но их количество несколько выше, чем в роговых обманках пород амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций. По сравнению с роговыми обманками гранито-гнейсов, гранитов и паргаситами карбонатных пород в хлорсодержащих роговых обманках содержание суммы щелочей значимо меньше. Однако при рассмотрении порознь натрия и калия картина несколько меняется. Содержание натрия в них не отличается от такового в роговых обманках амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фации; при сравнении же содержания натрия в хлорсодержащих роговых обманках с содержанием его в амфиболах гранулитовой фации, гранито-гнейсов, гранитов и паргаситов выявляется значимое отличие: в хлорсодержащих амфиболах натрия меньше.

Иное соотношение имеет содержание калия. Количество калия здесь значимо выше, чем в роговых обманках пород гранулитовой, амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций, и не отличается от содержания калия в амфиболах гранито-гнейсов и паргаситов.

Среднее содержание титана ( $\bar{X}_{Ti}$ ) в хлорсодержащих роговых обманках низкое и равно таковому в паргаситах и актинолитах зеленых сланцев. В роговых обманках из пород гранулитовой, амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций, а также из гранито-гнейсов и гранитов  $\bar{X}_{Ti}$  значительно выше, чем в хлорсодержащих амфиболах, что подтверждается расчетом  $t$ -критерия.

Таким образом, для хлорсодержащих роговых обманок отмечается высокое содержание калия, соответствующее роговым обманкам гранито-гнейсов, гранитов и паргаситам карбонатных пород, а также высокое содержание  $Al^{IV}$ , значимо не отличающееся от гранито-гнейсов и паргаситов.

По значению железистости ( $f$ ) они не дают значимого различия с железистостью роговых обманок гранито-гнейсов и гранитов.

Как видно из табл. 40, полученные парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) хлора с другими элементами формулы не достигают предела значимости<sup>1</sup> ( $r_{\text{знач.}} \geq 0,497$ ) при данном числе наблюдений ( $n = 16$ ).

Вне предела значимости оказываются и все частные коэффициенты корреляции ( $\rho$ ) при одном исключенном (табл. 41), хотя числовые значения отдельных из них несколько повышаются. Так, например, парный коэффициент корреляции хлора с алюминием равен 0,250 (критерией достоверности  $t = 0,919$ ), а при исключении  $Fe^{3+}$ , он становится равным  $-0,487$  ( $r = 1,843$ ). Также повышается числовое значение частного коэффициента корреляции хлора с  $Fe^{3+}$  при исключении Al ( $r_{Fe^{3+}.Cl} = -0,228$  при  $t = 0,836$ ;  $\rho_{Fe^{3+}.Cl/Al} = -0,478$  при  $t = 1,801$ ), числовое значение  $\rho_{Na.Cl/K}$ ;

<sup>1</sup> Достоверность величины парного коэффициента корреляции определялась по формуле  $t = z\sqrt{n-3}$  и для частного коэффициента корреляции  $t = z\sqrt{n-4}$  (Плохинский, 1961).

**Среднее содержание ( $\bar{X}$ ), стандартное отклонение ( $S$ ) и парные коэффициенты величинами в кристаллохимической формуле**

	Si	Al	Ti	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
Cl	-0,028	-0,250	+0,117	-0,228	+0,247	-0,027	-0,029	+0,060
$K_{ox}$	+0,344	-0,326	-0,364	<b>+0,839</b>	-0,479	-0,281	+0,147	-0,161
$f$	<b>+0,533</b>	-0,494	-0,158	+0,294	<b>+0,816</b>	+0,397	<b>-0,933</b>	-0,141
(OH+ $\Delta H_2O$ )	-0,394	<b>+0,634</b>	—	<b>-0,551</b>	-0,367	—	+0,444	+0,117
$\Delta H_2O$	-0,081	<b>+0,521</b>	<b>+0,684</b>	<b>-0,505</b>	-0,153	-0,259	+0,137	-0,026
(OH)	-0,486	<b>+0,536</b>	+0,171	-0,432	-0,405	-0,468	<b>+0,519</b>	+0,177
(Na+K)	-0,345	-0,050	-0,348	-0,229	+0,172	+0,475	+0,151	-0,314
K	-0,172	-0,207	-0,367	-0,009	+0,489	<b>+0,723</b>	-0,250	-0,448
Na	-0,242	+0,172	+0,007	-0,280	-0,317	-0,193	+0,454	+0,114
Ca	-0,099	-0,008	+0,251	-0,192	-0,121	<b>-0,578</b>	+0,139	
Mg	<b>-0,544</b>	+0,440	+0,094	-0,260	<b>-0,802</b>	-0,414		
Mn	+0,070	-0,151	-0,201	-0,057	<b>+0,563</b>			
Fe <sup>2+</sup>	+0,235	-0,389	-0,137	-0,086				
Fe <sup>3+</sup>	<b>+0,564</b>	<b>-0,587</b>	-0,461					
Ti	-0,060	+0,377						
Al	<b>-0,634</b>							
$\bar{X}$	6,153	$\frac{Al^{IV} \quad Al^{VI}}{1,847 \quad 0,342}$ 2,189	0,044	0,813	2,852	0,086	0,928	1,973
$S$	0,119	0,228	0,037	0,278	0,531	0,076	0,469	0,130

\*  $\Delta H_2O$ —избыток воды сверх (OH + F + Cl)<sub>2,00</sub> при пересчетах, т. е. адсорбционная вода (за количество кислорода в H<sub>2</sub>O+; А — атомное количество всего кислорода в анализе; (F, Cl) — атомное

\*\* Вычисление среднего содержания ( $\bar{X}$ ) и стандартного отклонения ( $S$ ) для фтора произведено  
Примечание. Прочерк означает, что данное значение не вычислялось.

**Частные (при одном исключенном) коэффициенты корреляции хлорсодержащих**

	Si	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mg	Ca
↑ Cl ↓	исключено	-0,346	-0,258	+0,261	-0,053	+0,058
	0,249	исключено	-0,478	+0,168	+0,093	+0,060
	+0,126	-0,487	исключено	+0,234	-0,094	+0,018
	-0,091	-0,173	-0,214	исключено	+0,291	+0,094
	-0,052	-0,264	-0,244	+0,374	исключено	+0,065
	-0,022	-0,250	-0,221	+0,257	-0,038	исключено
	+0,030	-0,302	-0,175	+0,347	-0,155	+0,035
	+0,014	-0,212	-0,232	+0,155	-0,032	+0,192
	+0,130	-0,251	-0,152	+0,197	-0,100	+0,215
	-0,169	-0,150	-0,378	+0,170	+0,113	+0,107
	-0,006	-0,472	-0,113	+0,302	-0,069	+0,070
	-0,052	-0,282	-0,307	+0,246	-0,008	-0,067

Примечание. Прочерк означает, что данное значение не вычислялось.

Таблица 40

корреляции (R) между содержаниями элементов и некоторыми производными хлорсодержащих роговых обманок

Na	K	(Na+K)	(OH)	$\Delta\text{H}_2\text{O}^*$	(OH+ $\Delta\text{H}_2\text{O}$ )	f	$K_{ox}$	Cl	F**
+0,231	+0,236	+0,403	-0,237	+0,266	-0,051	+0,042	-0,329		
-0,078	-0,181	-0,217	-0,174	-0,396	-0,311	-0,120			
-0,455	+0,292	-0,114	<b>-0,531</b>	-0,207	-0,486				
+0,168	-0,490	-0,306	<b>+0,846</b>	<b>+0,685</b>					
+0,123	-0,354	-0,215	+0,342						
+0,151	-0,444	-0,281							
+0,494	<b>+0,595</b>								
-0,301									
		$n = 16$							
		$r_{\text{знач.}} \geq 0,497$							
0,371	0,324	0,964	1,394	0,123	1,518	79,88	0,223	0,417	0,031
0,111	0,121	0,135	0,279	0,176	0,380	10,37	0,069	0,134	0,030

формулой), которая определялась:  $\Delta\text{H}_2\text{O} = X : K$ , где  $X = \frac{2 \cdot 24 \cdot C + 24 \cdot (F, Cl) - 2 \cdot A}{2 \cdot 24 - 2}$ , C — атомное кол-во F и Cl; K—общий делитель (по В. С. Соболеву, 1949) на основании 8 анализов.

Таблица 41

(ρ) между хлором и другими элементами в кристаллохимической формуле роговых обманок

Na	K	(Na+K)	(OH)	$\Delta\text{H}_2\text{O}$	(OH+ $\Delta\text{H}_2\text{O}$ )	f	$K_{ox}$
+0,231	+0,235	+0,420	-0,287	+0,264	-0,067	+0,067	-0,341
+0,287	+0,195	+0,404	-0,127	+0,479	+0,144	-0,097	-0,449
+0,179	+0,241	+0,370	-0,383	+0,179	-0,217	+0,117	-0,261
+0,336	+0,137	+0,378	-0,155	+0,317	+0,044	-0,285	-0,248
+0,274	+0,237	+0,413	-0,260	+0,272	-0,042	+0,040	-0,329
+0,226	+0,295	+0,446	-0,253	+0,268	-0,058	+0,051	-0,325
исключено	+0,330	—	-0,283	+0,246	-0,093	+0,169	-0,321
+0,326	исключено	—	-0,152	+0,384	+0,077	-0,029	-0,300
—	—	исключено	-0,141	+0,394	+0,083	+0,097	-0,271
+0,278	+0,151	+0,361	исключено	+0,380	—	-0,103	-0,388
+0,207	+0,367	+0,489	-0,362	исключено	—	+0,103	-0,253
+0,243	+0,243	+0,408	—	—	исключено	+0,020	-0,364

$n = 16$ ,  $r_{\text{знач.}} \geq 0,512$ .

$\rho_{K-Cl/Na}$ ,  $\rho_{(Na+K)-Cl/Ca}$  и некоторые другие, но все они, как и парные коэффициенты корреляции, нереальны ( $\rho_{\text{знач.}} \geq 0,512$ ). Это обстоятельство не позволяет высказывать какое-либо предположение о закономерном вхождении хлора в кристаллическую решетку хлорсодержащих роговых обманок.

Отсутствие значимого коэффициента корреляции (табл. 40, 41) хлора с группой (ОН) или (ОН) +  $\Delta H_2O$  противоречит существующим представлениям (Крутов, 1936, Корренс, 1959; Geijer, 1961 и др.), согласно которым хлор в амфиболах изоморфно замещает гидроксильную группу.

Следует иметь в виду, что содержание воды в анализах нередко отклоняется от нормативного, и соответствующие корреляционные связи могут быть затушеваны; однако правомочно также предположение об отсутствии простой схемы изоморфизма (ОН) — Cl.

Коэффициент корреляции хлора с фтором, вычисленный на основе 8 анализов, незначим ( $r = -0,423$  при  $r_{\text{знач.}} \geq 0,707$ ).

Корреляционные связи хлора с показателями преломления  $Ng$  ( $r = +0,527$ ) и  $Np$  ( $r = +0,391$ ) в дашкесанитах при числе наблюдений, равным 13, оказываются незначимыми ( $r_{\text{знач.}} \geq 0,553$ ).

Сравнение корреляционных связей хлора и среднего его содержания в формуле хлорсодержащих роговых обманок с таковыми других амфиболов метаморфических и метасоматических пород затрудняется малым числом химических анализов, где указано содержание хлора. К тому же определение хлора в малом количестве связано с трудностями и может быть неточным. Поэтому приведенные результаты математической обработки хлорсодержащих амфиболов надо считать предварительными, требующими дальнейшего уточнения.

В экспериментах, проведенных в последнее время (Малиновский, 1968), не удалось получить роговые обманки с заметным содержанием хлора независимо от концентрации хлор-иона в растворах.

Таким образом, структурное положение хлора в амфиболах пока остается неясным. Определенно решить этот вопрос может накопление большого числа химических анализов для статистической обработки и специальные исследования, главным образом рентгеноструктурные.

Кроме указанных, в группу редких можно отнести амфиболы с повышенным содержанием марганца: марганцевые антофиллиты (анализы 55, 56 и 57), марганцевые жедриты (анализ 102), марганцевые куммингтониты (анализы 175—193). Они рассматриваются в главе I вместе с другими железомagneзиальными амфиболами.

Для актинолитов и роговых обманок с содержанием марганца более 3 вес. % (анализ 928—934), а также роговых обманок с повышенным содержанием хрома (анализ 935, 936 и 937) и свинецсодержащего паргасита (анализ 938) приведены только химические анализы и пересчеты на формулы.

Наконец, из редких надо отметить кальциевый амфибол — истисуит (анализ 955), названный по местности Истису на Кавказе, который встречен на контакте гранодиорита и известняков в тесном парагенезисе с волластонитом; известен гидроамфибол (анализ 956) из амфибол-талк-хлоритового сланца Южного Девона. Джаддит из гондитов Индии (анализ 765) отнесен к амфиболам глаукофан-рибекитового ряда с повышенным содержанием марганца, совместно с которыми и рассмотрен (см. стр. 119).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

Основной предпосылкой для настоящей работы служило общеизвестное положение о том, что статистические данные, полученные при обработке достаточно обширного фактического материала, отражают определенные закономерности.

В минералогии сейчас накоплена настолько обширная информация по отдельным минеральным видам или их группам, что дальнейшие чисто описательные пути исследования едва ли в состоянии выявить некоторые специфические черты, присущие минералам. Это в особенности справедливо к таким сложным силикатам переменного состава, какими являются минералы группы амфиболов.

Имея в виду чрезвычайное разнообразие условий метаморфизма, в которых осуществлялась кристаллизация амфиболов, было принято объединение их (группирование) по признаку вещественного состава с учетом принадлежности к тем или иным выделяемым в последнее время метаморфическим фациям. Последнее касается главным образом наиболее распространенных в природе и образующихся в самом широком диапазоне РТ-параметров амфиболов ряда актинолит — роговая обманка.

С помощью методов математической обработки материалов в ряде случаев удалось уточнить предельные составы отдельных разновидностей амфиболов или выявить такие черты их конституции, которые определяли или подтверждали естественную приуроченность отдельных минеральных видов амфиболов к вполне конкретным рядам.

Предварительным этапом статистической обработки явилась отбраковка анализов путем построения графиков распределения и для отдельных выделенных типов — проверка нормальности закона распределения основных компонентов.

В соответствии с обычной схемой, кроме некоторых редких типов, были выделены три главные группы амфиболов: 1) железо-магнезиальные — ромбический и моноклинный ряды; 2) амфиболы, богатые кальцием ряда актинолит — роговая обманка и 3) натровые амфиболы ряда глаукофан — родусит — рибекит.

Для ромбических амфиболов границей разделения антофиллита и жедрита принято содержание 5 вес. %  $Al_2O_3$ . Кроме того, антофиллиты, железистость которых обычно не превышает 30%, хорошо отделяются от жедрита, где это значение находится в интервале 20—100% (рис. 13).

Наиболее типичные представители антофиллитов — антофиллитовые асбесты — связаны с гипербазитами. К самым магнезиальным разновидностям относятся марганцевые антофиллиты, ассоциирующие с тремолитом

из прослая в метаморфических сланцах штата Нью-Йорк. Колебание состава антофиллита ограничено достаточно узкими пределами железистости. Это, очевидно, объясняется тем, что в силикатных породах, где не происходит полной сепарации железа и магния, минералы с железистостью ниже 10% образоваться не могут. С другой стороны, область составов в направлении железистости, превышающей 30%, вероятно, ограничивается устойчивостью моноклинной модификации амфиболов в присутствии Са, т. е. куммингтонита.

К жедритам относятся ромбические амфиболы, богатые глиноземом. Они характерны для кристаллических сланцев преимущественно фаций дистеновых гнейсов и дистеновых сланцев. Жедриты, ассоциирующие с дистеном и другими высокоглиноземистыми минералами (силлиманитом, андалузитом, ставролитом, тип 3 табл. 1), отличаются, во-первых, очень высокой глиноземистостью, близкой к верхнему пределу для жедритов вообще, во-вторых, чрезвычайно высокой железистостью ( $f''$ ). При этом железистость жедрита в ассоциации с андалузитом гораздо выше, чем в случае ассоциации с дистеном и подчас достигает значения, близкого к 100%; в непосредственном парагенезисе с дистеном  $f''$  может снижаться до 30—35%.

Все остальные жедриты (тип 4, табл. 1) характеризуются значительно более низким содержанием глинозема.

Промежуточное по составу положение между антофиллитом и жедритом занимают ромбические амфиболы из метасоматических кордиерит-антофиллитовых пород.

Таким образом, общий анализ имеющихся материалов позволяет сделать предположение, что жедриты могут возникать в весьма широком интервале давлений, начиная с давлений более низких, нежели это свойственно чарнокитовому комплексу (Р порядка 5 *кбар*), до давлений, которые определяют устойчивость дистена, т. е. Р более 12 *кбар* (Соболев, Костюк, 1965).

В отличие от малоглиноземистых и низкожелезистых антофиллитов для куммингтонитов отмечается повышенная железистость. Последние служат дополнением амфиболов ряда антофиллита. Предположение о существовании купфферита (магнезиального члена ряда куммингтонита) не подтверждается. Нижний предел железистости куммингтонита, по имеющимся у нас данным, равен 30%, что дает очень небольшое перекрытие с полем антофиллита (рис. 13). Неизвестны глиноземистые куммингтониты, которые можно было бы считать аналогами жедрита, поскольку содержание  $Al_2O_3$  в куммингтонитах обычно не превышает 5 вес. %.

Среди куммингтонитов можно выделить три группы по признаку железистости: а) с  $f'' = 30—50\%$  (из амфиболитов и сланцев), б) с  $f'' = 50—85\%$  (из пород типа железистых кварцитов) и в) типичные грюнериты с  $f''$  более 85%.

В особую группу выделены куммингтониты с высоким содержанием Mn из марганцевых месторождений, для которых характерно несколько повышенное содержание кальция, а для некоторых из них — также и цинка. К марганцевым куммингтонитам следует относить и тиродиты, иногда обладающие повышенным содержанием щелочей.

По соотношению железистости с ассоциирующими фемическими минералами амфиболы ряда антофиллит — жедрит и куммингтонита попадают в группу составов средней железистости (рис. 19). Максимально железистым здесь является гранат, а наиболее низкая железистость свойственна кордиериту, клинопироксену и актинолиту. К той же средней по железистости группе минералов принадлежат роговые обманки, биотит и ромбический пироксен. Коэффициенты распределения ( $K_D$ ) в них приближаются к единице.

Характер корреляционных связей позволил наметить ряд особенностей кристаллохимического порядка для ромбических амфиболов.

а) Выдерживается общая тенденция повышения в минерале содержания  $Fe^{2+}$  с повышением содержания алюминия.

б) Подтверждается правильность общей схемы вхождения глинозема по типу  $MgSi - Al_2$  (при высокой положительной связи  $^1 Al^{VI} - Al^{IV}$ ).

в) Закономерное возрастание титана в железистых жедритах, подтверждаемое также высоким коэффициентом корреляционной связи, положительной в парах  $Ti - Al$ ,  $Ti - Fe^{2+}$  и отрицательной в  $Ti - Si$ ,  $Ti - Mg$ .

г) Изоморфное замещение по схеме  $Mg_2 - NaFe^{3+}$ , при небольшой положительной связи  $Fe^{3+}$  с  $Al$  и отрицательной  $Fe^{3+}$  с  $Na$ .

д) Возможность замещения по типу  $Fe^{2+}(OH) - Fe^{3+}O$  ( $r Fe^{3+}(OH) = -0,465$ ).

е) Тенденция к увеличению содержания щелочей в жедритах и возможность изоморфной замены  $Si - NaAl^{IV}$  (высокая положительная связь  $Na + K$  с алюминием и железом, в особенности с  $Al^{IV}$ ). Указанная схема замещения подтверждается частным коэффициентом корреляции  $\rho(Na + K) \cdot Al^{IV}/Al^{VI} = +0,443$ ;  $t = 2,93$ .

ж) Не устанавливается изоморфного замещения по схеме  $Mg_2 - NaAl$  ( $\rho(Na + K) \cdot Al^{VI}/Al^{IV} = -0,0698$  незначимый).

з) Коэффициенты корреляции связи всех компонентов минерала с кальцием низкие. Это согласуется с предположением о том, что данный элемент не входит в кристаллическую решетку ромбических амфиболов и его обнаружение химическим анализом связано с посторонними примесями.

В отличие от ромбических амфиболов, в куммингтонитах  $Ca$  отрицательно связан с  $Fe^{2+}$  (табл. 7), что подтверждает мнение некоторых исследователей о вхождении кальция в решетку, обуславливающего образование моноклинной сингонии. Это хорошо согласуется с экспериментами Шюрмана (Schürmann, 1967), получившего куммингтонит только в присутствии кальция (около 2 вес. %, что близко к нашим осредненным данным, приведенным в табл. 1), в противоположность антофиллиту.

Однако в куммингтоните, богатым  $Fe^{2+}$ , возможность вхождения  $Ca$  в структуру ограничена. Роль последнего здесь играет  $Fe^{2+}$ , т. е. ион более крупный, чем  $Mg$ , благодаря чему происходит искажение решетки и понижение симметрии от ромбической к моноклинной. По этой же причине не образуются ромбические железистые антофиллиты.

В связи с вопросом содержания кальция в куммингтонитах следует отметить, что сосуществование последнего с кальциевыми амфиболами несомненно доказывает разрыв смесимости между этими составами. Так, максимальное содержание актинолитового компонента в куммингтоните составляет 5 %, а куммингтонитового в актинолите — 21 %. Вместе с тем количество роговообманкового компонента в куммингтоните может возрастать до 18 % (табл. 3, II). Поскольку последний парагенезис более высокотемпературный, то отчетливо устанавливается повышение растворимости кальциевого компонента в куммингтоните с возрастанием температуры.

Полученные корреляционные связи позволили подтвердить зависимость удельного веса, показателей преломления от химического состава в железомagneзиальных амфиболах, и по выведенным уравнениям одномерной регрессии построить графики зависимости оптических свойств от железистости.

Коэффициенты корреляции для ромбических амфиболов свидетельствуют о том, что замещение магния алюминием при равном содержании железа приводит к увеличению показателя преломления и удельного веса.

При значительной железистости повышение содержания алюминия снижает показатель преломления в связи с общим понижением весового содержания  $FeO$ , поэтому, если продолжить кривые зависимости  $Ng - f$  и  $Np - f$  (рис. 23, 24, 28) для антофиллитов, они пересекут соответствующие кривые для жедритов.

Сравнение данных, полученных по иллюстрируемому рабочему графику (рис. 28), с диаграммами Винчелла и Трегера свидетельствует о значитель-

<sup>1</sup> Здесь и далее речь идет только о значимых связях.

ном расхождении их с данными для ромбических амфиболов, приводимыми А. Н. Винчеллом. Это расхождение увеличивается по мере увеличения  $f$ ; значения же по В. Е. Трегеру близки к нашим. Для куммингтонитов (рис. 30) при полном совпадении кривой удельного веса отмечается несколько более высокое положение наших кривых для  $Ng$  и  $Np$  по отношению к кривым на диаграммах, упомянутых автором. Разница в снимаемой железистости составляет 7%.

Гораздо большее значение в регионально-метаморфических породах имеют амфиболы второй группы с существенным содержанием кальция, куда относится ряд актинолит — роговая обманка.

Произведенная для амфиболов ряда актинолит — роговая обманка статистическая обработка информации (наиболее обширной из всей группы амфиболов) позволила выделить несколько парагенетических типов (табл. 9) и выявить некоторые присущие им особенности. Так, показано, что обыкновенные роговые обманки в породах регионального метаморфизма устойчивы в широком диапазоне температур.

Устанавливается понижение содержания алюминия (в основном за счет  $Al^{IV}$ ) и щелочей при понижении температуры и некоторое повышение алюминия, в особенности  $Al^{VI}$ , в случае значительного повышения давления, что хорошо отражено на рис. 31, 33 при сравнении выделенных типов в табл. 9. Содержание  $Al^{IV}$  также зависит от активности щелочей, с повышением которой величина  $Al^{IV}$  увеличивается, в то время как значительное понижение их активности благоприятствует вхождению в амфибол  $Al^{VI}$ .

Вместе с тем содержание алюминия изменяется и в зависимости от парагенезиса, возрастая от пород пироксеносодержащих, к породам, содержащим гранат. Повышение содержания титана особенно характерно для наиболее высокотемпературных роговых обманок. Для роговых обманок в парагенезисе с кварцем характерна повышенная железистость.

Предварительные данные по роговым обманкам интрузивных пород показывают понижение железистости от гранитов к габбро (см. рис. 31) и заметное снижение  $Al^{IV}$  (см. рис. 33), что, видимо, связано с понижением активности щелочей. В железистых роговых обманках метаморфических пород (гранито-гнейсы) отмечается высокое содержание  $Al^{IV}$  (см. рис. 33) при значительном потенциале щелочей (см. рис. 32, 43); с другой стороны, в магнезиальных паргаситах (из пород недосыщенных кремнеземом) среднее содержание  $Al^{IV}$  и калия равно таковому для роговых обманок из гранито-гнейсов (см. рис. 33, 34, 43). Отмечается также некоторое повышение коэффициента окисления ( $K_{ox}$ ) в роговых обманках гранито-гнейсов (см. рис. 44) на фоне снижения его значения от паргаситов к роговым обманкам средней железистости.

Следует подчеркнуть, что при существенной разнице по среднему содержанию главных компонентов роговых обманок различных выделенных типов (табл. 9) на всех диаграммах (см. рис. 38—42) наблюдается перекрытие точек отдельных анализов; разграничить индивидуальные анализы по типам невозможно. Для достижения такой цели с большей вероятностью можно прибегнуть к расчету дискриминантной функции, которая для разделения гранулитовой (тип 1, табл. 9) и амфиболитовой без гиперстена (тип 3, табл. 9) фаций имеет следующее выражение:  $D_x = -7,00 + 3,23 Si - 34,66 Ti - 1,68 Al - 8,51 Na - 2,85 K + 1,76 (OH)$  при  $D_x < 0$  для 1 типа и при  $D_x > 0$  для 3 типа.

Расчет дискриминантной функции для разделения роговых обманок амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций удовлетворительных результатов не дает.

Актинолиты зеленых сланцев отличаются низким содержанием  $Al$  и щелочей, а также значительно пониженной железистостью. Последняя отражает общую тенденцию уменьшения железистости амфиболов с понижением температуры метаморфизма.

В отличие от пироксеновых гнейсов наши данные (табл. 25) показывают, что вмещающими амфибол породами в значительной степени являются парапороды или предварительно сильно измененные метабазиты. Вопрос о специальном выделении параамфиболитов и ортоамфиболитов в данной работе не ставился.

Корреляция между составом и оптическими свойствами позволила построить диаграммы, связывающие показатели преломления  $Ng$  и  $Np$  с железистостью роговых обманок (см. рис. 66). Наиболее высокое положение занимают линии для роговых обманок из пород гранулитовой фации. Несколько ниже располагаются кривые для минерала из пород безгиперстеновых амфиболитовой фации и пород эпидот-амфиболитовой фации. Как обычно, от кривых  $Ng$  и  $Np$  для роговых обманок резко отделяются своим положением кривые для актинолитов.

Можно наметить такие черты особенностей внутренней природы, присущие кальциевым моноклинным амфиболом:

а) В амфиболох ряда актинолит — роговая обманка при анализе корреляционных связей подтверждаются следующие возможные изоморфные замещения:  $Fe^{2+} - Mg, Al - Si, Fe^{3+} - Al^{VI}, F - OH$ . Однако изоморфизма между Na и Ca, Na и K не устанавливается. Судя по отрицательной связи, очевидно, существует изоморфизм по схеме  $Si - Ti$ , а также замещение по типу  $NaAl^{IV} - Si$  (положительная связь  $Na - Al^{IV}$  и сумма щелочей —  $Al^{IV}$ ). Выявлен только железистый чермакитовый компонент с замещением по схеме  $Fe^{3+}Al^{IV} - MgSi$  (положительная связь  $Al^{IV}$  минус щелочи с  $Fe^{3+}$ , а также отрицательная связь  $Al^{VI} - Al^{IV}$ ).

б) Железистые амфиболы приурочены к породам более богатым калием (высокая положительная связь K и  $Fe^{2+}$ ).

в) Содержание марганца в роговых обманках увеличивается по мере повышения железистости (обычна высокая положительная связь  $Mn - Fe^{2+}$ ) а изоморфизм  $Mn - Fe^{2+}$  из-за несоизмеримо меньших содержаний марганца, по сравнению с Mg не отражается на характере связи.

г) Выявляется заметная роль глаукофанового компонента в роговой обманке, судя по отрицательной связи  $Al^{IV}$  минус щелочи с  $Al^{VI}$  и положительной между Na и  $Al^{VI}$ .

д) Высокая положительная связь  $Fe^{3+}$  с  $Fe^{2+}$  указывает на небольшие пределы колебания коэффициента окисления  $K_{ox}$ , однако последний увеличивается для магнезиальных амфиболов с уменьшением частной железистости (см. рис. 44).

е) Выявлена значительная автономность обеих группировок (эденитового и феррочермакитового компонентов, по Диру и др., 1965), т. е.  $NaCa_2(Mg, Fe)_5[OH]_2[AlSi_7O_{22}]$  и  $Ca_2(Mg, Fe)_4Fe^{3+}[OH]_2[AlSi_7O_{22}]$  при вхождении в роговую обманку атомов трехвалентных элементов. Это устанавливается по незначимой связи ( $Al^{IV}$  минус щелочи) с суммой щелочей и отрицательной значимой связи ( $Al^{IV}$  минус щелочи) с натрием. Поэтому нельзя изобразить кальцийсодержащие амфиболы двухкомпонентным рядом такого типа:  $Ca_2(Mg, Fe)_5[OH]_2[Si_8O_{22}] - NaCa_2(Mg, Fe)_4Fe^{3+}[OH]_2[Al_2Si_6O_{22}]$ , т. е. рядом актинолит — паргасит (гастингсит).

При рассмотрении взаимоотношений роговых обманок с другими фемическими минералами: гранатом, орто- и клинопироксеном и биотитом, были рассчитаны коэффициенты распределения ( $K_D$ ) в соответствующих парах для случаев самых различных многоминеральных пород и тем самым ориентировочно намечен порядок изменения условий кристаллизации указанных минералов.

Достаточно резкое различие устанавливается в группе натровых амфиболов (см. рис. 68) в зависимости от содержания в них либо Al, либо  $Fe^{3+}$ . Первые устойчивы в условиях повышенного давления — это типичные глаукофаны низкотемпературной стадии метаморфизма. Вторые, встречаясь в фациях средних и низких давлений, требуют для своего образования повы-

шенного потенциала кислорода и щелочей и распространены в метаморфических породах, богатых трехвалентным железом. Промежуточное положение занимают кросситы с переменным содержанием  $Fe^{3+}$  и Al.

По осредненным содержаниям компонентов (таблица 38) и графикам распределения в ряду натровых амфиболов можно выделить: а) типичные глаукофаны, б) кросситы, в том числе и их марганцевые представители и в) родуситы типичных метаморфических пород и рибекиты. Особую группу составляют родуситы слабометаморфизованных осадочных пород.

Переходными членами между глаукофан-кросситовыми амфиболами и рядом тремолит — актинолита являются винциты (табл. 9, тип 14), встречающиеся, вероятно, в эпидот-амфиболитовой фации. Между указанными амфиболами, по-видимому, существует разрыв, который подтверждается сосуществованием глаукофана с актинолитом. Некоторым подтверждением разрыва может служить график распределения рис. 67.

При более высокой температуре глаукофан встречается в ассоциации с субкальциевой роговой обманкой (баррузитом), что также может указывать на разрыв смесимости между ними (см. рис. 69). Однако эти вопросы требуют дальнейшего изучения и детализации.

## ЛИТЕРАТУРА

- Абдулаев Х. М. Геология шеелитоносных скарнов Средней Азии. Собр. соч., т. 2. Изд-во «Наука» Узб.ССР, 1964.
- Алимарин И. П., Ромм И. И. Сборник химических анализов минералов и горных пород.— Труды ВНИИМС, 1935, вып. 76.
- Андреев Ю. К. Генетические типы месторождений щелочно-амфиболовых (голубых) асбестов как основа их поисков.— Закономерн. размещ. пол. ископ., 1962, 6.
- Андреев Ю. К. Сырьевая база амфиболовых асбестов и возможности их использования в качестве наполнителей. Природные минеральные наполнители.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1963, вып. 95.
- Андреев Ю. К., Годовиков В. Н. Условия проявления щелочно-роговообманковой минерализации в нижнепермских мергелях Джекказганской впадины.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1959, вып. 31.
- Аникеева Н. Ф. Эволюция некоторых метаморфических горных пород Кривого Рога.— Материалы ВСЕГЕИ, новая серия, 1955, вып. 4, петрогр. сб. № 1.
- Артемов В. Р. Природа расщепляемости родусита на волокна.— Записки Всес. мин. об-ва, 1965, ч. 94, вып. 4.
- Архипенкова А. Я. Об омфациите и глаукофане из эклогитов Южного Урала. Новые данные о минералах СССР.— Труды Мин. музея АН СССР, 1965, вып. 16.
- Архипенкова А. Я. Гастингсит из эклогитов дер. Шубино (Южный Урал). Минеральное сырье.— Труды ВИМС, 1966, вып. 12.
- Аршинов В. В. Асбест амфиболовый.— В кн. «Неметаллические ископаемые», т. I. Изд-во АН СССР, 1936.
- Аршинов В. В., Уральский Б. П., Бочарова А. П. Сысертское месторождение антофиллит-асбеста.— Труды ВНИИМС, 1937, вып. 125.
- Афонина Г. Г., Коваленко В. И., Писарская В. А. Состав и параметры решеток рибекит-арфведсонитовых амфиболов.— Докл. АН СССР, 1968, 187, № 6.
- Байраков В. В. Парагенезис антофіліту та звичайної рогової обманки.— Допов. АН УРСР, 1967, серия Б, № 6.
- Байраков В. В., Макаров М. М., Супрунов В. А. Перша знахідка антофіліту в Криму.— Допов. АН УССР, 1967, № 9.
- Байраков В. В., Бугаенко Д. В. Антофиллит — асбест Западного Приазовья и среднего Приднепровья (Петровский участок).— Мин. сб. Львовск. ун-та, 1967, № 21, вып. 2.
- Байраков В. В. Перша знахідка властне холмквіститової породи в СРСР.— Допов. АН УРСР, 1968, серия Б, № 4.
- Байраков В. В. Холмквістит-асбест из Приазовья.— Докл. АН СССР, 1968, 178, № 2.
- Бейсеев О. Б. К минералогии и генезису родусита из Джекказганской и Южно-Минусинской впадин.— Докл. АН СССР, 1966, 167, № 2.
- Белевцев Р. Я., Бернадская Л. Г., Усенко И. С. Об амфиболовом асбесте из Кривого Рога.— Докл. АН СССР, 1955, 104, № 3.
- Белевцев Р. Я., Фоменко В. Д. и др. Геология Криворожских железорудных месторождений, т. I. Изд-во АН УССР, 1962.
- Белевцев Р. Я. Об особенностях темноцветных минералов из метаботритов и некоторых ультраметаморфических пород.— Геол. ж. АН УССР, 1966, вып. 2, 26.
- Белковский А. И. Параллельно-шестоватый цоизит из окрестностей Слюдорудника.— В сб. «Минералы изверженных пород и руд Урала». Изд-во «Недра», 1967.

- Белоусов А. Ф., Добрецов Н. Л., Кочкин Ю. Н. и др. Об опыте использования расчетов на ЭВМ при решении петрохимических и минералогических задач.— Геол. и геофиз., 1964, № 6.
- Белянкин Д. С., Лупанова Н. П. Горные породы и полезные ископаемые окрестностей селения Поноя.— Труды Аркт. ин-та, 1934, 13.
- Бобревич А. П., Илупин И. П., Козлов И. Т., Лебедева Л. И., Панкратов А. А., Смирнов Г. И., Харьков А. Д. Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии. Изд-во «Недра», 1964.
- Бойко В. Л., Литвин А. Л. Волокнистые и сопровождающие их амфиболы Чертомлыкско-Соленовского района.— В кн.: «Конституция и свойства минералов», вып. I. Изд-во АН УССР, 1966.
- Бойко В. Л., Литвин А. Л. Вариации состава роговых обманок метабазитовой формации Чертомлыкско-Соленовского района.— Мин. сб. Львск. ун-та, 1962, № 20, вып. 2.
- Болгов Г. П., Вейц Б. И., Петровская Н. М., Покровская И. В., Розыбакиева Н. А., Тащинина М. В. Минералы рудного Алтая, т. II. 1957.
- Бондаренко Л. П. Гранулиты и чарнокиты Центральной части Кольского полуострова.— В сб. «Доклады сов. геологов на XXII сессии МГК. Проблема 13. Чарнокиты». Изд-во «Наука», 1964.
- Бондаренко Л. П. Алюмокремнистые метасоматиты в комплексе регионально-метаморфизованных пород (Кольский полуостров). Ультраметаморфизм и метасоматоз докембрийских формаций.— Труды ЛАГЕД, 1966.
- Бондаренко Л. П. и Дагелайский В. Д. Геология и метаморфизм пород архея центральной части Кольского полуострова. Изд-во «Наука», 1968.
- Боуэн Н. Л., Таттл О. Ф. Система  $MgO-SiO_2-H_2O$ .— В сб. «Вопросы физико-химии в минералогии и петрографии». ИЛ, 1950.
- Вахрушев В. А. Вопросы минералогии, геохимии и генезиса железных руд Кондомского района Горной Шории (Западная Сибирь). Новосибирск, 1959.
- Вахрушев В. А. Минералогия и генезис железных руд Белорецкого месторождения на Алтае. СО АН СССР, Новосибирск, 1960.
- Васильева В. И. Среднепалеозойские кристаллические сланцы и гнейсы Иртышской зоны смятия.— Петрогр. сб. 5 (ВСЕГЕИ), 1963.
- Ведерников Н. Н., Есенов Ш. Е., Будай М. М. Геология, методика поисков и разведки месторождений родусит — асбеста. Алма-Ата, 1963.
- Виноградская Г. М. Амфибол из гранито-гнейса Губенского массива на Южном Урале.— Записки Всес. мин. об-ва, 1959, ч. 88, вып. 1.
- Виноградская Г. М. Петрология гранитоидов Уфалейского района на Урале.— Труды ВСЕГЕИ, новая серия, 1964, № 119.
- Винчелл А. Н., Винчелл Т. Оптическая минералогия. ИЛ, 1953.
- Габинет М. П. Роговая обманка из амфиболитов Мармарошского массива.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1951, № 5.
- Галюк В. А. Новые данные о геологии и минералогии Эмельджахского флогопитового месторождения (Южная Якутия).— Труды МГРИ. 1957, 31.
- Гавахария Г. В., Везиришвили Е. К., Багратишвили Т. Д., Манвелидзе Р. М., Ахведиани Р. А. Материалы по минералогии Грузии (Пироксены и амфиболы). Тбилиси, 1965.
- Гельман М. Л. Амфиболитовая фация мезозойского метаморфизма в низовьях р. Колымы.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Северо-Востока СССР, 1961, вып. 15 (Магадан).
- Гельман М. Л. Новая находка жедрита в СССР.— Докл. АН СССР, 1961, 141, № 3.
- Гельман М. Л., Некрасов Г. Е. Мезозойские эклогиты полуострова Тайгоноса.— Геол. и геофиз. 1968, № 12.
- Герлинг Э. К., Кольцова Т. В., Петров Б. В., Зульфикарова З. К. Исследование пригодности амфиболов для определения абсолютного возраста породы К-Аг методом.— Геохимия, 1965, № 2.
- Гинзбург А. И., Гинзбург И. В. О гольмквистите.— Докл. АН СССР, 1950, 74, № 6.
- Гинзбург И. В., Рогачев Д. Л., Антонюк Е. С., Наливкин А. Б. Гольмквистит — минерал из группы ромбических амфиболов.— Изв. Карельск. и Кольск. фил. АН СССР, 1958, № 5.
- Гинзбург И. В., Рогачев Д. Л., Бондарева А. М. Новые данные о гольмквистите.— Докл. АН СССР, 1958, 119, № 5.
- Гинзбург И. В., Белова Е. Н. О гастингсита с малым углом оптических осей.— Докл. АН СССР, 1960, 134, № 3.
- Гинзбург И. В. О составе ромбических амфиболов и изоморфных замещениях в них.— Труды Мин. музея АН СССР, 1961, вып. 11.
- Гинзбург И. В. Гастингсит зоны щелочно-гранитного метасоматоза и изоморфизм в моноклиновых амфиболах.— Труды Минер. музея АН СССР, 1961, вып. 11.
- Гинзбург И. В., Сидоренко Г. А., Рогачев Д. Л. О зависимости между главными изоморфными замещениями и некоторыми параметрами кристаллической структуры амфиболов. Труды Мин. музея АН СССР, 1961, вып. 12.
- Гинзбург И. В. Оптические свойства амфиболов и пироксенов — показатели особенностей

- их кристаллического строения.— В сб. «Новые методы в минералогии и петрографии и результаты их применения».— Бюлл. МОИП, секция петрогр., 1963.
- Гинзбург И. В.* Диагностика пироксенов и амфиболов по их дебаэграмме и ее петрогенетическое значение. Физико-химические условия магматизма и метасоматоза.— Труды III Всес. петрогр. совещ. Изд-во «Наука», 1964.
- Гинзбург И. В.* Гольмквистит и его структурная разновидность — клиногольмквистит.— Труды Мин. музея АН СССР, 1965, вып. 16.
- Гинзбург И. В., Осолодкина Г. А.* О самом магнезиальном антофиллите. Новые данные о минералах СССР.— Труды Мин. музея АН СССР, 1966, вып. 17.
- Глазголев А. А., Клауши Б. Д.* Некоторые амфиболы и пироксены железистых кварцитов Курской магнитной аномалии.— Записки Всес. мин. об-ва, 1959, ч. 88, вып. 3.
- Глазголев А. А., Бейсеев О. Б.* О родуситовых конкрециях из Южно-Минусинской и Джек-казганской впадин.— Докл. АН СССР, 1964, 157, № 4.
- Горбиенко В. В.* Кристаллохимические особенности гольмквистит-литиевого жедрита.— Записки Всес. мин. об-ва, 1967, ч. 96, вып. 1.
- Горошиников Б. И., Юрцев Л. Д.* О кордиерит-полиамфиболовых и антофиллит-кордиеритовых породах Северного Криворожья.— Докл. АН СССР, 1965, 163, № 3.
- Грачев В. А., Кейльман Г. А.* О минеральных ассоциациях гранулитовой фации в гнейсах Урала.— Докл. АН СССР, 1967, 177, № 6.
- Демина М. Е., Калинин О. М.* О происхождении обломочных минеральных ассоциаций в апт-сеноманских отложениях Юго-Западного Примугоджарья.— Сб. «Вопросы математической геологии». Изд-во «Наука», 1968.
- Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж.* Породообразующие минералы, т. 2. Изд-во «Мир», 1965.
- Добрецов Н. Л., Пономарева Л. Г.* Парагенетические типы и зависимость состава метаморфических пироксенов от условий образования и состава вмещающих пород.— Сов. геология, 1964, № 12.
- Добрецов Н. Л., Пономарева Л. Г.* Лавсонит-глаукофановые метаморфические сланцы Пенжинского хребта Северо-Западной Камчатки.— Докл. АН СССР, 1965, 160, № 1.
- Добрецов Н. Л., Ревердатто В. В., Соболев В. С., Соболев Н. В., Ушакова Е. Н., Хлестов В. В.* Основные закономерности распространения фаций регионального метаморфизма на территории СССР.— Геол. и геофиз., 1965, № 4.
- Добрецов Н. Л., Ревердатто В. В., Соболев В. С., Соболев Н. В., Ушакова Е. Н., Хлестов В. В.* Фации регионального метаморфизма СССР.— Объяснительная записка к «Карте метаморфических фаций СССР». Новосибирск, 1966.
- Добрецов Н. Л., Макавская Н. С.* Применение вероятностно-статистических методов в геологии (курс лекций для студентов НГУ). Новосибирск, 1967.
- Добрецов Н. Л., Пономарева Л. Г.* Новые данные о составе и возрасте фундамента Зайсанской геосинклинали.— Геол. и геофиз., 1969, № 3.
- Добрецов Н. Л., Ревердатто В. В., Соболев В. С., Соболев Н. В., Хлестов В. В.* Фации метаморфизма, т. 1. Изд-во «Недра», 1970.
- Доброхотов М. Н.* Геология и железорудные месторождения Кременчугского района. Изд-во «Недра», 1964.
- Другова Г. М.* К характеристике гранулитовой фации Алдана.— Труды ЛАГЕД, 1960, вып. 9.
- Другова Г. М.* Нижнеархейские породы Алданского комплекса в зоне Становой орогении. Геология и геохронология докембрия.— Труды ЛАГЕД, 1964, вып. 19.
- Другова Г. М., Глебовицкий В. А.* Некоторые закономерности изменения состава граната, биотита, роговой обманки при региональном метаморфизме. Региональный метаморфизм докембрийских формаций СССР. Изд-во «Наука», 1965.
- Другова Г. М.* Высокотемпературный диафорез в докембрии р. Зеи.— Геол. и геофиз., 1969, № 9.
- Дук Г. Г.* Повторная гранитизация архейских образований района пос. Кировского, Амурской области. Ультраметаморфизм и метасоматоз докембрийских формаций СССР.— Труды ЛАГЕД, 1966.
- Дымкин А. М., Могилева М. П.* Особенности дашкесанитовой минерализации в Табратском магнетитовом месторождении (Восточный Саян).— В кн. «Геология и генезис магнетитовых месторождений Сибири», 1967.
- Елисеев Н. А., Елисеев Э. Н., Козлов К. Е., Лялин П. В., Масленников В. А.* Геология и рудные месторождения Мончегорского плутона.— Материалы Лабор. геол. докембрия, 1956, вып. 3.
- Елисеев Н. А., Никольский А. П., Кушев Г. В.* Метасоматиты Криворожского рудного пояса.— Труды ЛАГЕД, 1961, вып. 13.
- Елисеев Н. А., Кушев В. Т., Виноградов Д. П.* Протерозойский интрузивный комплекс Восточного Приазовья.— Труды ЛАГЕД, 1965.
- Ерьоменко Г. К., Вальтер А. А.* Про магнезиальный лужный амфибол Кристалічних порід Приазов'я.— Доповіді АН УРСР, 1963, № 10.
- Закруткин В. В.* Сравнительная характеристика амфиболов из пород амфиболитовой и гранулитовой фаций Анабарского щита.— Геол. и геофиз., 1961, № 9.

- Закруткин В. В., Григоренко М. Г.* Титан и щелочи в амфиболах при метаморфизме.— Докл. АН СССР, 1967, **173**, № 4.
- Закруткин В. В.* Об эволюции амфиболов при метаморфизме.— Записки Всес. мин. об-ва, 1968, ч. 97, вып. 1.
- Зленко Б. Ф.* Изменения вмещающих пород и стадии минерализации на Вавилонском месторождении (Рудный Алтай).— Геол. рудных месторож., 1962, № 1.
- Зотов И. А.* Некоторые особенности магматизма и метаморфизма кристаллического комплекса Юго-Западного Памира.— Канд. дисс., М., 1968.
- Зотов И. А., Сидоренко Г. А.* О магнезиальном жедрите Юго-Западного Памира.— Докл. АН СССР, 1968, 180, № 3.
- Иванов И. П., Сидоренко Г. А.* О рихтерит-асбесте.— Записки Всес. мин. об-ва, 1965, ч. 94, вып. 5.
- Игнатъев Н. А.,* Амфиболиты, гранатовые гедрититы и слюдиты окрестностей с. Шуерецкого.— Труды Петрогр. ин-та, 1934, вып. 6.
- Индикаев Ю. В.* Минералогия скаполит-амфиболовых метасоматитов Центральной части рудной зоны Хайлалского железорудного месторождения.— Труды Томск. ун-та, серия геол., 1963, **164**.
- Илларионов А. А.* Щелочные амфиболы железистых кварцитов Михайловского месторождения КМА. Геология, минералогия и инженерная геология КМА. Изд-во АН СССР, 1963.
- Исаков М. Г.* Крокидолит и рибекит в жилах альпийского типа, связанных со щелочными породами.— В сб. «Минералы изверженных горных пород и руд Урала». Изд-во «Наука», 1967.
- Казак А. П.* Петрографические особенности метаморфогенных рутилоносных пород на Южном Урале.— В сб. «Магматизм, метаморфизм и металлогения Урала», т. III.— Труды I Уральск. петрогр. совещ., Свердловск, 1963.
- Калинин Д. В., Каныгин Л. И., Удуд Д. С.* Апатит-пироксеновые пегматоидные образования Таятского железорудного месторождения.— В сб. «Материалы по минералогии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири», 1962.
- Калинин Д. В.* Минералогия и генезис Таятского контактово-метасоматического железорудного месторождения.— Канд. дисс., Томск, 1963.
- Калинин Е. П.* О корреляции между главными ионами роговых обманок и их влиянии на оптические свойства минералов.— Записки Всес. мин. об-ва, 1967, ч. 96, вып. 2.
- Кашкай М. А., Мамедов А. И.* Истисуит — новый минерал из скарновой зоны Аладанского интрузива.— Докл. АН АзССР, 1955, **11**, № 1.
- Каюпова М. М.* К минералогии железо-марганцевого месторождения Джумарт.— Изв. АН Каз. ССР, серия геол., 1963, вып. 6 (57).
- Кеpezинская К. Б.* Статистический анализ хлоритов и их парагенетические типы. Изд-во «Наука», 1965.
- Кицул В. И.* Петрология карбонатных пород Ладожской формации. Изд-во АН СССР, 1963.
- Кицул В. И.* Кристаллооптические свойства и химический состав амфиболов из метаморфических пород иенгрской серии и унгринского комплекса из Алданского щита.— В сб. «Геология и петрография докембрия Алданского щита». Изд-во «Наука», 1966.
- Князев Г. Б.* Дашкесанит и процесс дашкенизации на Табратском железорудном месторождении (Восточный Саян).— Труды Томск. ун-та, 1966, **186**.
- Коваленко В. И.* Парагенезисы метасоматически измененных гранитоидов с аксессуарными танталониобатами. Физико-химические условия магматизма и метасоматоза.— Труды III Всес. петрогр. совещ. Изд-во «Наука», 1964.
- Коваленко В. И., Писарская В. А., Николаева Д. Х.* Редкий тип изоморфизма в рибекитах из диффузионных метасоматических зон щелочных апогранитов.— Докл. АН СССР, 1966, **169**, № 5.
- Коваленко В. И., Лапидес И. Л., Брандт С. Б.* Изоморфизм рибекита и арфведсонита и кинетика окисления железистых щелочных амфиболов.— Докл. АН СССР, 1967, **177**, № 4.
- Коржинский Д. С.* Закономерности ассоциации минералов в породах Архея Восточной Сибири.— Труды ГИН АН СССР, петрогр. серия, 1945, вып. 61.
- Коржинский Д. С.* Принцип подвижности щелочей при магматических явлениях. В сб. посвящ. 70-летию со дня рождения акад. Д. С. Белянкина. Изд-во АН СССР, 1946.
- Коржинский Д. С.* Очерк метасоматических процессов. Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. Изд-во АН СССР, 1953.
- Кориковский С. П.* Влияние щелочности на состав кальциевых амфиболов в магматических породах.— Докл. АН СССР, 1966, **171**, № 5.
- Кориковский С. П.* Метаморфизм, гранитизация и постмагматические процессы в докембрии Удокано-Становой зоны. Изд-во «Наука», 1967.
- Кориковский С. П.* Влияние некоторых внешних условий на состав и парагенезисы кальциевых амфиболов. В сб. «Метасоматизм и другие вопросы физико-химической петрологии». Изд-во «Наука», 1968.
- Костюк Е. А., Соболев В. С.* Парагенетические типы амфиболов ряда роговая обманка — актинолит в метаморфических породах.— Докл. АН СССР, 1965, **164**, № 4.

- Крутов Г. А.* Дашкесанит — новый хлорсодержащий амфибол группы гастингсита.— Изв. АН СССР, серия геол., 1936, № 2—3.
- Крутов Г. А., Виноградова Р. А.* Хлоргастингситы магнетитового месторождения Одиночное в Восточном Саяне.— Докл. АН СССР, 1966, 169, № 1.
- Куман В. Е.* О некоторых особенностях натрового метасоматоза в Криворожском бассейне.— Докл. АН СССР, 1960, 125, № 5.
- Куман В. Е.* Минералогическая характеристика амфиболовых асбестов Кривого Рога.— Геол. ж. АН СССР, 1960, вып. 20, № 3.
- Куман В. Е.* О генезисе амфибол-асбестовой минерализации железисто-кремнистых формаций докембрия и перспективах выявления месторождений амфибол-асбеста в Криворожье.— Докл. АН СССР, 1960, 131, № 1.
- Куман В. Е.* Амфибол-асбест Криворожского железорудного бассейна.— Автореф. канд. дисс., Киевск. ун-т, 1961.
- Кухаренко А. А., Орлова М. П., Булах А. Г., Багдасаров Э. А., Римская-Корсакова О. М., Нефедов Е. И., Ильинский Г. А., Сергеев А. С., Авакумова Н. В.* Каледонский комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и Северной Карелии.— Труды ВСЕГЕИ, 1965.
- Кушев В. Г.* Щелочные амфиболы Криворожья. Геология и петрология Докембрия.— Труды ЛАГЕД, 1960, вып. 11.
- Кушев В. Г., Синицын А. В.* Трещинные щелочные метасоматиты Восточного Приазовья. Ультраметаморфизм и метасоматоз докембрийских формаций СССР.— Труды ЛАГЕД, 1966.
- Ланидес И. Л., Брандт С. Б., Коваленко В. И.* Энтальпийные и кинетические эффекты упорядочения в амфиболах изоморфной серии рибекит — кальциевый рибекит. — Докл. АН СССР, 1967, 177, № 3.
- Лебедев В. И.* О происхождении карбонатно-антофиллит-актинолитовых пород мыса Карташ Северной Карелии.— Ученые записки ЛГУ, серия геол., 1955, вып. 5, № 188.
- Лебедев В. И.* Некоторые результаты изучения гранатов метаморфизованных основных пород и гнейсов Беломорья.— Вестник Ленингр. ун-та, 1959, № 18.
- Лебединский В. И.* О голубовато-зеленой роговой обманке метаморфических пород.— Мин. сб. Львов. геол. об-ва, 1952, № 6.
- Ленных В. И.* Путеводитель Урал-Тауской экскурсии. II Уральское петрогр. совещ. Уфа — Свердловск, 1966.
- Лепезин Г. Г., Непейна Л. А.* Роговые обманки и биотиты из зонально-метаморфического комплекса Горного Алтая.— Геол. и геофиз., 1968, № 10.
- Линдгрен В.* Минеральные месторождения, 1935, вып. III.
- Литвин А. Л.* Железистость роговых обманок некоторых гранитоидов и метаморфических пород бассейна рек Роси, Горного и Гнилого Тикичей.— Мин. сб. Львовск. ун-та, 1964.
- Литвин А. Л.* Об одном из факторов, регулирующих изоморфные замещения в группе кальциевых амфиболов.— Мин. сб. Львовск. ун-та, 1966, № 20, вып. 3.
- Лукомский Я. Н.* Теория корреляции и ее применение к анализу производства.— Госстатиздат, 1958.
- Лутц Б. Г.* Петрология гранулитовой фации Анабарского массива. Изд-во «Наука», 1964.
- Лутц Б. Г., Минеев Д. А.* Парагенетический анализ, геохимия и минералогия метаморфических пород Уфалейского массива на Урале.— В сб. «Редкие элементы в породах различных метаморфических фаций». Изд-во «Наука», 1967.
- Магнуссон Н.* Свинцово-цинковые месторождения Центральной Швеции. В сб. «Геология, парагенезис и запасы руд зарубежных месторождений свинца и цинка». ИЛ, 1951.
- Макаров В. Н., Кондратьева Д. Н.* О щелочном амфиболе в породах Яковлевского месторождения КМА.— В сб. «Научные труды Криворожского Горнорудного института», 1963, вып. XX, № 3.
- Макухина Г. О.* Амфиболы з метаморфічного комплексу Верхівцівської та Чортомлицької магнітних аномалій.— Матеріали з мін. України. АН УРСР, 1960.
- Малиновский И. Ю.* Парагенетические ассоциации магнетита в системе  $\text{CaCO}_3\text{—Al}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2\text{—Fe}_2\text{O}_4$  в растворах хлоридов натрия и калия и проблема хлора в амфиболах (экспериментальные исследования).— Автореф. канд. дисс., Новосибирск, 1968.
- Мануйлова М. М., Васильковский Д. П., Гурулев С. А.* Геология докембрия Северного Прибайкалья. Изд-во «Наука», 1964.
- Маракушев А. А., Полин Ю. К.* О распределении галлия в минералах архейских метаморфических пород Алданского щита.— Геохимия, 1961, № 2.
- Маракушев А. А.* Проблемы минеральных фаций метаморфических и метасоматических горных пород. Изд-во «Наука», 1965.
- Маракушев А. А., Тарарина И. А., Залищак Б. Л.* Минеральные фации кислотности — щелочности гранитоидов, бедных кальцием.— В сб. «Минеральные фации гранитоидов и оруденение». Изд-во «Наука», 1965.
- Маркс В. А.* О сине-зеленых роговых обманках метаморфических пород.— Записки Всес. мин. об-ва, 1962, ч. 91, вып. 2.
- Масленников В. А., Бондаренко Л. П., Прияткина Л. А., Дагелайский В. Б., Борисова К. Д.* Граниты Северо-Восточной части Кольского полуострова.— Труды ЛАГЕД, 1963, вып. 15.

- Матковский О. И.* О марганцовых амфиболах куммингтонитового ряда.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1962, № 16.
- Мельник Ю. П., Стрыгин А. И.* Минералогия метасоматитов в поле мигматитов Кривого Рога.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1963, № 17.
- Мирчик М. Ф., Бухарцев В. П.* О возможности статистического исследования структурных соотношений.— Докл. АН СССР, 1959, 126, № 5.
- Митропольский А. К.* Техника статистических вычислений. Физматгиз, 1961.
- Мишкин М. А.* Петрология докембрия метаморфического комплекса Ханкайского массива Приморья.— Канд. дисс. Владивосток, 1965.
- Мозгова Н. Н., Четвериков С. Д.* О даннеморите из месторождения Тетюхе.— Труды Мин. музея. АН СССР, 1959, вып. 10.
- Морковкина В. Ф.* Химические анализы изверженных горных пород и породообразующих минералов.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1964.
- Никитина Л. П.* Докембрий Юго-Восточной части Восточного Саяна и Западной части хребта Хамар-Дабана.— В кн. «Докембрий Восточного Саяна». (Труды ЛАГЕД, 1964, вып. 18).
- Никитина Л. П., Зевелева Е. Е., Марчак В. П.* Изоморфизм железа и магния в сосуществующих железо-магнезиальных минералах основных гранулитов Восточного Саяна.— Геохимия, 1967, № 8.
- Никольский А. П.* Метасоматиты железистых кварцитов восточной части Украинского кристаллического щита и вопросы генезиса богатых железистых руд.— Сов. геология, 1956, сб. 50.
- Новоселова Л. Н.* Амфибол гастингсит-дашкесанитового ряда Акатуевского месторождения (Восточное Забайкалье).— Записки Всес. мин. об-ва, 1961, ч. 90, вып. 2.
- Онтоев Д. О.* Хлорсодержащие минералы — скаполит и дашкесанит из Хавуаксинского месторождения (Тува).— Записки Всес. мин. об-ва, 1958, ч. 87, вып. 1.
- Павленко А. С.* Особенности метасоматоза в одном из районов Северного Криворожья.— Изв. АН СССР, серия геол., 1959, № 1.
- Павлов Д. И.* Анзасское магнетитовое месторождение и участие хлора в его формировании. Изд-во «Наука», 1964.
- Павлов Д. И.* Об участии хлора в формировании Ампалькского магнетитового месторождения.— Геол. рудных месторожд., 1968, № 1.
- Перчук Л. Л.* Физико-химическая петрология гранитоидных и щелочных интрузий Центрального Туркестано-Алтая. Изд-во «Наука», 1964.
- Перчук Л. Л.* Анализ термодинамических условий минеральных равновесий в амфибол-гранатовых породах.— Изв. АН СССР, серия геол., 1967, № 3.
- Перчук Л. Л.* Равновесия породообразующих минералов.— Автореф. докт. дисс. М., 1967.
- Петров В. П., Андреев Ю. К.* Минералогия асбеста и место амфибол-асбестов СССР в общей их классификации.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1959, вып. 31.
- Петрография Узбекистана, кн. 2. Изд-во «Наука», Узб. ССР, 1965.
- Пинус Г. В.* Тувинский магнезиоантофиллит-асбест.— Записки Всес. мин. об-ва, 1961, вып. 3, ч. 90.
- Плохинский Н. А.* Биометрия. Изд-во СО АН СССР, 1961.
- Половинкина Ю. И.* О некоторых интересных амфиболах из пород Кривого Рога.— Записки мин. об-ва, вторая серия, 1924, ч. 53, вып. 1.
- Половинкина Ю. И.* Куммингтонит и щелочные амфиболы Кривого Рога.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1953, № 7.
- Полово Н. И., Сіроштан Р. И., Рябоконт С. М.* Характеристика деяких мінералів метавултрабазитів залізисто-кремністих формацій України.— Геол. ж. АН УРСР, 1960, 20, вып. 3.
- Рабкин М. И.* Геология и петрология Анабарского кристаллического щита.— Труды Научно-исслед. ин-та Арктики, 1959, 87.
- Равич М. И., Климов Л. В., Соловьев Д. С.* Докембрий восточной Антарктиды, т. 138. Изд-во «Недра», 1965.
- Ревертато В. В.* Метаморфизм в контактах ультраосновного массива Бор-Урях.— Докл. АН СССР, 1965, 163, № 4.
- Розенбуш Г.* Описательная петрография. Гос. научно-техн. горно-геол.-нефтяное изд-во. Л.— М.— Грозный — Новосибирск, 1934.
- Руб М. Г., Залищак Б. Л.* Щелочные интрузивные породы Приморского края.— Изв. АН СССР, серия геол., 1964, № 10.
- Самойлов В. С.* Железистость темноцветных минералов как показатель щелочности метасоматизирующих растворов.— Докл. АН СССР, 1967, 177, № 6.
- Самсонова Н. С.* О гольмквистите из Тувы.— Докл. АН СССР, 1960, 132, № 4.
- Семенов Н. П., Полово Н. И., Жуков Г. В., Ладиева В. Д., Макухина А. А.* Петрография железисто-кремнистых формаций Украинской ССР. Изд-во АН УССР, 1956.

- Сердюченко Д. П.* Паргаситы из архейских пород Южной Якутии.— Докл. АН СССР, 1954, 96, № 6.
- Сердюченко Д. П.* Амфиболы из магнетитовых и флогопитовых месторождений Алдана.— В сб. «Железные руды Южной Якутии». Изд-во АН СССР, 1960.
- Сидоренко Г. А.* Голубой «ребикиит-асбест» — член серии щелочных амфиболов (рентгеновские исследования).— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1963, № 17.
- Сироштан Р. И., Половко Н. И.* Рогові обманки метабазитів в залізисто-кремністих формаціях Українського кристалічного щита.— Геол. ж. АН УРСР, 1959, 19, вып. 4.
- Сироштан Р. И., Орса В. И., Щербак Н. П.* Анализ составов сосуществующих биотитов и роговых обманок в породах Украинского щита.— Геол. ж. АН УРСР, 1965, 25, вып. 3.
- Смирнов С. С.* Материалы к геологии и минералогии Южного Прибайкалья.— Материалы по общей и прикладной геологии, 1928, вып. 83.
- Соболев В. С.* Введение в минералогію силикатов. Львов, 1949.
- Соболев В. С.* Значение железистости фемических минералов и вспомогательные диаграммы для определения состава биотитов, роговых обманок и ромбических пироксенов.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1950, № 4.
- Соболев В. С.* Об условиях образования антофиллита.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1960, № 14.
- Соболев В. С.* Роль высоких давлений при метаморфизме.— В сб. «Доклады сов. геологов на XXI сессии МГК. Гранито-гнейсы». Изд-во АН СССР, 1960.
- Соболев В. С.* О давлении при процессах метаморфизма. В сб. «Физико-химические проблемы формирования горных пород и руд», т. 1, 1961.
- Соболев В. С.* Физико-химические условия минералообразования в земной коре и мантии.— Геол. и геофиз., 1964, № 1.
- Соболев В. С.* Влияние давления на пределы изоморфных замещений.— Докл. АН СССР, 1965, 160, № 2.
- Соболев В. С., Костюк Е. А.* Минералогия амфиболов, очерк 1. Группа ромбических амфиболов (антофиллита — жедрита).— Материалы по генетич. и экспер. мин., 1965, 3.
- Соболев Н. В.* Парагенетические типы гранатов. Изд-во «Наука», 1964.
- Степанова Т. И.* К минералогии Золотогорского железорудного месторождения.— Очерки по металлогении осадочных и осадочно-метаморфических пород. Изд-во АН СССР, 1962.
- Степанова Т. И.* О родуситовой минерализации на юге Красноярского края. Металлогения девона и нижнего карбона Межгорных впадин Алтае-Саянской складчатой области. Изд-во «Наука», 1965.
- Судовиков Н. Г., Глебовицкий В. А., Другова Г. М., Крылова М. Д., Нилов А. Н., Седова И. С.* Геология и петрология Южного обрамления Алданского щита. Изд-во «Наука», 1965.
- Тарасенко В. Е.* Об амфиболе куммингтонитового ряда из балки Тимашевой к югу от Кривого Рога.— Изв. Геолкома, 1903, 22, № 1.
- Тимофеева Т. С.* Гастингсит рудопоявления Кон-и-Зак.— Записки Узб. отд. Всес. мин. об-ва, 1964, вып. 16.
- Титлянов А. А.* Сидероплезит у залізистих роговиках Кривого Рогу.— Геолог. ж., АН УРСР, 1964, 24, вып. 4.
- Токовенко В. С.* Амфиболы Зеленовского участка в северо-восточном Криворожье.— Записки Украинск. отд. Всес. мин. об-ва, 1962.
- Тохтуев Г. В., Губкина Н. Н., Клименко В. Г.* Особенности состава амфиболового асбеста в районе рудника «Большевик» Криворожского бассейна.— В сб. «Химический состав и внутреннее строение минералов». Изд-во «Наукова думка», 1964.
- Треггер В. Е.* Таблицы для оптического определения порообразующих минералов. М., 1958.
- Трусова И. Ф.* Парагенетический анализ кристаллических сланцев нижнего архея Кокчетавского массива.— Сов. геология, 1956, сб. 51.
- Удовкина Н. Г.* О смарагите из Полярного Урала.— Докл. АН СССР, 1960, 130 № 3.
- Удовкина Н. Г.* О роговых обманках типа каринтина из эклогитов и кварцево-мусковитовых жил Южной части хребта Марун-Кеу (Полярный Урал).— Труды ИГЕМ АН СССР, 1962, вып. 77.
- Удовкина Н. Г.* Эклогиты Полярного Урала. Особенности их вещественного состава и генезис (на примере южной части хр. Марун-Кеу). Канд. дисс. М., 1966.
- Урбах В. Ю.* Биометрические методы. Изд-во «Наука», 1964.
- Усенко И. С.* Основные и ультраосновные породы Западного Приазовья. Изд-во АН УССР, 1960.
- Ушакова Е. Н.* О куммингтоните с. Завалья на Среднем Побужье.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1958, № 12.
- Уральский Б. П., Бухнева С. К.* Кислотоупорные асбесты Урала.— Труды Всес. научн. исслед. ин-та эконом. мин. сырья, 1939, 46.
- Файф У., Тернер Ф., Ферхуген Дж.* Метаморфические реакции и метаморфические фации. ИЛ, 1962.

- Филиман М. В., Голдин Б. А., Калинин Е. П. Некоторые особенности амфиболов Приполярного Урала. Петрография и минералогия Приполярного Урала и Тимана. Изд-во «Наука», 1966.
- Хвостова В. А. Новая находка холмквистита.— Докл. АН СССР, 1958, 118, № 5.
- Хильтова В. Я. Докембрий центральной части Восточного Саяна. Докембрий Восточного Саяна.— Труды ЛАГЕД, 1964, вып. 18.
- Хлестов В. В., Ушакова Е. Н. Петрография и генезис Кяхтинского силлиманитового месторождения.— Материалы по генетич. и экспер. мин., 1963, 1.
- Хлестов В. В. Находки маложелезистых жедритов в породах китойской свиты (юго-западное Прибайкалье).— Геол. и геофиз., 1964, № 1.
- Хлестов В. В., Ушакова Е. Н. Метаморфизм пород китойской свиты в Восточном Саяне.— Материалы по генетич. и экспер. мин., 1965, 3, вып. 31.
- Хмарук Т. Г. Роговая обманка амфиболитов с реки Южного Буга (окрестности села Завалья).— Геол. ж. АН УРСР, 1957, вып. 17, № 2.
- Хмарук Т. Г., Щербаков И. Б. Чарнокіти Західного Приазов'я.— Геол. ж., АН УРСР, 1965, вып. 5, 25.
- Цыбульский М. С. Метасоматические породы и связь с ними железного оруденения Северного Криворожья. Вопросы магматизма, метаморфизма и рудообразования. Госгеолтехиздат, 1963.
- Чистяков В. К. Роговые обманки из скарнов Уйзюкского железорудного района в Горной Шории.— Изв. высш. учебн. заведений, Геол. и разведка, 1959, № 9 (Р. ж. № 12, 1960).
- Чирвинский П. Н. Средний химический состав главнейших минералов изверженных горных пород и метеоритов.— Изв. Донск. политех. ин-та, 11, 1928.
- Чумакова С. П., Тохтуев Г. В., Скуридин С. А. Жильный крокидолит из шахты им. Калинина в Кривом Роге.— В сб. «Теоретические и генетические вопросы минералогии и геохимии». Киев, 1963 (Р. Ж. № 6, 1964).
- Шабунин Л. И. Еще раз о значении железистости фемических минералов.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1958, № 12.
- Шевченко Е. В. Амфибол Криворожской метаморфической толщи.— Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1959, № 13.
- Шкодзинский В. С. Минеральные парагенезисы на контакте гранитоидов с основными породами юга Дальнего Востока.— Канд. дис. Владивосток, 1966.
- Шмакин Б. М. Особенности минералогии и генезиса Куранахских флогопитовых месторождений (Алданский район).— Труды МГРИ, 1961, 37.
- Щербаков И. Б. Мінеральні парагенезиси деяких гранатвміщуючих порід середнього Побужжя. Питання мінералогії і петрографії України.— Вид. АН УРСР, 1962.
- Щербаков И. Б. О фациальных особенностях породообразующих минералов Среднего Побужья.— В сб. «Конституция и свойства минералов», вып. 1. Киев, 1966.
- Щербина В. В. Зависимость изоморфных замещений от давления.— Геохимия, 1965, № 5.
- Юрьев Л. Д. Новый тип амфиболітів для СРСР.— Докл. АН УССР, 1968, № 5.
- Юрк Ю. Ю. Петрология уманского и антоновского гранитных плутонов. Киев, 1953.
- Яковлева М. Е. Об одном амфиболе переменного состава из района челябинского гранитного массива.— Докл. АН СССР, 1941, 31, № 8.
- Яковлева А. К., Колесникова В. В. Особенности высокомагнезиального кумминтона из ультраосновных пород.— Записки Всес. мин. об-ва, 1967, ч. 96, вып. 6.
- Яковлев Б. Г. Амфиболы и амфиболиты кристаллического фундамента Татарики.— Докл. АН СССР, 1966, 171, № 5.
- Якишин В. И. Парагонитсодержащие амфиболиты из окрестностей поселка Северной Кузнечихи на Среднем Урале. Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала, т. III.— Труды I Уральск. петрограф. совещ., Свердловск, 1963.
- Alderman A. R. Eclogites in the neighbourhood of Gleneld, Inverness-shire.— Quart. J. Geol. Soc. London, 1936, 92, № 368.
- Allen V. T., Fahey J. J. Some pyroxenes associated with pyrometamorphic zinc deposits in Mexico and New Mexico.— Bull. Geol. Soc. America, 1957, 68, N 7.
- Asklund B., Brown W., Smith J. V. Hornblende-cumingtonite intergrowths.— Amer. Mineralogist, 1962, 47, N 1—2, p. 160—163.
- Babu S. K. Anthophyllite from Bidaloti, Kotagera Taluk, Mysore state.— Indian Minerals, 1961, 2 (Mineral. Abstr., 1963, 16, N 2, June).
- Babu S. K., Nayak V. K. Richterite (manganese amphibole) from Miragpurmine, Balaghat

- district, Madhya Pradesh.— Proc. Nat. Inst. Sci. India, 1961. (Mineral. Abstr., 1963, 16, N 2, June).
- Banno S.* Notes on rock-forming minerals (10). Glaucophanes and garnet from the Kotu district, Sikoku.— J. Geol. Soc. Japan, 1959, 65.
- Banno S.* Petrologic studies on Sanbagawa crystalline schists in the Bessi-Ito district, Central Sikoku, Japan.— J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. II, 1964, 15, Pt. 3.
- Banno S., Tatsumi T., Ogura Y., Katsura T.* Petrographic studies on rocks from the area around Lutsow — Holmbukta.— Antarctic geology, 1964.
- Barker F.* Anthophyllite-biotite-hypersthene-rhodolite assemblage, Mason Mountain, North Carolina.— Geol. Surv. Res., 1961, Short Papers Geol. and Hydrol. Sci., Art. 147—292.
- Barnes V. E.* Changes in hornblende at about 800° C.— Amer. Mineralogist, 1930, 15, N 9.
- Bauer L. M., Berman H.* Notes on some Franklin minerals.— Amer. Mineralogist, 1930, 15, N 8.
- Beath P.* Über Eklogite, Glaukophanschiefer und metamorphe Pillow-Laven.— Schweiz. mineral. und petrogr. Mitt., 1959, 39, H 1/2.
- Becherer K., Brauner K.* Anthophyllit von Preg bei Kraubath (Stmm) Osterr.— Anz. Osterr. Akad. Wiss. Math-naturwiss. Kl., 1955, 92, N 1—15 (P. Ж. геол., 1957, N 2).
- Bilgrami S. A.* Manganese amphiboles from Chikla, Bhandara district, India.— Mineral. Mag., 1955, 30, N 229.
- Billings.* The chemistry, optic and genesis of the Hastingsite group of amphiboles.— Amer. Mineralogist, 1928, 13, 287; Mineral. petrogr. Mitt., 1932, 42, H. 3/4, R. 336.
- Binns R. A.* Zones of progressive regional metamorphism in the Willyama complex, Broken Hill District, New South Wales.— J. Geol. Soc. Austral., 1964, 11, pt 2.
- Binns R. A.* The mineralogy of metamorphosed basic rocks from the Willyama Complex, Broken Hill district, New South Wales. Part 1. Hornblendes.— Mineral Mag., 1965, 35, N 270.
- Binns R. A.* Hornblendes from some basic hornfels in the New England region, New South Wales.— Mineral. Mag., Tilley vol. 1965, 34.
- Binns R. A.* The mineralogy of metamorphosed basic rocks from the Willyama Complex, Broken Hill district, New South Wales. Part. III. Pyroxenes, garnets, plagioclases and opaque oxides.— Mineral. Mag., 1965, 35, N 272.
- Binns R. A.* Barrisite-bearing eclogite from Naustdal, Song og Fjordane, Norway.— J. Petrol., 1967, 8, N 3.
- Bloxam T. N., Allen J. B.* Glaucofane-schist, eclogite and associated rocks from Knockorm in the Girvan-Ballantrae complex, South Ayrshire.— Trans. Roy. Soc. Edinburgh, 1960, 64, N 1, (1958—1959).
- Borg I. Y.* Optical properties and cell parameters in the glaucofane-riebeckite series.— Contrib. Mineral. and Petrol., 1967, 15, N 1.
- Boriani A.* L'anfibolite a orneblenda e cummingtonite di Ornawasso (Val d'Ossola).— Rend. Soc. mineral.-Ital., 1965, 21, 25—34 (P. ж. геол., 1966, N 4).
- Bowen N. J., Schairer J. F.* Grunerite from Rockport, Massachusetts and a series of synthetic fluor-amphiboles.— Amer. Mineralogist, 1935, 20, N 8.
- Brownlow A. H.* Variation on composition of biotite and actinolite from monomineralic contact bands near Westfield, Massachusetts.— Amer. J. Sci., 1961, 259, N 5.
- Buddington A. F.* Chemical petrology of some metamorphosed Adirondack gabbroic, syenitic rocks.— Amer. J. Sci. Bowen vol., 1952, pt. 1
- Buddington A. F., Leonard B. F.* Chemical petrology and mineralogy of hornblendes in North-west Adirondack granitic rocks.— Amer. Mineralogist, 1953, 38, N 11, 12.
- Chakraborty K. R.* Relationship of anthophyllite, cummingtonite in the metamorphosed Wabush iron-formation, Labrador.— Canad. Mineralogist, 1963, 7.
- Coleman R. G., Lee D. E., Beatty L. B., Brannock W. W.* Eclogites and eclogites: their differences and similarities.— Bull. Geol. Soc. America, 1965, 76, N 5.
- Coleman R. G., Papike J. I.* Alkali amphiboles from the Blueschists of Cazadero, California.— J. Petrol., 1968, 9.
- Collins R. S.* Cummingtonite and gedrite from Sutherland.— Mineral. Mag., 1942, 26.
- Colville A., Ernst W. S., Gilbert M. C.* Relationships between cell parameters and chemical compositions of monoclinic amphiboles.— Trans. Amer. Geophys. Union, 1966, 47, N 1. (P. ж. геол., 1967, N 3).
- Compton R. R.* Significance of amphibole paragenesis in the Bidwell Bar region, California.— Amer. Mineralogist, 1958, 43, N 9—10.
- D'Criz J., Naganna C., Sadashivaiah M. S.* Hornblende from the amphibolite Hanamsagar, Raichur District.— J. Karnatak Univ., 1958, 3 (1). (Mineral. Abstr., 1962, 15, N 7).
- Dearnley R.* The Lewisian complex of South Harris with some observations on the metamorphosed basic intrusions of the Outer Hebrides, Scotland.— Quart. J. Geol. Soc. London, 1963, 119, N 475.
- Deer W. A.* The composition and paragenesis of the hornblendes of the Glen Tilt complex, Perthshire.— Mineral. Mag., 1938, 25.
- Drysdall A. R., Newton A. R.* Blue asbestos from Lusaka, Northern Rhodesia and its bearing on the genesis and classification of this type of asbestos.— Amer. Mineral., 1960, 45, N 1—2.

- Dunn J. A., Roy P. C. Tiroidite, a manganese amphibole from Tirodi Central Provinces.— *Rec. Geol. Survey India*, 1938, 73, Pt. 2; *Neues Jahrb. Mineral., Geol. und Paleontol. Ref.*, Teil 1, 1940, H. 5.
- Du Toit A. L. The origin of the amphibole asbestos deposits of South Africa.— *Trans. Geol. Soc. South Africa*, 1945 (1946) 48.
- Edwards A. B., Baker G., Callow K. J. Metamorphism and metasomatism at King Island scheelite mine.— *J. Geol. Soc. Australia*, 1956, 3.
- Engel A. E. J., Engel C. G., Havens R. G. Variations in properties of hornblendes formed during progressive metamorphism of amphibolites north-west Adirondack Mountains, New York.— *Geol. Surv. Profess. Paper*, 1961, N 424.
- Engel A. E. J., Engel C. G. Hornblendes formed during progressive metamorphism of amphibolites, northwest Adirondack Mountains, New York.— *Bull. Geol. Soc. America*, 1962, 73, N 12.
- Engel A. E. J., Engel C. G., Havens R. G. Mineralogy of amphibolite interlayers in the gneiss complex, Northwest Adirondack Mountains, New York.— *J. Geol.*, 1964, 72, N 2.
- Ernst W. G. Study of synthetic and natural magnesioriebeckite.— *Bull. Geol. Soc. America*, 1958, 69, N 12.
- Ernst W. G. The stability relations magnesioriebeckite.— *Geochim. et cosmochim. acta*, 1960, 19 (Mineral. Abstr., 1962, 15, N 7).
- Ernst W. G. Petrochemical study of coexisting minerals from low-grade schists, Eastern Sikoku, Japan.— *Geochim. et cosmochim. acta*, 1964, 28.
- Eskola P. On the petrology of the Orijärvi region in Southwestern Finland.— *Bull. Commiss. géol. Finlande*, 1914, N 40.
- Eskola P. On the relations between the chemical and mineralogical composition in the metamorphic rocks of the Orijärvi region.— *Bull. Commiss. géol. Finlande*, 1915, N 44.
- Eskola P. A paragenesis of gedrite and cummingtonite from Isopää in Kalvola, Finland.— *Bull. Commiss. géol. Finlande*, 1936, N 115.
- Eskola P. Paragenesis of cummingtonite and hornblende from Muuruvesi, Finland.— *Amer. Mineralogist*, 1950, 35, N 9—10.
- Eskola P. On the granulites of Lapland.— *Amer. J. Sci., Bowen vol. 1*, 1952.
- Fabries J. Sur la nature des hornblendes dans le métamorphisme de type glaucophane-jadeite.— *C. r. Acad. sci., D*, 1966, 263, N 10.
- Fabries J. Nature des hornblendes et types de métamorphisme.— *Mineral. Soc. J. M. A.*, 204—211, 1968.
- Fermor L. L. *Mem. Geol. Surv. India*, 1909, 37, pt. I.
- Foshag W. F. Ganophyllite and Zinician amphibole from Franklin Furnace, New Jersey.— *Amer. Mineralogist*, 1936, 21, N 1 (Реф. иностр. геол. литер. за 1935 г., Серия Б, Мин. и петрогр., 1937, вып. 3).
- Foslie S. Hastingsites and amphibolites from the epidote-amphibolite facies.— *Norsk geol. tidsskr.*, 1945, 25.
- Francis G. H. Gedrite from Glen Urquhart, Invernes-shire, Mineral. Mag., 1955, 30, N 230.
- Francis G. H. Petrological studies in Glen Urquhart, Invernes-shire. I. Limestones. II. Skarns. *Bull. Brit. Mus. (Natur. Hist.). Miner.*, 1958 1, N 5, (Mineral. Abstr., 1959, 14, N 4).
- Francis G. H., Hey M. N. The unit-cell contents of anthophyllite.— *Mineral. Mag.*, 1956, 31, N 233.
- Frost M. J. Metamorphic grade and iron-magnesium distribution between co-existing garnet-biotite and garnet-hornblende.— *Geol. Mag.*, 1962, 99, N 5.
- Fyfe W. S. On the relative stability of talc, anthophyllite and enstatite.— *Amer. J. Sci.*, 1962, 260, N 6.
- Gejer P. The distribution of halogens in scarn amphiboles in Central Sweden.— *Arkiv mineral och geol.*, 1961, 2, N 6.
- Ghose S. Crystal structure of cummingtonite and Mg — Fe ordering in ferromagnesian amphiboles.— *Bull. Geol. Soc. America*, 1959, 70, N 12.
- Ghose S. The crystal structure of a cummingtonite.— *Acta crystallogr.*, 1961, 14, N 6.
- Ghose S. The nature of Mg<sup>2+</sup>—Fe<sup>2+</sup> distribution in some ferromagnesian silicate minerals.— *Amer. Mineralogist*, 1962, 47, N 3—4.
- Ghose S. A scheme of cation distribution in the amphiboles.— *Mineral. Mag.*, 1965, 35, N 269.
- Ghose S., Hellner E. The crystal structure of Grunerite and observations on the Mg — Fe distribution.— *J. Geol.*, 1959, 67.
- Gillberg M. A. A lead-bearing variety of pargasite from Langban, Sweden.— *Arkiv mineralogi och geol.*, 1960, 2, N 5 (P. ж. геол., 1961, N 4).
- Gillson J. L., Williamson R. Contact metamorphism of the Ellsworth schist near Blue Hill, Maine.— *Econ. Geol.*, 1929, 24.
- Green D. H. The metamorphic aureole of the peridotite at the Lizard, Cornwall.— *J. Geol.*, 1964, 72, N 5.
- Greenwood H. J. The synthesis and stability of Anthophyllite.— *J. Petrol.*, 1963, 4, N 3.
- Groves A. W. The charnockite series of Uganda, British East Africa.— *Quart. J. Geol. Soc.*, London, 1935, 91, pt. 2, N 362.

- Hallmond A. F.* On the graphical representation of the calciferous amphiboles.— *Amer. Mineralogist*, 1943, 28, N 2.
- Hallmond M. A.* Pyroxenes, amphibole and mica the Tiree marble.— *Mineral. Mag.*, 1947, 28, N 199.
- Haramura H.* Notes on rock-forming minerals (27). Hornblenden from amphibolites of the Horokanai Area, in the Kamuikotan Metamorphic Belt, Hokkaido.— *J. Geol. Soc. Japan*, 1963, 69, N 811.
- Harbich E.* Über einen chromhaltigen Smaragdid aus Südserbien.— *Z. Kristallogr., Tschermak's mineral. Mitt.*, 1930, 40 (Fortschr. Mineral. Kristallogr., Petrogr., 1934, Teil 2).
- Hellner E., Hinrichsen Th., Seifert F.* The study of mixed crystals of minerals in metamorphic rocks.— *Controls of Metamorphism*. Edinburgh, Oliver and Boyd, 1965.
- Henriques A.* The influence of cations of the refractive index of clino-amphiboles.— *Arkiv mineralogi och geol.*, 1958, 2, N 4.
- Hey M. H.* On the correlation of physical properties with chemical composition in multivariate systems.— *Mineral. Mag.*, 1956, 31, N 232.
- Hietanen A.* Kyanite-garnet gedritite near Orofino, Idaho.— *Amer. Mineralogist*, 1959, 44, N 5—6.
- Hinrichsen Th.* Über den Stabilitätsbereich der Mg—Fe<sup>2+</sup>—Al—Mischkristallreihe rhombischer Hornblenden. Teil I. Hydrothermale Untersuchungen der Anthophyllit — Ferroanthophyllit-Mischkristallreihe.— *Neues Jahrb. für Mineral. Monatsh.*, 1967, H. 9/10.
- Hinrichsen Th.* Über den Stabilitätsbereich der Mg—Fe<sup>2+</sup>—Al—Mischkristalle rhombischer Hornblenden. Teil II. Hydrothermale Untersuchungen der Magnesium-Eisen-Mischkristallreihen von Gedriten.— *Neues Jahrb. Mineral. Monatsh.*, 1968, H. 1/2.
- Hodgson A. A.* The thermal decomposition of miscellaneous crocidolites.— *Mineral. Mag.*, 1965, 35, N 270.
- Hodgson A. A., Freeman A. G., Taylor H. F. W.* The thermal decomposition of crocidolite from Koegas, South Africa.— *Mineral. Mag.*, 1965, 35, N 269.
- Howie R. A.* The geochemistry of charnockite series of Madras India.— *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, 1955, 62, N 3.
- Howie R. A.* African charnockites and related rocks, Congo Belge. 4<sup>e</sup> Direction Générale Service Géologique. *Bull. N 8*, fasc. 2, 1958.
- Howie R. A.* Charnockites.— *Sci. Progress.*, 1964, 52, 628—644 (Mineral. Abstr., 1965, 17, N 3).
- Hutton C. O.* A chemical and optical study of a low-grade metamorphic actinolitic amphibole from Coronet Peak, Western Otago, New Zealand.— *Mineral. Mag.*, 1938, 25, N 163.
- Iwasaki M.* Glaucophanic amphibole in the weakly metamorphosed shalstein from Yanadani mura, Ehime Prefecture.— *J. Japan. Assoc. Mineral., Petrol. and Econ. Geologists*, 1960, 44, N 4.
- Iwasaki M.* Colourless glaucophane and associated minerals in quartzose schists from Eastern Sikoku, Japan.— *J. Geol. Soc. Japan*, 1960, 66, N 780.
- Iwasaki M.* Barroisitic amphibole from Bizan in Eastern Sikoku, Japan.— *J. Geol. Soc. Japan*, 1960, 66, N 781.
- Iwasaki M.* Metamorphic rocks of the Kôtu-Bizan area, Eastern Sikoku.— *J. Sci. Univ. Tokyo*, sect. II, 1963, 15, pt 1, p. 1—90.
- Jaffe H. W. W. O. J., Groeneveld Meyer, Selchow D. H.* Manganoan cummingtonite from Nsuta, Ghana.— *Amer. Mineralogist*, 1961, 46, N 5—6.
- Johansson K.* Vergleichende Untersuchungen an Anthophyllit, Grammatit und Cummingtonit.— *Z. Kristallogr.*, 1930, 73, H. 1.
- Joklik G. F.* The discovery of a copper-zinc deposit at Garon Lake Quebec.— *Econ. Geol. and Bull. Soc. Econ. Geologists*, 1960, 55, N 2.
- Jourdan C. J. N.* Note on the chemical composition of crocidolite or Cape blue asbestos.— *J. Chem. Metall. Mining. Soc. South Africa*, 1927, 27 (Mineral. petrogr. Mitt., 1933, 43, H. 6. Referate, R. 124).
- Juskowiak M.* Antofilit ze Szklar kote Zabkowic Slaskich. *Kwart. geol.*, 1960, 4, N 2.
- Katalog analiz chemicznych skal i mineralow Polski, część I, 1900—1950. *Prace Inst. Geol.*, 1959, 25, Warszawa.
- Kaufmann H. E.* Some monoclinic amphiboles and relation of their physical properties to chemical composition and crystal structure. *Brigham young Univ. Geol. Studies*, 1963, 10.
- Kaufmann H. E.* Physical properties of some monoclinic amphiboles.— *Geol. Soc. America Spec. Papers*, 1963, N 73. (P. ж. геол., 1964, № 8).
- Kennedy W. Q., Dixon B. E.* Hydro-amphibole from South Devon.— *Z. Kristallogr.*, 1936, 94, (Mineral. Mag., 1937, 24, N 157; Mineral. Abstr., 1937, 6, N 10).
- Kilpady S.* Winchite from Ponia, Balaghat district, Madhya Pradesh. — *J. Univ. Geol. Soc. Nagpur*, 1962—1964, 1, N 10—11 (P. ж. геол., 1965, N 12).
- Klein C.* Cummingtonite-grunerite series: A chemical, optical and X-ray study.— *Amer. Mineralogist*, 1964, 49, N 7—8.
- Klein C.* Mineralogy and petrology of the metamorphosed Wabush iron formation, Southwestern Labrador.— *J. Petrol.*, 1966, 7 N 2.

- Klein C., Waldbaum D. R.* X-ray crystallographic properties of the cummingtonite — grunerite series.— *J. Geol.*, 1967, 75, N 4.
- Knorring O., Kennedy-W. Q.* The mineral paragenesis and metamorphic status of garnet — hornblende-pyroxene — skapolite gneiss from Ghana (Gold Coast).— *Mineral. Mag.*, 1958, 31, N 241.
- Knorring O., Hornung G.* On the lithium amphibole holmquistite from Benson pegmatite mine, Mtoko, Southern Rhodesia.— *Mineral. Mag.*, 1961, 32, N 252.
- Koritnig S.* Ein Beitrag zur Kenntnis über den «Karinthin».— *Zbl. Mineral., Geol und Paläontol.*, Abt. A, 1940, N 2, p. 31.
- Kostyuk E. A., Sobolev V. S.* Paragenetic types of calciferous amphiboles of metamorphic rocks.— *Lithos*, 1969, 2, № 1.
- Kowalski W. M., Oszacka B.* Tremolite from Zloty Stok (Lower Silesia).— *Bull. Acad. Polon. sci., Ser. géol. et géorg.*, 1964, 12, N 3.
- Kranck S. H.* A study of phase equilibria in a metamorphic iron formation.— *J. Petrol.*, 1961, 2, N 2.
- Kretz R.* Chemical study of garnet, biotite and hornblende from Gneisses of Southwestern Quebec, with emphasis of distribution of elements in coexisting minerals.— *J. Geol.*, 1959, 67, N 4.
- Kretz R.* The distribution of certain elements among coexisting calcic pyroxenes, calcic amphiboles and biotites in skarns. *Géochim. et cosmochim. acta*, 1960, 20, N 3—4 (P. ж. геол. 1961, N 12).
- Kunitz W.* Die Isomorphieverhältnisse in der Hornblende-gruppe.— *Neues Jahrb. Mineral., Geol und Paläontol.*, Abt. A, 1930, 60, Beilage-Band.
- Kuroda Y.* Petrological study on the metamorphic rocks of the Hitachi District, Northeastern Japan.— *Sci. Reports Tokyo Kyoiku Daigaku. Geol. Miner. Geogr.*, 1959, 7, N 58.
- Kuroda Y., Ogura Y.* Epidote-amphibolites from the Northeastern Abukuma Plateau, Japan.— *Sci. Reports Tokyo Kyoiku Daigaku, Sect. C, Geol. Miner. Geogr.*, 1963, 7, N 80.
- Larsen E. S., Draisin W. N.* Composition of the minerals in the rocks of the Southern California batholit.— *Repts 18-th Internat. Geol. Congr. Pt. II*, 1950.
- Layton W.* Amphibole paragenesis in the Birrimian series of the Winneba District of Ghana.— *J. Geol. Soc. Australia*, 1963, 10, pt. 2.
- Layton W.* Factors governing the natural and synthetic occurrence of members of the Amphibole group of minerals.— *Neues Jahrb. Mineral.*, 1964, H. 5.
- Layton W.* Some aspects of optical properties and cell dimensions of amphiboles and pyroxenes.— *Neues Jahrb. Mineral. Monatsh.*, 1965, H. 12.
- Layton W., Phillips R.* The cummingtonite problem.— *Mineral. Mag.*, 1960, 32, N 251.
- Leake B. E.* On the non-existence of a vacant area in the Hallimond Calciferous Amphibole Diagram.— *Japan. J. Geol. and Geogr.*, 1962, 33, N 1.
- Leake B. E.* The relationship between composition calciferous amphibole and grade of metamorphism.— *Controls of Metamorphism. A symposium Liverpool Geol. Soc. Edinburgh and London*, 1965.
- Leake B. E.* The relationship between tetrahedral aluminum and the maximum possible octahedral aluminum in natural calciferous and subcalciferous amphiboles.— *Amer. Mineralogist*, 1965, 50, N 7—8.
- Lee D. E., Coleman R. G., Bastron H., Smith V. C.* A two-amphibole glaucophane schists in the Franciscan, Cazadero area, Sonoma County, California.— *Geol. Surv. Res., Chap., C*, 1966.
- Lindgen W.* The cordierite-anthophyllite mineralization at Blue Hill Maine and its relation to similar occurrences.— *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 1925, 11, N 1.
- Lundqvist T.* Ferroan — aluminian anthophyllite from the northern archipelago of Stockholm, Sweden.— *Arkiv mineralogi och geol.*, 1963, 3, № 2.
- Machatschki K., Walitzi E. M.* Hornblendes aus Eklogiten und Amphiboliten der Südlichen Koralpe.— *Tschermak's mineral. und petrogr. Mitt.*, 1962, 8, N 1, 140—151.
- Marchet A.* Über Hornblendes aus dem niederösterreichischen Waidviertel.— *Tschermak's mineral. petrogr. Mitt.*, 38 (1925) (*Mineral. und petrogr. Mitt.*, 1932, 42, N 3/4, R. 27).
- Mason B.* Cummingtonite from the Mikonui River, Westland, New Zealand.— *Amer. Mineralogist*, 1953, 38, N 9—10.
- Mason B.* Metamorphism in the Southern Alps of New Zealand.— *Bull. Amer. Mus. Natur. History*, 1962, 123, art. 4.
- Matsumoto Y., Miyhisa M.* Ferrohastingsite from the Obira mine, Kyushu, Japan.— *J. Min. Soc., Japan*, 1960, 4, 372—382 (*Mineral. Abstrs.*, 1961, 15, N 1).
- Matthews D. W., Cheeney R. F.* The metamorphic evolution of the Moine Nappe in Skye.— *Scott. J. Geol.*, 1968, 4, pt. 1, p. 20—30.
- Maxwell J. A. et al.* Chemical analyses of Canadian rocks, minerals and ores. Compiled from the records of the Geological Survey of Canada for the period 1846—1955.— *Bull. Geol. Survey Canada*, 1965, 115.
- Miles K. R.* Grunerite in Western Australia.— *Amer. Mineralogist*, 1948, 28, p. 25—38.
- Milton D. J., Ito G.* Gedrite from Oxford County, Maine.— *Amer. Mineralogist*, 1961, 46, N 5—6.

- Mineralogia topografice a României. București, Acad. RSR, 1966.
- Miyashiro A.* The chemistry, optics and genesis of the alkali-amphiboles.— J. Fas. Sci. Univ. Tokyo, Sect. II, 1957, XI (1).
- Miyashiro A.* Regional metamorphism of the Gosaisyo — Takanuki district in the Central Abukuma Plateau.— J. Fac. Sci. Univ. Tokyo. Sect. II, 1958, XI, pt. 2.
- Miyashiro A.* Notes on rock-forming minerals. 22. Common occurrence of muskovite rich in iron and magnesium glaucophanitic terrains.— J. Geol. Soc. Japan., 1962, 68, N 799.
- Miyashiro A., Iwasaki M.* Magnesioriebeckite in crystalline schist of Bizan in Sikoku, Japan.— J. Geol. Soc. Japan. 1957, 63, N 747 (P. ж. геол., 1959, N 5).
- Mueller R. F.* Compositional characteristics and equilibrium relations in mineral assemblages of a metamorphised iron formation.— Amer. J. Sci., 1960, 258, N 7.
- Murgoci M. G.* Sur la classification des amphiboles bleues et de certaines hornblendes.—C. R. Acad. sci., Paris, 1922, 175.
- Naidu P. R. J.* Minerals of charnockites from India.— Schweiz. mineral. und petrogr. Mitt., 1954, 34, N 2.
- Naidu P. R. J.* A layered complex in Sittampundi, Madras State, India.— Mineral. Soc. America, Spec. Paper., 1963, 1. Internat. Mineral. Assoc. Papers. Third General Meeting.
- Nayak V. E.* Juddite from Kajlidongri, manganese mine, Jhabua District, Madhya Pradesh, India.— Mineral. Mag., 1961, 32, N. 252. (P. ж. геол., 1961, N 12).
- Nickel E. H., Karpoff B. S., Maxwell A. A., Rowland J. F.* Holmquistite from Barraute, Quebec.— Canad. Mineralogist, 1960, 6, N 4 (P. ж. геол., 1961, N 6).
- Nicolas A., Pierrot M.* La cummingtonite de Senones (Vosges). Bull. Soc. franc. mineral. et cristallogr., 1962, 85, N 3.
- Nicolas A., Gagny Cl.* Données minéralogiques sur l'omphacite et la glaucophane d'un schiste a glaucophane des Alpes piemontaises.— Bull. Soc. franç. Mineral. et cristallogr., 1964, 87, (Mineral Abstr., 1964, 16, N 7).
- Nicholls G. D., Zussman J.* The structural formula of a hydrous amphibols.— Mineral. Mag. 1955, 30, N 230 (P. ж. геол., 1956, N 4).
- Norin R.* Notes on a chrome amphibole from Turkey.— Geol. fören. i. Stockholm förhand., 1940, 62, H. 1. 98—99 (Neus Jahrb. Miner. Geol. und Paläont. Ref., Teil I, Jahrg. H. 3, 1940).
- Novotný M.* O chemismu a fyzikalnich vlastnostech některých moravských amfibolu.— Prace Moravskoslezské Akad. Ved. Prirodn. Brno, svazek 21, 1949.
- Novotný M.* Die Einschlüsse von dunklen Gesteinen in Hellen Gneisen bei Kurimska Nova Ves in Westmähren.— Acta Acad. sci. Českoslovenical basis Brunensis, 1958, N 30. (Tschech., dt. Res. 330—334). (Zbl. Mineral., Teil II, Jahrg. 1961, H. 1, Stuttgart).
- Ogura Y.* On the granitization of some basis rocks of the Gosaisho-Takanuki District, Southern Abukuma Plateau, Japan.— Japan. J. Geol. and Geogr., 1958, 29, N 4.
- O'Hara M. J. A.* A garnet-hornblende-pyroxene rock from Glenelg, Inverness-shire.— Geol. Mag., 1960, 97, N 2.
- O'Hara M. J.* Zoned ultrabasic and basic gneiss masses in the Early Lewisian Matamorphic Complex at Scoure, Sutherland.— J. Petrol., 1961, 2, N 2.
- O'Hara M. J., Mercy E. L. P.* Petrology and petrogenesis of some garnetiferous peridotites.— Trans. Roy. Soc. Edinburgh, 1963, 65, N 12.
- Onuki H.* Mg—Fe<sup>2+</sup> distribution between coexisting hornblende and Ca-rich pyroxene.— J. Japan. Assoc. Mineral., Petrogr. and Econ. Geol., 1966, 56, N 6.
- Osborne F. F.* The Montauban mineralized zone, Quebec.— Econ. Geol., 1939, 34, N 6.
- Palache C., Davidson S. C., Goranson E. A.* The Hiddenite deposit in Alexander County, North Carolina.— Amer. Mineralogist, 1930, 15, N 7.
- Parker R. B.* Rapid determination of the approximate composition of amphiboles and pyroxenes.— Amer. Mineralogist, 1961, 46, N 7/8.
- Parras K.* On the charnockites in the light of a highly metamorphic rock complex in South-western Finland.— Bull. Commis. géol. Findande, 1958, N 181.
- Peacock M. A.* The nature and origin of the amphibole-asbestos of South Africa.— Amer. Mineralogist, 1928, 13, 24 (Mineral. und Petrogr. Mitt., 1932, 42, H. 3/4).
- Phillips F. C.* An association of anthophyllite and enstatite.— Geol. Mag., 1930, 67, N 797.
- Phillips R., Layton W.* The calciferous and alkali amphiboles.— Mineral. Mag., 1964, 33, 267.
- Prider R. T.* Cordierite-anthophyllite rocks associated with Spinel-Hypersthénites from Todyay, Western Australia.— Geol. Mag., 1940, 77.
- Rabbitt J. G. A.* A new study of the anthophyllite series.— Amer. Mineralogist, 1948, 33, N 5—6.
- Rajagopalan C.* Studies in charnockites from St. Thomas Mount, Madras. Pt I.— Indian. Acad. Sci. Proud., 1946, ser. A., 24, N 4.
- Rajasekaran K. C.* Smaragdite from a garnetiferous pyroxenite, Mettulaiyam, Coimbatore district, Mardas State, India.— Indian Minerals, 1961, 2. (Mineral. Abstr., 1963, 16).

- Raychaudhuri B.* Relation of atomic constitution to lattice parameters in some hornblendes from the Black Hills, South Dakota. *Amer. Mineralogist*, 1964, 49, N 1/2.
- Reed J. J.* Regional metamorphism in South-East Nelson.— *N. Z. Geol. Surv. Bull.*, new ser., 1958, 60 (Mineral Abstr., 1960, 14, N 6).
- Rimann E.* Nephrit und Asbest von Peakila, Finland.— *Zbl. Mineral. Abt. A*, 1936. (Mineral. Mag., 1937, 24, N 158; Mineral. Abstr., 1937, 6, N 11).
- Rodolico F.* Diopside e tremolite del Monte Spinosa nel Campigliese. *Rend. R. Accad. Lincei*, Roma, ser. 6, 1931, 13, sem. 1. (Mineral Mag., 1935, 24, N 149; Mineral Abstr., 1935, 6, N 2).
- Rondolino R.* Sopra alcuni amphiboli manganesiferi di Praborna (San Marcol—Valle d'Aosta).— *Periodico Miner.*, 1936, 7; *Neues Jahrb. Mineral., Geol. und Paläontol. Ref. Teil I*, 1942, H. 1—3.
- Rosenzweig A., Watson E. H.* Some hornblendes from South-eastern Pensylvania and Delaware.— *Amer. Mineralogist*, 1954, 39, N 7—8.
- Roy S., Mitra F. N.* Mineralogy and genesis of the gondites associated with metamorphic manganese ore bodies of Madhya Pradesh and Maharashtra, India.— *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, pt A, Phys. Sci., 1964, 30, N 3.
- Sadashivaiah M. S.* Tirodite from Chikla area, Ehandara District, Madhya Pradesh.— *J. Karnatak Univ. Sci.*, 1962, 7. (Mineral Abstr., 1964, 16 N 7).
- Sadashivaiah M. S., Naganna C.* Winchite from Jothward, Panchmahal district. Gujarat State.— *Proc. Indian Acad. Sci.*, sect A, 1964, 59.
- Sahlstein T. Y.* Petrographie de Eclogiteinschlusse in den Gneisen des Südwestlichen Liverpool-Landes in Ost-Grönland.— *Medd. Grönland*, 1935, 95, N 5.
- Saksela M.* Beiträge zur Kenntnis der sog. chloritischen Kupferformationen im fennoskandischen Grundgebirge.— *Neues Jahrb. Mineral. Abhandl.*, 1960, 94, H. 1.
- Savolahi A.* On rocks containing garnet, hyperstene, cordierite and gedrite in the Kivuruvesi region, Finland.— *Compt. rend. Soc. géol. Finlande*, 1966, N 38.
- Saxena S. K.* Distribution of elements between coexisting biotite and hornblende in metamorphic Caledonides, lying to the west and northwest of Trondheim, Norway.— *Neues Jahrb. Mineral.*, 1966, H. 3.
- Schürmann, K.* Hydrothermale experimentelle Untersuchungen an metamorphen monoklinen Hornblendens. Teil I: Zur Stabilität des Cummingtonite.— *Neues Jahrbuch Mineral. Monatsh.*, 1967, H. 9/10.
- Segeler C. G., First U. S.* Occurrence of manganoo cummingtonite, tirodite.— *Amer. Mineralogist*, 1961, 46, N 5—6.
- Seitsaari J.* The schist belt Northeast of Tampere in Finland.— *Bull. Commiss. géol. Finlande*, 1951, N 153.
- Seitsaari J.* On association of cummingtonite and hornblende.— *Suomalais. tiedekat. toimituks. Ser. A III*, 1952, 30.
- Seitsaari J.* A blue-green hornblende and its genesis from Tampere schist belt, Finland.— *Bull. Commiss. géol. Finlande*, 1953, 159.
- Seitsaari J.* Some new data on the blue-green hornblende from the Tampere schist belt.— *Bull. Commiss. géol. Finlande*, 1956<sub>1</sub>, 29, N 172.
- Seitsaari J.* A ferroan-aluminian anthophyllite from Kemiö. Finland.— *Bull. Commiss. géol. Finlande*, 1956<sub>2</sub>, 29, N 172.
- Seki Y., Yamasaki M.* Aluminian ferroanthophyllite from the Kitakami Mountainland, Northeastern Japan.— *Amer. Mineralogist*, 1957, 42, N 7—8.
- Seki Y.* Alkali-amphiboles in the eastern part of the Kanto Mountains.— *J. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. and Econ. Geol.*, 1958<sub>1</sub>, 42, N 3.
- Seki Y.* Glaucophanitic regional metamorphism in the Kanto Mountains, Central Japan.— *Japan. J. Geol. and Geogr.*, 1958<sub>2</sub>, 29, N 4.
- Seki Y., Aiba M., Kato C.* Edenite in Sanbagawa crystalline schists of the Sibukawa district, Central Japan.— *Japan. J. Geol. and Geogr.*, 1959, 30.
- Seki Y., Kuriyagawa S.* Mafic and leucocratic rocks associated with serpentinite of Kanasaki, Kantō Mountains, Central Japan.— *Japan. J. Geol. and Geogr.*, 1962, 33, N 1.
- Shido F.* Plutonic and metamorphic rocks of the Nakoso and Iritono Districts in the Central Abukuma Plateau.— *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II, Geol. Mineral. Geogr., Geophys.*, 1958, 11, pt. 2.
- Shido F.* Calciferous amphibole rich in sodium from jadeite-bearing albite of Kotaki, Niigata Prefecture.— *J. Geol. Soc. Japan.*, 1958, 64, N 758.
- Shido F.* Notes on rock-forming minerals (8). Chemical, optical and X-ray data on a tremolite and three actinolites.— *J. Geol. Soc. Japan*, 1959, 65. (Mineral. Abstr., 1960, 14, N 6).
- Shido F.* Notes on rock-forming minerals (9). Hornblende-bearing eclogites from Gongen-Yama of Higasi-Akai in Bessi district, Sikoku.— *J. Geol. Soc. Japan.*, 1959<sub>2</sub>, 65. (Mineral. Abstr., 1960, 51).
- Shido F., Miyashiro A.* Hornblendes of basic metamorphic rocks.— *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. 2*, 1959, 12. (Mineral. Abstr., 1960, 14, N 7).
- Shido F., Seki Y.* Notes on rock-forming minerals (11). Jadeite and hornblende from the Kamukotan metamorphic belt.— *J. Geol. Soc. Japan.*, 1959, 65, N 770 (Mineral Abstr., 1960, 14, N 6).

- Shimazu M.* Common hornblendes in metagabbro and amphibolites of Takozu district, Kitakami Mountainland.— *J. Japan. Assoc. Mineral., Petrol., and Econ. Geol.*, 1963, 50, N 13.
- Simpson E. S.* Contributions to the mineralogy of Western Australia. Series III.— *J. Roy. Soc. West. Australia*, 1928, 14, 45 (Mineral und Petrol. Mitt., 1933, 43, H. 6, R. 115).
- Simpson E. S.* Contributions to the mineralogy of Western Australia. Series V.— *J. Roy. Soc. West. Australia*, 1930, 16, 25. (Fortschr. Mineral., Kristallogr. und Petrogr., 1934, 2).
- Simpson E. S.* Contributions to the mineralogy of Western Australia. Series VII.— *J. Roy. Soc. West. Australia*, 1933, 18.
- Simpson E. S.* Contributions to the mineralogy of Western Australia. Series IX.— *J. Roy. Soc. West. Australia*, 1936, 22. (Mineral Abstr., 1936, 6, N 8).
- Smith J. V.* Graphical representation of amphibole compositions.— *Amer. Mineralogist*, 1959, 44, N 3—4 (P. ж. геол., 1960, N 12).
- Snelgrove A. K., Baird D. M.* Mines and mineral resources of New Foundland. Dept Mineral Resources, 1953.
- Somasekar B., Sadashivaiah M. S.* Calciferous hornblende from an amphibolite xenolith, Gokak area, Belgaum district, Mysore State.— *J. Karnatak Univ.*, 1961, 6, (Mineral. Abstr., 1963, 16, N 3).
- Steiger R.* Die Hornblende der Tremolaserie. Teil I. Chemismus und Dichte der Hornblendes.— *Schweiz. mineral. und petrogr. Mitt.*, 1961, 41, H. 1.
- Subramaniam A. P.* Mineralogy and petrology of the Sittampundi complex, Salem district, Madras State, India.— *Bull. Geol., Soc. America*, 1956, 67, N 3.
- Sundius N.* Zur Kenntnis der monoklinen Ca-armen Amphibole (Grünerit-Cummingtonit-reiche).— *Geol. fören. i Stockholm förhandl.*, 1924, 46, h. 1—2.
- Sundius N.* The optical properties of manganese-poor grünerites and cummingtonites compared with those of manganiferous members.— *Amer. J. Sci.*, 1931, 21, N 124.
- Sundius N.* Über die Mischungslücken zwischen Anthophyllit-Gedrit-Cummingtonit-Grünerit und Tremolit — Aktinolith.— *Mineral. und petrogr. Mitt.*, 1933, 43, H. 6.
- Sundius N.* The grünerite from Mt. Humbolt Michigan.— *Geol. fören. Stokholm Förhandl.*, 1934, 5—6, Ht. 1.
- Sundius N.* The classification of the hornblendes and the solid solution relations in the amphibole group.— *Årsbok. Sver. geol. undersön.*, 1946, 40, N 4.
- Sundius N.* The rhombic amphibole holmquistite.— *Amer. Mineralogist*, 1959, 44, N 5—6.
- Suzuki I.* A note on soda-amphiboles in crystalline schists from Hokkaido.— *J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.*, Ser. 4, 1939, N 3—4.
- Tilley C. E., Flett J.* Hornfelses from Kenidyak, Cornwall. *Summ. Progr. Geol. Surv. Great Britain*, 1930, for 1929, rt. 2.
- Tilley C. E.* Anthophyllite-cordierite-granulites of the Lizard. *Geol. Mag.*, 1937, 74, N 877.
- Tilley C. E.* The paragenesis of kyanite-amphibolites.— *Mineral. Mag.*, 1937, 24, N 158.
- Tilley C. E.* Kyanite-gedrite paragenesis.— *Geol. Mag.*, 1939, 76, N 901.
- Tilley C. E.* Paragenesis of anthophyllite and hornblende from the Bancroft area, Ontario.— *Amer. Mineralogist*, 1957, 42, N 5/6.
- Tröger W. E.* Über den Manganamphibol-Tirodit.— *Neues Jahrb. Mineral. Monatsh.*, 1961, H. 7.
- Trojer F., Walitzi E. M.* Strukturuntersuchung an einer Hornblende aus dem Eklogitischen Gestein von Stramez, südliche Koralpe.— *Tschermak's Mineral. und petrogr. Mitt.*, 1965, 110, N 1—4. (P. ж. геол., 1966, N 7).
- Van der Plas L.* Petrology of the Northern Adula Region, Switzerland (with particular reference to the glaucophane-bearing rocks). *Leidse geol. Meded.*, 1959, Deel 24, Aflave ring 2.
- Velde B.* Note sur un micascists a chloritoide et glaucophane de l'île de Groix, Morbihan.— *Bull. Soc. franç. Mineral. et cristallogr.*, 1967, 90, N 2.
- Vernon R. H.* Co-existing cummintonite and hornblende in an amphibolite from Duchess, Queensland, Australia.— *Amer. Mineralogist*, 1962, 47, N 3—4.
- Viswanathan K., Ghose Subrata.* The effect of  $Mg^{2+}$ — $Fe^{2+}$  substitution on the cell dimensions of cummingtonites.— *Amer. Mineralogist*, 1965, 50, N 7—8.
- Vogt T., Bastiansen O., Skanche P.* Holmquistite as a rhombic amphibole.— *Amer. Mineralogist*, 1958, 43, N 9—10.
- Warren B. E.* The crystal structure and chemical composition of the monoclinic amphiboles.— *Z. Kristallogr.*, 1930, 72.
- Warren H. V.* An occurrence of grünerite at Pierrefitte, Hautes — Pyrénées, France.— *Mineral. Mag.*, 1931, 22, N 132.
- Watters W. A.* An association of hornblende and cummingtonite from Ringaringa Stewart Island, New Zealand.— *N. Z. J. Geol. and Geophys.*, 1959, 2, N 1.
- Weibel M., Locher Th.* Die Kontaktgesteine im Albignaund Forno-stollen (nördliches Bergellar Massiv).— *Schweiz. mineral. und petrogr. Mitt. Bull.*, 1964, 44, H 1.

- Winchell A. N.* The Anthophyllite and cummingtonite-grünerite series. —Amer. Mineralogist, 1938, 23, N 5.
- Winchell A. N.* Variations in composition and properties of the calciferous amphiboles.— Amer. Mineralogist, 1945, 30, N 1—2.
- Winchell H.* Regressions of physical properties on chemical composition of amphiboles.— Amer. Mineralogist, 1962, 47, N 1, 2.
- Winchell H.* Clinoamphibole regression studies I. Regressions of optical properties and density on composition.— Mineral. Soc. America Spec. Paper, 1963, 1.
- Wiseman J. D. H.* The Central and South — West Highland epidiorites a study in progressive metamorphism (Plate XII). Quart. J. Geol. Soc. London, 1934, 40, pt. 3, N 352.
- Whittaker E. J. W.* The crystal chemistry of the amphiboles.— Acta crystallogr., 1960<sub>1</sub>, 13, pt. 4.
- Whittaker E. J. W.* Relationships between the crystal chemistry of pyroxenes and amphiboles.— Acta crystallogr., 1960<sub>2</sub>, 13, N 9 (P. ж. геол., 1961, N 6).
- Yosimura T.* Studies on the minerals from the manganese deposit of the Kaso Mine, Japan.— J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. IV, Geol. and Mineral., 1939, 4, N 3—4.
- Žerjav V.* Aktinolit iz Košina v Makedoniji. Razpr. Slov. Akad. znan. in umetn. Razpr. prirodosl. vede. 3, 1955 (P. ж. геол., 1958, N 1).
- Zussman J.* The crystal structure of an actinolite.— Acta crystallogr. 1955, 8, N 6 (P. ж. геол., 1956, N 8).
- Zussman J.* A re-examination of the structure of tremolite.— Acta crystallogr., 1959, 12, pt 4, 309—312 (Mineral. Abstr., 1959, 14, N 4).

# ТАБЛИЦЫ

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АМФИБОЛОВ

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма <sup>1</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

## РОМБИЧЕСКИЕ АМФИБОЛЫ

*Антофиллит-асбесты*

1	59,00	—	0,91	—	6,09	—	29,90	0,45	0,68	0,43	2,35	—	—	99,81
2	61,52	Следы	2,00	0,68	4,82	0,08	26,72	0,31	—	0,05	3,45	0,42	—	100,23
3	58,74	0,02	0,12	0,66	5,61	0,06	29,95	Следы	—	Следы	4,59	0,24	—	99,99
4	60,16	Следы	0,39	0,50	5,88	0,05	29,04	—	—	0,33	2,72	0,21	—	99,28
5	59,31	—	0,53	0,11	6,47	0,13	29,88	—	—	0,08	2,75	0,61	—	100,04
6	60,92	Следы	2,35	0,92	5,28	0,09	26,35	0,91	—	0,08	3,28	0,24	—	100,58
7	58,87	0,00	0,98	0,03	7,19	0,10	29,88	0,00	—	0,05	2,62	0,22	0,00	100,23
8	58,43	Следы	0,10	0,72	6,84	0,12	29,66	Следы	—	Следы	3,76	0,16	—	99,79
9	59,12	—	0,91	1,00	6,89	0,23	29,67	0,06	0,30	—	1,97	—	—	100,15
10	59,56	—	0,66	0,76	7,49	0,17	28,97	—	—	—	2,88	0,31	—	100,30
11	56,21	—	2,78	—	8,58	Следы	28,95	0,82	—	—	2,23	—	—	99,57
12	57,73	—	0,72	—	8,61	—	28,77	0,08	0,57	0,14	2,52	—	—	99,14
13	58,64	Следы	0,71	0,09	9,46	0,16	27,83	—	—	0,11	2,67	0,36	—	100,20
14	58,44	»	0,59	0,06	9,55	0,05	27,75	0,00	—	0,10	3,50	0,13	—	100,31
15	58,91	»	0,32	0,02	9,98	0,13	27,80	—	—	0,08	2,86	0,10	—	100,35
16	56,52	—	3,57	—	10,08	—	27,13	Следы	—	—	2,96	—	—	100,26
17	56,72	—	1,54	—	10,76	Следы	27,46	0,10	—	—	2,88	—	—	99,46
18	55,92	—	3,69	—	11,00	—	26,32	0,60	—	—	2,40	—	—	99,93
19	57,46	Следы	0,79	0,81	13,21	0,50	24,44	0,32	—	0,14	2,58	0,06	—	100,62
20	48,60	»	1,81	12,24	9,13	0,28	23,08	0,28	0,00	0,00	4,19 п. п.	0,38	—	100,64

*Антофиллиты из гипербазитов*

21	58,75	—	1,27	—	5,60	—	31,53	—	0,51	—	1,70	0,25	—	99,61
22	59,63	0,00	Следы	0,00	6,57	0,23	29,98	1,79	Следы	—	2,36	0,11	—	100,67
23	53,16	—	2,95	4,53	3,07	0,14	30,03	0,28	0,10	0,01	4,83	0,41	0,003	100,27
24	56,01	0,14	2,96	0,15	7,01	Следы	27,94	1,68	0,56	0,19	2,12	0,86	—	99,84
25	58,38	—	0,10	—	8,37	—	28,82	0,61	—	—	2,75	0,68	—	99,71
26	57,19	—	0,92	—	7,98	0,28	28,03	0,76	—	—	3,83	0,48	—	99,59
27	58,48	0,03	0,57	0,58	7,85	0,27	29,25	0,14	0,08	0,02	2,60	0,20	—	100,20
28	54,54	0,03	0,59	3,22	6,72	0,20	29,00	0,85	0,60	0,78	—	—	—	99,73

29	57,98	—	0,63	—	10,39	0,31	28,69	0,20	—	—	1,67	0,12	—	99,99
30	56,40	—	1,15	—	11,40	—	28,68	0,50	—	—	1,63	—	—	99,76
31	57,14	Следы	1,94	0,00	11,12	0,11	26,82	0,64	0,27	0,06	2,06	—	0,00	100,16
32	53,11	Следы	1,15	3,05	8,92	0,36	27,93	0,38	0,13	0,00	4,44 п. п.	0,60	—	100,07
33	55,32	0,11	0,87	0,82	12,06	0,26	25,86	1,82	—	0,26	2,56 п. п.	0,07	—	100,30

*Антофиллиты из антофиллит-кордиеритовых пород*

34	57,45	0,16	1,79	0,20	7,72	0,12	29,44	0,50	0,08	0,06	1,87	0,23	0,20	99,84
35	52,48	0,05	4,35	7,03	9,02	—	25,06	0,14	—	—	2,00	—	0,26	100,27
36	55,97	—	0,59	1,46	15,38	0,48	23,04	0,37	0,11	0,03	2,33	—	0,45	100,02
37	55,30	0,53	1,96	1,23	16,56	0,31	22,30	0,08	0,00	—	2,36 п. п.	—	—	100,63
38	53,75	0,18	3,26	0,67	18,44	0,29	20,36	0,20	0,36	0,20	2,22 п. п.	—	—	99,93

*Антофиллиты из различных пород*

39	59,38	—	1,30	0,24	5,15	0,08	30,01	0,97	0,11	—	2,56	0,10	0,05	100,49
40	57,86	—	2,46	0,63	5,96	0,33	29,38	0,86	0,41	—	2,45	—	—	100,34
41	57,06	Следы	0,90	0,82	7,32	0,22	31,40	0,20	—	—	1,90	—	—	100,014
42	59,23	—	0,19	—	8,27	—	31,02	—	—	—	1,31	—	—	100,02
43	57,60	0,09	1,90	1,56	5,45	0,31	26,35	1,60	0,01	0,04	4,22	0,66	—	100,43
44	57,02	0,00	1,40	0,00	8,71	0,09	28,81	1,48	0,66	0,00	1,59	—	0,00	99,76
45	52,31	0,23	3,95	3,26	5,37	0,16	26,39	3,17	0,12	0,06	4,57	0,70	—	100,65
46	56,88	—	2,45	—	9,65	—	28,50	—	0,21	—	2,28	—	—	100,14
47	56,03	—	0,83	1,21	9,04	0,00	27,65	0,36	0,23	—	3,55	1,23	—	100,34
48	58,03	—	—	4,87	5,95	—	28,57	—	1,12	0,19	1,20	0,17	0,00	100,10
49	55,20	0,06	2,83	3,43	8,11	—	28,46	0,76	—	—	1,27	0,14	—	100,26
50	56,23	0,10	2,28	0,26	13,54	0,38	23,76	1,31	—	—	2,33	—	Следы	100,19
51	56,27	—	2,07	0,40	13,81	0,59	23,99	1,15	—	—	1,83	—	—	100,11
52	55,00	—	1,74	2,58	13,50	0,34	24,03	0,39	0,19	0,06	2,10	0,26	—	100,21
53	55,34	—	2,56	—	15,29	0,51	22,80	0,63	0,19	0,12	2,34	—	—	99,78
54	53,93	0,02	1,79	1,84	20,50	0,25	18,92	0,12	0,15	0,07	2,08	—	0,53	99,98

*Марганцевые антофиллиты*

55	59,29	0,03	0,59	0,29	0,06	2,77	30,98	1,26	0,37	0,19	3,80	—	0,20	99,75
56	59,98	0,02	0,14	0,29	—	3,31	31,75	0,93	0,25	Следы	2,90	—	0,16	99,98
57	56,49	0,00	0,49	0,75	9,65	3,67	24,57	0,23	0,03	0,00	3,41	0,37	0,50	99,95

Примечание: С учетом поправки на F, Cl.

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Жедриты из жедрит-кордиеритовых пород</i>														
58	58,90	1,17	5,46	0,80	3,09	0,01	26,68	0,51	0,11	0,04	2,64	0,28	—	99,93
59	51,60	Следы	5,53	4,95	11,28	0,35	22,71	1,05	0,49	0,20	2,36	0,10	0,12	100,70
60	50,10	0,73	7,35	0,00	22,18	0,25	16,64	0,60	0,54	0,00	1,15	—	—	99,63
61	48,00	1,00	7,63	1,11	26,11	0,18	12,66	0,64	1,21	0,24	1,09	—	—	99,87
<i>Жедриты в ассоциации с дистеном, ставролитом, андалузитом и силлиманитом</i>														
62	44,22	—	23,79	0,20	9,21	0,11	20,69	—	—	—	1,42	—	—	99,64
63	44,89	0,67	17,91	0,67	13,31	0,37	18,09	0,40	1,45	0,05	2,02	0,00	—	99,87
64	50,05	0,15	16,10	0,33	1,49	Следы	28,07	0,50	1,15	0,16	2,26	—	—	100,26
65	46,50	0,89	15,48	0,89	16,01	0,00	17,62	0,81	0,77	0,12	1,19 п. п.	—	—	100,28
66	44,09	0,31	17,22	1,87	15,02	0,14	17,12	0,51	1,24	Следы	2,03	0,29	—	99,84
67	45,41	0,44	15,84	2,94	15,32	0,07	17,60	0,14	0,28	—	1,84	—	—	99,88
68	43,03	0,75	26,65	0,66	11,69	0,13	9,59	1,28	0,48	0,21	4,72	0,42	—	99,61
69	39,64	0,60	17,78	1,06	25,15	0,33	8,44	0,58	2,00	0,27	3,35	0,50	0,39	99,94
70	50,78	0,41	16,59	1,25	20,83	0,14	5,90	1,42	—	—	2,15 п. п.	—	—	99,47
71	36,65	0,73	19,55	4,32	30,03	0,18	4,45	0,05	1,70	0,00	2,14	0,06	—	99,86
72	38,41	0,48	19,72	2,21	33,54	2,30	0,03	0,03	1,16	0,04	—	2,06	0,13	100,05
<i>Жедриты из различных пород</i>														
73	51,80	—	12,40	—	3,67	—	27,60	—	—	1,44	3,00	—	—	99,91
74	59,60	—	5,72	0,84	3,24	0,01	27,94	0,22	0,12	0,04	2,27	—	—	100,00
75	51,62	—	10,32	1,94	3,72	0,87	26,82	1,29	0,32	0,68	2,23	—	—	99,81
76	52,14	0,29	12,18	0,46	9,52	0,51	20,76	0,28	0,82	0,00	2,18	0,06	—	99,71
77	45,50	0,23	17,64	2,16	9,04	0,16	20,51	0,87	1,73	0,00	2,12	0,09	0,02	100,10
78	47,86	—	14,09	0,33	14,41	0,14	19,89	0,57	0,93	0,06	2,46	0,00	—	100,79
79	48,49	0,41	13,26	1,28	14,60	0,00	20,56	0,04	0,11	0,00	1,48	—	0,00	100,23
80	43,58	—	17,07	—	15,96	—	18,30	0,75	—	—	3,92	—	—	99,58
81	50,46	0,27	9,51	1,49	15,26	0,30	18,49	0,45	0,54	0,20	2,68 п. п.	—	—	99,65
82	45,98	0,53	14,92	0,62	17,42	0,04	18,27	0,07	0,47	—	1,51	—	—	99,83
83	49,66	—	6,74	1,23	18,09	0,05	18,62	3,38	—	—	1,56	—	—	99,33
84	50,06	0,20	7,28	0,96	18,42	0,57	18,40	0,87	0,76	0,02	2,32	0,08	0,00	99,99

85	50,36	0,43	8,06	2,18	18,36	0,00	17,57	0,74	0,70	0,00	1,69	—	0,00	100,09
86	40,69	0,40	18,74	1,83	16,02	0,87	15,44	0,43	1,44	0,09	2,03	1,05	—	99,03
87	42,86	—	16,52	—	18,82	—	15,51	1,90	—	—	4,50	—	—	100,11
88	44,32	—	16,04	2,80	16,88	0,09	15,95	0,77	—	1,86	1,31	—	—	100,02
89	42,80	0,49	17,78	1,03	18,32	0,14	15,54	0,00	1,52	0,03	1,94	—	0,31	99,77
90	45,38	—	14,70	0,94	18,14	0,31	15,26	0,62	1,20	0,19	2,77	0,23	—	99,74
91	42,48	0,36	17,00	2,91	17,40	0,17	15,74	0,72	1,54	0,08	1,44	—	—	99,84
92	48,98	0,99	13,18	6,18	12,77	0,31	13,87	0,10	0,75	0,13	—	2,56	—	99,82
93	44,70	0,57	14,72	1,62	18,96	0,21	14,89	0,69	1,34	0,00	2,27	0,29	—	100,26
94	51,46	1,20	11,18	3,82	16,65	0,06	12,91	0,71	0,28	0,06	2,12	—	—	100,45
95	52,26	1,11	10,35	4,31	17,13	—	12,52	—	—	—	2,00	—	—	99,68
96	48,80	0,47	8,10	0,11	25,07	0,24	13,48	0,50	0,25	—	2,74	0,06	—	99,82
97	48,66	0,74	10,71	8,51	16,42	0,18	12,09	Следы	0,72	0,20	—	2,15	—	100,38
98	40,71	0,29	18,73	0,90	24,39	0,14	10,66	0,05	1,59	0,06	2,75	0,15	Следы	100,42
99	43,70	0,55	10,88	3,52	26,53	0,24	11,48	0,54	1,24	0,15	1,21	—	—	100,04
100	42,52	1,04	17,65	7,85	17,60	0,14	8,60	0,66	1,55	0,91	1,17	0,11	—	99,88
101	46,74	—	13,70	—	28,09	—	8,76	0,77	—	—	1,90	—	—	99,96

*Марганцевый жедрит*

102	47,24	—	9,63	—	21,29	2,70	15,62	1,16	0,35	—	2,31	—	—	100,30
-----	-------	---	------	---	-------	------	-------	------	------	---	------	---	---	--------

МОНОКЛИННЫЕ АМФИБОЛЫ

*Куммингтониты с f" до 50%*

109	54,03	0,00	2,16	2,16	13,90	0,36	22,01	2,20	0,20	0,20	2,49	0,42	0,25	100,73
110	51,53	0,31	5,02	0,82	16,91	0,22	20,84	1,34	0,65	0,00	2,15	0,64	—	100,43
111	55,24	—	0,18	—	17,63	2,00	21,17	1,85	—	—	2,41 п. п.	—	—	100,48
112	54,09	0,12	2,82	1,89	16,84	0,84	20,31	2,17	0,16	0,05	1,08	0,02	—	100,40
113	50,87	0,00	3,46	0,10	22,90	0,00	21,18	0,68	—	—	—	1,58	—	100,77
114	54,13	0,11	0,49	0,49	19,75	1,44	18,90	2,40	—	0,22	2,03 п. п.	—	—	99,96
115	54,20	0,00	2,08	0,00	22,09	0,16	19,20	сл.	0,20	0,16	—	2,05	—	100,14
116	50,99	0,02	3,78	0,85	21,70	0,18	18,61	0,00	0,24	0,31	—	2,77	—	99,50
117	54,28	0,02	1,26	0,80	21,79	0,26	18,64	0,15	0,14	Следы	—	2,16	0,57	99,83
118	53,12	0,21	2,78	0,25	22,46	0,27	15,46	2,26	—	—	—	3,33	—	100,14
119	52,07	0,48	3,95	1,03	22,36	0,42	15,95	1,98	0,32	0,05	1,87	—	0,30	100,35

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
120	50,29	—	1,55	2,67	23,25	—	16,64	2,12	0,18	0,15	2,63 п. п.	—	—	99,48
121	50,78	—	1,60	2,90	24,21	—	16,74	2,15	0,21	0,18	1,32 п. п.	—	—	100,09
122	54,00	0,80	4,40	7,50	15,00	0,50	13,40	1,30	1,55	0,00	2,05 п. п.	—	—	100,65
123	52,05	0,60	0,77	3,40	22,35	1,41	15,26	1,89	0,21	0,07	1,98	—	—	99,99
<i>Куммингтониты с f''=50—85%</i>														
124	47,20	0,12	2,99	5,37	23,30	0,66	14,51	2,55	0,05	0,15	2,00 п. п.	0,40	—	99,80
125	50,70	0,31	1,72	3,11	26,63	0,19	14,36	0,87	0,60	—	1,46	—	—	100,10
126	52,90	0,06	2,37	0,00	28,00	0,97	13,71	0,55	<0,10	—	1,04	—	0,00	99,60
127	50,56	Следы	1,77	5,00	25,93	0,06	13,20	2,10	0,40	0,14	0,78	0,48	0,00	100,47
128	52,28	0,00	0,07	—	31,90	0,57	12,35	0,79	0,12	0,08	1,62	—	—	99,76
129	51,27	0,00	0,57	0,36	31,74	0,50	12,34	0,02	0,03	0,00	2,90	0,16	0,00	99,89
130	50,78	0,40	1,77	1,88	29,64	0,14	11,83	1,33	0,00	0,00	2,01	0,00	—	99,78
131	50,60	0,12	1,69	1,98	29,30	0,32	11,72	1,10	0,72	0,69	—	2,63	—	100,87
132	52,22	Следы	0,58	0,42	29,45	3,21	12,04	—	Следы	—	2,12	—	—	100,04
133	52,68	0,10	0,37	1,84	28,09	1,65	11,16	1,61	—	0,24	2,62 п. п.	0,06	—	100,42
134	51,58	0,28	0,34	0,79	32,04	0,09	11,80	0,94	0,16	0,00	1,86 п. п.	—	—	99,88
135	56,74	—	0,91	3,14	24,41	1,58	9,72	0,42	—	—	—	3,81	—	100,73
136	53,60	—	—	1,29	31,90	0,02	10,27	0,11	—	—	—	2,70	—	99,89
137	51,79	0,02	0,33	—	34,38	0,23	10,72	0,14	0,09	0,18	1,97	0,35	—	100,20
138	51,09	—	0,95	—	32,07	1,50	10,29	Следы	0,75	Следы	3,04	—	—	99,69
139	51,95	0,02	0,15	—	33,70	0,99	10,44	0,10	0,08	0,05	2,54	0,22	—	100,24
140	50,74	—	0,89	—	33,14	1,77	10,31	Следы	0,54	—	—	3,04	—	100,43
141	51,58	0,00	0,10	—	34,40	0,70	10,33	0,97	0,02	0,05	1,99	—	—	100,14
142	53,40	0,00	0,00	3,37	31,18	—	9,80	0,00	Следы	Следы	2,60 п. п.	0,06	—	100,41
143	51,98	Следы	1,70	5,15	29,45	0,00	9,25	0,00	0,00	0,00	2,24 п. п.	0,55	—	100,32
144	51,40	—	3,68	—	32,40	0,02	8,55	0,84	—	0,62	—	2,62	—	100,13
145	51,58	0,21	4,08	0,18	29,97	—	7,45	2,73	0,72	0,12	2,61 п. п.	0,21	—	99,86
146	50,32	—	1,28	3,12	32,17	—	8,42	0,82	0,70	0,08	2,54 п. п.	—	—	99,45
147	52,77	—	1,55	—	34,02	0,45	8,16	0,95	0,40	—	—	1,70	—	100,00
148	51,49	Следы	1,03	Следы	35,62	—	8,39	0,99	—	0,57	1,77	0,14	—	100,00
149	50,32	0,00	0,86	1,75	35,36	0,02	8,61	0,88	0,13	0,00	1,82	—	0,00	99,75
150	45,98	0,24	5,44	4,92	32,86	—	7,39	0,63	—	0,19	2,55 п. п.	0,22	—	100,42
151	52,35	0,02	0,80	2,11	32,54	0,03	6,51	0,80	0,91	0,12	3,24	—	—	99,60

152	50,80	Следы	0,58	2,95	34,03	0,06	6,87	1,68	0,25	—	2,80	0,30	—	100,32
153	51,06	0,32	—	11,58	26,12	—	6,23	0,87	0,24	0,05	2,78	0,41	—	99,66
154	49,38	0,08	0,72	2,23	38,61	0,12	6,59	0,28	0,10	—	1,41 п. п.	0,01	—	99,53
155	51,67	0,05	0,49	2,58	35,86	0,77	6,29	0,00	0,32	0,12	1,65	0,00	—	99,80
156	50,79	—	0,34	0,89	38,43	1,12	6,50	—	Следы	—	2,00	—	—	100,07
157	49,33	0,02	0,39	—	40,94	0,54	6,65	0,18	0,12	0,20	1,54	—	—	99,91
158	50,08	0,01	0,25	0,58	38,55	1,85	6,24	0,45	Следы	—	2,05	—	0,00	100,06
159	48,66	0,38	0,04	0,25	39,63	1,30	6,19	0,69	0,05	—	2,71 п. п.	0,04	—	100,34
160	46,92	0,23	2,89	2,07	37,67	0,15	5,97	1,54	0,15	0,12	2,06 п. п.	0,04	—	99,81
161	49,44	Следы	3,27	1,99	37,69	—	5,82	0,39	—	0,23	2,10	—	—	100,93
162	49,14	0,44	—	7,23	33,50	—	5,42	0,78	0,74	0,14	2,46 п. п.	—	—	99,85
163	48,96	—	—	2,92	38,16	0,12	5,53	1,68	0,13	0,02	2,42	0,08	—	100,02
164	47,36	0,08	0,48	0,48	38,92	0,86	6,58	1,56	Следы	—	0,76	0,00	—	99,68
165	49,85	0,05	1,58	4,10	34,60	0,59	5,10	1,78	0,11	0,16	1,90	0,12	—	99,94
166	50,51	0,05	0,53	0,43	40,86	0,03	4,73	0,92	0,03	0,03	1,95	—	—	100,07
167	50,37	—	0,54	0,56	40,08	1,07	4,47	0,83	—	—	2,24	0,20	—	100,38

*Куммингтониты с f" выше 85%*

168	49,11	0,12	1,81	2,03	38,98	0,79	2,97	0,75	0,94	0,64	1,39	0,10	—	99,94
169	46,42	0,15	0,25	0,09	42,60	2,23	3,12	1,51	0,70	0,43	1,78	0,14	—	100,07
170	49,01	0,05	0,00	—	44,99	0,37	3,17	0,31	0,04	0,00	1,28	0,31	1,00	100,21
171	47,17	—	1,00	1,12	43,40	0,08	2,61	1,90	0,47	0,07	2,22	—	0,07	100,08
172	48,50	0,03	2,27	0,80	42,50	0,08	2,05	1,63	0,48	0,22	1,72	—	—	100,28
173	48,48	0,01	1,19	2,40	42,05	2,80	1,93	0,00	0,12	0,02	1,58	0,00	0,00	100,58
174	47,54	—	0,20	0,71	47,25	2,14	0,04	0,00	0,29	0,11	1,55	—	0,01	99,84

*Куммингтониты с содержанием марганца 5—9,5 вес. %*

175	52,98	—	0,26	0,60	21,93	8,03	13,58	0,29	—	—	2,36	—	—	100,12
176	50,74	0,06	0,88	1,80	24,13	7,38	10,57	2,00	0,22	0,08	1,94	—	0,07	99,84
177	50,79	0,07	0,55	0,84	30,64	5,93	7,87	1,42	—	—	1,87	—	—	99,98
178	49,50	—	0,69	—	30,69	8,24	8,10	2,02	—	—	0,40	—	—	99,64
179	48,63	—	1,33	—	33,65	7,32	6,12	1,96	—	—	0,60	—	—	99,61
180	—	0,03	1,79	1,28	32,59	7,17	5,38	1,08	—	—	—	—	—	—
181	48,89	—	1,46	—	38,21	8,46	2,92	0,73	—	—	—	—	—	—

*Куммингтониты с содержанием марганца >9,5 вес. %*

182	55,27	0,00	0,34	—	4,52	16,62	19,18	1,19	0,26	0,00	2,16	0,30	0,40	100,16
183	53,70	0,01	0,75	2,16	3,63	16,80	19,10	1,12	0,22	0,01	2,21	—	—	99,75
184	55,74	0,00	0,23	—	7,09	14,73	18,55	1,04	0,08	0,02	2,26	0,43	0,28	100,34

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
185	55,10	0,00	0,10	—	11,08	13,17	17,00	1,22	0,13	0,02	2,05	0,43	0,23	100,43
186	51,16	—	0,84	—	16,49	13,82	13,21	1,75	—	—	2,29	0,13	—	99,69
187	51,40	—	0,28	—	17,31	14,51	12,26	2,70	—	—	2,10	0,07	—	100,63
188	49,58	—	0,53	1,05	25,50	10,81	9,60	2,93	—	—	—	—	—	—
189	49,48	0,08	1,26	0,21	22,62	15,62	9,00	—	0,05	0,04	1,58	0,16	—	100,10
190	51,25	—	0,34	2,90	14,39	15,36	8,24	0,27	—	—	1,93	0,40	—	100,05
191	48,98	—	0,56	1,79	28,50	9,75	8,45	2,15	—	—	—	—	—	—
192	48,25	—	—	—	28,17	12,08	5,86	3,22	—	—	—	—	—	—
193	—	—	0,49	0,81	36,80	10,95	2,89	1,02	—	—	2,09	—	—	—
<i>Цинково-марганцевый куммингтонит</i>														
194	49,74	—	1,72	—	12,80	13,79	8,31	0,49	0,22	—	2,16	—	—	99,69
<i>Роговые обманки из пород гранулитовой фации</i>														
<i>а) Пр+Пм+Пл (±Бу)</i>														
195	44,62	2,00	11,20	2,55	9,14	0,14	13,44	12,14	1,61	1,15	2,19 п. п.	—	—	100,25
196	41,15	0,50	16,14	2,38	12,38	0,09	11,45	11,15	1,68	1,93	1,36	0,05	0,80	100,72
197	46,68	0,49	12,38	4,35	9,93	0,23	9,52	12,11	2,34	0,66	1,04	—	—	99,81
198	41,77	1,72	11,03	3,76	14,22	Следы	10,26	11,90	1,44	1,20	1,60 п. п.	0,12	—	100,04
199	41,67	1,72	11,52	4,71	14,92	0,13	9,46	11,04	1,54	2,13	1,01	0,03	1,40	100,69
200	39,15	1,88	13,57	4,58	15,08	0,30	9,42	10,93	2,03	1,29	1,66	0,13	—	100,02
201	42,24	2,76	10,47	4,04	16,06	0,28	9,22	11,23	1,44	0,89	0,72	—	—	99,40
202	44,10	3,27	9,00	6,23	16,72	0,06	6,56	11,15	1,42	0,94	0,98	0,07	—	100,50
<i>б) Пр+Пм+Гр+Пл (±Бу, Кв)</i>														
203	43,50	1,12	13,15	3,39	9,38	0,09	14,25	10,58	2,53	0,68	1,15	0,12	0,30	100,12
204	40,32	2,18	13,27	4,77	10,44	0,06	12,39	12,69	1,78	0,55	1,74 п. п.	0,18	—	100,37
205	43,52	1,66	12,50	4,20	11,88	0,24	11,10	11,18	1,87	0,52	1,84 п. п.	—	—	100,51
206	41,96	2,10	13,06	3,20	14,12	0,16	8,98	11,72	1,46	1,48	1,71	0,13	—	100,08
207	43,46	1,92	9,15	4,50	16,32	0,15	9,66	11,24	1,46	0,45	2,17 п. п.	—	—	100,48
208	43,84	1,24	12,87	4,22	13,83	0,10	8,20	11,30	1,66	1,08	1,20	—	—	99,66

209	40,13	2,35	11,46	6,12	16,09	0,23	9,50	10,20	2,02	0,58	2,00 п. п.	—	—	100,68
210	42,38	3,88	8,65	8,18	13,80	—	7,53	12,07	1,65	0,63	0,93	0,30	—	100,00
<i>в) Пр+Гр+Бу+Пл</i>														
211	41,06	1,85	15,47	2,47	13,20	0,18	10,85	10,00	2,27	0,61	1,75	0,01	0,04	99,74
212	41,25	2,96	13,26	3,56	13,50	0,47	10,27	10,22	1,82	0,83	1,48	0,06	0,11	99,78
<i>з) Пм+Пл</i>														
213	41,10	2,59	12,62	3,35	14,16	0,21	9,86	11,50	2,03	1,07	1,76 п. п.	—	—	100,25
<i>д) Пр+Кпи (<math>\pm</math>Кв, Бу, Пм)</i>														
214	42,25	1,83	12,57	1,86	10,35	0,09	12,90	13,98	2,02	0,90	1,30	0,06	0,40	100,34
215	41,40	2,06	10,48	4,38	13,61	0,24	11,17	11,75	1,95	1,37	1,23	0,08	1,50	100,59
216	40,85	2,49	12,67	3,57	14,12	0,15	9,91	11,40	1,44	1,76	2,01	0,22	—	100,59
217	40,55	2,24	12,18	5,05	14,42	0,20	9,55	11,08	1,40	1,64	1,88	0,14	—	100,33
<i>е) Бу+Пи+Кв</i>														
218	37,79	3,37	11,92	6,78	15,99	—	8,37	9,76	1,38	3,08	1,37	0,19	—	100,00
<i>ж) Ассоциирующие минералы точно не указаны</i>														
219	40,56	1,40	16,66	2,53	6,32	0,04	15,80	12,80	2,31	0,64	1,27 п. п.	0,02	—	100,55
220	41,21	2,04	16,78	4,83	6,15	0,14	11,22	15,32	1,56	0,25	0,98	0,16	—	100,64
221	43,23	5,70	7,23	6,92	10,72	0,15	11,68	10,06	2,38	0,42	1,84	0,01	Следы	100,34
222	41,73	1,54	12,53	5,76	10,94	0,26	10,48	12,57	1,20	1,18	1,66	—	—	99,99
223	41,12	2,40	13,16	1,80	14,00	0,26	9,79	11,48	2,03	1,76	2,60 п. п.	—	—	100,40
224	40,26	2,40	11,84	4,70	16,20	0,41	8,18	11,40	1,66	1,98	1,00 п. п.	—	—	100,03
<i>з) Ультраосновные породы</i>														
225	45,90	0,62	12,75	3,11	4,52	0,08	16,38	12,63	0,76	0,48	1,82	0,08	0,41	99,92
226	43,23	0,91	13,38	2,67	7,18	0,07	16,09	11,97	2,00	0,55	1,32 п. п.	0,04	—	100,00
227	42,05	1,48	14,69	3,21	6,30	0,04	14,91	12,83	2,01	0,65	1,53	0,09	0,50	100,08
<i>Роговые обманки сомнительной гранулитовой и амфиболитовой фаций с гиперстеном</i>														
<i>а) Пр+Пм+Пл (<math>\pm</math>Бу, Кв)</i>														
228	45,22	2,12	9,50	1,42	9,70	0,11	14,50	12,42	1,49	1,20	2,63	—	—	100,31
229	42,78	1,80	11,88	3,20	11,52	0,03	12,48	11,90	1,67	1,06	1,86	—	—	100,18
230	41,20	1,93	12,21	5,00	11,16	0,11	12,30	12,00	1,59	1,18	1,95	—	—	100,63
231	39,28	1,64	15,08	4,92	10,05	0,28	11,29	12,32	2,43	1,36	1,64	0,12	—	100,52
232	44,73	2,16	10,67	2,37	13,53	0,26	11,74	10,92	1,86	0,14	1,49	0,00	—	99,89

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
233	44,27	2,36	9,56	0,11	17,41	—	10,83	11,30	1,19	0,75	2,19	0,04	—	100,01
234	43,69	1,95	10,47	5,05	12,61	0,12	10,42	12,03	1,82	1,09	0,55	0,30	0,35	100,80
235	42,96	2,13	11,84	3,69	13,33	0,18	9,96	11,55	1,51	1,09	1,65	0,02	0,15	100,04
236	42,66	2,02	11,21	3,57	14,18	0,19	10,19	11,42	1,62	1,34	0,94	0,04	0,91	99,93
237	43,16	1,90	11,25	2,08	15,70	0,15	10,24	11,27	1,47	0,72	1,70	0,00	—	99,64
238	43,17	2,08	11,58	3,89	13,86	0,20	10,00	11,45	1,64	0,84	1,48	0,00	0,06	100,23
239	42,62	2,04	11,32	2,43	15,52	0,20	10,17	11,42	1,55	1,69	1,16	0,04	—	100,16
240	41,82	2,37	11,85	2,37	15,84	0,20	10,00	11,22	1,66	1,19	1,50	—	—	100,02
241	42,05	2,26	12,79	2,86	14,36	0,18	9,41	11,48	1,44	1,42	1,43	0,05	—	99,79
242	42,36	2,42	12,20	2,76	14,74	0,16	9,40	11,52	1,51	1,39	1,54	0,04	0,15	100,20
243	41,67	2,71	12,52	3,52	13,84	0,17	9,27	11,40	1,59	1,58	1,45	0,03	0,22	99,98
244	42,36	2,30	11,86	4,11	13,97	0,17	9,60	11,36	1,46	1,49	1,49	0,02	0,15	100,33
245	42,06	2,49	12,50	2,70	14,83	0,19	9,33	11,37	1,54	1,34	1,42	0,02	0,18	99,93
246	41,73	2,24	12,30	3,94	14,19	0,15	9,54	11,50	1,28	1,69	1,50	0,02	—	100,10
247	42,38	2,49	12,27	2,55	15,03	0,21	9,23	11,48	1,65	1,09	1,60	0,02	0,15	100,13
248	42,48	2,26	11,34	3,51	14,84	0,15	9,55	11,53	1,43	1,49	1,60	0,07	—	100,29
249	44,75	1,77	9,76	1,58	17,38	0,32	9,42	11,16	1,44	0,42	1,59	0,02	—	99,63
250	41,61	2,61	12,59	3,15	15,03	0,17	8,87	11,40	1,67	1,49	1,32	0,01	0,19	100,10
251	44,76	1,51	9,84	1,53	19,16	0,25	8,95	11,03	1,37	0,21	1,60	0,00	—	100,20
252	41,13	3,59	6,44	6,60	16,28	0,20	7,92	13,77	1,48	1,44	0,80	0,32	0,11	100,04
253	40,79	2,03	10,97	3,38	22,62	0,46	5,13	10,46	1,91	0,77	1,30	0,00	—	99,82
<b>б) Пм + Гр + Пл (±Кв)</b>														
254	40,88	1,84	11,69	4,35	18,88	0,33	6,45	11,79	0,95	1,49	1,61	0,00	—	100,26
255	40,85	1,95	11,81	3,61	21,56	0,18	5,12	10,90	1,64	0,47	1,72	0,00	—	99,81
<b>в) Пл ± Пр</b>														
256	43,72	0,95	14,62	1,07	8,44	0,15	14,42	10,87	3,68	0,67	1,50	0,00	0,70	100,64
257	41,84	0,64	12,98	7,29	6,48	0,07	12,54	12,86	2,02	1,92	0,60	0,15	1,16	100,06
258	44,38	1,82	9,96	2,24	16,55	0,29	10,13	10,93	1,58	0,21	1,56	0,03	—	99,70
259	41,26	1,85	13,57	4,40	13,68	0,23	9,40	11,44	1,69	0,88	1,93	—	—	100,33
260	42,21	2,20	10,75	3,01	18,96	0,35	7,64	10,70	1,69	0,90	1,53	0,00	—	99,94

г) Ультраосновные породы

261	50,18	0,39	6,48	1,10	5,48	0,23	19,61	12,51	0,74	0,08	2,60	0,16	—	100,10
262	45,01	1,72	12,32	0,63	8,13	0,14	14,90	12,40	2,04	0,92	2,01	0,56	0,11	100,84

Паргаситы карбонатных пород

263	48,10	0,10	11,05	0,67	1,65	—	20,60	12,50	2,54	1,24	0,71	0,11	1,90	100,37
264	48,38	0,05	10,83	0,76	1,56	0,04	20,78	12,24	2,69	1,38	0,91	—	1,82	100,68
265	43,51	0,39	17,31	0,99	0,72	0,52	19,38	13,36	2,20	1,50	0,27	0,12	—	100,27
266	41,60	0,24	17,04	1,56	0,78	0,09	18,68	14,11	2,27	1,46	1,26	0,08	1,00	100,15
267	39,94	0,28	17,41	2,69	1,46	0,08	18,91	12,45	1,63	3,10	0,80	0,12	0,68	99,46
											0,20 п.п.			
268	42,91	0,39	11,83	3,13	2,12	—	20,35	13,71	1,65	1,71	1,89	—	—	99,69
269	44,37	0,89	16,88	2,17	1,81	0,06	15,29	12,98	3,80	0,76	0,10	0,14	0,52	100,10
270	42,69	0,45	15,40	1,47	3,19	—	17,84	13,76	2,03	1,48	1,10	—	0,23	99,55
271	41,92	0,30	14,97	3,76	1,32	0,08	18,50	13,05	1,69	2,02	2,12 п. п.		0,34	100,33
272	40,96	0,20	17,84	3,24	2,00	0,08	17,56	12,53	1,70	1,90	1,00	0,04	1,28	100,11
273	41,15	0,70	14,98	3,33	3,85	0,09	16,84	12,38	2,63	2,58	1,40 п. п.		0,05	100,11
274	40,86	0,50	15,98	3,50	3,98	0,07	16,25	12,70	1,89	2,07	2,38 п. п.		0,09	100,27
275	39,36	0,55	16,35	4,04	3,60	0,08	15,67	13,00	1,46	3,02	1,50		2,73	100,25
276	39,34	0,55	16,81	4,55	3,86	0,11	15,60	13,20	1,85	2,83	0,33	0,02	—	99,53
											0,48 п. п.			
277	41,21	0,42	14,42	8,90	1,66	0,10	16,31	12,93	0,95	2,49	0,80	0,00	—	100,67
											0,48 п.п.			
278	40,34	0,36	13,41	8,14	3,05	0,14	16,38	13,58	0,82	2,57	0,30	0,06	—	99,49
											0,34 п.п.			
279	41,85	0,16	12,63	8,08	0,99	2,22	16,24	10,95	4,02	0,24	2,42	—	—	99,80
280	41,72	0,81	15,86	3,36	6,03	0,12	14,14	12,92	1,42	2,60	0,85	0,04	0,16	100,33
281	40,67	0,41	16,38	5,19	5,99	0,13	13,08	13,06	1,20	3,54	0,47 п. п.		0,06	100,41
282	43,86	0,00	14,20	4,85	8,01	0,14	13,52	11,60	1,55	1,05	0,67	0,00	0,00	100,03

Роговая обманка из пород амфиболитовой фации без гипертена

а) Пм+Пл (±Би, Кв)

283	43,70	1,31	8,83	5,04	8,41	0,52	12,94	14,61	1,86	1,54	0,46	0,24	1,36	100,34
284	45,87	0,57	11,17	4,82	9,72	0,25	11,69	12,62	1,14	0,29	1,73	0,32	0,01	100,24
285	43,52	1,17	9,95	5,00	10,62	0,31	12,21	11,92	1,75	0,91	1,85	0,15	—	99,63
286	43,20	1,20	10,02	6,30	10,34	0,29	12,04	12,06	1,51	0,95	2,13	0,14	—	100,46
287	42,48	1,55	9,76	7,36	8,62	0,15	11,17	12,84	1,90	1,92	0,90	0,00	1,52	99,53
288	43,06	1,52	9,20	5,74	11,05	0,34	11,28	12,10	2,80	1,61	1,28	0,00	1,09	100,75
289	43,50	1,71	10,11	6,13	10,88	0,20	10,51	12,87	1,88	1,19	1,01	0,24	0,10	100,30
290	40,98	0,79	10,65	8,04	10,24	0,25	11,07	12,00	1,61	2,16	0,70	0,00	1,65	99,46
291	40,96	0,99	11,70	5,32	13,30	0,69	11,06	12,72	1,06	1,27	1,50	0,06	0,13	100,71
292	45,62	1,13	8,87	2,85	16,09	0,32	10,13	11,42	1,27	0,33	1,92	0,16	—	100,11

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
293	44,36	1,26	11,69	1,29	16,63	0,43	9,71	11,82	0,79	0,50	1,67	0,12	—	100,39
294	43,04	0,57	10,45	8,68	10,43	0,20	9,40	13,40	1,28	1,08	1,05	0,15	0,31	99,94
295	43,22	1,53	10,13	5,26	13,80	0,27	9,53	11,80	1,22	1,12	2,15	0,17	0,00	100,20
<i>б) Пм+Гр+Пл+Кв</i>														
296	42,46	1,28	12,54	2,70	14,67	0,32	9,90	11,61	1,25	1,05	2,19	0,09	—	100,26
297	40,90	1,84	13,09	2,90	17,81	0,22	7,50	11,56	1,30	1,13	1,75	0,00	—	100,09
298	42,25	1,79	11,47	2,04	20,29	0,66	6,08	11,73	1,29	1,00	1,49	0,04	—	100,13
<i>в) Гр+Пл (±Бу, Кв)</i>														
299	47,82	0,95	13,45	2,49	12,52	0,19	7,98	10,44	1,67	0,57	1,64	—	—	99,81
300	41,90	0,81	14,82	3,15	14,36	0,18	8,70	10,90	1,62	1,78	1,63	—	0,45	100,11
301	43,74	0,93	12,36	4,07	14,10	0,20	9,01	10,67	1,84	0,85	1,71	—	0,46	100,25
302	43,22	1,27	12,64	1,79	17,31	0,15	8,57	11,84	1,04	1,21	0,86	—	—	99,90
303	41,73	1,55	11,85	5,98	14,00	0,11	8,13	11,63	1,39	1,09	2,09	0,09	—	99,64
304	41,06	1,59	16,56	2,80	14,76	0,13	7,08	11,58	1,45	0,68	2,14	0,25	0,14	100,19
305	44,49	0,80	10,84	3,61	15,99	0,41	7,72	13,45	0,90	1,08	1,41	—	—	100,70
306	42,97	1,70	11,43	1,74	19,67	0,46	7,20	11,17	1,24	0,59	1,74	0,02	—	99,93
307	39,62	1,08	14,64	4,33	18,73	0,32	5,08	11,26	1,53	1,10	2,09	0,12	—	99,90
308	40,85	0,65	14,45	5,59	18,53	0,35	5,11	10,86	1,48	0,61	1,60	0,02	—	100,10
309	40,43	1,25	12,62	4,24	22,15	0,28	3,80	11,60	0,89	1,01	1,76	0,05	—	100,08
<i>г) Гр+Бу+Кпи+Кв</i>														
310	37,77	2,88	11,91	6,36	20,89	0,15	5,38	9,02	1,43	1,56	2,28	0,54	—	100,17
<i>д) Гранито-гнейсы</i>														
311	39,78	1,47	11,39	5,93	14,21	0,68	9,62	9,68	1,57	1,60	2,59	0,25	1,29	99,97
312	37,90	0,83	11,89	7,75	20,71	0,85	4,16	9,54	1,57	1,75	1,82	0,10	0,72	99,49
313	38,73	1,70	11,49	5,22	22,89	0,58	4,10	9,45	1,68	1,61	1,67	0,04	0,61	99,92
314	38,74	2,83	11,42	4,34	23,28	0,44	3,25	10,16	1,98	1,97	0,83	0,09	0,95	100,48
315	36,26	6,06	9,74	5,85	25,23	0,68	2,41	9,20	1,59	1,57	1,60	—	—	100,19
316	37,31	1,10	12,82	7,59	21,56	1,26	2,08	11,15	1,60	1,70	2,44 п. п.	—	0,24	100,75
317	37,00	0,59	11,29	11,86	19,96	0,87	2,16	10,49	1,18	1,98	2,55	0,40	0,58	100,67
318	38,02	0,70	8,70	8,60	24,30	1,10	1,75	10,85	2,06	1,65	2,70 п. п.	—	0,16	100,52
319	35,14	7,17	8,34	8,71	25,68	0,75	0,90	8,70	1,33	1,20	1,93	—	0,12	99,92

е) Пл+Кни ( $\pm$ Бу, Кв)

320	46,76	1,23	8,32	4,17	10,64	0,36	13,26	11,18	1,37	0,91	1,42	—	0,71	100,03
321	45,71	1,56	6,15	4,03	13,21	0,31	12,25	12,32	1,66	0,54	1,84	—	—	99,58
322	42,94	1,47	12,95	5,26	13,68	0,60	9,93	8,91	1,15	1,12	2,16	0,12	—	100,38
323	43,10	1,35	10,09	5,69	13,87	0,48	9,82	11,43	1,18	1,33	1,78	—	—	100,12
324	41,44	1,12	13,82	5,97	13,61	0,59	9,72	9,26	1,71	0,78	2,04	0,18	—	100,34
325	40,92	1,04	14,10	6,02	13,82	0,66	9,68	9,81	1,63	0,63	2,01	0,04	—	100,43
326	38,49	0,81	12,01	8,42	14,08	1,31	7,87	11,21	1,59	1,79	2,10	—	—	99,68

ж) Бу+Пл+Кв

327	45,80	0,65	9,60	2,22	13,93	0,31	11,70	12,40	0,93	0,40	2,06	0,14	Следы	100,14
328	42,34	1,83	12,37	4,78	12,90	0,29	11,61	10,04	2,23	0,65	0,76 п. п.	0,50	—	100,30
329	43,54	1,54	12,46	4,60	12,89	0,58	10,88	10,16	1,23	0,47	1,93	0,05	—	100,51
330	44,88	0,50	12,99	6,81	11,13	0,28	9,93	10,35	1,69	0,28	0,90	—	—	99,74
331	42,86	0,97	10,10	5,81	13,30	0,40	10,70	11,17	1,47	1,17	1,92	0,39	—	100,26
332	42,39	0,78	11,68	6,23	12,25	0,57	10,27	11,93	1,16	0,94	1,92	—	0,21	100,24

з) Пл+Кв

333	48,20	0,72	6,56	3,37	8,99	0,34	16,57	11,55	2,38	1,01	1,05	0,05	—	100,79
334	40,64	0,99	11,20	9,29	9,90	0,10	10,42	12,87	1,73	1,44	1,35	0,25	0,40	100,41
335	45,53	0,90	11,06	2,63	15,96	0,34	9,52	10,98	0,92	0,39	1,82	0,00	—	100,05
336	44,06	1,44	11,03	1,68	17,27	0,18	9,03	11,02	1,68	0,44	2,18	0,16	—	100,17
337	45,24	1,26	10,77	0,41	19,33	0,75	8,90	10,21	1,34	0,42	1,50	0,00	—	100,13
338	44,55	1,39	10,52	1,67	18,75	0,33	8,73	10,60	1,05	0,39	2,02	0,05	—	100,07
339	44,28	1,53	10,24	2,22	19,53	0,37	8,18	10,40	1,37	0,24	1,45	0,00	—	99,81
340	42,60	1,24	11,84	4,89	17,03	0,64	6,65	11,30	0,93	0,57	1,78	0,00	—	99,52
341	41,78	1,26	12,50	2,30	21,99	0,70	4,51	11,33	1,17	0,97	1,57	0,00	—	100,14

и) Пл ( $\pm$ Бу)

342	47,58	0,56	11,34	2,08	7,22	0,16	15,82	11,83	1,45	0,46	1,77	—	0,45	100,53
343	46,80	0,68	9,82	3,04	8,62	0,22	14,23	11,57	2,53	0,70	1,90	0,00	0,23	100,32
344	43,20	1,65	12,44	3,21	10,10	0,21	13,27	11,36	2,72	0,40	1,38	0,07	—	100,08
345	42,26	1,78	11,31	5,07	10,49	0,31	12,30	11,93	1,05	1,12	1,86	—	—	99,48
346	47,20	1,38	8,42	3,76	11,14	0,41	11,59	12,87	1,00	0,60	1,80	0,35	0,35	100,75
347	46,60	1,02	7,74	5,38	10,86	0,31	11,96	11,98	1,09	0,33	2,12	0,59	—	99,98
348	44,03	0,46	12,33	3,33	13,27	0,41	12,17	10,82	1,59	0,23	1,32	0,07	—	100,10
349	44,42	0,74	7,99	5,52	11,92	0,45	12,30	11,99	1,18	0,87	2,27	—	—	99,65
350	43,64	1,53	10,66	4,75	12,27	0,31	11,04	10,67	1,62	1,33	1,73	—	0,67	99,94
351	43,93	1,21	10,78	4,63	13,22	0,57	10,76	10,59	1,86	0,38	2,03	0,08	—	100,10
352	42,08	1,04	12,35	6,20	11,50	0,30	9,28	12,15	1,70	0,74	2,20	0,00	0,13	99,69
353	39,54	0,71	13,66	6,61	12,78	0,25	9,62	11,57	1,57	1,46	1,99	—	—	99,76
354	44,60	0,87	12,12	2,72	16,21	0,37	8,89	10,78	0,98	0,50	2,03	0,11	—	100,39

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
355	42,61	1,13	14,29	5,34	14,17	0,83	9,08	8,79	1,55	0,32	1,99	0,08	—	100,29
356	42,62	0,53	12,75	6,01	14,00	0,33	8,52	11,65	1,28	0,55	1,91	0,12	—	100,27
<b>к) Ассоциирующие минералы точно не указаны</b>														
357	48,40	0,31	6,68	3,47	8,64	0,15	16,28	12,64	1,24	0,84	1,64 п. п.	—	—	100,29
358	49,30	0,63	7,00	2,56	10,07	0,12	15,60	10,50	1,06	1,04	2,34 п. п.	—	—	100,22
359	48,83	0,78	6,58	1,02	12,76	0,34	13,98	12,88	0,58	0,28	1,82	0,12	—	100,19
360	46,12	0,52	9,64	3,60	10,08	0,28	13,64	12,16	1,32	1,14	2,00 п. п.	—	—	100,50
361	45,00	1,42	10,41	3,05	11,16	0,23	13,54	11,34	1,64	0,92	1,52	—	—	100,23
362	48,12	0,86	6,94	3,82	10,42	0,28	13,10	12,14	1,21	1,16	2,36	—	—	100,41
363	42,44	3,09	12,50	2,07	12,38	0,30	11,43	10,90	2,21	0,14	1,94	0,15	—	99,78
364	42,18	1,10	13,34	4,93	11,16	0,21	11,60	11,64	1,96	0,48	1,75 п. п.	—	—	100,35
365	42,94	1,24	10,90	5,73	11,16	0,28	11,77	11,66	1,44	0,92	2,50 п. п.	—	—	100,54
366	43,56	1,30	11,70	2,96	13,68	0,21	11,30	11,70	1,30	0,53	2,32	—	—	100,56
367	41,96	1,33	11,07	5,50	11,88	0,28	11,50	12,48	1,40	0,66	2,14 п. п.	—	—	100,20
368	43,06	1,28	10,10	4,60	12,60	0,28	11,34	12,35	1,67	1,27	2,06 п. п.	—	—	100,61
369	42,80	2,30	10,50	4,23	13,70	0,18	11,40	9,20	0,92	2,95	2,34 п. п.	—	—	100,52
370	42,66	0,85	10,39	5,74	12,24	0,20	11,34	12,36	1,51	1,24	1,40 п. п.	—	—	99,93
371	46,30	0,72	9,10	4,23	12,50	0,26	10,62	11,80	1,09	0,91	2,39 п. п.	—	0,05	99,95
372	43,00	1,43	10,27	4,00	13,48	0,34	10,78	12,39	1,66	1,24	2,06 п. п.	—	—	100,65
373	42,57	1,12	12,22	4,97	12,96	0,19	9,63	11,51	1,46	1,07	2,05	—	—	99,75
374	42,20	1,20	10,58	6,23	12,70	0,35	10,19	11,34	1,36	1,56	2,38 п. п.	—	—	100,09
375	42,74	1,59	8,81	5,70	14,04	0,42	10,32	12,32	1,20	1,26	1,96 п. п.	—	—	100,36
376	41,24	1,53	11,29	5,42	13,66	0,28	9,60	12,24	1,34	1,66	2,18 п. п.	—	—	100,44
377	38,34	1,15	11,43	6,96	14,40	0,27	9,82	11,92	1,43	1,59	2,25 п. п.	—	—	99,56
378	41,80	1,87	11,03	4,59	17,64	0,28	7,00	11,64	1,51	0,68	2,20	—	—	100,24
379	38,48	1,08	12,48	8,20	15,74	0,61	6,60	11,94	2,02	1,63	1,84 п. п.	—	—	100,62
380	39,36	0,91	9,35	8,73	22,32	1,06	1,82	10,80	1,52	1,91	2,30 п. п.	—	—	100,08
<b>Роговые обманки из пород эпидот-амфиболитовой фации</b>														
381	49,53	0,16	9,49	2,01	5,71	0,15	17,27	12,47	1,20	0,25	1,78	0,13	0,08	100,20
382	44,07	1,70	12,37	0,18	10,23	0,18	14,20	12,42	1,00	0,30	2,85	0,03	—	99,53
383	48,24	0,55	8,53	3,77	8,86	0,18	14,56	10,90	1,49	0,51	1,80	—	0,89	99,91
384	45,19	0,54	12,74	2,25	9,60	0,24	13,79	11,62	1,33	0,42	2,11	0,00	—	99,83
385	49,36	0,40	8,45	3,83	8,27	0,35	14,08	12,10	1,05	0,24	1,62	0,06	—	99,81
386	44,95	0,58	10,98	3,84	9,36	0,20	14,12	11,50	2,39	0,21	2,00	0,15	—	100,53

387	46,72	0,87	7,87	3,72	11,01	0,23	14,43	11,09	1,51	0,36	2,02	0,20	—	100,17
388	45,70	0,51	10,46	5,56	9,26	0,38	12,77	12,20	1,38	0,09	1,89	0,03	—	100,23
389	46,46	0,72	11,22	3,56	10,91	0,20	12,35	12,60	1,16	0,24	1,46 п. п.	0,03	0,24	100,61
390	43,00	1,89	11,18	3,47	10,90	0,27	12,30	12,73	1,79	0,24	1,63	0,28	—	99,68
391	45,28	0,46	9,20	5,85	9,65	0,24	12,93	12,82	0,64	0,42	2,68	0,00	—	100,17
392	44,78	1,78	10,62	5,26	9,25	0,15	12,00	12,10	1,12	0,55	2,29 п. п.	0,08	—	99,98
393	46,78	0,84	8,62	3,82	11,45	0,15	12,40	11,68	1,21	0,55	2,32 п. п.	0,00	—	99,82
394	46,86	0,43	10,87	3,21	11,01	0,24	11,55	9,50	1,76	0,35	3,38	0,85	—	100,01
395	45,15	1,98	11,16	2,27	12,81	0,24	11,10	11,68	1,61	0,56	1,02	—	—	99,58
396	45,95	0,41	9,70	6,50	8,82	0,35	10,45	12,07	1,68	0,79	2,99	0,68	—	100,39
397	47,09	0,59	9,28	5,68	10,66	0,32	11,11	9,40	2,12	0,52	3,02	0,38	—	100,17
398	45,20	1,41	9,64	5,34	11,85	0,15	11,20	10,84	1,12	0,96	2,22 п. п.	0,00	—	99,93
399	46,83	0,73	10,28	5,52	10,48	0,33	10,47	9,03	2,09	0,54	3,24	0,57	—	100,11
400	45,36	0,98	11,35	3,60	12,47	0,52	10,73	11,14	1,31	0,51	2,34	0,03	—	100,46
401	44,22	1,54	10,55	2,92	13,63	0,36	10,50	12,32	1,58	0,48	1,25	0,32	—	99,67
402	44,84	1,58	10,31	3,38	12,57	0,34	9,86	12,16	1,54	0,76	1,87	0,33	—	99,54
403	44,20	1,69	10,40	5,18	11,98	0,19	10,40	12,24	1,48	0,65	2,11 п. п.	0,08	—	100,60
404	41,27	1,68	9,52	7,01	12,02	0,87	11,23	11,63	1,59	1,50	0,97	0,25	—	99,54
405	44,00	0,62	11,10	5,33	12,70	0,42	10,40	12,20	1,22	0,53	2,18	—	—	100,70
406	44,26	0,81	10,64	3,67	15,44	0,32	10,06	11,34	1,18	0,49	2,03	0,08	0,12	100,39
407	44,78	1,10	9,05	5,12	14,94	0,16	9,81	12,32	0,80	0,32	1,97 п. п.	0,04	—	100,41
408	45,12	0,90	8,46	4,81	15,23	0,37	9,45	11,90	1,03	0,43	2,10 п. п.	0,12	—	99,92
409	47,35	0,70	8,47	2,83	17,16	0,25	8,83	10,16	0,65	1,34	2,05	—	—	99,79
410	40,00	0,96	12,28	8,56	12,69	0,72	8,59	11,10	1,45	1,75	1,85	0,07	—	99,42
411	41,28	1,22	12,41	7,43	13,11	0,27	8,26	11,12	1,68	1,07	2,00	—	0,16	99,94
412	40,68	0,80	12,65	7,15	13,24	0,54	8,09	11,44	1,33	1,79	1,82	0,01	—	99,54
413	42,89	0,75	13,95	6,07	13,39	0,27	7,41	9,75	2,83	0,85	1,68	0,00	—	99,85
414	39,13	2,01	9,69	7,56	15,21	1,22	8,45	11,09	2,19	1,93	0,94	0,08	—	99,50
415	47,93	1,25	7,98	2,95	17,79	0,20	7,08	10,45	1,36	0,81	2,07	0,20	—	100,07
416	42,00	0,48	12,72	7,27	16,02	0,08	7,34	10,29	1,13	0,59	2,40	0,00	—	100,32
417	41,70	1,25	10,13	7,00	17,88	0,73	4,98	10,19	1,17	1,79	2,63 п. п.	0,08	—	99,53

*Амфиболы тремолит-актинолитового ряда (с  $Al < 1$ ) фации зеленых сланцев*

418	57,79	—	1,02	0,58	0,74	0,12	26,76	11,60	0,31	0,24	0,78 п. п.	—	—	99,94
419	55,01	—	1,69	0,56	3,46	0,51	23,85	13,60	0,48	0,38	1,02 п. п.	—	—	100,56
420	57,04	0,03	0,10	0,73	3,65	0,49	24,29	11,63	0,10	0,06	1,42	0,17	—	100,00
421	58,02	0,04	1,25	0,41	4,91	0,21	20,51	11,80	0,15	0,02	2,30	0,08	—	100,21
422	54,52	0,53	1,49	0,57	7,47	0,21	20,05	12,60	0,12		2,78	0,12	—	100,46
423	53,81	0,10	2,51	1,00	8,05	0,20	18,24	12,88	0,12	0,10	2,44 п. п.	—	—	99,45

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
424	52,78	0,43	5,77	2,45	6,61	0,17	17,43	11,90	0,68	0,07	2,10	0,13	0,01	100,57
425	56,16	0,00	0,20	1,81	6,32	2,30	19,84	9,34	1,30	0,14	1,98	0,48	0,79	100,33
426	54,73	0,21	1,46	0,00	9,60	0,16	17,94	12,76	1,44	Сл.	2,27	0,00	—	100,57
427	52,44	Сл.	4,85	2,80	8,23	0,18	17,06	12,47	1,20	0,02	1,30 п. п.	0,11	—	100,66
428	53,41	0,37	4,56	0,83	9,70	0,25	15,09	12,52	0,88	0,63	1,63	0,05	0,01	100,07
429	46,70	0,91	4,38	5,57	7,71	0,37	17,31	12,10	2,00	0,94	1,65	0,05	—	99,69
430	54,33	0,29	2,68	1,09	11,68	0,00	15,31	12,46	0,54	0,12	2,04	0,20	—	100,74
431	50,54	1,70	4,32	2,94	10,14	0,28	14,02	12,58	0,80	0,00	2,08	—	—	99,40
432	52,19	0,40	3,93	4,85	10,73	Сл.	14,54	10,20	1,53	0,03	2,17	0,02	—	100,59
433	51,60	0,50	2,35	2,60	15,21	0,20	12,91	10,97	0,91	0,53	2,05	0,56	—	100,39
434	51,40	0,74	3,88	3,90	14,91	0,33	11,22	10,17	1,67	0,09	1,90	0,04	—	100,25
435	52,28	0,05	0,18	—	22,57	0,24	10,53	11,26	0,16	0,07	2,34	0,22	0,00	99,90

## Роговые обманки фаши с дистеном

## а) Роговые обманки в ассоциации с дистеном

436	46,65	0,80	16,15	1,54	5,16	0,17	15,15	8,97	2,52	0,63	2,03	0,60	—	100,37
437	45,72	0,45	15,18	1,68	5,21	0,04	15,09	9,33	3,41	0,88	1,56	1,34	0,16	100,07
438	42,28	0,66	17,24	2,68	9,34	0,12	11,91	11,06	1,73	0,81	2,05	0,08	—	99,96
439	44,52	0,70	20,88	1,58	10,06	0,10	9,54	9,80	1,03	0,27	2,30	—	—	100,78
440	43,00	0,40	18,10	3,50	11,80	0,10	8,60	10,50	1,10	0,40	2,30	—	—	99,80

## б) Роговые обманки из амфиболитов С н-Готардского массива

441	43,9	0,6	16,5	2,7	10,6	0,2	10,7	10,5	1,6	0,3	2,2	—	—	99,80
442	43,8	0,7	14,9	3,9	12,0	0,3	9,1	11,0	1,4	0,4	2,1	—	—	99,6
443	42,5	0,5	16,0	5,2	11,6	0,3	9,4	10,3	1,9	0,3	2,2	—	—	100,2
444	42,4	0,7	15,1	5,8	11,6	0,4	9,2	10,9	1,2	0,4	2,1	—	—	99,8
445	42,0	0,4	16,7	4,3	13,5	0,4	8,3	10,2	1,8	0,3	2,2	—	—	100,1
446	42,1	0,3	16,3	5,6	12,8	0,4	8,3	9,9	2,1	0,3	2,1	—	—	100,2
447	41,8	0,4	17,3	3,7	14,0	0,3	7,9	10,2	1,6	0,3	2,2	—	—	99,7
448	43,1	0,5	14,6	5,5	13,1	0,2	8,1	10,6	1,9	0,3	2,0	—	—	99,9
449	42,9	1,1	12,6	5,0	14,5	0,2	8,5	10,6	1,9	0,6	2,0	—	—	99,9
450	42,2	0,5	16,1	5,0	13,7	0,2	7,8	9,5	2,3	0,3	2,2	—	—	99,8
451	42,3	0,4	15,7	5,2	14,4	0,3	7,8	9,2	1,7	0,4	2,2	—	—	99,6

452	40,5	0,8	17,6	4,5	13,9	0,4	7,3	10,4	1,3	0,4	2,3	—	—	99,4
453	41,9	0,7	15,7	4,6	15,3	0,2	6,6	10,6	1,6	0,4	2,1	—	—	99,7

в) Роговые обманки из других дистенсодержащих пород

454	49,52	0,26	7,82	0,09	8,38	0,15	17,30	13,08	1,16	0,19	2,64	—	—	100,59
455	45,16	1,00	11,85	3,19	10,45	0,15	12,80	12,16	1,22	0,53	1,78	—	—	100,29
456	44,70	0,76	14,84	0,20	12,60	0,10	11,94	10,96	1,50	0,43	2,26	—	—	100,29
457	44,38	0,12	10,84	3,49	10,54	0,59	12,80	12,18	1,20	1,56	2,05	—	—	99,75
458	43,92	0,84	13,72	4,51	10,71	—	11,22	10,89	1,57	0,40	2,00 п. п.	—	—	99,84
459	43,23	1,14	11,87	5,29	10,39	0,22	11,04	11,77	1,23	1,43	2,25	0,27	0,04	100,15
460	43,72	0,65	12,21	6,30	10,11	0,31	11,29	11,58	1,62	0,28	1,38	0,00	0,08	99,53
461	43,06	0,99	12,61	7,29	9,43	0,20	10,14	11,51	1,51	0,58	2,33	0,03	0,20	99,80
462	52,22	0,67	15,09	3,68	6,84	0,07	6,11	10,04	2,28	0,50	2,18	—	—	99,68
463	43,66	1,15	8,33	6,40	12,60	0,14	11,02	12,16	1,49	1,30	2,32	—	—	100,57
464	42,46	1,10	13,34	7,54	10,17	0,17	10,04	11,69	1,53	0,38	1,79	0,12	0,18	100,44
465	46,32	1,25	13,63	3,72	10,44	0,24	7,96	11,42	1,95	1,30	2,46	—	—	100,69
466	38,30	1,24	19,39	0,19	15,12	0,17	8,01	12,50	2,17	1,22	2,30	—	—	100,61
467	42,42	0,95	12,34	6,91	12,19	0,22	9,38	11,29	1,72	0,60	2,26	0,07	0,11	100,41
468	41,64	1,06	12,43	4,60	14,16	0,10	9,24	12,12	1,08	1,80	1,41	—	—	99,64
469	41,64	0,80	12,74	6,45	12,52	0,20	9,24	11,73	1,78	0,59	2,15	—	—	99,84
470	41,06	1,75	13,50	3,60	14,76	0,15	8,68	12,42	1,43	1,00	2,20	—	—	100,55
471	43,78	1,02	9,65	7,76	12,29	0,38	9,51	10,56	1,93	0,52	2,41	0,07	0,23	100,02
472	40,54	1,41	13,54	6,92	12,78	0,29	8,13	11,63	1,97	0,78	1,90	0,26	0,22	100,28
473	40,95	1,03	17,54	2,23	15,85	0,07	6,76	10,81	2,25	0,47	2,47	0,00	0,12	100,50
474	38,58	0,97	14,09	4,51	18,36	0,31	6,12	12,14	1,43	1,70	1,85	—	—	100,06

Картины из пород эглоитовой фацы

475	48,60	0,30	11,92	0,55	4,17	0,07	17,61	10,80	2,55	0,60	2,43	0,43	0,00	100,20
476	48,40	0,33	11,54	1,44	3,59	0,07	18,03	10,70	2,52	0,60	2,23	0,40	0,00	100,23
477	49,88	0,42	11,56	4,47	2,19	0,03	17,30	9,22	3,27	0,70	1,18	0,20	—	100,47
478	48,13	0,54	13,17	2,34	4,63	0,06	16,33	9,73	2,74	0,73	0,96	0,50	—	100,04
479	44,60	1,30	14,14	1,76	4,98	0,004	15,40	11,46	3,20	1,17	2,01	—	—	100,02
480	45,96	0,62	14,84	3,73	4,48	0,04	14,63	9,51	3,32	0,43	2,58	—	—	100,07
481	43,97	1,11	14,10	3,77	7,42	0,05	12,47	9,43	2,78	1,01	3,89	—	—	100,00
482	44,66	1,75	14,35	3,40	7,93	0,08	12,15	9,39	2,27	0,91	3,11	—	—	100,00
483	43,18	0,93	16,84	4,55	7,37	0,04	10,81	9,20	3,61	0,93	3,44	—	—	100,90

Роговые обманки из измененных эглоитов

484	46,63	0,08	13,21	0,45	2,35	0,06	19,90	12,33	2,40	0,26	2,43	0,00	0,00	100,37
485	50,26	0,19	9,92	1,19	5,25	0,07	17,78	9,98	2,75	0,64	1,40	0,06	0,02	99,94
486	41,82	0,41	19,33	0,90	6,06	0,07	14,31	12,81	2,17	0,12	1,89	0,07	—	99,96

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
487	51,43	0,40	6,74	0,10	9,19	—	14,96	11,59	2,10	2,34	0,61	0,79	—	100,25
488	46,59	0,18	11,75	2,46	8,40	0,07	14,27	11,58	2,18	0,29	1,98	0,11	—	99,91
489	44,56	1,20	11,67	2,03	9,67	0,09	14,68	10,82	2,78	0,86	1,65	0,03	—	100,07
490	41,06	0,24	18,52	4,67	7,81	0,25	15,31	9,92	1,24	0,34	0,46	—	—	99,82
491	42,17	1,00	13,46	5,92	7,82	0,15	14,46	11,76	0,68	0,80	1,53	—	—	99,75
492	44,66	0,98	14,49	3,18	8,94	0,06	12,50	9,81	2,72	0,69	1,97	—	—	100,00
493	41,86	1,90	14,31	4,29	8,79	0,10	12,58	11,14	2,47	0,63	1,84	0,08	—	100,04
494	46,68	0,35	14,37	4,00	8,29	—	11,71	10,32	2,41	0,54	1,06	0,23	—	99,96
495	44,20	1,32	13,93	4,27	8,14	0,11	11,53	9,60	3,02	0,80	3,08	—	—	100,00
496	43,22	1,27	12,64	1,79	17,31	0,15	8,57	11,84	1,04	1,21	0,86	—	—	99,90
497	40,42	1,44	10,02	11,60	9,74	—	8,86	13,91	2,95	0,43	0,70	—	—	100,07
498	44,86	1,65	9,10	10,48	9,55	—	8,01	13,12	2,05	0,00	0,81	—	—	99,63
499	42,80	1,88	12,87	6,05	15,23	0,24	6,71	10,19	1,22	0,73	1,52	0,82 п. п.	0,00	100,26
<i>Субкальцевые роговые обманки и переходные амфиболы ряда роговая обманка — глаукофан (с Na&gt;1), связанные с глаукофановыми сланцами</i>														
500	50,91	0,08	8,68	1,61	3,61	0,12	19,38	10,25	3,40	0,11	1,74	0,17	—	100,11
501	49,86	0,40	9,71	2,57	9,44	0,01	13,97	9,46	3,09	0,40	1,10	—	—	100,11
502	50,39	0,56	11,10	4,80	6,70	—	12,38	7,10	4,20	0,40	1,80 п. п.	—	—	99,43
503	46,35	2,10	12,69	5,57	6,87	—	13,28	7,69	4,49	0,48	0,53	—	—	100,05
504	52,1	0,31	10,5	2,4	9,5	0,02	11,8	6,7	4,5	0,18	1,4	0,10	—	99,51
505	50,01	2,39	10,94	5,38	7,64	—	12,04	6,38	4,79	0,49	0,58	—	—	100,64
506	50,35	0,48	6,82	6,79	8,67	0,19	13,00	9,30	2,50	0,10	1,77	0,17	—	100,14
507	48,29	0,54	7,43	5,40	10,66	0,41	13,19	9,52	1,89	0,25	2,43	0,10	—	100,11
508	49,49	2,34	10,08	3,01	11,00	0,10	9,43	8,40	3,55	0,63	2,00	0,03	—	100,03
509	50,80	0,13	10,75	8,14	7,30	0,01	9,55	5,25	4,50	0,98	2,74 п. п.	0,16	—	100,31
510	47,99	1,51	10,67	4,77	11,25	0,25	9,73	7,88	3,10	0,28	2,28	0,10	—	99,81
511	47,97	0,71	6,60	7,63	11,75	0,27	11,01	8,32	3,23	0,35	2,19	0,10	—	100,16
512	48,13	0,56	5,82	8,09	11,82	0,32	11,04	7,63	2,86	0,41	3,08	0,10	—	99,93
513	45,31	0,86	10,89	4,68	13,60	0,28	9,91	9,14	3,04	0,40	1,88	—	—	99,99
<i>Амфиболы актинолитового ряда (с Al&lt;1), связанные с глаукофановыми сланцами</i>														
514	54,93	—	3,19	2,01	6,15	0,118	18,84	9,68	1,55	0,13	2,72 п. п.	—	—	99,56
515	54,69	0,10	3,94	1,42	7,14	0,236	18,31	9,79	1,45	0,25	2,59 п. п.	—	—	99,96
516	54,04	0,11	2,79	2,10	11,79	0,21	14,46	10,36	1,52	0,09	2,02	0,04	—	99,59

Винчнты

517	52,84	0,42	7,32	3,33	0,00	1,74	21,02	8,68	2,51	0,94	0,16	0,64	0,05	99,66
518 <sup>1</sup>	49,23	—	0,56	2,10	—	0,58	28,92	7,18	2,46	0,55	8,42	—	—	100,00
519	55,14	0,50	1,14	4,59	1,25	1,38	22,16	7,37	2,88	1,24	1,98	—	—	99,63
520	54,88	0,05	3,04	3,69	0,62	5,35	20,81	8,28	2,09	0,48	1,13	0,08	—	100,51
521	55,09	—	2,35	4,54	—	4,70	17,88	7,99	3,37	0,32	3,63	0,36	—	100,23
522 <sup>1</sup>	44,12	—	4,65	—	7,59	—	21,29	12,92	2,71	—	6,72	—	—	100,00
523	51,06	—	4,36	2,81	17,19	0,60	8,93	9,75	2,41	0,28	2,13	—	—	99,52

Роговые обманки из роговиков

524	46,14	1,04	10,37	1,14	14,37	0,34	12,15	11,38	1,28	0,06	1,51	0,17	0,03	100,05
525	40,26	2,75	14,12	1,55	12,93	0,24	10,63	12,58	2,54	0,79	1,53	0,00	—	99,92
526	41,68	1,28	13,54	1,49	13,62	0,39	10,66	13,27	2,12	0,49	1,42	—	0,00	100,00
527	45,72	0,94	9,83	3,08	15,52	0,30	9,69	11,77	1,09	0,03	1,73	0,00	—	99,70
528	45,12	1,11	11,91	1,94	16,96	0,49	9,72	10,01	0,95	0,03	1,82	0,00	—	100,06
529	45,33	0,54	10,12	5,51	14,61	0,59	10,00	10,53	1,04	0,36	1,89	0,15	0,01	100,71
530	43,38	1,18	12,17	2,77	13,85	0,47	7,71	13,91	1,30	1,18	2,08	—	—	100,00
531	44,46	1,84	9,33	3,85	16,36	0,34	8,94	11,64	1,14	0,30	1,65	0,20	0,06	100,08
532	40,96	—	13,25	5,39	16,88	0,33	8,00	11,50	0,96	0,35	1,73 п. п.	0,20	—	99,55
533	38,04	0,87	11,09	7,38	21,30	0,36	4,00	11,99	1,40	1,69	1,85	0,19	0,02	100,68
534	36,34	0,94	14,06	4,38	22,99	0,75	3,14	11,82	1,14	2,66	1,81	0,01	0,02	100,05

Роговые обманки из скарнов и близких к им пород

535	46,09	—	12,93	0,79	0,00	0,36	20,82	12,91	2,36	1,84	0,48	0,18	2,84	100,41
536	52,40	0,20	7,10	—	3,40	0,10	19,70	13,40	0,90	0,40	2,20	—	0,58	100,14
537	52,87	0,28	6,40	1,12	2,37	0,06	20,52	13,50	0,56	0,12	1,60	0,09	0,30	99,66
538	43,30	1,55	10,69	3,94	7,00	0,35	16,02	9,73	4,58	0,66	1,80	—	—	99,62
539	43,50	0,12	10,89	4,27	7,58	—	16,29	12,69	1,74	1,47	0,70	0,00	1,30	99,97
540	42,96	0,60	11,14	5,14	7,75	0,14	15,34	12,00	1,59	1,61	0,43	0,23	1,84	100,00
541	44,21	0,22	9,37	4,70	9,00	0,16	15,60	11,90	1,32	1,43	0,60	0,00	1,41	99,83
542	41,53	1,23	13,47	3,49	9,22	0,14	13,60	12,53	1,69	1,40	1,29	0,10	0,40	99,92
543	42,54	0,96	12,30	3,85	10,21	0,20	13,90	11,75	1,23	1,38	0,63	0,16	1,42	99,93
544	41,93	0,81	11,83	4,57	10,11	0,18	13,62	11,80	1,77	1,51	1,17	0,12	0,55	99,94
545	43,70	0,43	10,21	5,11	10,18	0,16	13,49	11,80	1,55	1,14	1,43	0,10	—	99,90
546	44,36	0,47	9,98	4,16	10,94	0,15	13,51	12,00	1,41	1,40	1,17	0,06	—	99,91
547	43,50	2,27	10,77	5,00	9,71	0,13	12,52	12,31	1,92	0,43	0,74	—	—	100,47

<sup>1</sup> Состав в молекулярных процентах.

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
548	44,00	1,65	11,00	3,40	11,80	0,24	12,60	10,70	2,10	0,20	1,80	—	0,50	99,79
549	42,83	0,60	11,14	3,64	12,02	—	12,08	12,89	1,93	1,45	0,60	0,08	1,00	99,84
550	42,84	1,01	12,27	4,37	11,57	—	11,87	11,17	1,32	0,96	2,88 п. п.	—	—	100,26
551	43,90	0,23	8,08	13,93	4,20	1,29	13,61	12,05	1,50	0,47	1,04 п. п.	0,04	—	100,47
552	39,80	0,48	8,72	11,42	12,10	0,14	12,70	9,92	1,18	1,28	0,83	0,26	1,52	100,11
553	48,64	0,26	5,97	4,00	14,52	0,55	10,68	14,00	—	0,23	0,44	0,36	—	99,84
554	39,98	1,11	12,50	5,00	13,73	0,28	10,00	12,23	1,01	2,31	1,25	0,07	0,07	99,66
555	38,95	0,42	12,48	7,50	13,92	0,10	9,31	11,63	1,94	1,92	0,68	0,00	0,95	99,40
556	40,70	0,71	10,26	7,03	14,10	0,16	9,03	12,17	1,51	1,67	0,97	0,36	1,61	99,80
557	45,21	0,02	8,33	5,92	17,86	0,06	7,16	12,39	—	Следы	2,57	0,45	—	100,01
558	44,09	—	14,60	5,73	20,29	—	2,85	11,23	—	0,28	0,74	—	—	99,81
559	38,82	0,58	9,07	5,57	25,87	0,25	1,91	11,79	2,79	0,92	2,31	0,27	0,06	100,34
560	38,50	Следы	10,88	6,70	27,28	Следы	1,40	11,30	1,22	1,66	1,27	—	—	100,21

## Роговые обманки, не вошедшие в парагенетические типы

## а) Из амфиболитов

561	48,84	0,10	10,12	2,11	4,51	0,12	17,29	11,71	1,89	0,30	3,15	0,00	—	100,15	
562	46,38	1,44	13,50	1,14	5,79	0,06	16,20	12,42	1,34	0,38	1,35	—	—	100,00	
563	49,47	0,33	7,23	2,34	6,95	0,17	18,47	11,48	0,74	0,19	2,35	0,04	—	100,41	
564	50,08	0,36	9,42	1,14	6,89	0,33	16,00	12,53	1,09	0,21	1,49	—	Следы	99,54	
565	46,06	0,37	13,80	2,26	6,47	0,18	14,78	10,16	3,12	0,39	1,78	0,11	—	99,48	
566	48,64	0,29	8,94	1,54	8,78	1,16	16,42	12,64	0,49	0,27	0,69	0,15	0,00	100,01	
567	46,03	0,09	9,69	3,95	8,43	0,20	15,73	11,84	1,58	0,63	0,24	0,11	0,04	100,00	
568	44,76	0,14	10,53	5,20	8,39	0,36	15,10	11,53	1,29	0,64	0,44	0,07	0,06	99,76	
569	45,42	0,74	13,01	2,35	10,24	0,36	13,75	10,92	1,20	0,24	0,78 п. п.	1,61	0,02	0,61	100,30
570	42,94	0,20	13,20	2,98	10,84	—	14,10	11,81	1,87	0,78	1,58	—	—	100,30	
571	47,85	0,39	10,52	1,89	10,77	0,20	13,19	10,71	1,84	0,36	2,31	0,00	—	100,11	
572	48,15	0,49	6,32	4,28	9,82	0,39	14,51	12,26	0,73	0,33	1,88 п. п.	0,00	—	99,51	
573	44,92	1,51	11,84	2,68	10,64	0,16	13,59	10,62	2,21	0,25	2,31	0,12	—	99,86	
574	47,51	1,08	11,79	4,44	8,60	0,19	12,38	9,57	1,80	0,51	1,84	0,09 п. п.	—	99,80	
575	47,85	0,87	6,66	1,44	12,39	—	13,21	12,68	2,92	—	2,01	—	—	100,03	
576	46,84	0,80	14,48	2,50	9,76	0,21	11,40	10,76	1,11	0,21	0,97	0,36	0,00	99,52	

577	43,71	0,31	14,98	2,30	10,72	0,30	11,70	11,46	2,13	0,65	1,48	—	99,74	
578	45,00	0,48	14,66	1,15	11,83	0,23	11,68	11,64	1,12	0,22	1,90	0,00	0,04	99,91
579	46,57	0,49	10,44	1,79	12,38	0,22	12,57	12,14	0,98	0,25	2,04 п. п.	0,11	0,04	100,23
580	46,28	1,16	9,29	9,94	5,68	0,24	13,04	11,99	0,66	0,38	0,94	0,24	—	100,61
											{ 0,77 п. п.			
581	45,40	0,66	10,94	2,15	12,34	0,19	12,68	12,06	0,79	0,31	2,00 п. п.	0,07	—	99,72
582	46,49	0,93	9,39	4,81	9,91	0,42	12,62	11,66	0,94	1,32	1,74	0,16	—	100,39
583	44,47	0,29	13,11	6,06	8,63	0,15	12,14	8,95	3,33	0,38	2,24	0,27	—	100,04
584	41,11	1,55	12,28	4,44	11,32	0,10	13,00	12,21	1,76	1,34	0,90	—	0,52	100,31
585	45,20	0,43	13,49	1,93	12,10	0,23	11,45	11,39	1,20	0,25	2,04	0,00	0,04	99,74
586	40,12	0,44	12,83	9,58	7,20	0,10	12,72	11,28	1,30	2,68	0,90	0,08	0,02	99,94
587	44,91	0,52	9,05	4,84	11,45	0,24	12,74	12,14	1,06	0,75	2,18	0,07	—	100,12
588	45,71	0,81	12,98	3,17	11,03	0,30	11,13	11,43	1,79	0,47	1,36	—	—	100,37
589	45,15	0,76	11,79	2,14	13,52	0,19	12,17	11,03	1,37	0,32	1,36	—	—	99,80
590	44,94	1,59	10,71	4,74	10,37	0,20	11,40	12,91	0,99	1,04	1,25	0,10	—	100,24
591	45,20	0,44	13,00	2,04	12,89	0,19	11,39	10,99	1,12	0,25	2,01	0,04	0,03	99,58
592	44,63	0,64	11,58	5,47	10,56	0,21	11,96	12,12	0,78	0,20	1,63	0,14	—	100,18
593	41,98	1,02	11,72	4,06	12,64	0,28	11,87	12,60	1,39	0,62	2,21	0,05	—	100,44
594	42,68	1,35	10,75	5,74	10,97	0,36	11,80	12,40	1,63	1,13	1,54	0,08	—	100,43
595	48,15	0,88	8,46	7,20	9,60	0,18	11,59	12,16	1,05	0,57	0,72 п. п.	—	—	100,56
596	44,02	0,92	11,58	2,16	14,04	0,02	10,95	12,62	1,08	0,28	1,83	—	0,03	99,52
597	43,36	0,92	13,54	2,29	13,32	—	10,50	13,17	1,04	0,85	1,20	0,24	—	100,43
598	43,07	0,64	15,04	2,72	12,84	0,16	9,98	10,66	2,53	0,58	1,98	—	—	100,21
599	46,01	0,43	11,88	1,89	13,96	0,23	10,26	12,03	0,72	0,59	1,73	0,02	0,20	99,87
600	43,70	1,04	9,83	5,37	12,67	0,29	11,11	11,66	1,11	0,88	2,03	0,04	0,22	100,11
601	43,16	2,29	11,54	3,38	14,22	0,25	10,89	10,06	1,54	0,60	1,80	0,14	—	99,87
602	47,79	1,32	10,58	2,41	13,40	—	9,61	12,00	1,76	0,79	0,64	0,46	—	100,76
603	42,82	0,69	11,63	4,15	13,35	0,33	10,66	12,75	0,93	0,92	1,99 п. п.	0,03	—	100,44
604	44,53	0,62	10,96	4,21	13,59	0,31	10,77	11,76	0,86	0,43	1,98	0,06	—	100,37
605	43,87	0,69	12,09	2,83	14,36	0,27	10,26	12,19	0,68	0,23	2,28 п. п.	0,09	—	100,05
606	46,88	0,84	8,54	0,99	17,18	0,28	10,89	11,22	1,03	0,17	1,87	0,12	—	100,10
607	45,44	0,72	9,73	2,82	14,65	0,28	9,87	12,49	0,75	0,22	2,33 п. п.	0,12	—	99,67
608	45,88	0,69	8,83	4,45	14,64	0,65	10,90	10,92	0,98	0,31	2,13	—	—	100,38
609	44,17	0,78	13,29	1,99	14,91	0,25	9,07	11,49	1,10	0,37	2,16	0,02	0,04	99,62
610	41,88	2,87	12,06	2,93	14,49	0,15	9,22	12,84	1,60	1,22	0,70	—	—	99,96
611	43,42	0,60	10,67	5,98	12,75	0,37	9,70	11,90	1,19	0,93	2,03	0,04	—	99,97
612	43,11	1,32	11,10	4,97	13,04	0,43	9,35	11,76	1,18	1,27	1,92	0,16	—	99,71
613	46,16	0,91	9,58	5,53	13,70	0,29	9,76	9,90	2,08	0,22	1,71	0,07	—	99,91
614	44,98	0,76	7,76	6,21	13,40	0,32	9,85	13,01	1,98	0,53	1,10	0,12	—	100,02
615	43,15	0,84	9,40	7,71	13,18	0,26	10,27	10,75	2,48	0,19	1,52	0,08	—	99,86
616	43,55	0,52	12,09	7,36	12,08	0,26	9,38	9,54	2,87	0,57	1,22	0,15	—	100,67

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
617	40,37	1,08	18,50	7,14	10,38	0,33	8,25	10,11	1,80	1,01	0,99	—	—	99,96
618	41,72	1,38	10,84	7,06	12,81	0,38	9,04	12,04	1,35	1,07	2,15	0,10	0,29	100,11
619	41,10	1,04	13,75	5,96	13,50	0,19	8,37	10,07	2,52	0,91	2,39	—	—	99,90
620	39,43	0,97	12,41	5,94	17,03	0,52	9,58	8,63	2,14	0,81	0,96 п. п.	1,96	—	100,38
621	41,65	0,71	11,90	4,75	15,80	0,38	8,43	12,16	0,77	1,38	1,92 п. п.	0,01	—	100,09
622	42,57	0,88	13,29	3,80	15,65	0,32	7,76	11,92	1,21	0,32	2,22 п. п.	0,07	—	100,22
623	41,72	2,60	9,36	3,81	18,36	0,28	8,02	11,36	1,19	0,58	2,80	—	0,09	100,13
624	42,71	0,66	15,15	2,90	17,53	0,56	6,22	10,59	1,62	0,26	1,40	0,00	0,20	99,72
625	41,70	1,01	11,37	4,78	17,57	0,32	6,66	11,00	1,60	0,61	2,47 п. п.	0,12	—	99,97
626	46,64	0,59	11,87	4,31	15,99	0,36	5,20	10,29	1,48	0,90	2,52	0,04	—	100,33
627	36,65	1,60	14,56	8,66	16,61	0,16	6,24	11,96	0,80	0,68	0,95	0,72	0,00	99,79
628	41,00	0,76	11,77	4,89	19,09	0,34	5,83	11,64	1,18	0,41	2,57 п. п.	0,04	—	99,69
б) Из гнейсов и сланцев														
629	45,87	0,63	8,43	1,94	5,87	0,07	21,79	12,22	1,04	0,34	1,79	0,14	—	100,13
630	43,82	0,22	15,79	1,71	6,19	0,09	13,77	12,38	2,08	1,24	2,34	0,12	0,06	100,31
631	43,91	0,89	19,04	0,00	8,65	Следы	12,96	12,13	1,29	0,17	0,60	0,11	—	99,75
632	48,87	0,38	6,46	3,46	8,49	0,27	16,44	12,07	0,66	0,47	2,22	0,04	0,24	100,20
633	42,32	0,27	15,62	4,22	6,78	0,15	13,68	11,78	2,41	0,34	2,13	0,11	0,02	99,90
634	45,32	1,00	11,71	3,70	9,30	0,28	13,93	11,42	1,18	0,24	1,48	0,04	0,00	99,73
635	44,20	0,70	9,65	5,24	8,90	0,20	14,69	12,75	1,65	0,34	1,84 п. п.	0,14	—	100,38
636	44,86	0,77	10,27	5,52	8,55	0,30	13,57	12,34	1,32	0,25	2,02 п. п.	0,12	0,25	100,04
637	43,60	2,09	11,33	4,02	9,88	0,19	12,41	12,03	1,38	1,34	1,63	0,05	0,16	100,04
638	44,15	3,73	10,59	5,02	8,89	0,17	12,30	11,80	1,26	1,10	0,95	0,11	0,84	100,55
639	45,09	0,84	10,43	3,90	10,14	0,24	12,52	12,29	1,60	0,78	1,76	—	0,28	99,75
640	45,28	1,01	11,00	4,42	10,50	0,28	12,02	12,48	1,59	0,97	1,02	0,31	—	100,75
641	47,64	0,29	13,57	4,22	9,43	0,30	11,05	11,29	0,85	0,54	0,91	0,04	—	100,13
642	44,23	1,81	14,62	5,11	8,94	0,21	10,78	10,81	1,51	0,61	1,42	0,08	0,22	100,26
643	43,99	0,65	16,06	2,02	12,60	0,12	10,16	10,21	1,84	0,51	1,81	0,37	—	100,34
644	42,03	1,47	12,59	4,48	11,80	0,26	10,81	11,43	1,24	1,39	1,93	0,03	0,12	99,53
645	50,55	—	6,51	5,40	11,58	0,32	10,72	9,77	1,46	0,18	2,89	0,31	—	99,69
646	44,38	0,91	8,88	5,16	13,96	0,42	10,74	11,51	0,81	0,89	2,18 п. п.	0,13	—	100,06
647	42,52	1,27	11,39	6,52	13,00	0,37	10,71	8,60	1,26	0,94	2,35 п. п.	0,02	—	99,83
648	40,37	2,26	13,35	5,96	11,80	0,29	9,68	11,64	1,92	1,28	0,72	0,20	—	99,79

649	45,78	0,78	8,23	2,99	16,12	0,44	10,44	11,77	0,79	0,64	2,02 п. п.	0,06	—	100,17
650	40,60	2,18	15,52	8,27	10,34	0,18	9,01	10,94	1,02	0,84	1,02	0,12	—	100,04
651	41,53	1,05	14,23	7,94	10,47	0,28	8,62	10,77	1,16	1,07	2,59	0,21	0,02	99,93
652	41,95	1,49	10,84	10,36	11,40	0,79	9,18	10,27	1,10	0,74	1,75	0,34	0,19	100,32
653	41,25	2,90	10,40	3,85	16,28	0,76	8,02	10,26	1,58	1,46	1,69	0,10	1,17	99,70
654	40,12	0,80	18,68	5,43	13,20	0,29	6,36	11,10	1,29	0,58	2,32	0,24	—	100,41
655	46,28	0,20	6,20	3,55	20,80	0,43	8,16	11,22	0,00	0,00	2,29	0,12	0,00	99,41
656	42,65	0,65	15,89	5,33	14,69	0,43	6,64	10,13	2,08	0,28	1,64		0,27	100,57
657	41,32	0,02	11,19	9,34	15,83	0,28	7,94	10,24	1,33	0,29	1,89	0,00	—	99,67
658	39,70	4,20	8,58	9,06	16,16	0,34	7,10	10,57	0,67	0,63	1,74	0,00	—	99,85
659	39,98	1,14	9,50	7,34	17,74	1,00	6,37	10,66	1,87	1,95	1,79	0,19	0,52	99,82
660	40,84	0,40	16,84	6,73	15,63	0,09	4,57	10,32	1,36	0,44	1,70	0,60	0,00	99,81
661	42,70	0,35	11,68	9,69	16,54	0,30	5,17	10,27	1,28	0,56	0,82	0,24	—	99,60
662	40,02	0,39	15,93	5,42	20,39	0,47	2,47	10,81	1,17	0,51	2,41 п. п.		0,02	100,24

в) Из других пород

663	45,79	0,63	12,18	0,50	0,39	0,29	20,85	12,98	2,54	1,76	0,58	2,80	—	100,12
664	45,14	—	17,59	—	3,45	—	16,69	12,51	2,25	0,36	1,34	—	—	100,33
665	52,91	—	7,91	—	6,85	0,11	16,51	13,17	0,26	0,21	2,07	—	—	100,00
666	51,63	Следы	7,39	2,50	5,30	0,17	18,09	12,32	0,61	—	2,31	—	—	100,32
667	49,29	0,23	7,39	3,33	6,68	0,05	17,50	11,85	1,13	0,41	2,06	0,15	—	100,07
668	46,51	0,15	12,68	1,07	7,92	0,20	16,12	10,80	1,03	0,40	2,53	0,28	0,10	99,79
669	44,51	0,51	12,35	2,99	6,54	0,07	15,26	13,78	0,73	0,37	2,55 п. п.		0,07	100,37
670	41,95	2,07	14,92	2,15	7,85	0,15	13,20	11,93	3,40	0,61	1,38	0,15	—	99,76
671	46,26	1,62	10,32	2,50	10,08	0,20	13,34	12,08	1,75	1,05	1,38		—	100,58
672	44,47	1,63	8,55	6,96	9,08	0,25	14,56	11,00	0,57	0,21	2,08	0,11	0,40	99,71
673	43,19	—	17,77	3,22	9,78	Следы	11,57	10,04	3,12	Следы	1,05		—	99,74
674	43,82	0,68	14,85	3,32	11,15	0,27	12,07	10,20	1,79	0,12	1,94	0,06	0,04	100,32
675	43,84	1,83	11,55	6,22	10,07	0,68	10,81	10,01	2,54	0,59	1,47	0,65	0,38	100,61
676	44,54	1,58	11,11	6,98	10,10	0,21	10,20	9,46	2,53	0,85	1,57	1,27	0,15	100,69
677	46,20	—	8,40	5,66	11,31	1,28	10,14	12,54	2,59	—	1,60	0,40	—	100,12
678	44,00	0,42	9,62	6,25	12,37	0,54	10,44	12,15	0,96	0,91	2,36 п. п.		0,10	100,12
679	39,28	3,00	12,19	6,49	11,96	0,23	9,58	11,13	2,24	1,66	1,90	—	0,00	99,87
680	39,78	1,47	11,39	5,93	14,21	0,97	9,62	9,68	3,57	0,60	2,04	0,20	—	99,91
681	42,74	0,46	16,37	4,89	14,22	0,28	6,46	11,20	1,62	0,20	1,86 п. п.		0,05	100,35
682	42,05	0,75	12,99	5,43	19,36	0,18	6,77	9,67	1,07	0,21	1,37	0,00	—	99,85
683	37,90	0,29	11,95	7,48	19,95	0,24	6,16	9,92	2,98	0,55	1,94	0,16	—	99,90
684	43,34	0,15	8,00	8,05	17,09	2,63	5,25	12,40	0,18	1,59	0,93	0,06	—	99,67
685	41,54	0,65	7,93	6,56	21,84	0,53	3,21	13,86	0,81	1,60	1,53	0,38	—	100,44
686	40,12	0,47	15,22	4,81	21,11	0,08	2,82	11,23	1,12	0,38	2,23 п. п.		0,04	99,82

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

*Амфиболы переходного ряда актинолит-роговая обманка (с Al от 0,5 до 1)*

а) Из скарнов и близких к ним пород

687	54,27	—	4,92	—	0,22	0,18	25,42	11,31	1,20	0,31	1,94	0,26	—	100,06
688	56,87	0,00	5,01	0,00	1,95	0,01	21,56	12,12	—	0,04	2,22	0,00	—	99,78
689	55,20	0,25	4,60	0,49	1,91	—	21,65	13,03	1,29	0,64	0,86	—	0,25	100,09
690	53,81	0,05	3,11	0,44	6,01	0,02	20,55	13,62	0,00	0,02	2,43	0,00	—	100,06
691	52,51	0,22	5,12	2,45	5,28	0,15	18,21	12,86	0,73	0,25	1,88	0,09	0,40	99,98
692	50,94	0,16	4,82	1,40	7,30	0,11	18,65	12,71	0,58	0,80	0,91	0,24	1,18	99,54
693	50,15	0,01	5,07	2,75	8,66	0,10	16,74	11,71	1,47	0,69	1,47	0,07	—	99,89
694	49,76	0,04	3,71	4,04	13,32	0,41	13,58	12,52	1,70	0,27	1,10	—	—	100,45
695	50,85	—	3,98	2,83	14,42	—	13,08	12,51	0,36	—	—	2,24	—	100,27
696	51,17	0,15	3,92	5,21	11,99	0,60	13,25	11,09	0,90	0,21	0,82	0,25	—	99,97
697	51,50	0,30	4,01	1,95	14,85	0,55	12,90	11,75	0,84	0,18	0,41 п. п.	1,71	—	100,54
698	45,35	Следы	5,20	2,46	29,20	2,60	2,23	10,97	0,35	0,40	1,45	—	—	100,27

б) Из других пород

699	54,09	0,22	3,54	0,66	4,69	0,26	21,29	12,14	0,21	0,16	2,78	0,12	—	100,16
700	53,82	—	3,77	1,23	4,32	—	19,18	13,10	1,12	0,80	—	2,27	—	99,87
701	50,60	0,12	4,49	1,47	6,02	0,26	17,91	14,62	1,70	0,67	1,94	0,60	—	100,40
702	50,70	0,12	5,53	3,62	7,06	—	14,21	13,21	2,10	0,66	2,10	0,90	—	100,21
703	51,14	0,64	4,41	1,56	11,55	0,15	14,98	12,90	0,51	0,08	1,60	0,21	—	99,77
704	52,03	0,60	4,00	1,42	11,72	0,28	14,23	11,58	0,94	0,16	2,36	0,10	—	100,20
705	49,49	0,45	5,57	2,03	12,22	0,30	13,97	12,19	0,49	0,11	2,84	0,15	—	99,81
706	51,62	0,09	4,06	3,17	12,85	0,36	12,68	12,57	0,60	0,16	1,61	0,09	0,18	100,14
707	49,30	—	4,23	3,99	13,23	0,42	12,49	12,92	2,68	0,41	0,94	—	—	100,61

*Актинолиты и тремолиты с Al до 0,5*

а) Из скарнов и близких к ним пород

708	59,45	—	0,49	0,00	0,07	0,38	25,19	11,88	—	—	2,27	0,00	—	99,73
709	57,66	0,01	1,51	0,23	0,33	0,01	24,34	13,79	0,12	0,02	2,22	0,04	0,00	100,28
710	58,54	—	0,79	0,22	0,37	Следы	24,45	13,59	0,27	0,12	2,12	—	—	100,47
711	57,62	0,04	1,41	0,12	1,03	Следы	23,48	13,94	0,26	0,14	2,25	0,04	—	100,33

712	56,08	0,00	2,06	0,81	3,91	0,10	23,05	11,52	1,02	0,46	0,52	0,20	0,66	100,31
713	55,85	—	0,56	—	5,22	—	23,99	11,66	—	—	2,14	—	—	99,82
714	56,33	0,06	0,94	1,35	4,93	0,03	21,45	13,08	0,30	0,09	1,25	—	—	99,81
715	56,00	0,08	1,63	0,64	5,68	0,13	20,48	13,61	0,20	0,07	1,23	0,28	—	100,03
716	57,32	—	0,51	0,68	5,89	0,60	21,43	11,18	—	—	2,51		—	100,12
717	54,79	0,09	2,77	1,95	5,06	0,24	20,69	11,63	0,53	0,14	1,94 п. п.	0,62	—	100,45
718	51,00	0,08	2,68	2,36	8,82	0,18	18,15	11,96	0,63	0,70	1,75	0,35	0,50	99,78
719	53,08	0,09	2,02	1,63	10,45	0,46	16,68	13,18	0,30	0,10	0,83 п. п.	2,27	0,07	100,33

## б) Из других пород

720	57,35	0,07	1,21	0,11	0,23	0,01	23,87	14,02	0,42	0,19	2,21		0,11	99,75
721	57,66	0,01	1,51	0,23	0,33	0,01	24,34	13,79	0,12	0,02	2,22	0,04	0,00	100,28
722	58,60	0,04	0,52	—	0,22	0,50	24,66	12,26	0,73	0,16	1,89	0,01	0,42	99,92
723	58,38	0,05	0,44	0,37	—	1,54	25,01	10,95	0,76	0,07	2,17		0,27	100,02
724	54,90	0,21	1,20	0,50	2,80	0,08	25,30	12,70	0,60	0,00	0,93	0,27	—	100,00
725	57,57	0,08	1,02	0,70	2,79	0,14	22,59	12,34	0,18	0,13	2,05	0,04	0,23	99,80
726	55,26	0,05	1,55	0,62	3,94	0,07	22,35	12,83	0,26	0,23	2,16	0,10	0,14	100,27
727	56,67	0,24	0,77	0,83	3,90	0,29	22,42	12,48	0,06	0,18	2,45	0,10	—	100,39
728	56,77	—	1,30	0,67	1,77	0,54	23,31	12,65	0,57	0,23	1,74		0,94	100,09
729	52,90	—	1,52	0,67	5,23	—	22,63	13,32	1,83	0,49	1,14	0,30	—	100,03
730	54,82	—	2,97	1,54	4,14	—	20,60	13,40	0,55	—	2,16		—	100,18
731	55,64	0,05	2,23	1,48	4,26	0,23	20,07	12,38	1,07	0,12	0,70	0,00	—	99,73
732	52,50	—	2,99	2,55	3,37	1,03	22,20	13,04	1,82	—	1,10	0,20	—	100,80
733	55,26	0,04	2,23	1,19	5,12	0,31	20,41	12,07	0,59	0,10	1,81	—	0,31	99,80
734	56,80	0,12	0,62	1,45	6,71	0,23	19,75	11,24	0,71	0,12	2,58	0,15	—	100,48
735	57,98	0,00	0,00	1,92	6,95	0,06	18,98	11,40	0,45	0,03	2,37	0,15	—	100,29
736	54,94	0,07	2,36	1,42	7,89	0,02	18,58	11,42	0,58	0,64	1,73	0,15	—	99,86
737	55,78	0,21	2,86	2,39	6,82	0,38	16,70	12,25	0,46	0,12	1,58	0,16	0,21	100,03
738	54,64	0,09	2,93	2,01	6,82	0,04	14,76	15,92	1,10	0,76	1,61		—	100,79
739	56,70	—	1,62	3,06	7,19	0,30	17,20	10,62	0,64	0,24	2,05	0,64	—	100,80
740	53,93	0,16	1,40	2,08	9,32	0,14	17,30	12,20	0,42	0,06	2,06	0,23	0,06	100,47
741	56,06	0,12	2,14	2,22	8,97	0,23	16,11	10,28	1,36	0,00	2,42	0,17	—	100,08
742	51,79	—	1,93	2,84	17,01	—	11,63	12,11	0,56	—	1,97		—	99,84
743	47,21	1,40	1,98	5,26	23,87	0,62	6,15	11,76	—	—	2,23		—	100,48

## Глаукофаны

744	57,73	—	12,04	1,16	5,41	—	13,02	1,04	6,98	0,68	2,27	—	—	100,33
745 <sup>1</sup>	54,48	—	6,98	1,08	3,67	—	17,71	2,27	7,37	0,64	5,80	—	—	100,00

<sup>1</sup> В молекулярных процентах.

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
746	57,50	1,30	12,50	2,70	4,70	—	11,20	1,50	5,80	0,40	2,30	—	—	99,90
748	56,97	—	10,83	2,92	8,27	—	10,43	0,68	6,79	0,65	2,23	—	—	99,77
749	56,72	—	12,47	2,40	8,10	Следы	9,50	2,11	5,88	0,33	2,91	—	—	100,42
750	52,39	0,14	11,29	3,74	9,13	Следы	11,37	3,03	6,14	Следы	2,57	—	—	99,80
751	57,62	0,51	10,27	5,41	7,52	Следы	11,21	0,20	6,03	0,17	0,37	—	—	99,31
752	56,06	—	8,87	2,38	10,60	—	11,11	3,26	5,53	0,57	1,83	—	—	100,21
753	57,78	0,42	9,97	1,26	10,46	0,02	9,33	1,85	6,70	Следы	1,24	0,36	—	99,49
754	57,67	—	11,07	3,20	9,68	0,06	9,85	0,95	6,80	0,42	0,36	0,12	—	100,18
755	56,77	—	11,28	1,89	10,84	—	8,92	1,24	6,45	0,60	1,93	—	—	99,92
756	54,17	1,26	11,13	3,10	9,27	0,079	8,42	2,98	4,82	1,67	3,14 п. п.	—	—	100,219
757	55,04	0,22	8,98	2,83	11,62	0,12	9,55	3,58	5,50	0,05	1,99	0,00	0,01	99,57
758	55,46	0,95	10,76	3,34	9,86	0,13	8,12	2,89	5,39	1,20	2,48	—	—	100,58
759	52,96	0,08	11,38	5,12	9,94	0,01	8,34	2,29	5,72	0,60	2,95 п. п.	0,36	—	99,75
760	50,88	1,86	8,53	4,25	13,41	0,23	8,50	5,19	4,63	0,03	2,44	0,00	—	99,95
761	55,47	—	12,38	1,62	13,73	—	7,36	0,38	6,70	0,82	2,01	—	—	100,47
762	56,19	0,12	11,20	2,96	12,10	0,01	7,12	0,96	6,78	0,05	2,00 п. п.	—	—	99,55
763	54,88	0,87	9,86	4,35	12,02	0,14	7,69	1,95	5,62	0,09	2,22	0,13	—	99,82
764	56,82	Следы	11,11	5,22	7,66	0,09	5,54	3,65	6,68	0,16	2,54	0,06	—	99,53
<i>Глаукофаны и кросситы с повышенным содержанием марганца</i>														
765	57,20	1,42	8,56	5,68	0,00	0,96	14,81	2,73	5,87	1,53	0,12	0,92	0,02	99,81
766	56,89	<0,05	7,98	7,43	0,33	0,44	15,53	0,86	6,51	<0,10	3,62	0,00	—	99,74
767	55,56	0,13	6,71	9,16	5,53	0,63	12,35	2,15	5,78	0,20	1,93	0,00	—	100,13
768	55,62	0,26	4,54	12,99	3,53	1,25	11,98	1,95	5,58	0,36	1,96	0,00	—	100,09
769	54,52	0,39	9,25	4,44	9,81	0,46	10,33	1,98	7,56	0,16	1,78	—	—	100,68
770	52,86	0,24	11,29	5,61	7,77	1,78	9,96	2,42	6,50	Следы	2,08	0,08	—	100,59
<i>Кросситы, связанные с глаукофановыми сланцами</i>														
771	59,30	0,25	8,66	5,21	8,05	0,12	9,37	1,24	6,11	0,55	1,42	0,32	—	100,60
772	50,82	0,38	10,01	7,96	8,85	0,11	10,30	2,84	4,72	0,25	3,54	0,00	—	99,78
773	56,03	0,36	8,67	7,11	9,46	0,11	8,81	1,28	6,98	0,13	1,22	0,29	—	100,49
774	52,76	0,94	6,80	10,38	8,45	—	9,38	2,25	7,20	1,11	0,52 п. п.	—	—	99,79

775	50,99	1,95	5,45	10,42	9,68	0,14	9,69	2,03	4,95	0,25	4,22	0,10	—	99,87
776	54,56	0,23	8,29	7,94	10,31	0,13	8,74	0,81	6,71	0,14	2,18	0,07	—	100,12
777	52,58	0,47	6,15	10,80	10,10	0,20	9,09	2,51	5,33	0,09	2,39	0,06	—	99,81
779	51,82	2,20	7,32	7,41	11,17	0,18	7,43	3,14	5,43	0,45	2,82	0,16	—	99,61
780	50,41	1,66	7,82	8,73	10,81	0,14	7,39	3,99	7,04	0,57	1,17	0,10	—	99,83
781	53,63	0,54	9,75	6,75	12,12	0,13	7,21	2,41	5,46	0,10	2,26	0,20	—	100,64
782	54,72	—	8,27	7,03	11,82	0,36	7,26	1,58	6,31	0,40	1,96	—	—	99,71
783	53,09	0,39	3,42	14,41	8,15	0,12	8,14	2,12	6,01	0,21	3,28	0,61	—	99,95
785	52,86	0,30	9,39	6,60	15,23	0,07	5,67	0,68	5,94	0,19	2,88	0,07	—	99,98

*Кросситы, связанные с рудными месторождениями*

786	54,60	0,25	5,03	11,85	4,21	—	12,02	2,03	8,24	0,10	1,62	—	—	99,95
787	55,42	0,30	4,94	11,04	5,26	0,00	11,71	1,84	7,94	0,05	0,92 п. п.	0,20	—	99,62
788	56,20	0,3	3,9	12,0	6,7	—	9,7	2,2	6,3	0,7	2,0 п. п.	—	—	100,0
789	52,90	0,20	8,32	8,26	9,74	—	7,22	4,23	5,81	—	3,20	—	—	99,88
790	52,72	0,01	3,65	15,46	8,16	—	9,16	2,10	5,91	0,68	1,85	—	—	99,70
791	55,56	0,53	8,48	9,37	9,68	—	6,83	0,88	6,03	0,00	2,64	—	—	100,00

*Родуситы, связанные с рудными месторождениями*

792	54,40	—	2,90	14,50	2,30	1,50	15,80	1,50	6,50	—	0,80	—	—	100,20
793	54,61	0,08	0,38	15,95	3,56	0,07	15,20	2,55	4,51	0,52	2,26 п. п.	0,18	—	99,87
794	54,76	Следы	1,07	15,35	4,15	0,23	13,88	2,56	5,29	0,00	2,35	0,12	—	99,76
795	56,22	—	0,91	15,85	3,84	0,01	13,18	1,40	6,16	0,16	2,68	0,07	—	100,48
796	54,25	0,15	0,14	15,00	7,55	0,02	13,35	0,78	4,94	1,09	2,73	—	—	100,00
797	55,76	Следы	0,99	16,27	4,87	Следы	12,27	1,00	6,25	0,76	1,76	0,08	0,06	100,04
798	56,26	Следы	1,90	15,46	5,54	Следы	11,06	0,93	6,65	0,24	1,98	0,00	0,07	100,06
799	53,54	0,00	0,46	20,06	4,05	0,05	12,47	0,27	5,95	0,46	2,65 п. п.	0,19	—	100,15
800	53,76	0,01	0,31	21,21	3,38	0,23	12,05	2,66	5,61	0,22	0,56	—	—	100,00
801	54,37	—	0,68	16,04	7,00	0,22	11,50	0,42	5,62	0,35	3,35	—	—	99,88
802	53,66	0,09	0,47	16,66	7,72	0,23	11,61	1,67	4,42	0,20	3,30 п. п.	0,24	—	100,27
803	52,28	—	2,57	15,22	8,23	—	10,24	2,16	5,97	0,30	3,03	—	—	100,00
804	53,49	0,13	—	18,22	8,60	0,02	10,14	0,40	6,40	0,24	2,36	—	—	100,00
805	52,04	0,09	0,57	14,98	11,78	0,04	9,59	2,10	5,18	0,14	2,58	0,48	—	99,86
806	51,02	1,41	1,93	13,05	10,96	0,14	8,62	4,85	4,95	0,74	2,43	0,25	0,20	100,47
807	49,89	0,35	2,50	18,02	12,19	—	7,05	2,12	4,15	0,45	3,28	—	—	100,12

*Родусит-асбесты и родуситы асбестовых месторождений*

808	55,65	—	4,00	13,01	3,84	Следы	13,09	1,45	6,91	0,39	1,78	Следы	0,23	100,25
809	56,10	Следы	0,66	15,60	4,06	—	14,50	1,11	5,05	0,71	2,24	—	—	100,03

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
810	55,38	0,14	3,87	15,69	1,19	0,02	12,11	0,57	5,58	0,27	3,61	1,84	—	100,39
811	56,10	0,29	4,51	13,67	1,77	0,02	10,40	0,48	4,95	0,23	5,18 п. п.	2,74	—	100,49
812	48,96	0,08	1,14	11,07	7,97	0,05	12,26	5,95	4,01	0,30	3,01 п. п.	0,65	0,43	100,07
813 <sub>1</sub>	52,79	0,09	1,79	13,61	7,70	0,008	13,23	0,74	5,15	0,36	3,04	0,42	0,29	—
814	54,35	Следы	2,13	15,18	4,61	—	12,00	0,70	6,25	0,61	3,79	0,43	0,22	100,38
815	50,10	0,15	1,84	12,52	7,82	0,11	11,83	4,07	4,40	0,30	{ 3,67 1,91 п. п.	0,45	0,70	100,03
816	57,51	Следы	1,64	12,54	6,60	—	10,85	1,20	5,58	0,51	2,93	0,20	0,16	100,05
817	54,68	Следы	3,90	13,98	7,40	0,21	12,25	1,27	5,55	0,46		0,72	—	100,42
818	55,06	—	0,18	14,54	7,17	0,09	12,30	1,17	6,52	0,23		2,44	—	99,70
819	55,44	0,04	0,22	16,77	5,23	0,09	12,30	2,17	6,76	0,15	0,55	0,05	0,18	99,94
820	53,09	0,10	1,28	14,03	7,51	0,01	11,91	1,92	4,65	0,13	3,85	0,18	0,25	99,87
821	54,10	—	—	15,76	7,33	—	12,60	1,44	5,40	0,45	2,81 п. п.	—	—	99,98
822	54,90	Следы	2,76	12,76	8,18	0,00	10,76	0,85	7,23	0,15	1,84	0,50	—	100,93
823	51,65	—	1,57	13,82	9,00	—	12,27	1,19	5,44	0,56	3,86	0,00	0,22	100,49
824	55,16	—	3,10	14,02	7,93	0,09	11,78	0,98	5,92	0,60		1,07	—	100,65
825	54,87	0,68	1,78	16,41	5,38	Следы	11,34	0,45	6,77	0,25	1,62	0,51	—	100,06
826	56,02	Следы	0,94	14,87	6,86	0,00	12,29	0,65	5,37	0,23	0,70	0,68	—	100,19
827	53,24	0,02	2,09	14,77	7,20	0,01	11,41	0,78	4,53	0,66	3,82	0,58	—	99,66
828	54,15	0,18	0,60	14,52	8,10	0,01	11,65	1,25	5,69	0,37	2,52 п. п.	0,77	0,27	100,32
829	53,17	0,10	2,02	13,35	8,42	0,017	11,18	0,85	6,00	0,56	2,94	0,44	0,27	99,45
830 <sub>1</sub>	50,63	0,15	1,68	12,88	7,66	0,75	10,83	2,99	4,36	0,38	3,68	0,65	0,37	—
831	54,78	—	0,73	15,25	7,60	—	11,47	0,78	6,46	0,43	2,50	—	—	100,00
832	55,06	—	0,49	15,48	7,40	—	11,49	0,98	6,38	0,80		1,98	—	100,06
833	53,90	0,06	1,27	16,97	5,71	0,01	10,91	1,19	6,30	0,20	2,65	0,49	0,10	100,18
834	53,44	0,20	1,49	14,56	7,05	Следы	10,40	1,47	5,04	0,40	{ 1,51 2,29 п. п.	1,24	0,90	99,84
835	54,02	0,01	2,26	15,57	7,56	0,01	11,06	0,66	4,48	0,35	2,91	0,74	—	100,04
836	53,74	0,03	1,55	14,94	8,06	0,006	10,88	0,61	6,50	0,37	2,39	0,37	0,30	99,83
837	53,44	0,01	1,54	15,97	7,56	0,01	11,06	0,60	4,44	0,20	3,75	0,88	—	99,50
838	53,82	0,07	1,49	13,73	7,75	0,06	10,06	1,97	6,00	0,37	{ 3,17 0,75 п. п.	0,66	0,10	100,51
839	53,60	0,13	1,70	16,22	5,88	0,01	9,98	1,10	5,58	0,22	3,32 п. п.	2,20	0,18	100,27
840	54,10	0,06	1,02	14,13	8,10	0,04	10,15	2,13	4,81	0,37	{ 3,31 0,51 п. п.	0,73	0,09	100,07

841 <sup>1</sup>	53,88	0,02	1,22	14,77	8,86	0,006	10,60	0,63	6,25	0,37	2,64	0,32	0,30	—
842 <sup>2</sup>	52,69	0,23	2,26	15,47	8,15	—	10,35	2,56	4,36	0,97	2,74	—	0,19	—
843	56,71	—	2,38	14,70	7,60	—	9,62	—	5,42	0,57	—	3,69	—	100,69
844	54,383	Следы	0,28	15,118	9,214	0,107	10,541	1,285	6,857	0,306	—	2,158	—	100,249
845	51,15	—	—	14,92	9,80	0,30	10,80	1,12	6,52	0,63	—	4,77	—	100,01
846	60,44	Следы	1,45	13,81	6,14	—	8,38	0,93	5,06	0,29	2,55	0,77	0,20	100,14
847 <sup>3</sup>	53,29	0,12	1,38	16,58	7,10	0,03	9,93	1,16	5,15	0,27	2,97	0,64	0,08	—
848	53,66	0,24	1,05	17,68	6,84	0,01	10,01	0,91	6,20	0,18	2,96	0,73	0,07	100,68
849	54,01	—	0,23	15,70	9,42	0,14	10,01	1,52	6,22	0,35	2,25	—	—	99,85
850 <sup>3</sup>	53,01	0,43	1,14	19,29	6,93	—	10,13	1,45	4,62	0,52	2,29	0,67	—	—
851 <sup>4</sup>	54,72	0,08	1,16	19,00	6,53	0,015	9,61	0,97	5,73	0,27	2,11	0,69	0,15	—
852	57,82	0,03	0,85	16,31	7,34	0,017	8,17	0,48	4,85	0,25	2,23	0,88	0,20	100,15

*Железистые родуситы*

853	53,08	—	0,55	16,89	12,07	—	6,26	1,95	7,23	0,28	1,40 п. п.	—	—	100,63
854	52,54	—	0,84	17,73	11,85	—	6,19	1,65	7,61	0,25	1,16	0,62	—	100,44
855	52,88	0,75	0,45	17,48	12,60	0,03	6,18	0,08	7,21	0,13	2,24	—	0,10	100,09
856	53,60	—	0,70	17,23	13,65	—	6,15	1,25	7,60	Следы	0,44 п. п.	—	—	100,62
857	51,86	—	0,60	16,97	13,65	—	6,03	1,25	7,30	Следы	2,36	0,22	—	100,42
858	52,10	—	0,74	17,66	13,37	—	6,03	1,35	7,40	0,04	1,32	0,26	—	100,63
859	52,80	0,28	0,10	18,04	13,55	0,20	5,80	0,46	6,52	0,53	1,77	—	—	100,05
860	54,92	0,54	0,00	17,53	13,26	0,03	5,38	0,26	6,03	0,28	2,00	0,02	—	100,25
861	51,16	—	1,25	19,27	13,62	—	5,70	1,30	6,96	Следы	1,28 п. п.	—	—	100,98
862	51,60	0,00	0,89	15,94	15,87	0,10	5,50	0,20	5,51	0,66	3,73	0,44	—	100,44
863	52,32	—	0,74	16,66	14,37	—	5,24	1,35	6,22	0,04	2,62	0,23	—	99,79
864	52,27	—	0,00	17,12	16,50	Следы	4,63	0,60	5,80	Следы	2,63	0,27	—	99,94
865	52,10	0,28	—	13,99	19,27	—	4,60	0,70	6,71	0,37	1,98	—	—	100,00
866	52,90	—	0,52	17,18	16,65	0,01	4,29	0,00	6,08	0,12	2,31	0,07	—	100,13
867	52,00	—	0,00	16,05	17,65	Следы	4,28	1,20	6,21	0,06	2,43	0,26	—	100,23
868	52,78	Следы	0,00	19,14	13,27	0,00	4,02	0,00	4,44	Следы	4,22	2,18	—	100,05
869	52,30	—	—	17,50	17,30	—	4,25	0,80	4,55	—	3,00	0,80	—	100,50
870	51,94	0,01	0,24	18,93	15,25	0,01	3,94	0,40	6,00	0,26	2,67	0,72	—	100,37
871	52,27	—	0,00	17,48	17,18	Следы	3,68	0,68	5,89	Следы	2,71	0,33	—	100,38
872	50,50	—	—	20,20	15,40	—	3,65	0,80	4,40	—	4,15	1,05	—	100,15
873	51,86	0,03	0,03	20,26	14,84	0,01	3,26	0,49	6,12	0,28	1,97	0,68	—	99,90

<sup>1</sup> Среднее из двух анализов.

<sup>2</sup> Среднее из 100 анализов.

<sup>3</sup> Среднее из трех анализов.

<sup>4</sup> Среднее из 12 анализов.

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Рибекиты метаморфических пород</i>														
875	50,70	—	0,70	18,30	17,50	0,06	3,05	1,30	5,30	Следы	2,53	0,29	—	100,18
876	49,80	—	0,91	12,88	23,10	—	2,95	1,51	4,15	2,09	2,92	—	—	100,31
877	50,10	—	0,20	18,85	17,65	0,08	2,90	1,45	5,70	Следы	2,35	0,35	—	100,60
878	50,65	—	—	18,55	17,85	—	2,30	0,75	5,70	—	3,70	0,80	—	100,30
879	52,60	—	—	17,75	18,70	—	2,30	0,85	4,40	—	3,20	0,30	—	100,10
880	50,71	—	0,00	20,45	17,41	—	2,28	0,15	5,75	0,07	2,50	0,96	—	100,28
881	50,35	—	0,00	17,90	19,45	0,03	2,19	0,57	6,26	Следы	2,82	0,37	—	100,38
882 <sup>1</sup>	52,82	—	0,21	14,84	20,39	—	2,06	0,61	5,31	—	3,02	0,24	—	—
883	51,15	—	0,40	16,93	18,19	0,03	2,00	2,78	5,60	0,80	2,12	—	—	100,00
884	52,24	Следы	0,43	15,83	19,19	0,03	2,00	1,78	5,00	0,80	2,72 п. п.	0,23	—	100,25
885	50,46	—	1,01	18,38	18,54	—	1,92	0,81	6,11	—	—	—	—	—
886 <sup>2</sup>	51,01	Следы	0,15	17,53	19,70	0,065	1,89	1,03	6,11	0,26	2,45	0,26	—	99,68
887	50,66	—	0,04	22,64	17,05	—	1,99	0,01	5,15	0,09	2,40	0,26	—	—
888	52,85	—	2,00	17,10	18,00	—	1,75	0,85	4,90	—	2,62	0,15	—	100,40
889	52,40	—	0,15	19,05	17,05	0,04	2,00	0,59	5,59	Следы	2,55	0,70	—	100,70
890	50,85	—	—	18,15	19,55	0,06	1,80	1,20	6,25	0,37	2,26	0,30	—	100,25
891	51,04	—	0,00	17,15	20,42	0,06	1,60	0,69	6,24	0,10	2,26	0,11	—	100,68
892	49,40	—	—	19,57	18,25	0,12	1,60	1,60	6,28	0,18	2,28	0,21	—	99,79
893	50,24	—	0,35	18,05	17,12	—	1,38	1,28	6,91	0,52	2,75	0,23	—	100,98
894	51,94	—	0,20	18,64	19,39	—	1,37	0,19	6,07	0,04	2,89	0,52	—	99,26
895	51,40	—	—	17,71	19,95	Следы	1,32	0,55	6,20	0,15	2,58	0,31	—	100,73
896	48,15	1,66	1,82	16,42	21,46	0,53	0,77	0,39	6,32	0,60	2,20	0,25	—	99,93
897	51,97	0,10	1,86	13,40	20,66	0,30	0,33	1,48	6,29	0,92	2,02	—	—	100,14
898	49,55	0,34	0,97	16,52	20,38	1,30	0,16	0,90	6,53	0,85	1,64	1,07	—	100,02
899	51,58	—	—	16,90	21,22	—	0,15	—	6,33	—	1,85	—	—	99,35
											3,79	—	—	99,97

*Редкие типы амфиболов*

## а) Рихтериты

900	57,88	Следы	3,06	0,61	0,22	0,02	20,71	6,21	5,23	3,08	2,90 п. п.	0,52	—	100,44
901	59,06	"	3,72	0,91	0,90	0,03	19,51	5,50	6,21	1,05	2,45 п. п.	0,35	—	99,72
902	57,74	"	0,37	0,29	Следы	2,40	23,67	9,01	3,14	0,64	2,39	—	0,37	99,86
903	56,74	0,28	0,71	4,71	0,87	0,07	21,95	6,15	5,15	1,80	0,87	0,00	1,30	100,37
904	55,47	0,15	0,00	4,58	2,33	Следы	20,21	9,02	4,81	1,45	{ 0,81	0,09	1,70	100,37
											{ 0,46 п. п.			

905	55,64	—	1,08	—	6,35	0,77	22,09	7,64	5,89	0,98	2,95	0,14	—	100,53
907	56,01	—	0,14	2,14	—	5,81	20,99	8,29	3,69	0,47	1,94	—	0,18	99,59
908	53,80	0,10	1,37	1,89	—	8,69	18,45	5,43	5,63	1,72	1,91	0,14	0,36	99,86

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

б) Холмквиститы

909	59,20	0,04	14,26	1,01	7,31	0,22	11,67	0,23	0,44	0,05	3,15	2,02	0,32	—	99,92
910	58,80	Следы	14,44	1,47	8,87	0,07	10,58	0,20	0,37	0,00	3,05	1,74	0,00	0,57	99,92
911	60,45	Следы	7,70	9,68	4,38	—	12,12	—	1,12	0,54	2,13	2,28	0,09	0,43	100,74
912	59,73	0,17	11,21	2,97	8,92	0,20	10,16	0,56	0,18	0,15	3,56	2,08	0,02	0,24	100,05
913	59,58	—	7,19	9,35	4,88	0,41	11,66	0,06	0,50	0,27	3,54	2,23	0,03	0,24	99,82
914	59,16	Следы	12,62	—	12,08	Следы	9,95	0,00	Следы	Следы	3,53	3,43	0,03	0,00	100,78
915	55,48	0,64	14,64	1,80	10,36	Следы	9,40	1,32	0,66	0,74	2,40	3,16	0,03	Следы	100,60
916	59,06	0,20	12,38	2,36	10,84	0,25	8,82	0,21	0,11	0,05	3,33	2,09	0,07	0,18	99,87
917	60,27	0,31	11,41	3,00	11,12	0,20	7,84	0,38	0,11	0,21	2,74	1,96	0,25	0,09	100,30
918	58,72	0,05	13,01	2,24	8,94	0,19	9,43	1,00	0,23	0,00	2,43	1,87	0,12	0,14	99,85
919	57,83	0,28	7,46	5,72	13,04	0,65	6,93	0,66	1,24	0,38	2,55	2,73	—	0,91	100,00

в) Клинохолмквиститы

920	57,76	0,00	12,75	1,55	5,68	0,16	10,70	4,51	1,59	0,26	1,61	0,89	0,00	2,55	99,95
921	57,68	0,00	13,52	0,44	5,87	0,45	9,37	3,00	1,74	0,28	3,37	1,67	—	1,71	100,36

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

г) Тиродиты

922	53,25	0,79	2,31	1,81	1,62	4,66	28,42	3,42	1,25	0,06	2,04	—	—	—	99,63
923	53,26	0,78	2,26	2,60	1,12	6,24	29,16	1,10	1,39	0,09	1,87	—	—	—	99,87
924	53,26	—	1,25	2,63	1,06	8,25	31,26	1,11	1,56	0,07	0,05	—	—	—	100,50
925	53,24	0,72	2,24	2,69	1,26	7,10	27,04	1,14	1,82	1,05	—	1,78	—	—	100,08
926	58,80	—	—	1,20	—	10,08	24,80	2,72	—	—	—	2,54	—	—	100,14
927	54,40	0,74	1,98	4,88	0,65	7,72	19,90	4,41	3,41	1,02	0,11	0,95	0,02	—	100,18

<sup>1</sup> Среднее из 15 анализов.

<sup>\*</sup> Среднее из 14 анализов.

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
д) Актинолиты с содержанием MnO > 3,00 вес. %															
928	55,10	Следы	2,02	1,78	—	8,97	19,30	10,95	0,98	0,25	0,55	—	—	100,15	
929	54,18	0,28	Следы	0,50	10,34	7,38	13,23	11,50	—	—	2,84	0,16	—	100,41	
930	49,79	0,16	2,42	3,46	14,40	5,79	10,62	11,19	0,96	0,25	1,52	0,20	0,17	100,86	
931	49,30	—	1,30	2,15	30,50	3,48	0,66	10,73	—	—	2,13	—	—	100,25	
е) Роговые обманки с содержанием MnO > 3,0 вес. %															
932	48,28	—	8,55	1,58	—	6,76	18,29	9,46	3,94	0,26	2,44	0,32	—	99,88	
933	40,86	0,92	15,13	5,62	15,08	5,47	0,37	11,12	1,51	0,44	2,55 п. п.	0,41	—	99,48	
934	42,50	1,41	12,73	3,61	14,01	9,92	0,20	11,48	1,39	0,65	1,69 п. п.	—	—	92,59	
ж) Роговые обманки с повышенным содержанием Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>															
935	49,74	0,40	8,70   3,07 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =2,30	—	—	0,04	20,44	13,32	1,20	—	1,52	—	—	100,73	
936	46,55	0,15	7,44   1,53 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =4,68	1,01	—	—	21,68	12,72	2,34	—	1,77	—	—	99,87	
937	44,96	0,23	14,90   1,51 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =1,92	4,05	0,09	—	16,05	11,92	1,51	0,12	2,26	0,15	0,02	99,76	
з) Свинец, содержащий паргасит															
938	43,08	0,15	10,30   2,68   PbO=2,12	—	—	3,24	20,17	12,62	3,18	0,30	2,08	0,23	—	100,15	
№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Cl	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
и) Хлорсодержащие роговые обманки															
939	38,95	0,28	13,85	5,69	14,31	0,54	8,89	11,83	1,51	1,70	1,64	0,14	0,18	0,98	100,19
940	38,16	0,28	12,43	6,35	17,03	0,56	7,08	12,54	1,46	1,79	1,52	0,03	0,09	1,40	100,36
941	39,30	0,36	12,93	7,15	16,46	0,22	5,85	10,33	1,77	1,20	2,33	0,80	—	1,80	100,11
942	38,57	0,92	12,86	3,10	20,78	0,48	4,74	12,76	1,08	1,11	2,16	0,00	—	1,85	100,36
943	37,59	0,32	11,45	4,63	22,02	0,67	4,67	11,81	1,59	1,68	1,54	0,20	0,04	1,77	99,56
944	38,46	1,32	13,39	3,75	20,55	0,56	4,11	11,87	1,17	1,34	2,31	0,00	—	1,96	100,36
945	38,90	0,21	10,19	8,84	19,44	0,61	4,32	11,50	1,41	0,66	1,60	0,80	Следы	1,28	99,74
946	38,40	0,38	11,28	9,54	19,39	0,28	3,58	12,06	0,62	1,40	1,24	0,60	—	0,92	99,70
947	37,41	0,22	9,36	7,94	23,24	0,21	3,81	11,43	1,06	2,33	1,07	0,24	0,02	2,77	100,49
948	37,74	0,14	10,81	5,28	24,02	0,45	3,17	11,85	1,25	1,41	1,79	0,00	—	1,86	99,61
949	39,69	0,26	10,18	8,10	21,47	0,41	3,03	11,90	1,17	1,41	1,16	0,28	—	1,51	100,31
950	38,70	0,31	11,24	11,34	18,78	0,32	2,53	12,00	1,12	1,22	0,94	0,72	Следы	1,26	100,56

951	36,27	0,33	12,84	3,72	25,48	0,61	2,33	11,78	1,40	1,51	1,64	0,00	—	1,31	99,73
952	38,56	0,32	11,68	7,43	22,98	0,23	2,14	11,68	0,47	1,40	2,02	0,16	—	0,86	99,93
953	36,22	0,00	10,54	6,70	26,42	2,45	1,29	9,72	0,61	3,14	0,90	0,04	0,11	1,42	99,88
954	38,10	0,49	9,68	7,38	25,56	1,37	1,07	11,30	1,34	1,76	0,70	0,33	0,05	1,42	100,23

к) Кальциевый амфибол—инстисуит

955	47,69	0,00	3,94	2,28	0,14	0,09	0,41	41,38	1,13	—	3,47	0,02	—	—	100,81
-----	-------	------	------	------	------	------	------	-------	------	---	------	------	---	---	--------

л) Гидроамфибол

956	44,56	0,56	9,57	0,54	7,99	0,22	22,37	7,94	0,27	0,07	<500° 1,25 >750° 4,26	0,27	0,00	—	100,14
-----	-------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------	--------------------------------	------	------	---	--------

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Отбракованные амфиболы с имеющимися к ним химическими анализами ассоциирующих минералов и вмещающих пород

Куммингтониты

957	58,80	—	0,00	Следы	13,07	0,69	24,69	0,64	0,00	0,00	2,50	0,02	—	100,41
-----	-------	---	------	-------	-------	------	-------	------	------	------	------	------	---	--------

Роговые обманки

958	44,59	0,42	12,08	5,06 <sup>1</sup>	—	0,059	19,50	11,40	3,03	0,11	—	—	—	—
959	45,40	0,45	7,82	3,03	6,47	0,16	23,31	8,82	0,64	0,26	3,94	—	—	100,30
960	43,37	0,49	13,56	1,03	5,76	0,084	16,89	12,22	2,26	0,07	—	—	—	—
961	51,91	0,37	8,51	3,45	5,20	0,14	18,19	7,19	3,36	0,27	0,95	0,50	—	100,14
962	49,06	0,04	6,39	1,85	6,22	0,38	17,19	14,19	0,97	0,38	3,75	0,15	—	100,57
963	48,25	0,34	11,70	5,31	7,92	0,06	12,12	8,09	3,79	0,77	1,91	0,07	—	100,33
964	44,72	0,97	8,25	4,96	10,78	0,53	13,26	11,53	1,32	0,90	—	2,11	—	100,18
965	44,06	2,57	10,03	4,13	10,76	—	11,61	13,89	3,36	0,00	—	0,22	—	100,73
966	44,80	0,39	12,95	6,08	9,87	0,19	9,82	9,66	1,81	0,31	3,62	0,91	—	100,41
967	48,43	2,22	10,87	6,57	8,96	0,00	9,07	8,78	2,32	0,38	1,67	—	—	99,63
968	41,96	0,44	14,14	6,69	10,51	0,41	9,12	9,42	2,23	0,59	0,62	п. п.	—	100,24
969	45,16	0,88	7,82	6,06	13,54	—	9,89	12,75	2,06	0,30	3,71	1,02	—	99,37
970	41,32	0,75	18,58	3,39	13,06	0,17	7,83	11,56	1,68	0,61	0,91	—	—	99,60
971	43,34	5,33	14,94	1,54	12,03	—	5,96	10,03	2,91	1,20	1,41	—	—	98,69

<sup>1</sup> Все железо определено как Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
972	42,67	2,50	11,65	3,60	15,35	0,13	8,12	11,29	1,77	1,60	0,55	0,06	—	99,29
973	39,81	1,07	11,49	8,85	12,00	0,67	9,16	11,01	1,58	1,71	1,74	0,03	—	99,12
974	41,25	1,98	12,21	1,54	19,21	—	8,63	10,17	2,10	1,02	—	0,30	—	98,41
975	40,92	1,86	11,47	2,51	16,91	0,16	7,24	13,35	—	—	—	—	—	—
976	39,52	0,65	13,90	5,34	16,92	0,42	7,70	10,05	2,08	0,54	4,38	0,14	—	100,26
977	39,62	3,22	12,43	5,87	17,17	0,30	7,42	10,65	2,42	0,42	0,26 п. п.	0,74	—	100,52
978	33,30	3,87	7,83	16,34	23,13	0,31	6,24	6,08	1,04	0,98	1,09	0,11	—	100,32
979	35,15	0,50	16,01	5,07	27,33	—	4,41	3,36	0,71	4,13	3,61 п. п.	0,24	—	100,60
<i>Амфиболы актинолитового ряда</i>														
980	55,72	—	0,78	1,51	6,72	0,60	21,88	10,28	0,14	0,16	2,11	0,08	—	100,05
981	54,80	0,47	1,54	1,28	10,07	0,22	25,28	4,60	0,16	0,16	1,90 п. п.	0,02	—	100,34
982	51,24	0,60	4,38	4,00	6,03	0,20	18,64	12,30	0,36	0,18	1,40	—	—	99,33
983	52,53	0,38	1,70	3,54	7,57	—	18,61	9,09	1,70	0,19	3,72	0,77	—	99,80
<i>Амфиболы ряда глаукофан—рибекит</i>														
984	57,88	0,18	18,14	2,02	8,62	0,16	4,44	0,49	6,82	0,19	1,68	—	Следы	100,64
985	51,63	1,93	10,72	5,71	10,58	0,17	6,64	5,72	4,43	0,37	2,20	0,00	—	100,28
<b>АНАЛИЗЫ, ОТОБРАННЫЕ ПОСЛЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПО ТИПАМ</b>														
РОМБИЧЕСКИЕ АМФИБОЛЫ														
<i>Антофиллиты</i>														
986	60,93	—	1,62	0,25	—	—	33,74	0,82	0,24	0,08	2,69 п. п.	—	—	100,37
987	58,20	—	0,67	0,19	7,84	0,19	27,70	—	0,01	0,09	4,03	1,03	—	100,03
988	58,90	—	0,84	2,33	7,27	0,30	27,64	0,20	—	—	2,60	0,15	—	100,31
989	58,56	—	0,15	0,96	11,71	0,24	24,83	0,21	0,09	0,08	2,80	0,24	—	99,92
990	53,88	0,07	2,14	4,26	12,35	0,42	22,52	0,53	0,30	0,16	2,08	0,04	0,08	99,95
<i>Жедриты</i>														
991	45,81	0,96	13,38	2,36	16,92	—	16,30	0,48	1,50	0,10	2,90	—	—	100,71

МОНОКЛИННЫЕ АМФИБОЛЫ

*Куммингстониты*

992	56,16	0,08	0,20	1,03	15,39	0,20	23,07	1,96	0,07	0,06	1,46	0,10	0,37	100,03
993	56,44	0,06	0,21	1,42	15,08	0,43	22,84	1,19	0,09	0,03	1,50	0,55	0,14	99,92
994	55,64	0,11	0,79	1,21	17,10	0,41	21,28	1,72	0,10	0,02	1,44	0,05	—	100,08
995	51,18	0,12	0,74	1,83	27,40	0,40	12,35	0,98	0,13	—	2,47 п. п.	—	—	100,31
996	50,54	0,10	0,12	0,39	38,32	0,11	8,32	0,60	0,05	0,04	2,00	—	—	100,59
997	52,23	0,11	1,57	1,69	34,10	0,05	6,37	0,97	0,11	—	2,47 п. п.	0,02	—	99,69

*Актинолиты*

998	51,90	0,04	0,38	2,10	22,10	0,58	8,90	11,10	0,48	0,10	1,90	0,12	—	99,95
-----	-------	------	------	------	-------	------	------	-------	------	------	------	------	---	-------

*Роговые обманки*

999	50,32	0,30	7,64	2,88	7,67	0,26	16,05	11,57	1,51	0,15	1,81	0,00	—	100,16
1000	49,06	0,62	9,40	1,27	9,23	0,22	12,98	11,97	1,32	0,88	1,60	0,84	—	99,51
1001	43,01	2,16	12,04	4,21	8,67	0,02	13,73	11,08	1,87	1,52	1,57	0,42	—	100,37
1002	49,68	0,43	9,92	3,79	9,57	0,03	13,39	7,70	3,86	0,15	1,76	0,02	0,09	100,39
1003	42,08	1,86	12,90	5,51	9,30	0,10	13,52	10,92	1,60	0,89	1,32	0,12	—	100,14
1004	42,02	2,08	14,12	4,27	9,14	0,03	11,73	11,00	2,01	1,68	1,82	0,23	—	100,13
1005	43,74	1,92	10,24	3,60	11,16	0,09	12,80	11,80	1,41	1,32	2,00	—	—	100,08
1006	45,37	1,13	14,73	3,85	9,60	0,16	11,04	10,61	1,04	0,38	1,28	0,65	—	99,87
1007	39,98	2,02	13,88	5,40	10,55	0,26	12,48	11,08	2,04	0,82	1,39	0,32	—	100,33
1008	42,94	1,08	12,89	4,28	10,83	0,11	11,55	11,47	1,66	0,80	0,70	1,06	—	99,42
1009	48,00	0,98	17,50	0,00	10,58	0,18	8,28	10,66	2,04	0,37	1,59	0,32	—	100,70
1010	41,88	2,62	9,44	7,20	9,26	0,63	12,24	11,22	1,90	1,38	1,68	0,53	—	100,07
1011	42,32	2,84	12,04	4,90	11,21	0,11	11,51	11,01	2,01	0,28	1,27	0,36	0,42	100,24
1012	41,87	1,06	13,60	5,94	9,62	0,16	11,02	11,79	1,60	0,65	1,06	1,20	—	99,62
1013	47,34	0,82	15,10	3,30	8,72	0,20	8,48	10,26	2,26	1,26	1,83	0,32	—	100,04
1014	42,40	2,07	11,50	2,95	13,20	0,10	11,30	11,70	1,69	1,16	2,02	—	—	100,09
1015	43,52	1,66	12,50	4,20	11,88	0,24	11,10	11,18	1,87	0,52	1,84	—	—	100,51
1016	45,28	1,31	10,77	1,63	14,73	0,31	11,20	11,02	1,10	0,44	2,44	—	—	100,23
1017	40,04	2,28	15,21	4,37	11,20	0,20	10,02	11,32	2,02	1,88	1,60	0,12	—	100,26
1018	43,61	0,38	16,82	3,00	11,88	0,08	9,42	10,82	1,47	0,67	1,80	0,43	—	100,38
1019	45,44	1,31	8,51	4,43	13,29	0,25	11,14	11,22	2,15	0,49	2,22	—	—	100,45
1020	45,45	0,89	9,10	2,66	15,86	0,18	11,00	11,38	1,08	0,30	1,58	0,63	—	100,13
1021	43,52	0,92	14,42	3,48	13,01	0,04	9,60	10,92	1,24	0,32	1,68	0,82	—	100,10
1022	42,35	0,43	17,63	2,34	13,28	0,35	8,84	10,64	2,24	0,50	1,83	0,03	—	100,46
1023	42,89	0,68	15,97	2,75	13,38	0,24	8,89	10,95	1,90	0,52	1,91	0,00	—	100,08
1024	43,28	0,73	12,03	4,20	14,00	0,17	9,80	11,84	1,22	0,40	2,70	—	0,07	100,40
1025	46,20	0,52	9,41	6,10	12,07	0,33	9,60	10,86	1,12	1,41	0,79	0,71	—	99,18

№ п/п.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	HO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1026	40,86	3,02	14,43	5,04	12,14	0,26	9,03	10,26	1,95	1,52	1,26	0,44	—	100,32
1027	41,11	2,21	13,82	1,80	16,12	0,06	9,31	11,02	1,73	1,64	1,00	0,28	—	100,14
1028	42,64	1,04	14,28	2,35	14,01	0,28	8,50	11,04	2,20	1,80	2,22	—	—	100,36
1029	38,40	2,52	11,28	6,61	15,82	0,37	10,89	10,32	1,84	1,66	1,26	0,29	—	101,26
1030	45,10	0,53	11,10	2,81	16,12	0,20	9,18	11,02	1,23	0,42	1,70	0,82	—	100,31
1031	42,61	1,18	11,19	5,02	14,93	0,14	9,30	11,25	1,38	0,46	1,62	0,71	—	99,93
1032	41,80	1,32	12,90	4,21	15,45	0,17	8,86	11,32	1,31	0,22	2,55	—	0,06	100,14
1033	45,08	0,99	10,81	3,22	16,65	0,22	8,88	10,93	1,17	0,53	1,35	0,09	—	100,05
1034	41,40	2,62	10,40	4,80	15,57	0,31	9,03	10,62	1,70	1,53	1,72	0,26	—	100,02
1035	43,88	1,28	10,52	3,17	17,17	0,28	8,65	10,59	1,46	0,38	1,58	0,96	—	100,00
1036	38,54	2,39	11,67	4,83	16,62	0,43	8,98	10,71	1,90	1,67	1,77	0,23	—	99,76
1037	43,92	1,03	12,12	3,18	17,06	0,30	8,24	10,72	1,21	0,38	1,32	0,29	—	99,85
1038	39,46	2,67	11,12	3,73	18,41	0,18	8,16	10,39	1,86	1,52	1,48	0,48	—	99,53
1039	41,36	2,30	12,24	3,30	18,00	0,05	7,54	11,06	1,42	1,28	1,65	—	—	100,20
1040	40,59	1,90	11,77	3,31	20,99	0,06	4,77	11,46	1,18	1,67	2,30	—	—	100,00
<i>Ряд глаукофан—рибекита</i>														
1041	55,20	0,47	10,10	2,00	10,60	0,20	10,30	2,70	5,90	<0,05	2,00	0,06	0,09	99,63
1042	56,90	0,11	8,40	6,40	7,50	0,15	10,60	1,20	6,40	0,08	1,70	0,00	<0,01	99,57
1043	56,70	0,14	9,30	4,80	9,10	0,15	10,10	1,00	6,40	0,06	1,10	0,00	0,01	99,04
1044	55,50	0,57	9,50	2,90	10,10	0,16	9,60	3,60	5,80	0,02	1,90	0,02	—	99,81
1045	56,70	0,21	10,20	3,60	10,40	0,41	8,70	0,30	7,40	0,06	1,80	0,05	0,01	99,94
1046	56,73	0,09	10,98	2,05	11,96	0,07	8,21	0,64	6,98	0,04	2,07	—	—	100,01
1047	56,40	0,04	9,43	4,39	10,55	0,15	8,65	0,83	6,97	0,03	1,64	0,02	—	99,55
1048	55,60	0,27	12,40	2,40	11,10	0,16	7,80	1,30	6,80	0,19	1,90	0,07	—	100,15
1049	54,20	0,03	4,50	12,10	14,00	0,76	5,00	0,60	6,60	<0,05	1,70	0,19	0,07	99,77
1050	53,29	Следы	0,65	12,91	18,93	Следы	3,45	0,97	6,74	0,70	2,30	0,00	—	99,94
1051	53,30	0,13	3,80	11,90	19,20	0,35	2,50	0,87	6,10	0,08	2,00	0,06	0,08	100,33
<i>Рихтериты</i>														
1052	55,64	0,12	0,79	2,85	2,39	1,08	20,52	6,91	5,49	1,93	2,88	—	0,09	100,65
<i>Холмквиститы</i>														
1053	59,31	0,10	12,85	2,60	7,05	0,48	8,78	Li <sub>2</sub> O=3,50	0,18	0,43	2,90	1,30	0,03	100,06
1054	59,06	0,11	13,00	2,72	8,74	0,18	9,38	Li <sub>2</sub> O=3,41	0,22	0,36	2,03	0,26	0,18	99,63

ДОПОЛНЕНИЕ К ТАБЛИЦЕ I

Оксиды (вес.%)	Оксиды (вес.%)	Оксиды (вес.%)
2 NiO = 0,11; летучие = 0,07	122 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,15	256 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,14
5 NiO = 0,17	124 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,50; SO <sub>3</sub> = 0,15	258 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02
6 NiO = 0,08; летучие = 0,08	127 S = 0,05	261 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,54
7 NiO = 0,15; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,14	151 CO <sub>2</sub> = 0,17	262 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,12
13 NiO = 0,17	159 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03; SO <sub>3</sub> = 0,37	266 CO <sub>2</sub> = 0,40
14 NiO = 0,13; S = 0,02	164 CO <sub>2</sub> = 2,60	269 BaO = 0,28; Li <sub>2</sub> O = 0,15; S = 0,07;
15 NiO = 0,15	167 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03;
19 CO <sub>2</sub> = 0,10; летучие = 0,21	168 C = 0,31	Cl = 0,01
20 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06; SO <sub>3</sub> = 0,09; CO <sub>2</sub> = 0,50	169 C = 0,65	272 Cl = 0,41
23 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,52; S = 0,18 NiO = 0,12; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01	170 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,10	273 CO <sub>2</sub> = 0,09
24 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,22	175 CO <sub>2</sub> = 0,09	280 Cl = 0,46;
26 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,12	182 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,09	Li <sub>2</sub> O = 0,02
27 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,04; NiO = 0,01; CO <sub>2</sub> = 0,08	183 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04	282 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,37; Li <sub>2</sub> O = 0,06; S = 0,07;
33 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,11; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,01; SO <sub>3</sub> = 0,17	190 MnO <sub>2</sub> = 4,97	Cl = 0,10
34 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,10	194 ZnO = 10,46	283 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,09
39 NiO = 0,24; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,32;	195 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07	
41 NiO = 0,076; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,11; CoO = 0,008	197 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08	
43 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,57; FeS = 0,07	198 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,40; CO <sub>2</sub> = 0,38; SO <sub>3</sub> = 0,24	284 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01; BaO = 0,03
45 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,31; CO <sub>2</sub> = 0,05	201 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,05	285 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; SO <sub>3</sub> = 0,22
46 NiO = 0,17	208 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,12	286 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06; SO <sub>3</sub> = 0,22
47 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01; S = 0,20	212 Cl = 0,04	
52 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02	219 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,11; SO <sub>3</sub> = 0,09	288 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,14
56 CO <sub>2</sub> = 0,32	222 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,14	289 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01
58 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,23; S = 0,01	225 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,55	293 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,12
59 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01	226 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,48; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,11	294 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03
60 V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,09	231 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,11	297 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,09
63 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04	232 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02	299 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,09
69 Cl < 0,01	235 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03; Cl = 0,02	304 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,03
76 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,51	236 Cl = 0,03	311 Cl = 0,58
77 Cl = 0,05	241 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06	312 Cl = 0,23
78 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05	242 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; Cl = 0,03	313 Cl = 0,53
84 Cl = 0,06	243 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06; Cl = 0,05	314 Cl = 0,77
100 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08	244 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03; Cl = 0,03	322 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,09
112 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> < 0,01	245 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02; Cl = 0,02	324 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,10
116 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02; S = 0,03	246 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02	325 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07
	247 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03; Cl = 0,01	329 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,18
	248 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04	338 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02
	249 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02	340 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05
	250 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; Cl = 0,03	341 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06
	251 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02	343 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07
	252 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01	344 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07
		346 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03
		348 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07
		351 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06
		352 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07
		354 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,21
		355 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,11
		359 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,22
		363 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,23

ДОПОЛНЕНИЕ К ТАБЛИЦЕ I

Оксиды (вес.%)	Оксиды (вес.%)	Оксиды (вес.%)
386 $P_2O_5 = 0,05;$ $Cr_2O_3 = 0,20$	551 $P_2O_5 = 0,13$	$SO_3 = 0,26$
387 $P_2O_5 = 0,05;$ $Cr_2O_3 = 0,09$	552 $CO_2 = 0,40$	612 $P_2O_5 = 0,10$
389 $SO_3 = 0,16$	553 $Cl = 0,19$	615 $P_2O_5 = 0,02;$ $Cr_2O_3 = 0,007$
400 $P_2O_5 = 0,12$	554 $S = 0,15$	616 $P_2O_5 = 0,09$
412 $Cr_2O_3 = 0,01$	556 $CO_2 = 0,20$	619 $P_2O_5 = 0,10$
413 $P_2O_5 = 0,01$	557 $P_2O_5 = 0,02;$ $SO_3 = 0,02$	621 $P_2O_5 = 0,11;$ $SO_3 = 0,12$
420 $Cr_2O_3 = 0,29$	559 $Cl = 0,20$	622 $P_2O_5 = 0,05;$ $SO_3 = 0,16$
421 $Cr_2O_3 = 0,26;$ $NiO = 0,25$	561 $P_2O_5 = 0,01$	625 $P_2O_5 = 0,25;$ $SO_3 = 0,51$
424 $P_2O_5 = 0,03;$ $Cl = 0,02$	563 $P_2O_5 = 0,05;$ $Cr_2O_3 = 0,22;$ $NiO = 0,12;$ $SO_3 = 0,26$	626 $P_2O_5 = 0,10;$ $SO_3 = 0,04$
428 $P_2O_5 = 0,04;$ $BaO = 0,10$	567 $CO_2 = 0,80$	627 $S = 0,20$
437 $Cr_2O_3 = 0,05;$ $V_2O_5 = 0,04$	568 $CO_2 = 0,50$	628 $P_2O_5 = 0,04;$ $SO_3 = 0,13$
458 $P_2O_5 = 0,01;$ $Cr_2O_3 = 0,009;$ $V_2O_5 = 0,05$	569 $P_2O_5 < 0,01;$ $Cl = 0,10$	630 $P_2O_5 = 0,19;$ $Cr_2O_3 = 0,08;$ $Li_2O = 0,02;$ $BaO = 0,07;$ $CuO + PbO = 0,02;$ $NiO + CoO = 0,02;$ $Cl = 0,11;$ $SrO = 0,02;$ редкие земли = 0,02
475 $Cr_2O_3 = 0,17$	571 $P_2O_5 = 0,08$	[ 632 $P_2O_5 = 0,16;$ $SO_3 = 0,07$
476 $Cr_2O_3 = 0,38$	572 $P_2O_5 = 0,07;$ $SO_3 = 0,28$	633 $Cr_2O_3 = 0,06;$ $Cl = 0,03$
477 $P_2O_5 = 0,05$	573 $P_2O_5 = 0,01$	634 $S = 0,13$
478 $Cr_2O_3 = 0,18$	576 $S = 0,12$	635 $P_2O_5 = 0,08$
484 $Cr_2O_3 = 0,25;$ $V_2O_5 = 0,02$	579 $P_2O_5 = 0,11;$ $SO_3 = 0,10$	646 $P_2O_5 = 0,09$
485 $Cr_2O_3 = 0,39;$ $V_2O_5 = 0,04$	581 $P_2O_5 = 0,04;$ $SO_3 = 0,09$	647 $P_2O_5 = 0,19;$ $SO_3 = 0,69$
488 $P_2O_5 = 0,05$	583 $P_2O_5 = 0,02$	648 $BaO = 0,07;$ $Cl = 0,32$
493 $Cl = 0,07$	585 $Cl = 0,01$	649 $P_2O_5 = 0,11$
500 $P_2O_5 = 0,05$	586 $Cr_2O_3 = 0,02;$ $Cl = 0,50;$ $Li_2O = 0,02;$ $CO_2 = 0,16$	653 $Cl = 0,60$
511 $P_2O_5 = 0,03$	587 $P_2O_5 = 0,08;$ $Cr_2O_3 = 0,06;$ $NiO = 0,03$	655 $S = 0,16$
512 $P_2O_5 = 0,07$	588 $P_2O_5 = 0,19$	660 $S = 0,29$
514 $P_2O_5 = 0,08;$ $BeO = 0,16$	592 $P_2O_5 = 0,05;$ $SO_3 = 0,21$	662 $P_2O_5 = 0,06;$ $SO_3 = 0,17$
515 $P_2O_5 = 0,04$	598 $P_2O_5 = 0,01$	664 $Cr_2O_3 = 0,79;$ $NiO = 0,21$
516 $V_2O_5 = 0,06$	600 $P_2O_5 = 0,17;$ $SO_3 = 0,08$	668 $P_2O_5 = 0,04$
524 $Cr_2O_3 = 0,08$	603 $P_2O_5 = 0,02;$ $SO_3 = 0,17$	669 $P_2O_5 = 0,16;$ $SO_3 = 0,27;$ $Cr_2O_3 = 0,21$
526 $Cr_2O_3 = 0,04$	604 $P_2O_5 = 0,05;$ $SO_3 = 0,17;$ $NiO = 0,07$	674 $Cl = 0,03$
529 $P_2O_5 = 0,01;$ $BaO = 0,02$	605 $P_2O_5 = 0,05;$ $SO_3 =$ $= 0,16$	675 $P_2O_5 = 0,13$
533 $Cl = 0,66$	606 $P_2O_5 = 0,09$	676 $P_2O_5 = 0,20$
541 $CO_2 = 0,50$	607 $P_2O_5 = 0,10;$ $SO_3 = 0,15$	679 $P_2O_5 = 0,21$
544 $CO_2 = 0,20$	611 $P_2O_5 = 0,08;$ $Cr_2O_3 = 0,01;$ $NiO = 0,04;$	680 $Cl = 0,58$
545 $CO_2 = 0,33;$ $S = 0,27$		
546 $CO_2 = 0,30$		
547 $P_2O_5 = 0,11;$ $Cr_2O_3 = 0,09;$ $B_2O_3 = 0,37;$ $Li_2O = 0,16;$ $CO_2 = 0,24;$ $Cl = 0,26$		

ДОПОЛНЕНИЕ К ТАБЛИЦЕ 1

	Оксиды (вес.%)	Оксиды (вес.%)	Оксиды (вес.%)
883	Cl = 0,49	CO <sub>2</sub> = 0,08	SO <sub>3</sub> = 0,10
886	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,10; SO <sub>3</sub> = 0,09	812 CO <sub>2</sub> = 4,09; S = 0,28	851 Cl = 0,15
687	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,03	813 Cl = 0,14	852 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,027; B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,002; Cl = 0,28; SO <sub>3</sub> = 0,55
689	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02	814 CO <sub>2</sub> = 0,20	853 CO <sub>2</sub> = 0,92
692	BaO = 0,04 Li <sub>2</sub> O = 0,05; Cl = 0,16	815 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,02; Cl = 0,36; SO <sub>3</sub> = 0,11	857 CO <sub>2</sub> = 0,18
698	SO <sub>3</sub> = 0,06	816 CO <sub>2</sub> = 0,40	858 CO <sub>2</sub> = 0,36
700	NiO = 0,26	819 Cl = 0,08	861 CO <sub>2</sub> = 0,44
703	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04	820 SO <sub>3</sub> = 0,08; CO <sub>2</sub> = 0,98	864 CO <sub>2</sub> = 0,12
704	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,78	821 CO <sub>2</sub> = 0,09	867 CO <sub>2</sub> = 0,09
706	Cl = 0,23	822 CO <sub>2</sub> = 1,00	871 CO <sub>2</sub> = 0,16
712	Cl = 0,24	826 CO <sub>2</sub> = 1,58	873 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; CO <sub>2</sub> = 0,02
713	CuO = 0,40	827 CO <sub>2</sub> = 0,55	875 CO <sub>2</sub> = 0,45
722	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01; Li <sub>2</sub> O = 0,06	828 CO <sub>2</sub> = 0,25; S = 0,10	877 CO <sub>2</sub> = 0,97
723	CO <sub>2</sub> = 0,12	829 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,018; B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,006; Cl = 0,14; SO <sub>3</sub> = 0,11	881 CO <sub>2</sub> = 0,44
724	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,50	830 Cl = 0,32	889 CO <sub>2</sub> = 0,82
725	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01; Li <sub>2</sub> O = 0,01	833 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03; B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,16; Cl = 0,03; SO <sub>3</sub> = 0,24	890 CO <sub>2</sub> = 0,08
726	CO <sub>2</sub> = 0,77	834 Cl = 0,21; S = 0,05	892 CO <sub>2</sub> = 1,00
731	CO <sub>2</sub> = 1,50	835 CO <sub>2</sub> = 0,35; C = 0,06	895 CO <sub>2</sub> = 0,20
733	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01; NiO = 0,16; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,32	836 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,027; B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,008; Cl = 0,14; SO <sub>3</sub> = 0,07	901 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03
736	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,01; V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05	837 C = 0,04	903 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,06; NiO = 0,23; SrO = 0,02
737	Cl = 0,24	838 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,06; Cl = 0,06; SO <sub>3</sub> = 0,39	908 BaO = 0,30; Cl = 0,04; SO <sub>3</sub> = 0,19
738	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,11	839 CO <sub>2</sub> = 0,16; S = 0,06	917 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,05; NiO = 0,14; BeO = 0,27
739	NiO = 0,54	840 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06; B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,20; Cl = 0,06; SO <sub>3</sub> = 0,25	918 CO <sub>2</sub> = 1,54
740	CO <sub>2</sub> = 1,00; Cl = 0,13	841 Cl = 0,14	920 CO <sub>2</sub> = 1,02
753	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,10	842 Cl = 0,05	921 CO <sub>2</sub> = 1,98
756	BeO = 0,18	846 CO <sub>2</sub> = 0,20	928 As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04; ZnO = 0,21
757	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08	847 Cl = 0,05	937 Cl = 0,05
762	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,006; V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06	848 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03; B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,02; Cl = 0,03;	942 CO <sub>2</sub> = 0,36
768	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07		945 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,26
773	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04		946 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,22
776	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,01		948 CO <sub>2</sub> = 0,25
777	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04		949 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08
779	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08		950 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,36
781	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08		951 CO <sub>2</sub> = 0,80
785	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,10		952 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,19
801	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06; V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,25; SO <sub>3</sub> = 0,02		953 CO <sub>2</sub> = 0,69
805	SO <sub>3</sub> = 0,29		955 SO <sub>3</sub> = 0,26
807	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,12;		956 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,14; NiO = 0,13
810	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07; CO <sub>2</sub> = 0,05		958 NiO = 0,38; CoO = 0,005;
811	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07;		

ДОПОЛНЕНИЕ К ТАБЛИЦЕ I

Оксиды (вес.%)		Оксиды (вес.%)		Оксиды (вес.%)	
960	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,008; NiO = 0,24; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,25; CoO = 0,005; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,005	1003	NiO = 0,02; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = следы	1033	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04; NiO = 0,09;
961	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,10	1004	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = следы; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = следы	1034	Cl = 0,12
963	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> < 0,05	1006	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,03	1035	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08
975	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,11	1007	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08; NiO = 0,03	1036	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02; NiO = следы
979	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,11	1008	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05	1037	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04; NiO = следы;
980	NiO = 0,07	1009	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,20		NiO = 0,04
984	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,003; Cl = 0,015	1010	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,04	1038	Cl = 0,10; NiO = 0,02
985	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,18	1011	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,14	1042	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06; проч. = 0,06
987	SO <sub>3</sub> = 0,08	1012	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и NiO = следы	1043	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,09; проч. = 0,09
988	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06; SO <sub>3</sub> = 0,02	1013	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,15	1044	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,04; V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,03; проч. = 0,07
989	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05	1017	NiO и Cl = следы	1045	ZnO = 0,05; проч. = 0,05
990	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,13	1020	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,02	1046	проч. = 0,19
992	NiO = 0,0326; CoO = 0,0119	1021	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,10; NiO = 0,03; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = следы	1047	проч. = 0,45
994	NiO = 0,196; CoO = 0,013	1025	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,06	1048	проч. = 0,16
995	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,05; SO <sub>3</sub> = 0,09; CO <sub>2</sub> = 2,50	1026	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,09; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,02; NiO = следы	1053	NiO = 0,04; CoO = 0,009; CO <sub>2</sub> = 0,51
998	проч. = 0,25	1027	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и NiO = следы	1054	NiO = 0,02; CoO = 0,009; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = следы; CO <sub>2</sub> = 0,04
1000	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,12	1029	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = следы		
1001	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,07; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = следы	1030	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,08; NiO = следы		
1002	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,04	1031	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,14		

ЛЕГЕНДА К ТАБЛИЦЕ I

*Ряд антофиллит — жедрита*

Анализы, помеченные звездочкой, взяты из сводки Rabbitt, 1948)

- 1\*. Асбест; Северная Каролина, США, по Merrill (1895).
2. Асбест; Сысертское месторождение, Урал, Аршинов и др. (1937).
3. Асбестовая порода (Тл, Сп), Оулун, Паакила, Финляндия. Rittman (1936).
4. Асбест в тальке; Средний Урал, Уральский и Бухнева (1939).
5. Асбест; Сысертское месторождение, Урал, Андреев (1963).
- 6—7. Асбест; Сысертское месторождение, Урал, Аршинов и др. (1937).
8. Асбест (Тл, Сп); Оулун, Паакила, Финляндия. Rittman (1936).
- 9\*. Асбестовое волокно в гнейсе; Хаапала, Финляндия, по Kalajoki (1936).
- 10\*. То же, Тилликайнен, по Savolainen (1936).
- 11\*. Асбест; Северная Каролина, США, по Merrill (1895).
- 12\*. Асбест; Джорджия, США, по Merrill (1895).
13. Асбест; Сысертское месторождение, Урал, Аршинов и др. (1937).
14. Асбест; Сысертское месторождение, Урал, Алимарин и Ромм (1935)
15. Асбест; Сысертское м-ние, Урал, Аршинов и др. (1937).
- 16\*. Асбест; Джорджия, США, по Merrill (1895)
- 17\*. То же, Мэриленд, США, по Merrill (1895).
- 18\*. То же, Алабама, США, по Merrill (1895).
19. Асбест в тальке, Урал, Уральский и Бухнева (1939).
20. Асбест из хризотил-антгоритового серпентинита; р. Базавлук, балка Чертомлык, УССР, Бойко и Литвин (1966).
- 21\*. Серпентинит (Тл, Мт, Шп); о. Эльба Италия, по D'Achiard; (1913)
22. Антофиллитовый сланец (Кз, Мт, Тл) Нижняя Силезия, Польша, Juskowia (1960).
23. Серпентинизированный перидотит, Южный Харрис, Нижние Гебриды, Дир и др. 1965 (по Gurru, 1956).
24. Оливинит; Ведретта, Ульtimo, Италия Дир и др., 1965 (по Rigani, 1953).
- 25\*. Серпентинит в гранито-гнейсе (Ка, Ол Тл); Франция (по Friedel, 1902)
- 26\*. Серпентинит (Мт, Ол); Чешской массы (по Rosický, 1902).
27. Серпентинит; Южный Харрис, Нижние Гебриды, Дир и др., 1965 (по Gurru, 1956)
28. Серпентинит; Штирия, Австрия, Bacher и. Brauner (1955).
- 29\*. Периферия дунитовой зоны (Верм, Тл

- Акт, Аб, Кор, Хл, Пр); Северная Каролина, США (по Penfield, 1890).
- 30\*. То же (по Pratt, 1898).
31. Ультрасоновая порода (Акт, Сп, Пр, Клз, Шп, Мт, Анб); Монтана, США, Rabbitt (1948).
32. Карбонатно - антофиллит - актинолитовая порода (Фл, Хроминокит, Пирротин, Шп, Кв); Сев. Карелия, Лебедев (1955<sub>2</sub>).
33. Ультраабзит (Пр, Ол, Шп); Кривой Рог, УССР, Половок и др. (1960).
34. Антофиллит-кордиеритовая порода (Фл, Кв); Северное Криворожье, УССР, Горошников и Юрьев (1965).
- 35\*. Кристаллический сланец (Урс, Кв). Мадагаскар (по La Croix, 1922).
36. Иголки антофиллита в пирите; Фалун, Швеция, Johansson (1930).
37. Кордиерит-антофиллит-хлоритовый сланец; Сев. Прибайкалье, Мануйлова и др. (1964).
38. Кордиерит-антофиллитовый сланец (Хл, Фл); Сев. Прибайкалье, Мануйлова и др. (1964).
39. Антофиллит не асбестированный (Мт, Хр); Сысертское месторождение, Урал, Аршинов и др. (1937).
40. Антофиллит; Мнасс, Kunitz (1930).
41. Актинолит-антофиллитовая жилка в габбро-диабазе (титаномагнетит, хромшпинель) Аю-Даг, Крым, Байраков и др. (1967).
- 42\*. Чусовая, Урал, (по Rose, 1842).
43. Жилы антофиллита (Тр, Хр, Мт); Мервил Лох, Австралия, Simpson (1936).
44. Антофиллит в валуне (Хл); Монтана, США, Rabbitt (1948).
45. Жилы антофиллита (Тр, Хр, Мт); Пальмер, Зап. Австралия, Simpson (1936).
- 46\*. Пенсильвания, США (Genth, 1882).
47. Кумужье, Елсеев и др., 1956 (по Масленникову, 1952).
- 48\*. Прослой в гнейсе; Танганьика, Африка (по Starpenbeck, 1932).
- 49\*. Мадагаскар (по La Croix, 1922).
50. (Акт); Трондье, Норвегия, Sundius (1933).
- 51\*. Слюдистый сланец (Кв, Пшп, Ро, Гр, Хл, Пирротин); Конгсберг, Норвегия, Ishyul (1917).
52. Флогопит-антофиллит-плаггиоклаз-роговообманковая порода; Зап. Приазовье, УССР, Байраков (1967).
53. Квернеруд, Норвегия, Kunitz (1930).
54. Амфиболит (Кум); Трондье, Норвегия, Sundius (1933).
- 55\*. Сланец (Тр), Эдвардс, Нью-Йорк, США, (по Allen a. Clement, 1908).
56. (Акт); Эдвардс, Нью-Йорк, США, Sundius (1933).
57. Кварц-слекулярит-антофиллитовый сланец; Лабрадор, Канада, Klein (1966).
58. Антофиллит-кордиеритовая порода; Вормлитярн, Норвегия, Дир и др., 1965 (по Bugge, 1943).
59. Кордиерит-полиамфиболовая порода (Кум, Ро, Би, Кв); Сев. Криворожье, УССР, Горошников и Юрьев, (1965).
- 60, 61. Антофиллит-кордиеритовая порода (Би, Ильм, Гр); Порин, Финляндия, Eskola (1914).
62. Родолитсодержащая порода (Гип, Би, Кв, Силл, Рут, Графит); Северная Каролина, США, Varkey, 1961 (по Henderson, 1931).
63. Дистен-гранатовый ждритит (Сил, Кв, Би, Рут, Ильм, Ан, Пльз, Ка); Айдахо, США, Nietanen (1959).
64. Кианит-ждритовый сланец (Кв, Корд, Фл, Рут, Сапф); Юго-Зап. Памир, СССР, Зотов и Сндоренко (1968).
65. Гранатовый ждритит (Би, монокл. Амф. Аб, Пльз, Кв, Сф, Мт, Дс); м-ние Еловый Наволок, Карелия, СССР, Игнатьев (1934).
66. Гранатовый ждритит (Кв, Пльз<sub>0-50</sub>, Дс, Би, Ст), Тербостров, Карелия, СССР, Tilleul (1939).
67. Амфиболит (Гр, Кв, Пл, Кум, Ст); Монтана, США, Rabbitt (1948).
68. Ждритит (гидроботит), Тл, Рут, Сп); Глен-Эркарта, Инвернесс, Шотландия, Francis, (1955).
69. Амфиболит (Кум, Кор, Анд, Ильм, Ильм, Пльз, Кв); сев. часть архипелага Стокгольма, Швеция, Lundqvist (1963).
70. Гранат-ждрит-кордиеритовый гнейс (Ан, Кум, Анд, Кв); хр. Олений, Кольский п-ов, Масленников и др., (1963).
71. Кварц-полевошпатовый сланец (Пла<sub>12</sub>, Сил, Ильм, Би, Ильм); Кемью, Финляндия, Seitsaari (1956<sub>6</sub>).
72. Роговик (Би, Корд, Гр, Анд, Му, Шп, Кв, Плаз, Мт, в сегрегационных жилах — турингит); Южн. Катаками, сев.-вост. Япония, Seki a. Yamasaki (1957).
- 73\*. Бамле, Норвегия (по Pisani, 1877).
- 74\*. Гнейс (Корд, Пл, Ро, Гр); Вормлитьерн, Сонделед, Норвегия, (по Bugge, 1943).
75. Бамле, Норвегия, Kunitz (1930).
76. Сланец (Корд., Кв, Би, Рут); Китайское м-ние, Восточный Саян, СССР, Хлестов и Ушакова, (1965).
77. Анортит-ждрит-эденитовая порода; Мадра-с, Индия, Subramaniam (1956).
- 78\*. Тальковая порода (Рут); Массачусетс, США (по Emerson, 1895).
79. Амфиболит (Гр, Кв, Пл, Хл, Рут); Монтана, США, Rabbitt, (1948).
- 80\*. Жедрес, Пиренеи, Франция (по Des Croiszeaux, 1862).
81. Перматитовое обособление в гранатовой породе; Беломорье, Карелия, СССР м-ние Шуецеко, Лебедев (1959).
82. Сланец (Кв, Пшп, Шп); Монтана, США, Rabbitt (1948).
- 83\*. (Гр, Сп, Тур); Массачусетс, США, (по Shanon, 1920).
84. Антофиллит-роговообманковое метагаббро (Пла<sub>46</sub>, рудные, Ан); Банкрофт, Онтарио, Канада, Tilleul (1957).
85. Амфиболит (Гр, Кв, Кум, Пл, Рут); Монтана, США, Rabbitt, (1948).
86. Биотит-ждритовый плаггиогнейс (Кв, Гр, Рут, Мт, Ал, Црк); Кяхта, Забайкалье, СССР, Хлестов и Ушакова, (1963).
- 87\*. Жедрес, Пиренеи, Франция (по Des Croiszeaux, 1861).
- 88\*. Амфиболит (Гр, Корд, Пшп); Банкрофт, Онтарио, Канада (по Evans, 1908).
89. Амфиболит (Гр, Кв, Пл, Кум, Рут); Монтана, США, Rabbitt (1948).
- 90\*. Габбро-перматит; Зап. Австралия (по Simpson, 1931).
91. Линза в кварците из гиперстеновых гнейсов (Гр, Гип, Корд, Пла<sub>2</sub>, Кв, Шп); Финляндия, Savolahti (1966).
92. Гранат-кордиерит-ждритовый сланец; Дальний Восток, СССР, Мишкин (1965).
93. Сланец (Кум, Ол, Би, Гр, Кв, Мт); Сатерленд, Англия, Collins (1942).
94. Кордиерит-антофиллит-гиперстеновый гранит; шт. Майсур, Индия, Vabu (1961).
- 95\*. Гранулит (Би, Корд, Гип); шт. Майсур, Индия, (по Rama Rao, 1937).
- 96\*. Роговик (Корд, Кв, Пл, Би, Ап, Тур); преф. Ивате, Япония (по Yamada, 1943).
97. Гранат-кордиерит-ждритовый сланец; Дальний Восток, СССР; Мишкин (1965).
98. Метаморфизованная вулканическая порода (Кв, Аб, Гр, Би, Хл, Мт); гр. Оксфорд, Англия, Milton a. Ito (1961).
99. Амфиболит (Гр, Кум, Пла<sub>40</sub>, Би); Калвола, Финляндия, Eskola (1936).
100. Гранатовый ждритит (Альм, Би, Корд, Пльз, Кв, Црк, Ап, прохлорит, герцинит, Мт); р. Колыма, СССР, Гельман (1961<sub>2</sub>).
- 101\*. США, (по Des Croiszeaux, 1868).
102. Сланец (Корд); Хаддам Коннектикут, США, Kunitz (1930).
- 103—108. Кристаллохимические формулы антофиллитов и ждритов без их химических анализов и указания породы, по Гинзбург и др. (1961).

#### Ряд куммингтонит—грюнерита

109. Кордиерит-полиамфиболовая порода (Ро, Ждр, Би, Кв); Сев. Криворожье, УССР, Горошников и Юрьев, (1965).
110. Олигоклаз-биотит-рутиловый сланец (Ждр); Сатерленд, Англия, Collins (1942).
111. Корсберг; Полвинкина, 1942 (по Id-dings, 1911).
112. Амфиболит (Ро, Пльз, Ап, Кв, Рут, Ильм, Црк); штат Квинсленд, Австралия, Veep (1962).
113. Контаминированный гранодиорит; Шотландия, Дир и др., 1965 (по Nockolds, 1941).
114. Хлорит-куммингтонит-магнетит-кварцевый роговик (Би, Аци, Ап, пирит, халькопирит, пирротин); правобережье Дне-

- пра, Верховцевский р-н, УССР, Семенов и др., (1956).
115. Сауда, Рюфольке, Половинкина, 1924 (по Carstens, 1920).
  116. Персберг, Швеция, Sundius (1931).
  117. Амфиболит (Акт); Трондхем, Норвегия, Sundius (1933).
  118. Антофиллит-кордиеритовый роговик (Би, Шп, диаспор); Рифль Ранжес, Корнуолл, Tilleu a. Flett (1930).
  119. Амфиболит (Ро, Пла<sub>4-5</sub>, Кв, Акц: Би, Гр, Ал, пирит, Мт, Эл, Ильм); Орнавасо, Италия, Vogiani (1965).
  120. Асбест, как секущие жилы в доломитизированных кристаллических известняках (Тл); Кривой Рог, УССР, Куман, (1961).
  121. То же, Куман, (1960).
  122. Роговик в контакте риолитовых туфов и сланцев (Кв, Олг, Ка); Вогезы, Франция, Nicolas a. Pierrot (1962).
  123. Амфиболит (Пла<sub>3-5</sub>, Ро, Би, Мт, Ал, Кв); Новая Зеландия, Watters (1959).
  124. Магнетит-гранат-амфиболовый метасоматит по железистому кварциту (Ро); Кривой Рог, УССР, Мельник, Стрыгин, (1963).
  125. Гранатовый амфиболит (Ждр, Пла<sub>0</sub>, Би); Калвола, Финляндия; Eskola (1936).
  126. Куммингтонит-гранатовый сланец, богатый кварцем; Уэстленд, Новая Зеландия, Mason (1953).
  127. Куммингтонитовый сланец (Мт, Кв, Гр, Би, Ал, Црк, Ро); Амурская обл. СССР, Степанова, (1962).
  128. Карбонатный гнейс (Кв, Ди); Лабрадор, Канада, Kleip (1964).
  129. Кварц-грюнерит-гранат-магнетит-ферродоломитовый сланец; Лабрадор, Канада, Kleip (1966).
  130. Габбро-диорит метаморфизованный (Ро, Пла<sub>4</sub>); Тейско, Финляндия, Seitsaari (1952).
  131. Куммингтонитовый сланец (Кв, Би, Мт, Гр, Ал); Кривой Рог, УССР, Шевченко, (1959).
  132. Грюнеритовый сланец (Гр, Хл, Мт); р-н Маркетта, оз. Мичиган, США, Sundius, (1931).
  133. Стильномелано-куммингтонит-магнетит-кварцевый роговик (Хл, Крб, Акц: пирит, Ал); Правобережье Днепра, Верховцевский район, УССР, Семенов и др., (1956).
  134. Гранат-куммингтонитовый сланец; хр. Олений, Кольский п-ов, Масленников и др. (1963).
  135. Асбест, Варриедар, Юго-зап. Австралия, Simpson (1928).
  136. Железистый роговик; Кривой Рог, УССР, Титлянов, (1964).
  137. Асбест в сланце (Кв); Лабрадор, Канада, Kleip (1964).
  138. Куммингтонит, Массачусетс, США, Allen a. Fahey (1957), (по Smith a. Brush, 1853).
  139. Кальцитовый сланец (Кв, Мт); Лабрадор, Канада, Kleip (1964).
  140. Старый Хемпшер, Массачусетс, Половинкина, 1924 (по Smith a. Brush, 1853).
  141. Карбонатный гнейс (Акт, Ди, Мт); Лабрадор, Канада, Kleip (1964).
  142. Альмандин-куммингтонитовый сланец (Хл, Кв, Мт); Кривой Рог, УССР, Половинкина, (1953).
  143. Гранат-гиперстен-кварцевый кристаллический сланец; Среднее Побужье, УССР, Ушакова, (1958).
  144. Хлорит-магнетитовый роговик (сидероплеит); Кривой Рог, УССР, Титлянов, (1964).
  145. Магнетит-куммингтонитовый сланец (метасоматический); Кривой Рог, УССР, Павленко, (1959).
  146. Магнетит-куммингтонитовый сланец; Кривой Рог, УССР, Куман, (1961).
  147. Рудник Холмстек, Южная Дакота, США, Половинкина, 1924 (по Shagwood, 1911).
  148. Железистый кварцит (Мт, Би, Гр, Крб, Хл, Ал, Тур, пирит); Кременчугская обл., УССР, Доброхотов, (1964).
  149. Амфиболит (Ждр, Гр, Кв, Рум); Медисон, Монтана, США, Rabbitt (1948).
  150. Метасоматит по кварц-биотитовому сланцу; Северное Криворожье; УССР, Павленко, 1959 (по Половинкиной, 1964).
  151. Асбест-кварцевая жила; Кривой Рог, УССР Тохтуев и др., (1964).
  152. Жилка в амфибол-магнетитовом роговике (Кв, Риб); Кривой Рог, УССР, Белевцев и др., (1955).
  153. Асбест в роговике (Мт); Кривой Рог, УССР, Куман, (1961).
  154. Гранат-куммингтонитовый сланец (Кв, Гр, Мт, Би, Аб, Хл, Тур); Кривой Рог, УССР, Белевцев и др., (1962).
  155. Железистые породы и яшмы; Трансвааль, Южная Африка, Du Toit (1945).
  156. Кварц-гранат-карбонатно-магнетитовая порода; Куммингтон, Массачусетс, США, Sundius (1931).
  157. Гнейс (Гил, сидерит, Кв); Лабрадор, Канада, Kleip (1964).
  158. Грюнеритовая порода (Крб, Мт, Хл); Гумбольт, Мичиган, США, Sundius (1934).
  159. Роговик железистый (Кв, Крб, Мт, Би, Хл, пирит и пирротин); Чертомлык-Соленовский р-н, УССР, Бойко и Литвин (1966).
  160. Гранат-амфибол-магнетит-кварцевый роговик (акц. Ро, Би, Крб, Хл, пирит); Конкский р-н, УССР, Семенов и др. (1956).
  161. Амфиболовый сланец (Мт, Кв, Ро); Кривой Рог, УССР, Половинкина, (1924).
  162. Асбестово-пеллошлатово-кварцевые жилы (Орт, Пла<sub>2</sub>, Би, Хл, Крб, Мт, пирит); Кривой Рог, УССР, Куман, (1961).
  163. Кварцит; Нурмо, Финляндия, Дир и др., 1965 (по Nietapen, 1938).
  164. Железистые породы и яшмы; Трансвааль, Южная Африка, Du Toit (1945).
  165. Грюнеритовый сланец (Кв, Мт, реже Би, Гр, Хл, пирит, Ал); р-н Кременчуга, УССР, Семенов и др., (1956).
  166. Гранат-грюнеритовый сланец; Становой хр. Восточная Сибирь, Другова, (1968).
  167. Джеспилит (Мт, Кв, Црк); Пальмер, Зап. Австралия, Miles, (1948).
  168. Рудосная порода (Кв, Мт, халькопирит, пирротин, галенит); Пиренеи, Франция, Wargen (1931).
  169. Сланец; Пиренеи, Франция, Wargen (1931).
  170. Сланец железистой формации (Кв); Лабрадор, Канада, Kleip (1964).
  171. Метаморфическая порода; Коллобриер, Франция, Wargen (1931) (по Kreutz, 1908).
  172. Метаморфический сланец (Гр, мушкетовит, Кв, Би); Кривой Рог, УССР, Шевченко, (1959).
  173. Метаморфическая порода железистой формации; Квебек, Канада, Mueller (1960).
  174. Пегматит; грюнерит по фаялиту; Рокпорт, Массачусетс, США, Bowen a. Schafer, (1935).
  175. Скарн; Силвергрюван, Швеция, Shakaboty, 1963, (по Sundius, 1924).
  176. (Альм). Уттерсвик, Тунаберг, Швеция, Johansson (1930).
  177. Стромгулт, Швеция, Матковский, 1962 (по Palmgren, 1917).
  - 178, 179. Зап. Сильфберг, Швеция; Матковский, 1962 (по Weibull, 1883, 1886).
  180. Зап. Сильфберг, Швеция, Sundius (1924).
  181. Даннемора, Швеция, Матковский, 1962 (по Erdman, 1851).
  182. Гнейс (спекулярит, Кв); Лабрадор, Канада, Kleip (1964).
  183. Метаморфическая порода (Кв, спекулярит, Мт, Акт); Лабрадор, Канада, Shakaboty, 1963 (по Kleip, 1960).
  184. Сланец (спекулярит); Лабрадор, Канада Kleip (1964).
  185. Сланец (спекулярит, Кв); то же.
  - 186, 187. Метаморфическая порода; Чивчинский массив, Карпаты, Матковский (1962).
  188. Копатаграбен, Венгрия, Матковский (1962) (по Kossma a. John, 1905).
  189. Прожилки в родонит-родохрозитовых рудах; Чивчинский массив, Карпаты, Матковский, (1962).
  190. Сарул Дорней, Румыния, Матковский, 1962 (по Savul, 1932).
  191. Копатаграбен, Венгрия, Матковский, 1962 (по Kossma a. John, 1905).
  192. Гиллянг, Швеция, Матковский, 1962 (по Igelstom, 1884).
  193. Даннемора, Швеция, Sundius, (1924).
  194. Месторождение Франклин, Нью-Джерси, США, Bauer a. Bergman, 1930.

- Амфиболы ряда роговая обманка — актинолит
195. Амфиболизированный метабазит (Пл, Пм, Пр, рудные); Вост. Антарктида, Равич и др., (1965).
  196. Норит (Пла<sub>58</sub>, Пр, Пм, Мт, Ильм, Ал); Мадрас, Индия, Howie (1955).
  197. Амфибол-двупироксеновый основной кристаллический сланец; Анабарский массив, СССР, Лутц, (1964).
  198. Основной чарнокит (Ди, Гип, Би, Пл, Мт); Зап. Приазовье, УССР, Хмарук, Щербаков, (1965).
  199. Гиперстеновый диорит (Пла<sub>39</sub>, Пр, Пм, Мт, Ильм, Ал); Мадрас, Индия, Howie, (1955).
  200. Основной гранулит (Пр, Пм, Пл); Лютзов-Хальмбукта, Антарктида, Ваппо а. оth., (1964).
  201. Гиперстеносодержащий гранулит (Пла<sub>52</sub>, Пм, Пр, Мт); Лапландия, Eskola, (1952).
  202. Роговообманковый норит (Пм, Пла<sub>65</sub>, Гип, Ал, рудные); Мадрас, Индия, Rajagopalan, (1946).
  203. Гранатовый амфиболит (Пла<sub>50</sub>, Гип, Пм, Гр, Би, Сф, Ал); Адирондак, США, Buddington, (1952).
  204. Гранатовый габбро-амфиболит (Пла<sub>56</sub>, Гип, Ди); Среднее Побужье, УССР, Щербаков, (1962).
  205. Гранатосодержащий двупироксен-роговообманковый гнейс (Пла<sub>50</sub>, рудные); Кольский п-ов, Бондаренко, (1964).
  206. Основная порода чарнокитовой серии (Пр, Пм, Пла<sub>45</sub>, Гр, Ал, рудные); Судан, Африка, Howie, (1958).
  207. Гранатовый метасоматит чернокитовой серии (Пм, Гип, Кв); Кольский п-ов, Бондаренко, (1964).
  208. Амфибол-двупироксен гранатовый основной кристаллический сланец, Анабарский массив, СССР, Лутц, (1964).
  209. Гранат-пироксен-амфиболовый сланец; Алдан, Якутия, Другова, (1964).
  210. Кварц-гиперстеновый диорит чарнокитовой серии (Пм, Пшп, Гр, Сф, Ал, рудные); Уганда, Африка, Groves, (1935).
  - 211, 212. Алмаздин-амфиболовый гнейс (Пла<sub>47-54</sub>, Гип, Би, Ильм, Ал); Адирондак, США, Buddington, (1952).
  213. Диопсид-амфибол-плагноклазовый сланец (Ди, Пла<sub>65</sub>, рудные); Зап. Куусимаа, Финляндия, Pargas, (1958).
  214. Норит-чарнокит (Пла<sub>33</sub>, Кпш, Би, Пр, Пм, Кв, Мт, Ильм, Ал, рудные); Мадрас, Индия, Howie, (1955).
  215. Норит-чарнокит (Пл, Кпш, Пр, Кв); Мадрас, Индия, Howie, (1955).
  - 216, 217. Пироксеновый гнейс (Пр, Пм, Би, Кпш, Пл, Ильм, пирит, пирротин); Лютзов-Хальмбукта, Антарктида, Ваппо а. оth., (1964).
  218. Биотит-роговообманковый тоналитовый ортогнейс (Кв, Пшп, Пш, Сф, Ал, рудные); Уганда, Африка, Groves, (1935).
  219. Гранатовый амфиболит; Среднее Побужье, УССР, Щербаков, (1966).
  220. Основной чарнокит; Тиручирапали, Индия, Naidu, (1963).
  221. Чарнокит. Индия, Naidu, (1954).
  222. Амфибол-диопсидовый основной кристаллический сланец; Анабарский массив, СССР, Лутц, (1964).
  223. Амфибол-плагноклазовый сланец, Алдан, Якутия, Судовиков и др., (1965).
  224. Диопсид-амфибол-плагноклазовый сланец, Алдан, Якутия, Судовиков и др., (1965).
  225. Ультраосновной член чарнокитовой серии; Денджин, Зап. Австралия, Howie, (1964).
  226. Амфиболизированный вебстерит (Гип); Среднее Побужье, УССР, Щербаков, (1966).
  227. Пироксенит (Пр, Пм, Мт, Шп, Ал); Мадрас, Индия, Howie, (1955).
  228. Биотит-амфибол двупироксеновый гнейс; Урик, Восточный Саян, СССР, Никитина, (1965).
  229. Двупироксеновый амфиболит; Даялка, Восточный Саян, СССР, Никитина, (1964).
  230. Биотит-двупироксеновый амфиболит ( $\pm$ Пл); Восточный Саян, Никитина и др., (1967).
  231. Габбро-амфиболит (Пла<sub>70</sub>, Пр, Пм, Мт); Южное Побужье, УССР, Хмарук, (1957).
  - 232, 233. Основной гнейс (Пла<sub>73</sub>, Пм, Пр, Ал, Ильм); Роквелл, Южная Австралия, Binns, (1965).
  234. Диопсид-амфибол-плагноклазовый кристаллический сланец (Гип); Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
  235. Пироксеносодержащий амфиболит; Адирондак, США, Engel a. oth., (1964).
  236. Амфиболовый гнейс (Пла<sub>48</sub>, Гип, Пм, Ильм, Ал); Адирондак, США, Buddington, (1952).
  237. Основной гнейс (Пла<sub>58</sub>), Пм, Пр, Ильм, Мт); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
  238. Гиперстен-диопсид-амфибол-плагноклазовый кристаллический сланец; Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
  239. Основной гнейс (Пр, Пм, Кв, Пла<sub>42</sub>, Ильм, Мт); р-н г. Дарлинг, Южн. Австралия, Binns, (1965).
  240. Двупироксеновый амфиболит ( $\pm$ Пл); Восточный Саян, СССР, Никитина и др., (1967).
  241. Пироксеносодержащий амфиболит;
  242. То же (Пла<sub>57</sub>, Пм, Пр);
  243. То же (Пм, Пр);
  244. То же;
  245. То же (Пм, Пр, Ильм);
  246. То же (Пла<sub>74</sub>, Пм, Пр);
  247. То же (Пм, Пр);
  248. То же (Пм, Пр); № 241—248. — Адирондак, США, Engel a. oth., (1964).
  249. Основной гнейс (Пм, Пр, Пла<sub>68</sub>, Кв, Ильм, Ал); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
  250. Пироксеносодержащий амфиболит (Ильм); Адирондак, США, Engel a. oth., (1964).
  251. Основной гнейс (Пла<sub>52</sub>, Пм, Пр, Кв, Ильм, Ал); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
  252. Гиперстен-диопсид-амфибол-плагноклазовый кристаллический сланец (Кв, Пла<sub>68</sub>); Алдан, Якутия, Кицул (1966).
  253. Гнейс (Пр, Пм, Пла<sub>39</sub>, Кв, Ильм, Мт); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
  254. Гранатосодержащий основной гнейс (Пм, Гр, Пл, Ильм, Мт); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
  255. То же (Пм, Гр, Пла<sub>78</sub>, Кв, Ильм, Мт, Ал); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
  - 256, 257. Гиперстен-амфибол-плагноклазовый кристаллический сланец (Пла<sub>78</sub>); Алдан, Якутия, Кицул. (1966).
  258. Основной гнейс (Пла<sub>68</sub>, Ильм, Ал); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
  259. Амфиболит (Пла<sub>30</sub>, Гр,  $\pm$ Мт); Урик, Восточный Саян, Никитина, (1964).
  260. Основной гнейс (Пла<sub>37</sub>, Ильм, Мт, Ал); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
  261. Метаморфизованный пироксенит (Пр, Шп, Мт); Прибайкалье, Вост. Сибирь, Хлестов и Ушакова, (1965).
  262. Оливин-гиперстен-диопсид-амфиболовый ультраосновной кристаллический сланец; Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
  263. Метаморфический известняк; Паргас, Финляндия, Дир. и др., 1965 (по Laitakari, 1921).
  264. Карбонатная контактно-метасоматическая порода; Паргас, Финляндия, Удовкина, 1962 (по Kreutz, 1908).
  265. Зона замещения пегматита; Вост. Сибирь, Коржинский, (1945).
  266. Кальцитфир (Ди, Шп, Ка); Алдан, Якутия, Шабанин, (1958).
  267. Гнездо в диопсидовой породе; р. Куранах, Алдан, Якутия, Шмакин, (1961).
  268. Доломитовый мрамор (Фл, Ка, Дол, Шп, Ал); Пхаде, Корея, Маракшев, (1965).
  269. Диопсид-магнетит-амфибол-кальцитовая порода, Алдан, Якутия, Сердюченко, (1960).
  270. Метаморфический известняк; Мансе, Швеция, Дир и др., 1965 (по Eskerthann, 1922).
  271. Жила в шпинель-диопсидовой породе; р. Куранах, Алдан, Якутия, Шмакин, (1961).
  272. Контактно-метасоматическая диопсид-паргаситовая порода; Южн. Якутия, Сердюченко (1954).
  273. Метасоматическая кальцитовая жила (Фл, Ди); Слюдянка, Прибайкалье, Коржинский, (1945).
  274. Метасоматическая диопсид-паргаситовая порода; Слюдянка, Прибайкалье, Коржинский, (1945).

275. Метасоматическая диопсидовая жила; Алдан, Якутия, Герлинг и др., (1965).
276. Жила в биотит-пироксен-амфиболовом гнейсе (Фл); Эмельджах, Южн. Якутия, Галюк, (1957).
277. Гнездо в шинель-диопсидовом скарне (Фл.); Эмельджах, Южн. Якутия, Шабинин, (1958).
278. Гнездо в шинель-диопсидовой пластовой породе (Фл); Эмельджах, Южн. Якутия, Галюк, (1957).
279. Скарн; Лонган, Швеция, Дир и др., 1965 (по Magnusson, 1930).
280. Гнейсоподобное скопление в кальците (Пл, Би, Ск, Ал); Гебриды, о-в Тайри, Шотландия, Hallimond (1947).
281. Южн. Прибайкалье, Смирнов, (1928).
282. Магнетит-флогопит-боратовые породы; Алдан, Якутия, Сердюченко, (1960).
283. Диопсид-амфибол-плагноклазовый кристаллический сланец (Пл<sub>53</sub>); Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
284. Амфиболит (Пл<sub>30-50</sub>); Калифорния, США, Compton, (1958).
- 285, 286. Амфиболит (Би, Ди, Пл<sub>30</sub>); Украинский щит, р. Рось, Сироштан и др. (1965).
- 287, 288, 289, 290. Диопсид-амфибол-плагноклазовый кристаллический сланец (Пл<sub>31-38</sub>); Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
291. Амфиболит (Пл, Пл<sub>30-50</sub>, Эл, Сф); преф. Хукусима, Япония, Shido, 1958 (по Miyashiro, 1953).
292. Клинопироксеносодержащий амфиболит (Пл<sub>50-70</sub>, Кв, Сф); преф. Ибараги, Япония, Shido, (1958).
293. Основная метаморфическая порода (Пл<sub>55-75</sub>, Сф, Ал, Пм); преф. Хукусима, Япония, Miyashiro (1958).
294. Амфибол-плагноклазовый сланец (Ди); Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
295. Кварцевый амфиболит (Пл<sub>47</sub>, Пм, Сф, Сер, Ал, пирротин); Мысовая, Вост. Сибирь, Коржинский (1945).
296. Гнейс (Пм, Гр, Пл<sub>48</sub>, Кв); Юго-Зап. Прибайкалье, Хлестов и Ушакова (1965).
297. Роговообманково-гранат-клинопироксеново-андезит-кварцевый сланец; Бенкори, Шотландия, Shido a. Miyashiro, (1959).
298. Гранатосодержащий амфиболит (Пл, Пл<sub>41</sub>, Кв, Ильм, Ал); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
299. Амфиболит (Кв, Пл<sub>28</sub>, Ильм, Би, Ильм); р. Колыма, СССР, Гельман, (1961).
300. Биотит-гранат-роговообманковый плагниогнейс (Кв); Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский, (1967).
301. Гранатовый амфиболит (Пл, Кв); Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский, (1967).
302. Амфиболит (Гр, Пл<sub>33</sub>); Конталакти, Финляндия, Соболев, 1964 (по Eskola, 1921).
303. Амфиболит (Гр, Пл<sub>40</sub>); Сатерленд, Шотландия, Соболев, 1964 (по O'Naga, 1961).
304. Кварц-полевошпатовый сланец (Гр); Нельсон, Новая Зеландия, Reed, (1958).
305. Гранатовый амфиболит; Бухта Средняя, Дальний Восток, Мишкин, (1965).
- 306, 307, 308, 309. Гранатосодержащий амфиболит (Кв, Пл<sub>81-92</sub>, Ильм, Ал); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
310. Гранитизированный кристаллический сланец (Би, Орт, Ильм, Кв); Алдан, Якутия; Маракушев, Полин, (1961).
- 311, 312, 313, 314. Гранито-гнейс (Кпш, Кв), Адирондак, США; Buddington a. Leonard, (1953).
315. Гранито-гнейс (Тi — магнетит, Орт, Пл, Кв); Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский (1967).
316. Роговообманковый гранито-гнейс, Сев. Прибайкалье, Мануйлова и др., (1964).
317. Гранито-гнейс (Кпш, Кв, Пл<sub>5-12</sub>, Корд, Би, Эл, Сф, Мт, Ал, Гр, Црк, Рут, ортит); Южный Урал, Виноградская, (1959).
318. Роговообманковый гранито-гнейс, Сев. Прибайкалье, Мануйлова и др., (1964).
319. Гранито-гнейс (Тi — магнетит, Орт, Пл, Кв); Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский, (1967).
320. Магнетит-плагноклаз-ортоклаз-кварцевый гнейс; Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский, (1967).
321. Пятнистый снетит-пегматит (Пл<sub>22</sub>, Кпш, Би); Зап. Забайкалье, СССР, Белевцев, (1966).
322. Гнейсовидный кварцевый диорит (Би, Кв, Кпш, Сф, Ал, Црк, аллантит); Гозансио-Такануки, Япония, Ogura, (1958).
323. Роговообманково-биотит-ортоклаз-плагноклаз-кварцевый мигматит; Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский, (1967).
- 324, 325. Гнейсовидный кварцевый диорит (Би, Пл<sub>32-34</sub>, Кв, Кпш, Сф, Ал, Црк); Гозансио-Такануки, Япония, Ogura, (1958).
326. Сланцеватый амфиболит (Пл<sub>30-50</sub>, Кпш); Зап. Забайкалье, СССР, Белевцев, (1966).
327. Амфиболит (Би, Кв, Пл<sub>31-48</sub>, Сф, рудные); р. Горный Тикчи, УССР, Юрк, (1953).
328. Плагноклазовый амфиболит (Кв, Би); Анабарский щит, СССР, Рабкин, (1959).
329. Амфиболит (Би, Пл<sub>43</sub>, Кв, Сф, Ал — рудные); Гозансио-Такануки, Япония, Ogura, (1958).
330. Амфиболит в мигматите (Би, Пл<sub>30</sub>, Кв); р. Зея, Дальний Восток, Шкодинский, (1966).
331. Мигматит (Би, Пл<sub>32-38</sub>, Кв); Украинский щит, р. Днепр, Сироштан и др., (1965).
332. Гнейс (Би, Пл, Кв); Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский (1967).
333. Метадиабаз (Пл<sub>27</sub>, Кв, рудные, Акц.); Хитахи, Япония, Kugoda, (1959).
334. Кварцосодержащий плагноклазовый амфиболит (Пл<sub>42</sub>); Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
- 335, 336, 337, 338, 339, 340 и 341. Амфиболит (Пл<sub>70-91</sub>, Кв, Ильм, Ал); Брокен-Хилл, Австралия, Binns, (1965).
342. Роговообманково-плагноклазовый габбро-амфиболит; Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский, (1967).
343. Плагноклазовый амфиболит; Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
344. Биотитовый амфиболит (Пл<sub>20-25</sub>, Ал, Сф); Гозансио-Такануки, Япония, Miyashiro (1958).
345. Амфиболит (Пл<sub>40</sub>); Зап. Забайкалье, СССР, Белевцев, (1966).
346. Амфибол-плагноклазовый кристаллический сланец (Пл<sub>47</sub>); Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
347. Метадиабаз (Пл<sub>28</sub>, рудные, Акц.); Хитахи, Япония, Kugoda, (1959).
348. Биотитосодержащий роговообманковый сланец (Пл<sub>30-50</sub>, Би); преф. Ибараги, Япония, Shido, (1958).
349. Амфиболит (Пл<sub>28</sub>); Зап. Забайкалье, СССР, Белевцев, (1966).
350. Биотит-амфиболовый плагниомигматит; Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский, (1967).
351. Основная метаморфическая порода по вулканитам (Пл<sub>27</sub>, рудные, Акц.); Хитахи, Япония, Kugoda, (1959).
352. Габбро-амфиболит (Пл<sub>47</sub>); Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
353. Полосчатый амфиболит (Пл<sub>28</sub>); Зап. Забайкалье, СССР, Белевцев, (1966).
354. Биотитосодержащий роговообманковый сланец (Пл<sub>33</sub>, Гем, Акт); преф. Хукусима, Япония, Shido, (1958).
355. Метаморфизованная основная вулканическая порода (Пл<sub>34</sub>, рудные); Хитахи, Япония, Kugoda, (1959).
356. Биотит-роговообманковый сланец (Пл<sub>30-50</sub>) преф. Ибараги, Япония, Shido, (1958).
357. Биотит-амфибол-плагноклазовый сланец; Алдан, Якутия, Судовиков и др., (1965).
358. Бластомилонит по амфибол-биотит-плагноклазовому сланцу (Би); Верхнее Приамурье, СССР, Дук, (1966).
359. Горнблендитовый сланец; преф. Ибараги, Япония, Дир и др. 1965 (по Shido a. Miyashiro, 1959).
360. Амфиболит, Алдан, Якутия, Судовиков и др., (1965).
361. Диафторитовый амфиболит; р. М. Белая, Восточный Саян, Никитина, (1964).
362. Амфиболит; Алдан; Якутия, Судовиков и др., (1965).
363. Амфиболит; преф. Хукусима, Япония, Shido, 1958 (по Tsuboi, 1935).
- 364 и 365. Амфибол-биотит-плагноклазовый сланец; Алдан, Якутия, Судовиков и др., (1965).
366. Диафторитовый амфиболит; р. Олот, Вост. Саян, Никитина, (1964).
367. Амфиболит; Сев. Прибайкалье, Мануйлова др., (1964).

368. Биотит-диопсидовый амфиболит; Сев. Прибайкалье, Мануйлова и др., (1964)
369. Бластомилонит по диориту (*Би*); Верхнее Приамурье, СССР, Дук, (1966).
370. Амфибол-плагноклазовый сланец; Алдан, Якутия, Судовиков и др., (1965).
371. Амфиболит; Сев. Прибайкалье, Мануйлова и др., (1964).
372. Биотит-диопсидовый амфиболит; Сев. Прибайкалье, Мануйлова и др., (1964).
373. Амфибол-плагноклазовый сланец; Становой хр., Вост. Сибирь, Другова, (1968).
374. Амфиболитовый гнейс;
375. Биотит-амфибол-плагноклазовый сланец;
376. Амфибол-плагноклазовый сланец;
377. Биотит-амфиболовый слабо гранитизированный плагногнейс; № 374—377 — Алдан, Якутия, Судовиков и др. (1965).
378. Диафторитовый амфиболит; р. Савина, Восточный Саян, Никитина, (1964).
379. Гранитизированный гранат-амфиболитовый гнейс (*Би, Пл, Эл*); Алдан, Якутия, Судовиков и др., (1965).
380. Роговообманковый порфирид; Сев. Прибайкалье, Мануйлова и др., (1964).
381. Цоизитовый амфиболит (*Цз, Пл<sub>35-40</sub>, Кв*); Урал, Виноградская, (1964).
382. Эпидот-роговообманково-плагноклазовый сланец (*Пл<sub>31</sub>*); Гозайсно, Япония, Miyashiro, (1958).
383. Амфибол-эпидотовый диафторит по основному кристаллическому сланцу; Чарская глыба, Становой хр. Кориковский, (1967).
384. Хлорит-эпидот-олигоклазовый сланец; Шотландия, Shido a. Miyashiro, (1959).
385. Сланец из сланцевой зоны Тампере; Хиета, Финляндия, Seitsaari, (1956).
386. Амфиболит (*Ильм, Эл*); Пров. Исикари, Япония, Nagatsuma, (1963).
387. Амфиболит (*Пл, Эл*); Пров. Исикари, Япония, Nagatsuma, (1963).
388. Сланец из сланцевой зоны Тампере; Хиета, Финляндия, Seitsaari, (1956).
389. Амфиболит (*Пл, Аб, Кв, Сф, Ильм, Мт, Би, Хл, Кум, Ал*); Конский район, УССР, Семенов и др., (1956).
390. Метагаббро (*Аб, Эл, Бт, Сф, Хл*); Такозу, Китаками, Япония, Shimazu, (1963).
391. Сланец (*Би*) из сланцевой зоны Тампере; оз. Паппилан, Оривози, Финляндия, Seitsaari, (1953).
392. Сланец биотит-роговообманковый (*Пл<sub>31-23</sub>, Кв, Сф*); Горный Алтай, Лепезин, (1968).
393. Сланец биотит-роговообманковый (*Кв, Пл<sub>47</sub>, Эл*); Горный Алтай, Лепезин, (1968).
394. Амфиболит (*Аб, Эл, Кв, Гр, Сф, Ал*); плато Абукума, Япония, Kuroda a. Ogura, (1963).
395. Амфиболит (*Пл, Кв, Кц, Сф, Ал*); Мармарошский массив, Карпаты, Габинет, (1951).
396. Амфиболит (*Эл, Му, Пл<sub>10</sub>, Кв*); плато Абукума, Япония, Kuroda a. Ogura, (1963).
397. Амфиболит (*Пл<sub>11</sub>, Эл, Кв, Гр, Ка, Сф, Ал*); плато Абукума, Япония, Kuroda a. Ogura, (1963).
398. Сланец биотит-роговообманковый (*Кв, Пл<sub>43</sub>, Мт, Сф*); Горный Алтай, Лепезин, (1968).
399. Амфиболит (*Пл, Эл, Кв, Ка, Ал*); плато Абукума, Япония, Kuroda a. Ogura, (1963).
400. Метаморфизованная пирокластическая порода (*Пл<sub>13-15</sub>, Эл, Хл, Кв, Акц*); р. Хнтахи, Япония, Kuroda, (1959).
- 401 и 402. Амфиболит (*Пл<sub>13-4</sub>*); р-н Такозу, горы Китаками, Япония, Shimazu, (1963).
403. Амфиболит (*Пл, Сф*); Горный Алтай, Лепезин, (1968).
404. (*Би, Р. о., Пл, Кв, Кц, Эл, Сф, Мт*); Тронхейм, Норвегия, Saxena, (1966).
405. Сланец (*Пл<sub>23</sub>*); район оз. Ваавуярви, Финляндия, Seitsaari, (1953).
406. Амфиболит (*Пл<sub>35</sub>, Би*); Украинский кристаллический щит, Сиротшан и др., (1965).
407. Аспонилит альбит-роговообманковый (*Аб, Кв, Эл, Цз, Бт, Хл, Сф*); железисто-кремнисто-сланцево-вулканогенная формация, Верховщевский район Украинского кристаллического щита, Макухина, (1960).
408. Амфиболит сланцеватый (*Пл<sub>11-33</sub>, Кв, Би, Эл, Хл, Сф, Акц*); Там же, Макухина, (1960).
409. Амфиболит биотит-эпидот-альбитовый; Юго-Зап. Хигланд, Шотландия, Wiseman, (1934).
410. (*Би, Пл, Кц, Кв, Эл*); Тронхейм, Норвегия, Saxena, (1966).
411. Сланец, возникший по биотитовому гнейсу (*Бт, Эл*); Чарская глыба Станового хребта, Кориковский, (1967).
412. (*Би, Пл, Кц, Кв, Эл*); Тронхейм, Норвегия, Saxena, (1966).
413. Сланец эпидот-роговообманковый (*Эл, Аб, Сф, Рут, Би*); пров. Хидака, серия Камуикотан, Япония, Shido a. Seki, (1959).
414. (*Би, Пл, Кв, Кц, Эл*); Тронхейм, Норвегия, Saxena, (1966).
415. Амфиболит гранат-биотит-эпидот-альбитовый; юго-западный Хигланд, Шотландия Wiseman, (1934).
416. Плагноклазовый порфирит (*Пл<sub>5</sub>, Бт, Кв, Эл*); сланцевая зона Тампере, р-н оз. Ваавуярви, Финляндия, Seitsaari, (1953).
417. Сланец (*Би, Пл<sub>25</sub>, Кц, Кв, Эл, Мт*); Горный Алтай, Лепезин, (1968).
418. Актинолитовый сланец; Абхазия, СССР, Гвахария и др., 1955 (по Чхотуа, 1938).
419. Тальковый сланец; Ориярви, Финляндия, Eskola, (1914).
420. Тальковый сланец; Кошина, Македония, Zerjav, (1955)
421. Актинолитовый сланец; юго-вост. Нельсон, Новая Зеландия, Reed, (1958).
422. Тальковый сланец; Криворожье, Саксаганский район, Полово и др., (1960).
423. Сланец хлорит-актинолитовый (*Кв, Рут, Мт, Ильм, Хр*); Чертомлыкская магнитная аномалия, УКМ, Макухина, (1960).
424. Сланец актинолит-хлоритовый; Капская провинция, Южная Африка, Дир и др., 1965 (по Mathias 1952).
425. Железистый кварцит; Лабрадор, Канада, Klein, (1966).
426. Клиноцоизитовый сланец; Южный Девон, Англия, Дир и др., 1965 (по Tilley, 1938).
427. Амфиболитовый сланец; Анабарский кристаллический щит, Рабкин, (1959).
428. Метавулканическая порода (*Аб, Хл, Эл*); Бидвелл-Бар, Калифорния, США, Compton, (1958).
429. Метадиабаз (*Пл<sub>7-10</sub>, Эл, Кв, Хл*, рудные); Хитахи, Япония, Kuroda, (1959).
430. Сланец амфибол-эпидот-альбитовый; Южный Девон, Англия, Дир и др., 1965 (по Tilley, 1938).
431. Амфиболит хлорит-эпидот-альбитовый; Хигланд, Шотландия, Wiseman, (1934).
432. Сланец альбит-эпидот-хлорит-кальцитовый; Отаго, Новая Зеландия, Hutton, (1938).
433. Амфиболит хлорит-эпидот-альбитовый; Хигланд, Шотландия, Wiseman, (1934).
434. Сланец альбит-стильпномелан-актинолитовый; Ляйк Вакаטיפу, Новая Зеландия, Дир и др., 1965 (по Hutton, 1940).
435. Сланец актинолит-грюнерит-диопсид-магнетит-кальцитовый; Лабрадор, Канада, Klein, (1966).
436. Вторичный эклогит (*Гр, Пм, Дс, Кв*); Полярный Урал, Удовкина (1966).
437. Жила в эклогитах (*Кв, Му, Аб, Би, Гр, Кц, Дс, Ал, Сф*); Полярный Урал, Удовкина, (1962).
438. мфсболит кнанит-гранатовый; Корнуэлл, мис Лизард, Англия, Tilley, (1937).
439. Метасоматическая гранит-кнанит-кварцевая порода (*Пл<sub>24</sub>, Ал, Мт*); оз. Лейбярв, Кольский п-ов, Бондаренко, (1966).
440. Гнейс дистен-плагноклаз-гранатовый *Пл<sub>1-30</sub>, Кв, Би, Ст, Эл, Цз, Ка, Хл*);
441. Сланец роговообманковый (*Кв, Пл<sub>30-30</sub>, Хл, Би, Ка, Ал*);
442. Амфиболит биотитовый (*Кв, Пл, Эл, Ал, Рут*, рудные);
443. Гнейс роговообманково-плагноклазовый *Пл<sub>10-30</sub>, Кв, Хл, Би, Ка, Цз, Эл, Ал, Мт*);
444. Сланец гранат-роговообманковый (*Би, Кв, Пл<sub>40-30</sub>, Мт, Ка, Ал, Эл, Цз*);
445. Сланец хлорит-роговообманковый (*Кв, Пл<sub>10-30</sub>, Эл, Мт*);
446. Гнейс биотит-роговообманково-плагноклазовый (*Кв, Пл<sub>30-50</sub>, Сер, Крб, Цз, Мт, Эл*);
447. Гнейс роговообманково-плагноклазовый

- (Крб, Хл, Кв, П<sub>2</sub>-10, Еу, т, Сер, Цз, Ап, Эл).
448. Амфиболит (Кв, П<sub>2</sub>, Эл, Цз, Мт).
449. Сланец роговообманковый (Мт, Кв, П<sub>10-30</sub>)
450. Сланец роговообманковый (Кв, Хл, П<sub>10-30</sub>, Би, Мт, Ап).
451. Гнейс биотит-роговообманково-плагноклазовый (Гр, П<sub>10-30</sub>, Кв, Сер, Эл, Ст, Крб, Мт, пирит).
452. Гнейс биотит-роговообманково-плагноклазовый (Кв, П<sub>10-30</sub>, Гр, Крб, Эл, Кцз, Мт).
453. Сланец роговообманковый (Кв, П<sub>10-30</sub>, Крб, Эл, Мт, Ап, Кцз). № 440—453 — Готтардский массив, Альпы, Steiger, (1961).
- 454 и 455. Амфиболит; центральная часть Восточного Саяна, Хильтова, (1964)
456. Гранатовый амфиболит (Лу или Ду), р. Зезя, Становой хребет, Вост. Сибирь, Другова, (1968).
457. Амфиболит; центральная часть Восточного Саяна, Хильтова (1964)
458. Амфиболит рутловый (Эп, П<sub>2</sub>, Гр, Сф); Уфалейский массив, Южн. Урал, Казак, (1963).
459. Амфиболит; Уфалейский массив; Южн. Урал, Виноградская, (1964).
460. Сланец кварц-альбит-эпидот-биотитовый (Гр); Новая Зеландия, Mason, (1962).
461. Амфиболит-лейкокраповый; Уфалейский массив, Южный Урал, Виноградская, (1964).
- 462 и 463. Амфиболит; центральная часть Восточного Саяна, Хильтова, (1964).
464. Амфиболит лейкокраповый (П<sub>2</sub>, Кв, Би); Уфалейский массив, Южный Урал, Виноградская, (1964).
- 465 и 466. Амфиболит; центральная часть Восточного Саяна, Хильтова, (1964).
467. Амфиболит; Уфалейский массив, Южный Урал, Виноградская, (1964).
468. Амфиболит; центральная часть Восточного Саяна, Хильтова, (1964).
469. Амфиболит; Уфалейский массив, Южный Урал, Лутц, Минеев, (1967).
470. Амфиболит-гранат-пироксеновый (Ск, Ап, Црк); оз. Лейбъявр, Кольский п-ов, Бондаренко, (1966).
471. Амфиболит порфиробластический.
472. Амфиболит; Уфалейский массив, Южный Урал, Виноградская (1964).
473. Сланец кварц-олигоклаз-биотит-альмандин-роговообманковый; Новая Зеландия, Mason, (1962).
474. Сланец гранат-амфибол-плагноклазовый; южное обрамление Алданского щита, Судников и др., (1965).
- 475 и 476. Эклогит-каринтиновый (Лу, Гр, Му, Аб, Цз); хр. Марун-Кеу, Полярный Урал, Удовкина, (1962).
477. Эклогит каринтиновый; Восточные Судеты, Польша, Удовкина, 1966 (по Smulikowski, 1960);
478. Эклогит каринтиновый (Омф, Гр); хр. Марун-Кеу, Полярный Урал, Удовкина, (1966).
479. Эклогит (Гр, Омф, Цз, Аб, Рут, Би, Кв); Каринтия, Альпы, Австрия, Koritnig, (1940).
480. Прожилки в эклогите; Каринтия, Альпы, Австрия, Удовкина, 1962 (по Heritsch u. Kahler, 1960).
481. Эклогит; Южные Кор-Альпе.
482. Эклогитовый амфиболит; Южные Кор-Альпе, Machatschki u. Walitzi, (1962).
483. Прожилки в эклогите; Каринтия, Альпы, Австрия, Удовкина, 1962 (по Heritsch u. Kahler, 1960).
484. Смарагдит-гранатовая порода; Слюдяная горка Полярный Урал, Удовкина, (1962).
485. Жила в гранатовом перидотите; Слюдяная горка, Полярный Урал, Удовкина, (1962).
486. Эклогит (Лу, Гр, Шп); Кнокормел, Южный Айршир, Шотландия, Влохат а. Allen, (1960).
487. Пироксенит гранатовый; штат Мадрас, Индия, Rajasekaran, (1961).
488. Эклогит роговообманковый (Гр, Эл, Омф, Сф, Рут); о-в Сикоку, Япония, Shido, (1959).
489. Гранат-роговообманково-двупироксеновая порода; Гленэлг, Инвернес, Шотландия, O'Naga, (1960).
490. Элогит в гнейсе (Гип, П<sub>2</sub>, Гр, Рут); Гренландия, Salahstein, (1935).
491. Амфиболит гранатовый; Гленэлг, Шотландия, Alderman, (1936)
492. Эклогитовый амфиболит; Южные Кор-Альпе; Machatschki u. Walitzi, (1962).
493. Гнейс гранат-пироксен-роговообманково-скаполитовый; Гана, Kporring a. Kennedy, (1958).
494. Амфиболит (Гр, П<sub>2</sub>, Би); Тирольские Альпы, Alderman, 1936 (по Hezler, 1903).
495. Эклогитовый амфиболит; Южные Кор-Альпе, Machatschki u. Walitzi, (1962).
496. «Роговообманковый эклогит»; Норвегия, Alderman, 1936 (по Eskola, 1921).
- 497, 498. Реакционная кайма в гнейсе (Гр, Лу, П<sub>2</sub>, П<sub>1</sub>, Кши); Моравия, ЧССР, Novotny (1958).
499. Гранатовый амфиболит (Гр, Цз, П<sub>2</sub>, Кв, Би, Сф); Кокчетавский массив, Казахстан, Трусова, (1956).
500. Альбит-жадеитовое включение в серпентините; Окотаку, Япония, Удовкина 1966 (по Shido, 1958).
501. Амфиболит гранат-эпидотовый (Лавс, Гл, Эг, Пумп, Гр, Эл); Новая Каледония, Iwasaki, 1960, (по Lacroix, 1942).
502. Эклогит (Крб, Гл, П<sub>2</sub>); Южный Урал, Ленных, (1966).
503. Эклогит (П<sub>2</sub>, Гр, Омф, Рут); Южный Урал, Архипенкова, (1966).
504. Эклогит (Гр, Омф, Гл, Эл, Му, Хл, Сф, Рут, Кв); Новая Каледония, Coleman a. oth., (1965).
505. Эклогит (Омф, Гр, Рут); Южный Урал, Архипенкова, (1966).
- 506—507. Амфиболит эпидотовый (Кв, Хл, Аб, Ка, Сф, Гем); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
508. Сланец гранат-амфибол-альбит-эпидот-хлоритовый (Ап, Сф, Рут, Ка, Би, Кв, Ильм); район Адула, Швейцария Vanders Plas, (1959).
509. Сланец среди метазэффузивов основного состава (Аб, Хл, Му, Крб); Чарский пояс, Казахстан, Добрецов, Пономарева, (1968).
510. Эпидот-амфиболитовый сланец (Эп, Хл, Му, Гл, Аб, Сф, Ап); о-в Сикоку, Япония, Iwasaki, (1960).
- 511 и 512. Амфиболит эпидотовый (Сф, Хл, Му, Кв, Эл, Аб); о. Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
513. Амфиболит эпидотовый (Кр, Аб, Сф, Гр); Кнокормел, Южн. Айршир, Шотландия, Влохат а. Allen, (1960).
514. Эклогит глаукофанизированный (Акт, Стлп, Хл, Эл, Кв, Аб, Му, Крб, Гр); Казахстан, Чарский пояс. (Материалы Л. Г. Пономаревой.)
515. Эклогит глаукофанизированный (Акт, Хл, Эл, Гр, Аб, Му, Сф); Казахстан, Чарский пояс. (Материалы Л. Г. Пономаревой.)
516. Сланец (Гр, Эл, Хл, Му, Пумп); Калифорния, США, Lee a. oth., (1966).
517. Гондит; Мадхья Прадеш, Индия, Roy a. Mitra, (1964).
518. Кайлидонгри, Kupitz, (1930).
519. Гнейс полевшпатовый (Кв, П<sub>10-30</sub>, Кши); Чиква, Индия, Vilgrami, (1955).
520. Мадхья Прадеш, Индия, Balu a. Nayak, (1961).
521. (Гр, Ка, Кв, Пшп, Эл); Район Аоста, Сев. Италия, Rondolino Rinaldo, (1936).
522. Ланджерон, Kunitz, (1930).
523. Пиз Валеа, Kunitz, (1930).
524. Роговик основной (П<sub>2</sub>, П<sub>1</sub>, Кв, Ильм);
525. Роговик основной (П<sub>2</sub>, П<sub>1</sub>, Сф, Кв);
526. Роговик основной (П<sub>2</sub>, П<sub>1</sub>, Сф, Кв);
527. Роговик основной (П<sub>2</sub>, П<sub>1</sub>, Сф, Кв);
528. Роговик основной (П<sub>2</sub>, П<sub>1</sub>, Сф, Кв); №№ 524—528 — Новый Южный Уэльс, Австралия, Binns, (1965).
529. Ороговикованный метадиабаз (П<sub>2</sub>, Эл, Хл); Калифорния, США, Compton, (1958).
- 530 и 531. Роговик основной (П<sub>2</sub>, П<sub>1</sub>, Сф, Кв); Новый Южный Уэльс, Австралия, Binns, (1965).
532. Роговик роговообманково-магнетито-кварцевый (Кум, Хл, Би, Крб, Ап); железисто-кремнистая формация, Семененко и др., (1956).
533. Роговик; Калифорния, США, Перчук, 1964 (по Compton, 1958).
534. Роговик основной (П<sub>2</sub>, П<sub>1</sub>, Сф); Новый Южный Уэльс, Австралия, Binns (1965).
535. Рудная жила (Лу, Ка, Сф, Ск, Гр, Ап),

- Квебек, Канада, Maxwell a. oth., 1965 (по Hoffman, 1903).
536. Скарн амфиболовый; Инвернесс, Шотландия, Francis, (1958).
537. Скарн амфибол-плагноклазовый; Северо-западный Лох, Шотландия, Francis, (1958).
538. Известняк метаморфизованный; Колорадо, США, Billings, (1928).
539. Скарн (Дол, Ка).
540. Околоскарновая порода (Ди, Пл<sub>37</sub>, Ск).
541. Околоскарновая порода (Пл<sub>51</sub>, Би, Тур).
542. Околоскарновая порода (Ди, Би, Пл<sub>92</sub>, Тур).
543. Околоскарновая порода (Ди, Би, Пл<sub>85</sub>).
544. Скарн (Фл).
545. Околоскарновая порода (Фл, Гип, Кпш, Пл<sub>85</sub>, Кв, Мт).
546. Околоскарновая порода (Фл, Ди, Пл<sub>45</sub>, Кв). № 539—546 — Алдан, Южная Якутия, Шабынин, (1958).
547. Амфиболовый сланец (Ди, Фл, Эл, Мт); Алдан, Десс, Якутия, Сердюченко, (1960).
548. Амфиболит в контакте гранодиорита с осадочно-вулканогенными породами (Ди, Гр, Би, Вол, Вез); массив Бергеллер, Weibel u. Locher, (1964).
549. Околоскарновая порода (Пл<sub>56</sub>, Би) и
550. Околоскарновая порода (Би, Пш, Кв); 549—550 — Алдан, Южная Якутия, Шабынин, (1958).
551. Прожилки в гранатовом скарне (Мт, Гр, Ка, Кв, Эл); Горная Шория, Зап. Сибирь, Вахрушев, (1959).
552. Околоскарновая порода; Алдан, Южная Якутия, Морковкина, 1964 (по Перцеву, 1962).
553. Скарн (Эп); Горная Шория, Зап. Сибирь, Чистяков, (1959).
554. Околоскарновая порода (Пл<sub>43</sub>, Ди, Би, Орт, Тур).
555. Скарн рудный (Ди, Мт).
556. Скарн рудный (Ди, Мт, Сф, Ор); 554—556 — Алдан, Южная Якутия, Шабынин, (1958).
557. Скарн андрадитовый (Фл, Фл, Шп); Остров Кинг, Бассов пролив, Австралия, Edwards a. oth., (1956).
558. Скарн роговообманковый, Финляндия, Eskola, 1914 (по Суцциному, 1912).
559. Скарн гранато-геденбергитовый (Вез); Обира, Япония, Matsumoto a. Miyahisa, (1960).
560. Известняк метаморфизованный; Айдахо, США, Виноградская, 1959 (по Шаппо, 1924).
561. Дистен-цоизитовый амфиболит (Кв, парагонит) о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
562. Амфиболит (Пл); Моравия, ЧССР, Novotny, (1949).
563. Амфиболит; Зап. Приазовье, УССР, Усенко, (1960).
564. Амфиболит; Новый Южный Уэльс, Австралия, Дир и др., 1965 (по Jorlin, 1939).
565. Основная порода; о. Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
566. Амфиболит; Лиллфьяллсгруван, Швеция, Дир и др., 1965 (по Du Rietz, 1938).
567. Амфиболит; Алдан, Якутия, Морковкина, (1964).
568. Амфиболит (Пл); Алдан, Якутия, Морковкина (1964)
569. Амфиболит (Кум, Пл<sub>39</sub>); Квинсленд, Австралия, Vernon, (1962).
570. Амфиболит; Баранашка, Кудник, Kunitz, (1930).
571. Амфиболит (Кв, Сф, Му, Хл, Гр, Пл<sub>10-30</sub>); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, 1964 (по Tsuboi, 1936).
572. Габбро-амфиболит (Кпш); Горный Тикич, УССР, Литвин, (1964).
573. Эпидиотовый амфиболит (Рут, Ап, Пл<sub>10-30</sub>, Би, Гр); о. Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
574. Амфиболит, Татарская АССР, Яковлев, (1966).
575. Габброидный амфиболит; Урунди, Африка, Leek. 1962 (по Van-der-Putte, 1939).
576. Параамфиболит; Амурская обл. СССР, Степанова, (1962).
577. Анортит-амфиболит; Нижняя Австрия, Marchet, 1925 (по Mrogowicz, 1902).
578. Амфиболит; Южная Дакота, США, Rauchshauri, (1964).
579. Амфиболит; Чертомлыкско-Соленовский р-н, УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).
580. Полевошпатовый амфиболит (Пл, Кв ± Кпц); Центр. Казахстан, СССР, Трусова, (1956).
581. Амфиболит; Чертомлыкско-Селеновский р-н, УССР, Бойко и Литвин (1966<sub>2</sub>).
582. Плагноклазовый амфиболит (Пл<sub>30-50</sub>, Кв, Сф, Рут, Ап, Мт, Ильм); Южный Харрис, Шотландия, Deargley, (1963).
583. Эпидиотовый амфиболит (Рут, Гем, Кв, Аб); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
584. Гранулит по амфиболиту (Пл, Гип, Пм, Кв, Гр); Якутия, Перчук, (1967<sub>1</sub>).
585. Амфиболит; Южная Дакота, США, Rauchshauri, (1964).
586. Амфиболит, Алдан, Якутия, Сердюченко, (1960).
587. Амфиболит; Зап. Приазовье, УССР, Усенко, (1960).
588. Амфиболит; Ориярви, Финляндия, Eskola, (1915).
589. Амфиболит (Кум, Пл<sub>40-55</sub>, Кв, Би, Гр, Ап, пирит, Мт, Эл, Ильм); Орнавасо, Италия, Bogiani, (1965).
590. Амфиболит в граните (Пл<sub>35</sub>, Би, Сф, Ап, Мт, Эл); восток Кольского п-ова, СССР, Белянкин и Лупанова, (1934).
591. Амфиболит; Южная Дакота, США, Rauchshauri, (1964).
592. Амфиболит; Зап. Приазовье, УССР, Усенко, (1960).
593. Амфиболит; Ганневская полоса УКМ, УССР, Сироштан и Половко, (1959).
594. Амфиболит; Зап. Приазовье, УССР, Усенко, (1960).
595. Амфиболит; Альзенау, Спессарт, Розенбуш, (1934).
596. Гранатовый амфиболит; Сев. Карелия, СССР, Герлинг и др., (1965).
597. Амфиболит (Пл<sub>40-45</sub>, Кпц, Би, Кв, Акц; Мт, Сф, Ап); Кременчугский р-н, УССР, Доброхотов, (1964).
598. Гранатовый амфиболит (Ка, Гр, Сф, Рут, Кв, Аб, Эл, Хл); о. Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
599. Амфиболит; Южная Дакота, США, Rauchshauri, (1964).
600. Амфиболит (Би, Пл<sub>26</sub>); Украинский щит, р. Рось, Сироштан и др., (1965).
601. Гранатовый амфиболит; Кимчен, Корея, Маракушев, (1965).
602. Амфиболит (Пл<sub>40-45</sub>, Кпц, Би, Кв, Мт, Сф, Ап); Кременчугский район, УССР, Доброхотов, (1964).
603. Амфиболит; Чертомлыкско-Соленовский р-н УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).
604. Амфиболит; Зап. Приазовье, Усенко, (1960).
605. Амфиболит; Чертомлыкско-Соленовский р-н УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).
606. Амфиболит; преф. Ибарagi, Япония, Дир и др., 1965 (по Shido a. Miyashiro, 1959).
607. Амфиболит; Чертомлыкско-Соленовский р-н УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).
608. Амфиболит (Пл<sub>33</sub>, Кум, Би, Мт, Ап, Кв); Новая Зеландия, Watters, (1959).
609. Амфиболит; Южная Дакота, США, Rauchshauri, (1964).
610. Амфиболит; Вальдвиртель, Marchet, (1925).
611. Амфиболит; Зап. Приазовье, Усенко, (1960).
612. Амфиболит; Пальмер, Массачусетс, США, Rajagopalan, 1946, (по Niggli, 1930).
613. Эпидиотовый амфиболит (Сф, Гем, Кв, Аб, Хл); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
614. Ксеонолит амфиболита; шт. Майсур, Индия, Somasekar a. Sadashivaiah, (1961).
615. Гранатовый амфиболит (включение); Якутия, Бобривич и др., (1964).
616. Граит-эпидиотовый амфиболит (Гем, Ильм, Рут, Му, Аб, Хл); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
617. Амфиболит; р-н Себеш, Румыния (Miner-torog a. României 1966, по Vendl, 1932).
618. Амфиболит (Ро, Би, Пл<sub>1</sub>); Приднепровье, Украинский щит, Сироштан и др., (1965).
619. Эпидиотовый амфиболит (Сф, Кв, Аб, Хл); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
620. Амфиболит; Кызылкумский регион, Узбекская ССР, Петрография Узбекистана, кн. 2, 1965 (по Максимову, 1965).
- 621 ч 622. Амфиболит; Чертомлыкско-Соленовский р-н УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).

623. Полевощпатовый амфиболит; Южн. Карелия, СССР, Герлинг и др., (1965).
624. Амфиболит; Южная Дакота, США, Raushaugh, (1964).
625. Амфиболит; Горный Тикич, УССР, Литвин, (1964).
626. Амфиболит; Криворожье, УССР, Сиротан, Полово, (1959).
627. Параамфиболит (*Гр, Кв, Пл, Эл, Би, Сф, Ал, Мт, Рут, Црк*); Амурская обл. СССР, Степанова, (1962).
628. Амфиболит Чертомлыкско-Соленовский р-н УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).
629. Перидотитовый гнейс (*Гип, Пм, Акц; Шп, Ол*); Сатерленд, Южн. Африка, О'Нага, (1961).
630. Роговообманково-плагноклазовая порода; Шварцвальд, Германия, Дир и др., 1965 (по Erdmamsdörfer, 1937).
631. Гнейс; Мадрас, Индия, Naidu, (1963).
632. Гнейс (*Би, Пл<sub>22</sub>*); Украинский щит, р. Рось, Сиротан и др., (1965).
633. Анортит-эденитовый гнейс (*Пл<sub>80</sub>*), Мадрас, Индия, Subramaniam, (1956).
634. Роговообманковый сланец; Амурская обл. СССР, Степанова (1962).
635. Туфовый сланец; Чертомлыкско-Соленовский р-н УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).
636. Парасланец и гнейс (*Пл, Би, Ди, Кв*); Иртышская зона смятия, Алтай, Васильева, (1963).
637. Августитовый амфиболитовый гнейс (*Пл<sub>45</sub>, Би, Мт + Ильм, Ал*); Адирондак, США, Buddington, (1952).
638. Роговообманковый сланец; Пертшир, Англия, Deeg, (1938).
639. Роговообманковый гнейс; Пенсильвания, США, Rosenzweig a. Watson, (1954).
640. Роговообманково-биотитовый сланец; Пенсильвания, США, Rosenzweig a. Watson, (1954).
641. Амфиболитовый гнейс и роговик; Челябинский р-н, Урал, Яковлева, (1941).
642. Роговообманковый сланец; Пертшир, Англия, Deeg, (1938).
643. Пелитовый сланец (*Гр, Кв, Пл<sub>10-30</sub>, Кц, Ал, Тур, графит*); о. Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
644. Биотит-амфиболитовый гнейс (*Кв, Пл<sub>80</sub>, Сф, Ал, Ск*); Адирондак, США, Buddington, (1952).
645. Сланец (*Стмл, Акт, Эл, Хл, Му, Кв, Аб, Сф*); р-н Конто, Япония, Seki, (1958<sub>2</sub>).
646. Биотит-амфиболовый гнейс; р. Рось, УССР, Литвин, (1964).
647. Биотит-амфиболовый гнейс; Горный Тикич, УССР, Литвин, (1964).
648. Амфибол-скаполит-плагноклазовый сланец (*Эл, Ал, Сф, Пл<sub>28</sub>*); Алдан, Якутия, Сердюченко, (1960).
649. Биотит-амфиболовый гнейс; р. Рось, УССР, Литвин, (1964).
650. Амфиболовый сланец (*Пл, Кв, Црк, Ал*); Сев. Кавказ, СССР, Лебединский, (1952).
- 651 и 652. Плагногнейс; Уфалейский массив, Урал, Виноградская, (1964).
653. Кварцсодержащий снетитовый гнейс (*Пшп*); Адирондак, США, Buddington a. Leonard, (1953).
654. Сланец (*Кв, Пл<sub>20-30</sub>, Эл, Би, Мт, Ал*); оз. Кутемайерви, Финляндия, Seitsaari, (1951).
655. Кварц-магнетит-роговообманковая руда; Амурская обл., СССР, Степанова, (1962).
656. Роговообманковый гнейс; Пенсильвания, США, Rosenzweig a. Watson, (1954).
657. Меднорудные жилы в метаморфизованных основных породах (*Хл, Пл*); Конттиолахти, Финляндия, Saksela, (1960).
658. Амфиболитовый сланец (*Пл<sub>22-30</sub>, Кв, ре же Кцз*); Центральный Казахстан, СССР, Трусова, (1956).
659. Микроклинсодержащий гнейс; Уфалейский массив, Урал, Виноградская, (1964).
660. Кварц-магнетит-роговообманковая руда (*Пшп, Кум, Би, Эл, Цз, Гр, Сф, Рут, Орт*); Амурская обл. СССР, Степанова, (1962).
661. Гнейсы и роговики плагногранитного состава; Челябинский р-н, Урал, Яковлева (1941).
662. Туфовые сланцы железорудной формации; Чертомлыкско-Соленовский р-н, УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).
663. Квебек, США, Barnes, 1930 (по Harrington, 1907).
664. Корундовая порода (*Пшп*); Северная Каролина, США, Удовкина, 1960 (по Genth, 1891).
665. Почти мономинеральная амфиболитовая порода; Моравия, ЧССР, Novotný, (1949).
666. Горнблендитовая порода; Зальцбург, Австрия; Дир и др., 1965 (по Paulitsch, 1948).
667. Флогопит-антофиллит-плагноклаз-роговообманковая порода (метасоматит пороговообманково-габбро) (*Рут, пирит, Мт*); Зап. Приазовье, УССР, Байраков, (1967).
668. Кордирит-полиамфиболовая порода (*Кум, ЖдР, Би, Кв*); Сев. Криворожье, Горошников и Юрвев, (1965).
669. Амфибол-оливин-пироксеновый ультрабазит (*Гип, Ди, Амф* (ромбч.), *Шп, Мт, Ильм*, втор.; *Акт, Би, Тл, Сп*). Кривой Рог, УССР, Полово и др., (1960).
670. Метагаббро (*Ди, Гип, Пл, Орт, Гр*); Южн. Харрис; Шотландия, Dearnley, (1963).
671. Метаморфическая порода (гнейс); Гарганская зона, Восточный Саян, Никитина, (1964).
672. Метаморфическая порода; Татры, Katalog analiz chemicznych skal mineralow Polski (по Pawlic, 1914).
673. Роговообманковый траповый гранулит; Южн. Урал, Удовкина, 1962 (по Левинсон-Лессингу, 1900).
674. Антофиллит-роговообманково-метагаббро (*Пл<sub>45</sub>, Ал, рудные*); Ванкрофт, Онтарио, Канада, Tilley, (1957).
- 675 и 676. Амфиболит; Татры, Katalog analiz chemicznych skal i mineralow Polski (по Jaskólski, 1924).
677. Скаполит-амфиболовый метасоматит; Кузнецкий Алатау, СССР, Индукаев, (1963).
678. Магнетит-гранат-амфиболовый метасоматит (*Кум*); Кривой Рог, УССР, Мельников и Стрыгин, (1963).
679. Цеолито-амфиболовая порода; Приморский край, СССР, Руб, Залищак, (1964).
680. Скаполит-амфиболовый метасоматит; Кузнецкий Алатау, СССР, Индукаев, (1963).
681. Апоцитит; Чертомлыкско-Селеновский р-н, УССР, Бойко и Литвин, (1966<sub>2</sub>).
682. Габбро-диорит метаморфизованный (*Кум, Пл<sub>45</sub>*); Тейско, Финляндия, Seitsaari, (1952).
683. Скаполит-амфиболовый метасоматит; Кузнецкий Алатау, СССР, Индукаев, (1963).
684. (*Гед, Гр, Би*); м-ние Казо Майн, Япония; Yosimuga, (1939).
685. Аксинит-горнблендит-кварцевая порода; преф. Ивате, Япония, Дир и др., 1965 (по Watanabe a. Yagi, 1953).
686. Хлорит - кварцево - гранат - амфиболовый сланец; Чертомлыкская магнитная аномалия, УССР, Бойко и Литвин (1966<sub>2</sub>).
687. Метаморфизованный известняк; Целле-дико, Италия, Дир и др., 1965 (по Rigani, 1951).
688. Оторочка в контакте кварцевой жилы и доломитового мрамора; Сев. Приладжье, Кицул (1963).
689. Мрамор; р. Зовранка, Балканы, Дир и др., 1965 (по Dolag-Mantuani a. Gagarin, 1936).
690. Известково-тремолитовая порода в мраморе (*Фл, Кв, Сф, графит, рудные, Ск*); Сев. Приладжье, Кицул, (1963).
691. Роговообманково-эпидот-плагноклаз-кварц-кальцитовой скари; Инвернес, Шотландия, Francis, (1958).
692. Диопсид - роговообманково - скаполитовая порода; Алдан, Якутия, Сердюченко, (1960).
693. Скарн; Алдан, Якутия, Морковкина, 1964 (по Шабинину).
694. Амфиболитизированная апатит-пироксеновая жила (*Ал, Мт*); Таятское м-ние, Восточный Саян, Калинин и др., (1962).
695. Известняк; Нью-Гемпшир, США, Kunitz, (1930).
696. Скарн; Кустанайская обл. СССР, Морковкина, 1964 (по Онтоеву).
697. Жила в метаморфических породах (*Ка, Аидр*); Кривой Рог, УССР, Шевченко, (1959).

698. Амфибол-гранатовый скарн; Лянгара, Средняя Азия, СССР, Абдулаев, (1964).
699. Честер, Вермонт, США, Shido, (1959).
700. Эклогит; Зау-Альпе, Kunitz, (1930).
701. Метасоматическая порода; Кузнецкий Алатау, СССР, Индукаев, (1963).
702. Скаполит-амфиболовый метасоматит; Кузнецкий Алатау, СССР, Индукаев, (1963).
703. Эпидот-пумпеллит-актинолитовая порода (Хл, Аб, Гем, Сф, Кв); преф. Токусима, Япония, Iwasaki, (1963).
704. Пелитовый сланец метасоматизированный; о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
705. Актинолит-эпидот-хлоритовый сланец (Сф, Аб, Кв); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
706. Прожилок в амфибол-магнетитовой руде; м-ние Одночное, Восточный Саян, СССР, Крутов и Виноградова, (1966).
707. Амфиболизированная жила в магнетитовых рудах; Таятское м-ние, Восточный Саян, СССР, Калинин и др., (1962).
708. Тремолит-кальцитовый скарн; Бальмат, Нью-Йорк, США, Дир и др., 1965 (по Weeks, 1956).
709. Скарн железорудного месторождения; Злоты Сток, Польша, Kowalski i Oszacka, (1964).
710. Известняк; плато Абукума, Япония, Shido, (1959).
711. Мрамор в контакте с гранитом (Ди); Монте Спиноза, Италия, Rodolico, (1931).
712. Прослой в магнетито-серпентитовой руде (Фл); Алдан, Якутия, Сердюченко, (1960).
- 713 и 714. Скарн железорудного месторождения; Злоты Сток, Польша Kowalski i Oszacka, (1964).
715. Амфибол в контакте с кальцифром; Кузинское, Урал, Морковкина, 1964 (по Мясникову).
716. Скарн карбонатный (Кум); Сильвграван, Швеция, Sundius, (1924).
717. Шлир в карбонатно-антофиллит-актинолитовой породе; мыс Карташ, Сев. Карелия, Лебедев, (1955).
718. Скарн; Алдан, Якутия, Морковкина, 1964 (по Шабнину).
719. Скарн оруденелый; Белорецкое м-ние, Алтай, СССР, Вахрушев, (1960).
720. Оссининг, Нью-Йорк, США, Wagner, (1908).
721. Zussman, (1959).
722. США, Kaufmann, (1963).
723. Сланец (Ант); Эдвардс, Нью-Йорк, Sundius, (1933).
724. Сьера Леоне, Африка, Дир и др., 1965 (по Dupham a. oth., 1958).
725. Чаффер Коунти, Колорадо, США, Kaufmann, (1963).
726. Магнетитовая порода; Анзасское месторождение, Хакассия, СССР, Павлов, (1964).
727. О-в Хондо, плато Абакума, Япония, Shido, (1959).
728. Сульфидное месторождение; Кавельторп, Johansson, (1930).
729. Скаполит-амфиболовый метасоматит; Кузнецкий Алатау, СССР, Индукаев, (1963).
730. Арендаль, Kunitz, (1930).
731. Р. Лаба, Сев. Кавказ, Морковкина, 1964 (по Плошко).
732. Скаполит-амфиболовый метасоматит; Кузнецкий Алатау, СССР, Индукаев, (1963).
733. Честер, Вермонт, США, Дир и др., 1965, (по Weeks, 1956).
734. Западная Австралия, Simpson, (1936).
735. Железистый кварцит; Курская магнитная аномалия, СССР, Глаголев, Клагин, (1959).
736. Жила амфиболита (Цз); Уфалейский массив, Урал, Белковский, (1967).
737. Прожилок в амфибол-магнетитовой руде; м-ние Одночное, Восточный Саян, Крутов, Виноградова, (1966).
738. Кварц-графитовый сланец (Би); хр. Мантеньи, Корея, Маракушев, (1965).
739. Онтарио, Канада, Maxwell a. oth., 1965 (по Hoffman, 1895).
740. Альбитит; Анзасское м-ние, Хакасская СССР, Павлов, (1964).
741. Актинолит-хлорит-кварц-альбит-сфеновый сланец; Канто, Центр, Япония, Seki, (1958).
742. Род Айленд, США, Kunitz, (1930).
743. Нордмаркен, Норвегия, Kunitz, (1930).
744. Слюдистый сланец; Маттерхорн, Швейцария, Kunitz, (1930).
745. Исле Гронкс; Kunitz, (1930).
746. Глаукофановый сланец; Меллихен, Зап. Альпы, Bearth, (1959).
747. Сланец; Пьемонт, Италия, Miyashiro, 1957, (по Zamboboni, 1906).
748. Слюдистый сланец; Пьемонт, Италия, Kunitz, (1930).
749. Празинит; Рокка Бианка, Италия, Suzuki, 1939 (по Zamboboni, 1906).
750. Сланец; Калифорния, США, Suzuki, 1939 (по Blasdale, 1901).
751. Эклогит (Омф); Южн. Урал, Архипенкова, (1965).
752. Сланец; гора Салев, Швейцария, Kunitz, (1930).
753. Глаукофан-гранатовый сланец (Омф, Амф, Сф, Бруктит, анатаз, Хл, Аб, Кв, рудные); Пиан Делла Мусса, Сев. Италия, Nicolas a. Gagny, (1964).
754. Сланец; Спра Грнец, США, Miyashiro, 1957 (по Washington, 1901).
755. Глаукофановый сланец, Смирна, Турция, Kunitz, (1930).
756. Метаморфизованный эффузив (лавсонит, Хл, Эл, Кв, Аб, Крб). Пенжинский хр., Камчатка (Материалы Л. Г. Пономаревой).
757. Сланец (Акт, Эл, Му, Гр, Хл, Сф, Ан, Рут, Тур); Калифорния, США, Lee a. oth., (1966).
758. Лавсонит-глаукофановый сланец (Эл, вторичные: Акт, Кв, Аб, Крб); Пенжинский хр. Камчатка, Добрецов, Пономарева, (1965).
759. Сланец основного состава (Хл, Эл, Аб, Му, Сф, Стал); Чарский пояс, Казахстан, Добрецов, Пономарева, (1968).
760. Эпидотовый амфиболит (Гр, Аб, Сф, Р); Кнокормел, Айршир, Шотландия, Влохам а. Allen, (1960).
761. Сланец; Цикладен, Kunitz, (1930).
762. Эклогит малотитанистый; Южн. Урал, Ленных, (1966).
763. Глаукофановый сланец (Эл, Хл, Гр, Аб, Кв); преф. Токусима, Япония, Ваппо, (1959).
764. Слюдистый сланец (Кв, Гр, Эл, Аб, фенгит, хлоритoid, парагонит, Гем, Тур, Хл, Рут, Би); о-в Груа, Франция, Velde, (1967).
765. Гондит; Мадхья-Прадеш, Индия, Roy a. Mitra, (1964).
766. Гранат-мусковит-пьемонтит-кварцевый сланец (Аб, Гем, Ал, Рут, Тур); о-в Сикоку, Япония, Iwasaki, (1960).
767. Эгирин-гранат-мусковит-пьемонтит-кварцевый сланец (Эл, Гем, Ал); о-в Сикоку, Япония, Iwasaki, (1960).
768. Гранат-эгиринавгит-магнезиорибекит-мусковит-кварцевый сланец; о-в Сикоку, Япония, Miyashiro, 1962 (по Miyashiro a. Iwasaki, 1957).
769. Калифорния, США, Suzuki, 1939 (по Blasdale, 1901).
770. Амфибол-хлорит-эпидот-альбитовый сланец; Канто, Япония, Seki, (1958).
771. Альбит-глаукофан-кварцевый сланец; о-в Хоккайдо, Япония, Дир и др., 1965 (по Suzuki a. Suzuki, 1959).
772. Метабазальт (Аб, Кв, Му, Хл, Эл, Сф, Ал, Ка); о-в Сикоку Япония, Ernst, 1964 (по Nagamura).
773. Известковистый сланец; Сербия, Югославия, Дир и др., 1965. (по Machatschki, 1943).
774. Лявнтце, Швейцария, Половинкина, 1924 (по Grubenpan, 1906).
775. Основной туф известковый, слабометаморфизованный (Ка, Кв, Му, Хл, Риб, Гем, Стал, пирит); преф. Эхнме, Япония, Iwasaki, (1960).
776. Глаукофановый сланец (Эл, Хл, Кв, Аб); преф. Токусима, Япония, Ваппо, (1959).
777. Эпидот-глаукофановый сланец (Ка, Сф, Гем, Кв, Аб, Хл, Эл, Му); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
778. Сланец; Калифорния, США, Miyashiro, 1957 (по Switzer, 1951).
779. Эпидот-глаукофановый сланец (Сф, Ка, Гем, Эл, Кв, Аб, Хл); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).

780. «Глаукофановый» сланец; Новый Южный Уэльс, Австралия, Дир и др., 1965 (по Holgate, 1951).
781. Метабазальт (*Кв, Му, Хл, Эн, Шп*, пирит); о-в Сикоку, Япония, Ernst, 1964 (по Nagamura).
782. Слюдистый сланец; Калифорния США, Kunitz, (1930).
783. Хлорит-эпидот-альбитовый сланец; Канто, Япония, Seki, (1958).
784. Гнейс; Швейцарские Альпы, Miyashiro, 1957 (по Woopu, 1912).
785. Основная метаграувакка (*Аб, Кв, Му, Гр, Эн, Сф, Ап*, пирит, *Хл, Стан*); р-н Коту-Бизан, Япония, Iwasaki, (1963).
786. Железисто-карбонатная руда; Кривой Рог, УССР, Елисеев и др., 1961 (по Цибульской, 1956).
787. Родуситизированные породы; Кривой Рог, УССР, Цибульская, (1963).
788. Железисто-амфиболитовый сланец (*Мт*); Кривой Рог, УССР, Соболев, 1947 (по Половинкиной, 1924).
789. Карбонатно-гематитовая руда; Кривой Рог, УССР, Елисеев и др., 1961 (по Цибульской, 1955).
790. Кривой Рог, УССР, Елисеев и др., 1961 (по Половинкиной, 1950).
791. Альбитит; Сев. Криворожье, УССР, Кушев, 1960 (по Павленко, 1959).
792. Гематитовая руда; Цесфонтейн, Юго-Западная Африка, Дир и др., 1965 (по Villiers, 1949).
793. Амфибол-магнетитовая руда; Кривой Рог, УССР, Половинкина, (1953).
794. Железистый кварцит; Курская магнитная аномалия, СССР, Морковкина, (1964).
795. Железистый кварцит; Курская магнитная аномалия, Глаголев и Клаггиш, (1959).
796. Родусит-магнетитовая руда; Кривой Рог, УССР, Кушев, (1960).
- 797, 798. Железистый кварцит (*Мт, Fe* — слюдка, *Крб*, пирит, пирротин, *Кв, Кум, Би*); р-н Кременчуга, УССР, Доброхотов (1964).
799. Родусит-магнетитовая руда; Кривой Рог, УССР, Половинкина, (1953).
800. Магнетит-амфиболовый сланец; Кривой Рог, УССР, Кушев, 1960 (по Цибульской, 1956).
801. Кривой Рог, УССР, Елисеев и др., 1961 (по Маркиной и Пудовкину, 1949).
802. Кривой Рог, УССР, Половинкина, (1953).
803. Амфибол-магнетитовая руда; Кривой Рог, Кушев, 1960 (по Цибульской, 1956).
804. Родусит-магнетитовый сланец; Кривой Рог, Кушев, (1960).
805. Жила в куммингтонито-магнетитовых роговиках (*Кв, Крб, Сл*); Кривой Рог, УССР, Чумакова и др., (1963).
806. Гранулит; Глен-Луи, Абердиншир; Дир, и др., 1965. (по MacLachlan, 1951).
807. Амфибол-магнетитовая руда; Кривой Рог, УССР, Елисеев и др., (1961).
808. Полосчатый железняк; Трансвааль, Южн. Африка, Hodgson (1965).
809. Массивная залежь волокнистой структуры; Кочабамба, Боливия, Дир и др., 1965 (по Whittaker, 1949).
- 810 и 811. Лусака, Сев. Родезия, Drysdall a. Newton (1960).
812. Асбест; Артемов, (1965).
813. Минусинская впадина, СССР, Ведерников и др., (1965).
814. Скопления в серых мергелях; Казахстан, СССР, Андреев, (1962).
815. Асбест; Минусинская впадина, СССР, Бейсеев, (1966).
816. Послойная жила асбеста; Казахстан, СССР, Андреев, (1962).
817. Крупное волокно; м-ние Филадельфия, Боливия, Drysdall a. Newton, 1960 (по Ahlfeld, 1943).
818. Синий асбест; Минусинская впадина, СССР, Аршинов, 1936 (по Исколь, 1906).
819. Кочабамба, Боливия, Ernst, (1960).
820. Асбест; Сибирь, Андреев, (1962).
821. Синий асбест; Босния, Югославия, Аршинов, 1936 (по Foullon, 1895).
822. Конкреция; Минусинская впадина, СССР, Степанова, (1965).
823. Асбест в аргиллитах; Казахстан, СССР, Андреев, (1962).
824. Крокидолит тонковолокнистый; м-ние Филадельфия, Боливия, Drysdall a. Newton 1960 (по Ahlfeld, 1943).
825. Жилы в долерите и доломите; Робертстаун, Южн. Австралия, Дир и др., 1965 (по Wymond a. Wilson, 1951).
826. Микробрекция родусита; Минусинская впадина, СССР, Степанова, (1965).
827. Родусит типа «конкреций»; Минусинская впадина, Степанова, (1965).
828. Родусит плотный; Артемов, (1965).
829. Родусит рыхлый; Минусинская впадина, СССР, Бейсеев, (1966).
830. Родусит-асбест; Минусинская впадина, СССР, Ведерников и др., (1965).
831. Синий асбест; о-в Родос, Греция, Аршинов, 1936 (по Foullon, 1891).
832. Асбестовидный родусит; о-в Родос, Греция, Половинкина, 1924 (по Foullon, 1891).
833. Родусит плотный; Казахстан, СССР, Бейсеев, (1966).
834. Родусит волокнистый в мергелях; Казахстан, СССР, Андреев и Годовиков, (1959).
835. Родусит тонкошестоватый, синий; Минусинская впадина, СССР, Степанова, (1965).
836. Родусит плотный; Минусинская впадина, СССР, Бейсеев, (1966).
837. Родусит крупношестоватый, твердый, синий; Минусинская впадина, СССР, Степанова, (1965).
838. Родусит рыхлый; Казахстан, СССР, Бейсеев, (1966).
839. Родусит рыхлый; Артемов, (1965).
840. Родусит-асбест; Казахстан, СССР; Бейсеев, (1966).
841. Родусит плотный; Минусинская впадина, СССР, Ведерников и др., (1965).
842. Родусит-асбест; Казахстан, СССР, Ведерников и др., (1965).
843. Зальцбург, Австрия, Половинкина, 1924 (по Dohr a. Hawatsch, 1913).
844. Родусит плотный; Артемов, 1965 (по Исколь, 1908).
845. Родусит асбестовидный; Половинкина, 1924 (по Heedle, 1879).
846. Родусит мелкокристаллический из жилы; Казахстан, СССР, Андреев, (1962).
847. Родусит рыхлый; Казахстан СССР, Ведерников и др., (1965).
848. Родусит пластинчатый; Казахстан, СССР, Бейсеев, (1966).
849. Родусит; Минусинская впадина, СССР, Петров и Андреев, 1959 (по Исколь, 1908).
850. Родусит-асбест; Казахстан, СССР, Ведерников и др., (1965).
851. Родусит плотный; то же.
852. Родусит зернистый; Казахстан, СССР, Бейсеев, (1966).
853. Куммингтонитовый сланец (*Мт*); Кривой Рог, УССР, Куман, (1961).
854. Магнетито-гематитовый джеспилит; Кривой Рог, Куман, (1961).
855. Щелочной метасоматит; Кривой Рог, СССР, Елисеев и др., (1965).
856. Роговик с прослоями сланца; Кривой Рог, СССР, Куман, (1961).
857. Магнетито-мартитовый роговик; Кривой Рог, СССР, Куман, (1961).
858. Амфибол-асбест из жилы в джеспилитах. Кривой Рог, СССР, Куман, (1960<sub>2</sub>).
859. Амфибол-эгриновая метасоматическая порода; Вост. Приазовье, УССР, Елисеев и др., (1965).
860. Магнетито-эгрин-рибекитовый сланец; Кривой Рог, СССР, Елисеев и др., 1961 (по Кушеву, 1960).
861. Сидоренко, (1963).
862. Прожилок; Украинский кристаллический щит, Никольский, (1956).
863. Железистый кварцит; Кривой Рог, УССР, Куман, (1961).
864. Полосчатый железняк; Трансвааль, Южн. Африка, Hodgson, (1965).
865. Рибекитовый сланец; Кривой Рог, УССР, Кушев, (1960).
866. Железистые кварциты (*Мт, Кв*); Курская магнитная аномалия, Глаголев и Клаггиш, (1959).
867. Полосчатый железняк; Трансвааль, Ю. Африка, Hodgson, (1965).
868. Актинолит-тремолит-Na — амфиболовая жила; Мансфилд, Южн. Африка, Du Toit, (1945).
869. Бечуаналенд, Южн. Африка, Jourdan., (1957).
870. Гомерслей, Зап. Австралия, Simpson, (1930).
871. Полосчатый железняк; Трансвааль, Южн. Африка, Hodgson, (1965).

872. Яшмовидные железистые кварциты; Капская пров., Ю. Африка, Андреев, 1962 (по Реасок, 1928).
873. Железняк; Гамерслей, Зап. Австралия, Simpson, (1930).
874. Сланец; Сент-Веран. Альпы, Miyashiro, 1957 (по Routhies, 1946).
875. Полосчатый железняк; Трансвааль, Южн. Африка, Hodgson, (1965).
876. Контактско-скарновая порода; Кривой Рог, СССР, Токовенко. (1962).
877. Полосчатый железняк; Трансвааль, Южн. Африка, Hodgson, (1965).
- 878 и 879. Капская пров., Южн. Африка, Jourdan, (1927).
880. Асбест; Капская пров., Южн. Африка, Реасок, (1928).
881. Полосчатый железняк; Трансвааль, Южн. Африка, Hodgson, (1965).
882. Асбест; Трансвааль, Южн. Африка, Du Toit, 1945 (по Hall, 1930).
883. Кривой Рог, УССР, Кушев, (1960).
884. Магнетит-амфиболовый сланец; Кривой Рог, УССР, Половинкина, (1953).
885. Р. Оранжевая, Южн. Африка, Kunitz, (1930).
886. Асбест; Южн. Африка, Ведерников и др., 1965 (по Cellers a. oth., 1961).
887. Асбест; Капская пров., Южн. Африка, Реасок, (1928).
888. Зап. Грикленд, Южн. Африка, Jourdan, (1927).
- 889 и 890. Полосчатый железняк; Трансвааль, Южн. Африка, Hodgson (1965).
891. Зап. Коенгас, Южн. Африка; Hodgson a. oth., (1965).
892. Зона выветривания рудника; Трансвааль; Южн. Африка, Hodgson, (1965).
893. Асбест в кварце; Кривой Рог, УССР, Куман, (1960<sub>3</sub>).
894. Асбест; Капская пров. Южн. Африка, Реасок, (1928).
895. Полосчатый железняк; Трансвааль, Южн. Африка, Hodgson, (1965).
896. Пятнистый гранулит; Глоггницц, Kunitz, (1930).
897. Амфиболитовый метасоматит; Приазовье, УССР, Елисеев и др., (1965).
898. Эгирин-нефелиновый гнейс; Кеванде, Португалия, Розенбуш, (1934).
899. Род Айленд, США, Реасок, (1928).

### Рихтериты

- 900 и 901. Метасоматически измененный кремнистый доломит; северо-запад Сибирской платформы. (Материалы В. В. Ревердатто.)
902. Метаморфизованный известняк; Лонгбан, Швеция, Bilgrami, 1955 (по Sundius, 1945).
903. Гидротермальная порода; Монтана, США, Дир и др., 1965 (по Larsen, 1942).
904. Асбест; Алдан, Якутия, Андреев, (1963).
905. Кайлидонгри, Центр, Индия, Bilgrami, 1955 (по Fermor, 1909).
906. Гидротермальная порода; Колорадо, США, Miyashiro, 1957 (по Larsen).
907. Метаморфизованный известняк; Лонгбан, Швеция, Дир и др., 1965 (по Sundius, 1946).
908. То же, Дир и др., 1965 (по Sundius, 1945).

### Холмквиститы

909. Пегматит сподуменовый; Кольский п-ов, Гордиенко, (1967).
910. Пегматит; Кольский п-ов, Гинзбург и др., (1958<sub>1</sub>).
911. Уте, Швеция, Palache a. oth., 1930 (по Osann, 1913).
912. Контакт пегматитов с гранодиоритом (Кв, Пип, Эл, Би, Ка, Сф); Квебек, Канада, Nickel a. oth. (1960).
913. Контакт литиевого пегматита и сланца; Уте, Швеция, Дир и др., 1965 (по Sundius, 1947).
914. Пегматит сподуменовый, Кольский п-ов, Гордиенко, (1967).
915. Пустоты в кварц-биотитовом гнейсе (Кв, Пип, гиддонит, берилл, Тур, Гр, Му, Рут, монацит, Ал, пирит, Крб, арагонит). Северная Каролина, США, Palache a. oth., (1930).
916. Контакт литиевого пегматита с амфиболитом; Южная Родезия. Южн. Африка, Дир,

и др., 1965 (по Knorring a. Noipung, 1961).

917. Околожильная порода (Пл, Ро); Гинзбург и др., (1958<sub>1</sub>).
918. Контакт литиевого пегматита с габбро-анортозитами; Гинзбург, 1965 (по Гинзбург и др., 1958).
919. Биотитсодержащий кварц-амфиболовый кристаллический сланец; Вост. Саян; Хвостова, (1958).
- 920 и 921. Контакт литиевого пегматита с дайкой диабаз; Сибирь, Гинзбург, (1965).

### Тиродиты

922. Марганцевый рудник, Тироди, Индия, Bilgrami, (1955).
923. Пегматит, Чикла, Мадхья-Прадеш, Индия, Bilgrami, (1955).
924. Марганцевый рудник, Тироди, Индия, Dunn a. Roy, (1938).
925. Чикла, Мадхья-Прадеш, Индия, Sada-shivaiach, (1962).
926. (Ам); Тальквилл, Нью-Йорк, Segeler, (1961).
927. Гондит (Гр.); Мадхья-Прадеш, Индия, Roy a. Mitra, (1964).

### Актинолиты с содержанием MnO > 3 вес. %

928. Марганцеворудная порода (родонит, Ка, Хл); Казахстан, Каюпова, (1963).
- 929 и 930. Марганцевое м-ние, Касо, Япония, Yosimuga, (1939).
931. Айдахо, США, Дир и др., 1965 (по Sundius, 1946).

### Роговые обманки с содержанием MnO > 3 вес. %

932. Браунит, спессартин, Мп.—Гем); пров. Аоста, Италия, Rondolino Rinaldo, (1936).
933. Метасоматическая порода (Аб, Ро, Эл); р. Бузулук, УССР, Семененко и др., (1956).
934. То же, р. Каменка, УССР, Семененко и др., (1956).

### Хромсодержащие и свинцовсодержащие роговые обманки

935. Серпентинит; Сербия, Югославия, Harbich, (1930).
936. (Хромит, уваровит); Смирна, Турция, Nozin, (1940).
937. Хромитовая руда; Мадрас, Индия, Sub-gamanip, (1956).
938. Манган-антофиллитовый скарн; Лонгбан, Швеция, Gilberg, (1960).

### Хлорсодержащие роговые обманки

- 939 и 940. Прожилки в амфибол-магнетитовой руде; Восточный Саян, Крутов и Виноградова, (1966).
941. Скаполит-дашкесанитовый прожилок в апогаббро; Южн. Хакассия, СССР, Павлов, (1964).
942. Магнетитовое м-ние Табрат; Вост. Саян, Дымкин и Могилева, (1967).
943. Прожилки амфибол-магнетитовой руды; Восточный Саян, Крутов и Виноградова, (1966).
944. Магнетитовое м-ние Табрат; Вост. Саян, Дымкин и Могилева, (1967).
- 945 и 946. Из рудной залежи; м-ние Табрат, Вост. Саян, Князев, (1966).
947. Карбонатные прожилки (Кв, Аб); Тувинская авт. обл., СССР, Онтоев, (1958).
948. Магнетитовое м-ние Табрат; Дымкин и Могилева, (1967).
- 949 и 950. То же, Князев, (1966).
951. То же, Дымкин и Могилева, (1967).
952. М-ние Покровское, Зап. Сибирь, Калинин, (1963).
953. Скарн железорудный; Центр. Швеция, Geijer, (1960).
954. Из полиметаллического скарнового м-ния (Кз, Гр); Вост. Забайкалье, СССР, Новоселова, (1961).

## Инстисцит

955. Мегасоматическая порода (Роа); Малый Кавказ, Кашкай и Мамедов, (1955).

## Гидро-амфибол

956. Амфиболо-тальк-хлоритовый сланец; Южн. Девон, Англия, Kennedy a. Dixon, (1936).

## Отбракованные амфиболы с имеющимися к ним химическими анализами ассоциирующихся минералов и вмещающих пород

957. Гнейс (Акт, Би, Альм, Пла<sub>30-50</sub>, Кв, Тур, Ка, Ап); Доверин, Зап. Австралия, Simpson, (1933).
958. Гранатовый перидотит (Ол, Пр, Пм, Ильм, пирротин); Альмковдален, Норвегия, O'Naga a. Mergu, (1963).<sup>1</sup>
959. Амфибол-двупироксеновый ультраосновной кристаллический сланец; Анабарский кристаллический щит, Луцц, (1964).
960. Гранатовый вебстерит (Пр, Пм, Ильм); Тафиорд, Норвегия O'Naga a. Mergu, (1963).
961. Реакционная оторочка вокруг биметасоматического эклотита (Гр, Пм, Кв); Полярный Урал, Удовкина, (1966).
962. Мусковит-плагноклазовая порода (включение в серпентините) (Пумп, клинохлор); Канто, Центральная Япония, Seki a. Kirijajawa, (1962).
963. Амфиболсодержащий эклотит (Гр, Омф, Кв, Му, Рут); о-в Сикоку, Япония, Ваппо, (1964).
964. Пятнистый сениит-мигматит (Пла<sub>30</sub>, Кпш, Би); Зап. Забайкалье, Белевцев, (1966).
965. Биотит-роговообманковое включение в гнейсе; Куржимска Нова Вес, ЧССР, Novotny, (1958).
966. Эпидот-амфиболит (Гр, Му, Пла<sub>2</sub>, Кв, Сф, Ап); плато Абакума, Япония, Kugoda a. Ogura, (1963).
967. Гранатовый амфиболит; Татарская АССР, Яковлев, (1966).
968. Эпидот-амфиболит (Пла<sub>11</sub>, Му, Кв, Ап, Сф); плато Абакума, Япония, Kugoda a. Ogura (1963).
969. Амфиболит; р-н Райчур, Индия, D'Cruz a. oth., (1958).
970. Сланец (Би, Эп, Пл, Кв); Становой хр., Вост. Сибирь, Кориковский, (1967).
971. Амфиболит (Пла, Кв, Ка); Австралия, Перчук, 1967 (по Heritsch, 1924).
972. Гранатовый амфиболит (Пла, Пм); Памир, Перчук, 1967, (по материалам Давыденко).
973. Метасоматическая порода (Би, Пла, Кв, Кпш, алланит, ±Эп, Сф, Мт); Тронхейм, Норвегия, Сахена, (1966).
974. Гранатовый амфиболит (Пла<sub>0</sub>, Гр); Ильмены, Урал, Перчук, 1967, (по материалам Доминиковского).
975. Гиперстен-диопсид-амфибол-плагноклазовый кристаллический сланец (Пла<sub>38</sub>); Алдан, Якутия, Кицул, (1966).
976. Амфиболит (Би, Пла<sub>0</sub>); Украинский кристаллический щит, Сиростан и др., (1965).
977. Кварцсодержащий гранатовый амфиболит (Пла); Анабарский кристаллический щит, Рабкин, (1959).
978. Гранатовый амфиболит; Кимчен, Корея, Маракушев, (1965).
979. Гранат-магнетит-амфибол-кварцевый роговик (Би, Крб, Хл); Конский р-н, УССР, Семененко и др., (1956).
980. Гнейс (Кум, Би, Альм, Пла<sub>30-50</sub>, Кв, Тур, Ка, Ап); Доверин, Зап. Австралия, Simpson, (1933).
981. «Тальковый горизонт» (Сп, Крб); Кривой Рог, УССР, Аникеева, (1955).
982. Прожилок в гранатовом амфиболите (Би, Хл, Аб); р. Зезя, Дальний Восток, Шкодинский, (1966).
983. Пумпеллит-эгрин-жадеитовая порода (Хл); о. Сикоку, Япония, Iwasaki, (1963).
984. Кварцит (Му); Южн. Урал, Ленных, 1966 (по Чеснокову).
985. Метабазальт (Аб, Кв, Му, Хл, Гр, Эп, Сф, Ап); о-в Сикоку, Япония, Ernst, 1964 (по Nagamura).

## Анализы, отобранные после статистической обработки по типам

986. Мономинеральная антрофиллитовая порода среди магнетитовых мраморов; р. Куш-Ляль (Юго-Зап. Памир), Гинзбург и Осолодкина, (1966).
987. Хлорит-тальк-карбонат-антрофиллитовая порода; Среднее Приднепровье, Петровский участок, Байраков и Бугаенко, (1967).
988. Жилы и линзы среди хлорит-карбонат-антрофиллитовой породы; Зап. Приазовье, Куйбышевский участок, Байраков и Бугаенко, (1967).
989. Хлорит-тальк - карбонат - антифиллитовая порода; Зап. Приазовье, Осипенковский участок, Байраков и Бугаенко, (1967).
990. Амфиболит в кварцитах (Ро, Кум, Фл, Пла); Сев. Криворожье, Юрьев (1968).
991. Парагнейс (Кум, Ро, Пла<sub>28-30</sub>, Кв, Ап, Мт); Урал, Новоселовский блок, Грачев, и Кейльман, (1967).
992. Ультраосновная метаморфизованная порода;
993. Ультраосновная метаморфизованная порода (биотит-куммингтонитовый сланец). То же; №№ 992—994, юго-зап. часть Кольского п-ова, Аллареченское рудное поле, Яковлева и Колесникова, (1967).
995. Железистый роговик джеспиллитовой формации (Кв, Крб, Мт, Би, Хл, пирит, пирротин); Украинский кристаллический щит, Чертомлыкско-Соленовский р-н, Бойко и Литвин, (1966).
996. Гранат-куммингтонит-магнетитовый сланец (Гр); Кольский п-ов, железистые породы Кольской сени, Бондаренко и Дагелайский, (1968).
997. Железистый кварцит; Кременчугский р-н, Горюшн-Плавнинское м-ние, Доброхотов, (1964).
998. Метаседимент, III-тип—синий сланец (Кв, Стал, Гр, Кр.); Ward Creek, Coleman a. Rapike, (1968).
999. Хлоритовый сланец; Moine Nappe in Skye (Scottish mainland); Matthews a. Cheenee, (1968).
1000. Эпидот-альбитовый амфиболит; Африка, Гвинейско-Либерийский щит, Закруткин, (1968).
1001. Будина ультраосновного чарнокита в эндрбите; Анабарский кристаллический щит, Закруткин, (1968).
1002. Эклотит (Гр, Омф, Ап, Рут, Кв, Кц, Руд); Наустдаль, Норвегия, Binns, (1967).
1003. Гиперстеновый плагнопегматит.
1004. Основной чарнокит; №№ 1003—1004 — Анабарский кристаллический щит, Закруткин, (1968).
1005. Антиперитовый чарнокит; Везатундра, Кольский п-ов, Бондаренко и Дагелайский, (1968).
1006. Диопсид-амфиболовый плагносланец с реликтами гиперстена; Гвинейско-Либерийский щит.
1007. Основной чарнокит; Анабарский кристаллический щит.
1008. Гиперстен-амфибол-гранатовый кристаллический сланец; Анабарский кристаллический щит.
1009. Эпидотовый амфиболит; Гвинейско-Либерийский щит.
1010. Основной чарнокит; Украинский кристаллический щит, №№ 1006—1010 — Закруткин, (1968).
1011. Эклотит в серпентините (Гр, фассаит, Рут, Сф, Мт, Ап); Охотское побережье, п-ов Тайгонос, Гельман и Некрасов, (1968).
1012. Основной чарнокит; Анабарский кристаллический щит.
1013. Диопсид-амфибол-гранатовый амфиболит; Гвинейско-Либерийский щит; №№ 1012—1013 — Закруткин, (1968).
1014. Роговообманково-двупироксеновый кристаллический сланец; Кольский п-ов, р-н Кильдинстрой.
1015. Гранат-двупироксен-роговообманковый кристаллический сланец; Кольский п-ов, тундра Волшпакх.
1016. Амфиболит; Кольский п-ов, р. Большая

- Зап. Лида. №№ 1014—1016 — Бондаренко и Дагелайский, (1968).
- 1017—1018. Основной чарнокит; Гвинейско-Либерийский щит, Закруткин, (1968).
1019. Амфиболит кольской серии; Кольский п-ов, оз. Туль-явр, Бондаренко и Дагелайский, (1968).
1020. Мономинеральный амфиболит; Украинский кристаллический щит, Закруткин, (1968).
1021. Основной чарнокит (амфибол вторичный); Анабарский кристаллический щит, Закруткин, (1968).
- 1022—1023. Гнейс из альмандин-амфиболитовой фации (*Гр, Бу*); Moine Nappe in Skye, (Scottish mainland), Matthews a. Cheeney, (1968).
1024. Амфиболит; Кольский п-ов, р. Ура, Бондаренко и Дагелайский, (1968).
1025. Гранатовый амфиболит; Украинский кристаллический щит.
1026. Гиперстен-амфибол-гранатовый кристаллический сланец; Анабарский кристаллический щит.
1027. Гиперстенсодержащий пегматит; Гвинейско-Либерийский щит. №№ 1025—1027—Закруткин, (1968).
1028. Амфиболит; Кольский п-ов, район Кильдинстроа, Бондаренко и Дагелайский, (1968).
1029. Основной чарнокит.
1030. Диоксидовый плагиоамфиболит; №№ 1029—1030 — Анабарский кристаллический щит, Закруткин, (1968).
1031. Гранатовый амфиболит с реликтами гиперстена; Анабарский кристаллический щит, Закруткин, (1968).
1032. Амфиболит; р. Ура, Кольский п-ов, Бондаренко и Дагелайский, (1968).
1033. Биотит-амфиболовый гранито-гнейс.
1034. Средний чарнокит. №№ 1035—1036 — Украинский кристаллический щит, Закруткин, (1968).
1035. Амфиболитовый плагиогнейс.
1036. Эндербит.
1037. Линза амфиболового гранит-пегматита.
1038. Гранит-чарнокит. №№ 1037—1040 — Анабарский кристаллический щит, Закруткин, (1968).
1039. Двупироксен-роговообманково-гранатовый кристаллический сланец; р. Медвежья.
1040. Гранат-двупироксен-роговообманковый кристаллический сланец; р. Письменная. №№ 1039—1040 — Кольский п-ов, Бондаренко и Дагелайский, (1968).
1041. Метабазальт (*Кв, Пумп, арагонит, Лавс, Гр, Сф*); Ward Creek.
1042. Метаседимент (*Кв, Му, Эп, Гр, Рут*); Оуегоа, Новая Каледония.
1043. Метабазальт (*Му, Гр, Сф*); Оуегоа, Новая Каледония.
1044. Метабазальт (*Лавс, Пумп, Пм*—жадеитовый, *Му, Сф, арагонит*); Ward Creek, Калифорния.
1045. Метакератофир (или метаспилит) (жадеит, *Аб*); Valley Ford, Калифорния.
1046. Метабазальт (*Лавс, Гр, Му, Кв, Сф*);
1047. Метабазальт (*Эп, Му, Сф, Рут, Кв*).
1048. Метаседимент (*Кв, Му, Сф*).
1049. Метаседимент (*Кв, Гр, Му*); №№ 1046—1049 — Coleman a. Parike (1968).
1050. Магнетит-сидерит-хлоритовый кварцит (*Кв, Би*); Кременчугский район, УССР, Доброхотов, (1964).
1051. Метаседимент (*Стп, Гр, пирит*); Ward Creek, Калифорния, Coleman a. Parike (1968).
1052. Амфибол-асбест; Алдан, Иванов и Сидоренко, (1965).
1053. Холмквистит-асбест из слюдистой оторочки на контакте с пегматитом; Биотит-плагиоклаз-холмквиститовая порода (*Сф, Ап, Црк*); № 1053—1054 — Приазовье, УССР, Байраков, (1968).

## КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ АМФИБОЛОВ, РАССЧИТАННЫЕ НА 24(O + F)

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X + Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

## РОМБИЧЕСКИЕ АМФИБОЛЫ

*Антофиллит-асбесты*

1	0,07	0,18	0,06	6,00	0,69	—	—	—	0,09	0,05	7,95	2,00	—	7,10	0,14	10	10
2	—	0,02	0,04	5,74	0,58	0,01	0,07	0,00	0,35	0,00	8,00	2,00	—	6,81	0,35	10	9
3	0,00	0,00	0,00	6,22	0,65	0,01	0,07	0,00	0,01	0,00	8,00	2,00	—	6,96	0,01	10	10
4	—	0,08	—	6,12	0,70	0,01	0,02	0,00	0,06	0,00	8,00	2,00	—	6,99	0,06	11	10
5	—	0,02	—	6,04	0,73	0,01	0,01	—	0,08	0,00	8,00	2,00	—	6,89	0,08	11	11
6	—	0,02	0,13	5,47	0,63	0,01	0,10	0,00	0,40	0,00	8,00	2,00	—	6,76	0,40	12	10
7	—	0,01	0,00	6,02	0,81	0,01	0,02	0,00	0,11	0,05	7,95	2,00	0,00	6,98	0,16	12	12
8	0,00	0,00	0,00	6,05	0,78	0,01	0,07	0,00	0,02	0,00	8,00	2,00	—	6,93	0,02	13	12
9	—	0,08	0,01	5,96	0,78	0,03	0,10	—	0,11	0,03	7,97	1,77	—	7,07	0,14	13	12
10	—	—	—	5,84	0,85	0,02	0,08	—	0,11	0,00	8,00	2,00	—	6,90	0,11	14	13
11	—	—	0,12	5,89	0,98	0,00	—	—	0,12	0,33	7,67	2,00	—	7,11	0,45	14	14
12	0,02	0,15	0,01	5,88	0,99	—	—	—	0,05	0,07	7,93	2,00	—	7,10	0,12	14	14
13	—	0,03	—	5,68	1,08	0,02	0,01	0,00	0,11	0,00	8,00	2,00	—	6,93	0,11	16	16
14	—	0,04	—	5,70	1,10	0,01	0,01	0,00	0,10	0,00	8,00	2,00	—	6,96	0,10	16	16
15	—	0,04	—	5,75	1,15	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	8,00	2,00	—	7,00	0,05	17	17
16	—	—	0,00	5,53	1,15	—	—	—	0,31	0,27	7,73	2,00	—	6,99	0,58	17	17
17	—	—	0,01	5,66	1,24	0,00	—	—	0,10	0,15	7,85	2,00	—	7,01	0,25	18	18
18	—	—	0,09	5,39	1,26	—	—	—	0,28	0,32	7,68	2,00	—	7,02	0,60	19	19
19	—	0,04	0,02	5,06	1,53	0,06	0,08	0,00	0,12	0,01	7,99	2,00	—	6,91	0,13	25	24
20	0,00	0,00	0,00	5,01	1,12	0,03	1,36	0,00	0,00	0,31	7,16	2,00	—	6,99	0,31	33	19

*Антофиллиты из гипербазитов*

21	—	0,13	—	6,35	0,63	—	—	—	0,14	0,06	7,94	1,53	—	7,25	0,20	9	9
22	—	0,00	0,26	5,99	0,74	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	2,00	—	7,02	0,00	11	11
23	0,00	0,03	0,04	6,26	0,34	0,02	0,52	—	0,00	0,48	7,41	2,00	0,00	7,10	0,48	12	5
24	0,03	0,15	0,25	5,71	0,80	0,00	0,03	0,01	0,17	0,31	7,69	1,94	—	7,15	0,48	13	12
25	—	—	0,10	5,92	0,96	—	—	—	0,02	0,00	8,00	2,00	—	7,00	0,02	14	14
26	—	—	0,11	5,80	0,93	0,03	Cr 0,01	—	0,09	0,06	7,94	2,00	—	6,97	0,15	14	14
27	0,00	0,02	0,01	5,92	0,89	0,03	0,06	0,00	0,04	0,05	7,95	2,00	—	6,97	0,09	14	13

28	0,14	0,16	0,13	6,03	0,78	0,02	0,34	0,00	0,00	0,10	7,61	2,00	—	7,31	0,10	16	12
29	—	—	0,03	5,88	1,19	0,04	—	—	0,07	0,03	7,97	1,53	—	7,21	0,10	17	17
30	—	—	0,07	5,93	1,32	—	—	—	0,01	0,18	7,82	1,51	—	7,33	0,19	18	18
31	0,01	0,07	0,09	5,48	1,27	0,01	0,00	0,00	0,15	0,16	7,84	1,89	0,00	7,08	0,31	19	19
32	0,00	0,04	0,06	5,92	1,06	0,04	0,33	0,00	0,00	0,19	7,56	2,00	—	7,20	0,19	19	16
33	0,05	—	0,26	5,40	1,41	0,03	0,09	0,01	0,00	0,14	7,75	2,00	—	7,14	0,14	22	21

*Антофиллиты из антофиллит-кордиеритовых пород*

34	0,01	0,02	0,05	5,98	0,88	0,01	0,02	0,02	0,12	0,17	7,83	1,70	0,09	7,12	0,29	13	13
35	—	—	0,02	5,19	1,05	—	0,73	0,01	0,00	0,71	7,29	1,85	0,11	7,00	0,71	26	17
36	0,01	0,03	0,06	4,85	1,81	0,06	0,16	—	0,01	0,09	7,91	1,80	0,20	6,98	0,10	29	28
37	0,00	0,00	0,01	4,67	1,94	0,04	0,13	0,06	0,09	0,23	7,77	2,00	—	6,94	0,32	31	30
38	0,04	0,10	0,03	4,33	2,20	0,04	0,07	0,02	0,23	0,32	7,68	2,00	—	7,06	0,55	35	34

*Антофиллиты из различных пород*

39	0,03	—	0,14	6,01	0,57	0,01	0,05	—	0,14	0,06	7,94	1,98	0,02	6,95	0,20	9	9
40	—	0,11	0,12	5,88	0,67	0,04	0,06	—	0,17	0,22	7,78	2,00	—	7,05	0,39	12	11
41	—	—	0,03	6,37	0,83	0,03	0,09	0,00	—	0,14	7,72	1,73	—	7,21	0,14	13	12
42	—	—	—	6,39	0,96	—	—	—	0,03	0,00	8,00	1,20	—	7,38	0,03	13	13
43	0,01	0,00	0,24	5,41	0,63	0,04	0,23	0,01	0,24	0,07	7,93	2,00	—	6,81	0,31	14	11
44	0,00	0,18	0,22	5,91	1,00	0,01	0,00	0,00	0,08	0,15	7,85	1,46	0,00	7,39	0,23	15	15
45	0,01	0,03	0,47	5,53	0,63	0,02	0,38	0,02	0,02	0,64	7,36	2,00	—	7,12	0,66	16	11
46	—	0,06	—	5,80	1,10	—	—	—	0,13	0,26	7,74	2,00	—	7,09	0,39	16	16
47	0,00	0,06	0,05	5,77	1,04	0,00	0,13	0,00	0,00	0,14	7,86	2,00	—	7,04	0,14	17	15
48	0,03	0,30	—	5,86	0,68	—	0,50	—	0,00	0,00	7,99	1,10	0,00	7,37	0,00	17	10
49	—	—	0,11	5,86	0,94	—	0,36	0,01	0,09	0,37	7,63	1,17	—	7,37	0,46	18	14
50	—	—	0,20	4,92	1,57	0,04	0,03	0,01	0,19	0,18	7,82	2,00	0,00	6,97	0,37	25	25
51	—	—	0,17	4,99	1,61	0,07	0,04	—	0,20	0,14	7,86	1,71	—	7,09	0,34	26	25
52	0,01	0,05	0,06	5,02	1,58	0,04	0,27	0,00	0,01	0,28	7,72	1,97	—	7,04	0,29	27	24
53	0,02	0,05	0,10	4,78	1,80	0,06	—	—	0,21	0,21	7,79	2,00	—	7,02	0,42	28	28
54	0,01	0,04	0,02	4,08	2,48	0,03	0,20	0,00	0,11	0,20	7,80	1,76	0,24	6,97	0,31	40	38

*Марганцевые антофиллиты*

55	0,03	0,10	0,18	6,23	0,01	0,32	0,03	0,00	0,09	0,00	8,00	1,91	0,09	6,99	0,09	5	5
56	0,00	0,06	0,08	6,43	—	0,38	0,03	0,00	0,02	0,00	8,00	1,93	0,07	7,00	0,02	6	6
57	0,00	0,01	0,03	5,17	1,14	0,44	0,08	0,00	0,06	0,02	7,98	1,78	0,22	6,93	0,08	24	23

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Жедриты из жедрит-кордиеритовых пород</i>																	
58	0,01	0,03	0,03	5,29	0,34	0,00	0,08	0,12	0,70	0,16	7,84	2,00	—	6,59	0,86	7	6
59	0,04	0,13	0,15	4,75	1,32	0,04	0,52	0,00	0,16	0,75	7,25	1,95	0,05	7,12	0,91	28	22
60	0,00	0,15	0,09	3,65	2,73	0,03	0,00	0,08	0,67	0,61	7,39	1,13	—	7,41	1,28	43	43
61	0,05	0,35	0,10	2,85	3,30	0,02	0,13	0,11	0,62	0,74	7,26	1,10	—	7,53	1,36	55	54
<i>Жедрит в ассоциации с дистеном, ставролитом, андалузитом и силлиманитом</i>																	
62	—	—	—	4,25	1,06	0,01	0,02	—	1,97	1,90	6,10	1,31	—	7,31	3,87	20	20
63	0,01	0,40	0,06	3,80	1,57	0,04	0,07	0,07	1,31	1,67	6,33	1,90	—	7,33	2,98	31	30
64	0,03	0,29	0,07	5,53	0,16	0,00	0,03	0,01	1,13	1,38	6,62	2,00	—	7,26	2,51	3	3
65	0,02	0,21	0,12	3,75	1,91	0,00	0,10	0,10	1,25	1,36	6,64	1,13	—	7,46	2,61	35	34
66	0,00	0,34	0,08	3,65	1,79	0,02	0,20	0,03	1,20	1,70	6,30	1,94	—	7,32	2,90	36	33
67	—	0,08	0,02	3,74	1,82	0,01	0,32	0,05	1,13	1,53	6,47	1,75	—	7,16	2,66	36	33
68	0,04	0,13	0,20	2,04	1,39	0,02	0,07	0,08	2,62	1,86	6,14	2,00	—	6,59	4,48	42	41
69	0,05	0,60	0,10	1,94	3,23	0,04	0,12	0,07	1,32	1,90	6,10	1,81	0,19	7,48	3,22	64	63
70	—	—	0,22	1,26	2,49	0,02	0,13	0,04	2,07	0,73	7,27	2,00	—	6,22	2,80	68	67
71	0,00	0,51	0,01	1,03	3,91	0,02	0,51	0,09	1,32	2,28	5,72	2,00	—	7,40	3,60	81	79
72	0,01	0,35	0,01	0,01	4,41	0,31	0,26	0,06	1,71	1,95	6,05	1,94	0,06	7,12	3,66	100	100
<i>Жедриты из различных пород</i>																	
73	0,38	—	—	5,53	0,41	—	—	—	0,92	1,04	6,96	2,00	—	7,24	1,96	7	7
74	0,01	0,03	0,03	5,47	0,36	0,00	0,08	—	0,73	0,16	7,84	1,99	—	6,70	0,89	7	6
75	0,12	0,08	0,19	5,42	0,42	0,10	0,20	—	0,65	1,00	7,00	2,00	—	7,18	1,65	12	9
76	0,00	0,21	0,04	4,24	1,08	0,06	0,05	0,03	1,11	0,86	7,14	2,00	—	6,82	1,97	23	21
77	0,00	0,47	0,13	4,24	1,05	0,02	0,23	0,02	1,19	1,69	6,31	1,96	0,02	7,35	2,88	23	20
78	0,01	0,25	0,09	4,15	1,68	0,02	0,03	—	1,02	1,30	6,70	2,00	—	7,25	2,32	29	29
79	0,00	0,03	0,01	4,31	1,72	0,00	0,14	0,04	1,03	1,17	6,83	1,39	0,00	7,28	2,20	30	28
80	—	—	0,12	3,95	1,93	—	—	—	1,23	1,68	6,32	2,00	—	7,23	2,91	33	33
81	0,04	0,15	0,07	3,92	1,81	0,04	0,16	0,03	0,79	0,81	7,19	2,00	—	7,00	1,60	34	32
82	—	0,13	0,01	3,91	2,09	0,01	0,07	0,06	1,12	1,40	6,60	1,45	—	7,39	2,52	36	35
83	—	—	0,53	4,05	2,21	0,01	0,14	—	0,41	0,75	7,25	1,52	—	7,34	1,16	37	35
84	0,00	0,21	0,13	3,96	2,22	0,07	0,10	0,02	0,47	0,77	7,23	1,98	0,02	7,19	1,24	38	37

85	0,00	0,20	0,11	3,77	2,21	0,00	0,24	0,05	0,62	0,75	7,25	1,62	0,00	7,20	1,37	39	37
86	0,02	0,41	0,07	3,39	1,97	0,11	0,20	0,04	1,24	2,01	5,99	2,00	—	7,45	3,25	40	38
87	—	—	0,30	3,41	2,32	—	—	—	1,20	1,67	6,33	2,00	—	7,23	2,87	40	40
88	—	0,52	0,12	3,45	2,05	0,01	0,31	—	1,19	1,56	6,44	1,27	—	7,66	2,75	41	37
89	0,01	0,43	0,00	3,35	2,21	0,02	0,11	0,05	1,22	1,81	6,19	1,86	0,14	7,40	3,03	41	40
90	0,04	0,34	0,10	3,31	2,21	0,04	0,10	—	1,13	1,39	6,61	2,00	—	7,26	2,52	41	40
91	0,01	0,44	0,11	3,43	2,12	0,02	0,32	0,04	1,14	1,79	6,21	1,41	—	7,64	2,93	42	38
92	0,02	0,21	0,02	2,93	1,51	0,04	0,66	0,11	1,14	1,06	6,94	2,00	—	6,63	2,20	43	35
93	0,00	0,38	0,11	3,22	2,30	0,03	0,18	0,06	1,01	1,51	6,49	2,00	—	7,28	2,52	44	42
94	0,01	0,08	0,11	2,71	1,96	0,01	0,41	0,13	1,12	0,74	7,26	2,00	—	6,53	1,86	47	42
95	—	—	—	2,65	2,03	—	0,46	0,12	1,15	0,58	7,42	1,90	—	6,41	1,73	48	43
96	—	0,07	0,08	2,98	3,11	0,03	0,01	0,05	0,67	0,75	7,25	2,00	—	7,01	1,42	51	51
97	0,04	0,20	0,00	2,59	1,97	0,02	0,92	0,08	0,83	0,99	7,01	2,00	—	6,66	1,82	53	43
98	0,01	0,46	0,01	2,37	3,04	0,02	0,10	0,03	1,38	1,92	6,08	2,00	0,00	7,42	3,30	57	56
99	0,03	0,37	0,09	2,62	3,39	0,03	0,41	0,06	0,65	1,31	6,69	1,24	—	7,65	1,96	59	57
100	0,17	0,45	0,09	1,91	2,19	0,02	0,88	0,12	1,44	1,66	6,34	1,17	—	7,27	3,10	62	54
101	—	—	0,12	1,94	3,49	—	—	—	1,35	1,05	6,95	1,89	—	6,90	2,40	64	64

## Марганцевый жедрит

102	—	0,10	0,18	3,42	2,61	0,34	—	—	0,62	1,05	6,95	2,00	—	7,27	1,67	46	46
-----	---	------	------	------	------	------	---	---	------	------	------	------	---	------	------	----	----

## Кристаллохимические формулы антофиллитов и жедритов, по И. В. Гинзбург и др. (1961)

103	—	0,10	0,18	6,04	0,01	0,31	0,13	—	—	—	7,76	—	—	—	—	—	—
104	—	—	0,02	5,73	0,93	0,02	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
105	—	0,01	0,03	5,90	1,02	0,02	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
106	—	0,18	—	5,95	1,03	0,06	0,06	—	0,12	—	—	—	—	—	—	—	—
107	—	0,13	0,07	5,50	1,20	—	0,07	—	0,03	—	7,95	—	—	—	—	—	—
108	—	0,40	0,10	1,90	2,20	—	0,90	—	1,40	—	6,30	—	—	—	—	—	—

## МОНОКЛИННЫЕ АМФИБОЛЫ

## Куммингтониты с f" до 50 %

109	0,04	0,05	0,33	4,65	1,65	0,04	0,28	0,00	0,02	0,34	7,66	1,89	0,11	7,06	0,36	30	27
110	0,00	0,18	0,21	4,44	2,02	0,03	0,09	0,03	0,22	0,63	7,37	2,00	—	7,22	0,85	32	32
111	—	—	0,28	4,51	2,11	0,24	—	—	0,00	0,03	7,90	2,00	—	7,07	0,03	34	34
112	0,01	0,04	0,33	4,36	2,03	0,10	0,20	0,01	0,27	0,21	7,79	1,04	—	7,36	0,48	35	33
113	—	—	0,11	4,60	2,79	0,00	0,01	0,00	0,01	0,58	7,42	1,54	—	7,51	0,59	38	38
114	—	0,06	0,37	4,09	2,39	0,18	0,05	0,01	0,00	0,08	7,86	1,97	—	7,09	0,08	39	39
115	0,03	0,06	0,00	4,13	2,66	0,02	0,00	0,00	0,17	0,18	7,82	1,97	—	7,06	0,35	39	39

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
116	0,06	0,07	0,00	4,09	2,67	0,02	0,09	0,00	0,17	0,49	7,51	2,00	—	7,17	0,66	41	40
117	0,00	0,04	0,02	4,04	2,64	0,03	0,09	0,00	0,11	0,11	7,89	1,74	0,26	6,97	0,22	41	40
118	—	—	0,36	3,39	2,76	0,03	0,03	0,02	0,30	0,18	7,82	2,00	—	6,89	0,48	45	45
119	0,01	0,09	0,31	3,46	2,72	0,05	0,11	0,05	0,26	0,42	7,58	1,82	0,14	7,05	0,68	45	44
120	0,03	0,05	0,34	3,72	2,92	—	0,30	—	0,00	0,27	7,56	2,00	—	7,19	0,27	46	44
121	0,03	0,06	0,35	3,74	3,03	—	0,33	0,00	0,00	0,28	7,62	1,32	—	7,44	0,28	47	45
122	0,00	0,43	0,20	2,85	1,79	0,06	0,81	0,09	0,45	0,29	7,71	1,95	—	6,68	0,74	48	39
123	0,01	0,06	0,30	3,37	2,77	0,18	0,38	0,07	0,00	0,13	7,73	1,96	—	7,00	0,13	50	47

## Куммингтониты с f'' = 50—85%

124	0,01	—	0,31	3,32	2,99	0,09	0,62	0,01	0,00	0,54	7,26	2,00	—	7,16	0,54	53	48
125	0,03	0,18	0,14	3,24	3,36	0,02	0,35	0,04	0,00	0,31	7,67	1,47	—	7,33	0,31	54	51
126	—	0,00	0,09	3,09	3,53	0,12	0,00	0,01	0,42	0,00	8,00	1,05	0,00	7,26	0,42	54	54
127	0,03	0,12	0,34	3,01	3,32	0,01	0,58	0,00	0,47	0,25	7,75	0,80	0,00	7,47	0,72	56	52
128	0,02	0,04	0,13	2,82	4,08	0,07	—	0,00	0,01	0,00	8,00	1,66	—	7,18	0,01	60	60
129	0,00	0,01	0,00	2,83	4,08	0,07	0,04	0,00	0,00	0,10	7,90	2,00	0,00	7,03	0,10	60	59
130	0,00	0,00	0,22	2,68	3,76	0,02	0,21	0,05	0,04	0,28	7,72	2,00	—	6,97	0,32	60	59
131	0,13	0,21	0,18	2,66	3,72	0,04	0,23	0,01	0,00	0,30	7,70	2,00	—	7,19	0,30	60	59
132	—	0,00	—	2,73	3,74	0,41	0,05	0,00	0,04	0,06	7,94	2,00	—	6,98	0,10	61	60
133	0,07	—	0,26	2,52	3,56	0,21	0,21	0,01	0,06	0,01	7,99	2,00	—	6,90	0,07	61	60
134	0,00	0,05	0,15	2,69	4,09	0,01	0,09	0,03	0,00	0,06	7,89	1,90	—	7,07	0,06	61	60
135	—	—	0,08	2,43	3,42	0,22	0,40	—	0,18	0,00	8,00	2,00	—	6,73	0,18	62	60
136	—	—	0,02	2,46	4,28	0,00	0,16	—	—	—	8,00	2,00	—	6,92	—	64	64
137	0,04	0,03	0,02	2,46	4,42	0,03	—	0,00	0,03	0,03	7,97	2,00	—	7,03	0,06	64	64
138	0,00	0,23	0,00	2,38	4,16	0,20	—	—	0,11	0,06	7,94	2,00	—	7,08	0,17	65	65
139	0,01	0,02	0,02	2,41	4,35	0,13	—	0,00	0,03	0,00	8,00	2,00	—	6,97	0,03	65	65
140	—	0,16	0,00	2,39	4,30	0,23	—	—	0,04	0,12	7,88	2,00	—	7,12	0,16	66	66
141	0,01	0,01	0,16	2,37	4,43	0,09	—	0,00	0,00	0,02	7,96	2,00	—	7,04	0,02	66	66
142	0,00	0,00	0,00	2,30	4,10	—	0,40	0,00	0,00	0,00	8,00	2,00	—	6,80	0,00	66	64
143	0,00	0,00	0,00	2,10	3,74	0,00	0,59	0,00	0,21	0,09	7,91	2,00	—	6,64	0,30	67	64
144	0,18	—	0,14	1,94	4,13	0,00	—	—	0,51	0,15	7,85	2,00	—	6,91	0,66	68	68
145	0,02	0,21	0,45	1,69	3,82	—	0,02	0,02	0,60	0,13	7,87	2,00	—	6,84	0,73	69	69
146	0,02	0,21	0,14	1,96	4,19	—	0,37	—	0,09	0,15	7,85	2,00	—	6,96	0,24	70	68
147	—	0,12	0,16	1,91	4,47	0,06	—	—	0,29	0,00	8,00	1,79	—	7,01	0,29	70	70

148		0,17	0,16	1,94	4,62	—	0,00	0,00	0,18	0,00	8,00	1,83	—	7,07	0,18	70	70
149	0,00	0,04	0,15	2,00	4,61	0,00	0,21	0,00	0,02	0,00	7,86	1,90	0,00	7,03	0,16	71	70
150	0,04	—	0,11	1,73	4,30	—	0,58	0,03	0,21	0,79	7,21	2,00	—	6,99	1,00	74	71
151	0,03	0,29	0,10	1,61	4,51	0,00	0,26	0,00	0,16	0,00	8,00	2,00	—	6,96	0,16	75	74
152	—	0,08	0,28	1,60	4,45	0,01	0,35	0,00	0,08	0,03	7,97	2,00	—	6,85	0,11	75	74
153	0,01	0,07	0,14	1,44	3,39	—	1,35	—	0,00	0,06	7,93	2,00	—	6,40	0,06	77	70
154		0,03	0,05	1,57	5,16	0,02	0,27	0,01	0,04	0,10	7,90	1,51	—	7,15	0,14	78	77
155	0,02	0,10	0,00	1,51	4,82	0,11	0,31	0,01	0,09	0,00	8,00	1,77	—	6,97	0,09	78	77
156	—	0,00	—	1,53	5,06	0,15	0,11	—	0,06	0,00	8,00	2,00	—	6,91	0,06	78	77
157	0,04	0,04	0,03	1,59	5,49	0,07	—	0,00	0,00	0,07	7,92	1,65	—	7,26	0,07	78	78
158	0,00	0,00	0,08	1,48	5,11	0,25	0,07	0,00	0,00	0,05	7,95	2,00	0,00	6,99	0,05	79	78
159	—	0,02	0,11	1,49	5,34	0,18	0,03	0,05	—	0,01	7,86	2,00	—	7,08	0,01	79	79
160	0,02	0,05	0,26	1,42	5,02	0,02	0,25	0,03	0,04	0,50	7,50	2,00	—	7,11	0,54	79	78
161		0,07	0,07	1,35	4,90	—	0,23	0,00	0,30	0,30	7,70	2,00	—	6,92	0,60	79	78
162	0,03	0,23	0,13	1,28	4,44	—	0,86	—	0,00	0,08	7,80	2,00	—	6,86	0,08	81	78
163	0,00	0,04	0,29	1,32	5,11	0,02	0,35	—	—	—	7,86	2,00	—	6,99	—	81	80
164	0,00	0,00	0,00	1,41	5,76	0,13	0,06	0,01	0,10	0,00	8,00	0,89	—	7,46	0,10	81	81
165	0,03	0,03	0,30	1,19	4,54	0,08	0,48	0,01	0,13	0,16	7,84	2,00	—	6,79	0,29	81	79
166	0,01	0,01	0,16	1,13	5,43	0,00	0,05	0,01	0,10	0,00	8,00	2,00	—	6,90	0,10	83	83
167	—	—	0,14	1,07	5,39	0,15	0,07	—	0,10	0,00	8,00	2,00	—	6,92	0,10	84	84

Куммингтониты с  $f''$  выше 85%

168	0,13	0,29	0,13	0,72	5,27	0,11	0,25	0,01	0,30	0,05	7,95	1,50	—	7,20	0,35	89	88
169	0,09	0,23	0,12	0,78	5,96	0,32	0,01	0,02	0,00	0,05	7,77	2,00	—	7,35	0,05	89	89
170	0,00	0,01	0,03	0,77	6,15	0,05	—	0,01	0,00	0,00	8,00	1,40	0,52	7,02	0,00	89	89
171	0,01	0,15	0,33	0,64	5,95	0,01	0,14	—	0,00	0,19	7,74	1,96	0,04	7,17	0,19	91	90
172	0,05	0,15	0,28	0,49	5,73	0,01	0,10	0,00	0,26	0,17	7,83	1,85	—	7,07	0,43	92	92
173	0,00	0,04	0,00	0,47	5,71	0,39	0,29	0,00	0,12	0,11	7,89	1,72	0,00	7,02	0,23	93	93
174	0,02	0,09	0,00	0,01	6,62	0,30	0,09	—	0,01	0,03	7,97	1,73	0,01	7,15	0,04	100	100

Куммингтониты с содержанием Mn от 5 до 9,5 вес. %

175	—	—	0,02	3,05	2,76	1,02	0,07	—	0,04	0,01	7,99	2,00	—	6,96	0,05	56	55
176	0,02	0,07	0,33	2,42	3,10	0,96	0,21	0,01	0,00	0,16	7,80	1,97	0,03	7,05	0,16	64	63
177	—	—	0,24	1,83	3,99	0,78	0,10	0,01	0,03	0,07	7,93	1,95	—	6,99	0,10	73	72
178	—	—	0,35	1,95	4,14	1,13	—	—	0,13	0,00	8,00	0,43	—	7,70	0,13	73	73
179	—	—	0,34	1,49	4,58	1,01	—	—	0,19	0,07	7,93	0,65	—	7,61	0,26	79	79
180	—	—	0,18	1,19	4,04	0,90	0,14	0,00	—	—	—	—	—	—	0,32	81	80
181	—	—	0,12	0,69	5,08	1,14	—	—	0,05	0,22	7,78	—	—	7,08	0,27	90	90

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

## Куммингтониты с содержанием Mn &gt; 9,5 вес. %

182	0,00	0,07	0,16	4,13	0,55	2,04	—	0,00	0,06	0,00	8,00	1,82	0,18	7,01	0,06	38	38
183	0,00	0,06	0,17	4,14	0,44	2,07	0,24	0,00	0,00	0,13	7,81	2,00	—	7,04	0,13	40	38
184	0,00	0,02	0,16	4,06	0,87	1,83	—	0,00	0,04	0,00	8,00	1,87	0,13	6,98	0,04	40	40
185	0,00	0,04	0,19	3,72	1,35	1,64	—	0,00	0,02	0,00	8,00	1,90	0,10	6,96	0,02	45	45
186	—	—	0,29	3,00	2,10	1,78	—	—	0,00	0,15	7,80	2,00	—	7,12	0,15	56	56
187	—	—	0,44	2,78	2,20	1,87	—	—	0,00	0,05	7,82	2,00	—	7,16	0,05	59	59
188	—	—	0,48	2,20	3,28	1,41	0,12	—	0,00	0,10	7,64	—	—	7,23	0,10	69	68
189	0,01	0,02	—	2,11	2,97	2,08	0,02	0,01	0,02	0,21	7,79	1,66	—	7,25	0,23	71	71
190	—	—	0,05	1,92	1,87	2,57 <sup>1</sup>	0,34	—	0,06	0,00	8,00	2,00	—	6,81	0,06	71	70
191	—	—	0,36	1,96	3,70	1,28	0,21	—	0,00	0,10	7,62	—	—	7,23	0,10	73	72
192	—	—	0,56	1,41	3,80	1,65	—	—	—	—	7,79	—	—	7,21	—	79	79
193	—	—	0,16	0,64	4,55	1,37	0,09	—	—	—	—	2,00	—	—	0,09	90	90

## Цинково-марганцевый куммингтонит

194	—	0,06	0,09	1,95	1,69	1,85	{ — Zn = 1,21	—	0,17	0,15	7,85	2,00	—	7,02	0,32	64	64
-----	---	------	------	------	------	------	------------------	---	------	------	------	------	---	------	------	----	----

## Роговые обманки из пород гранулитовой фации

## а) Pr + Pm + Pl (± Bi)

195	0,21	0,45	1,88	2,92	1,11	0,02	0,28	0,22	0,42	1,50	6,50	2,00	—	7,51	1,92	33	28
196	0,36	0,48	1,77	2,52	1,53	0,01	0,26	0,06	0,89	1,92	6,08	1,34	0,37	7,89	2,81	42	38
197	0,12	0,67	1,90	2,09	1,22	0,03	0,48	0,05	1,04	1,11	6,89	1,02	—	7,62	2,15	45	37
198	0,24	0,43	1,79	2,35	1,82	0,00	0,43	0,20	0,42	1,58	6,42	1,64	—	7,68	2,00	49	44
199	0,41	0,45	1,79	2,13	1,89	0,02	0,54	0,20	0,37	1,69	6,31	1,02	0,67	7,79	2,06	53	47
200	0,25	0,60	1,79	2,14	1,92	0,04	0,53	0,22	0,42	2,02	5,98	1,69	—	7,91	2,44	54	48
201	0,18	0,43	1,86	2,12	2,07	0,04	0,47	0,32	0,42	1,48	6,52	0,74	—	7,90	1,90	55	50
202	0,18	0,42	1,83	1,49	2,13	0,01	0,72	0,38	0,36	1,26	6,74	1,00	—	7,52	1,62	66	59

## б) Pr + Pm + Gr + Pl (± Bi, Kв)

203	0,13	0,72	1,66	3,12	1,15	0,01	0,37	0,12	0,67	1,61	6,39	1,13	0,14	7,95	2,28	33	27
204	0,10	0,51	2,02	2,74	1,30	0,01	0,53	0,24	0,31	2,01	5,99	1,73	—	7,78	2,32	40	32
205	0,10	0,53	1,76	2,43	1,46	0,03	0,46	0,18	0,56	1,60	6,40	1,80	—	7,52	2,16	45	38

206	0,28	0,43	1,89	2,01	1,77	0,02	0,36	0,24	0,62	1,69	6,31	1,72	—	7,62	2,31	52	47
207	0,09	0,43	1,81	2,16	2,05	0,02	0,51	0,22	0,16	1,46	6,54	2,00	—	7,44	1,62	54	49
208	0,21	0,49	1,80	1,84	1,74	0,01	0,48	0,14	0,90	1,39	6,61	1,21	—	7,61	2,29	55	49
209	0,11	0,59	1,65	2,14	2,03	0,03	0,70	0,27	0,11	1,93	6,07	2,00	—	7,64	2,04	56	49
210	0,12	0,49	1,99	1,73	1,77	—	0,95	0,45	0,10	1,47	6,53	0,96	—	7,60	1,57	61	51

в) *Пр + Гр + Бу + Пл*

211	0,12	0,65	1,59	2,40	1,64	0,02	0,28	0,21	0,81	1,90	6,10	1,73	0,02	7,71	2,71	45	41
212	0,16	0,53	1,64	2,30	1,69	0,06	0,40	0,33	0,55	1,80	6,20	1,48	0,05	7,67	2,35	48	43

г) *Пм + Пл*

213	0,21	0,59	1,85	2,21	1,78	0,03	0,38	0,29	0,41	1,82	6,18	1,77	—	7,74	2,23	50	45
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	----	----

д) *Пр + Кпи + Пл + Кв (±Бу, Пм)*

214	0,17	0,58	2,22	2,85	1,28	0,01	0,21	0,20	0,45	1,74	6,26	1,29	0,19	7,97	2,19	34	31
215	0,26	0,57	1,89	2,51	1,71	0,03	0,50	0,23	0,09	1,77	6,23	1,24	0,71	7,80	1,86	47	41
216	0,34	0,42	1,83	2,22	1,77	0,02	0,40	0,28	0,37	1,87	6,13	2,00	—	7,65	2,24	50	45
217	0,32	0,41	1,79	2,15	1,82	0,03	0,57	0,25	0,30	1,87	6,13	1,90	—	7,66	2,17	53	46

е) *Бу + Пш + Кв*

218	0,61	0,42	1,63	1,95	2,09	—	0,80	0,40	0,11	2,09	5,91	1,43	—	8,01	2,20	60	52
-----	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	---	------	------	----	----

ж) Ассоциирующие минералы точно не указаны

219	0,12	0,65	1,97	3,43	0,77	0,00	0,28	0,15	0,77	2,09	5,91	1,23	—	8,14	2,86	23	18
220	0,05	0,44	2,40	2,45	0,75	0,02	0,53	0,22	0,93	1,97	6,03	0,96	—	7,79	2,90	35	24
221	0,08	0,68	1,60	2,58	1,33	0,02	0,77	0,64	0,00	1,27	6,42	1,82	0,00	7,39	1,27	45	34
222	0,23	0,35	1,99	2,34	1,37	0,03	0,65	0,17	0,47	1,74	6,26	1,66	—	7,60	2,21	47	37
223	0,34	0,59	1,85	2,19	1,76	0,03	0,20	0,27	0,51	1,82	6,18	2,00	—	7,75	2,33	48	45
224	0,39	0,50	1,89	1,89	2,10	0,05	0,55	0,28	0,40	1,76	6,24	1,03	—	8,05	2,16	59	53

з) Из ультраосновных пород

225	0,09	0,21	1,92	3,47	0,54	0,01	0,39	0,07	0,65	1,48	6,52	1,73	0,18	7,34	2,13	21	14
226	0,10	0,57	1,85	3,51	0,88	0,01	0,29	0,10	0,64	1,67	6,33	1,29	—	7,96	2,31	25	20
227	0,12	0,57	1,99	3,22	0,76	0,00	0,35	0,16	0,61	1,90	6,10	1,48	0,23	7,79	2,51	26	19

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Из пород сомнительной гранулитовой и амфиболитовой фаций с гиперстеном

а)  $Pr + Pm + Pl (\pm Bi, K\theta)$

228	0,22	0,42	1,94	3,16	1,18	0,01	0,16	0,23	0,25	1,39	6,61	2,00	—	7,58	1,64	30	27
229	0,20	0,48	1,88	2,75	1,42	0,00	0,36	0,20	0,39	1,68	6,32	1,83	—	7,68	2,07	39	34
230	0,22	0,46	1,91	2,72	1,38	0,01	0,56	0,22	0,24	1,89	6,11	1,93	—	7,71	2,13	42	34
231	0,26	0,70	1,94	2,52	1,26	0,04	0,55	0,18	0,54	2,12	5,88	1,64	—	7,99	2,66	42	34
232	0,03	0,53	1,73	2,59	1,68	0,03	0,26	0,24	0,49	1,37	6,63	1,47	—	7,60	1,86	43	40
233	0,14	0,35	1,81	2,42	2,18	—	0,01	0,27	0,32	1,37	6,63	2,00	—	7,50	1,69	48	47
234	0,21	0,53	1,95	2,35	1,40	0,02	0,58	0,22	0,49	1,38	6,62	0,56	0,17	7,95	1,87	48	41
235	0,21	0,44	1,84	2,22	1,66	0,02	0,41	0,24	0,51	1,58	6,42	1,65	0,08	7,55	2,09	49	43
236	0,26	0,47	1,85	2,30	1,79	0,02	0,41	0,23	0,46	1,54	6,46	0,95	0,44	7,79	2,00	49	44
237	0,14	0,43	1,82	2,29	1,97	0,02	0,24	0,21	0,48	1,51	6,49	1,71	—	7,61	1,99	49	46
238	0,16	0,48	1,84	2,23	1,73	0,03	0,44	0,23	0,50	1,54	6,46	1,48	0,03	7,63	2,04	50	44
239	0,33	0,46	1,86	2,30	1,97	0,03	0,28	0,23	0,50	1,53	6,47	1,18	—	7,95	2,03	50	46
240	0,23	0,49	1,82	2,26	2,00	0,03	0,27	0,27	0,44	1,67	6,33	1,52	—	7,81	2,11	50	47
241	0,27	0,42	1,85	2,12	1,81	0,02	0,33	0,26	0,64	1,64	6,36	1,44	—	7,71	2,28	50	46
242	0,27	0,44	1,85	2,11	1,85	0,02	0,31	0,27	0,53	1,63	6,37	1,55	0,08	7,65	2,16	51	47
243	0,30	0,47	1,83	2,09	1,74	0,02	0,40	0,31	0,52	1,71	6,29	1,46	0,12	7,68	2,23	51	46
244	0,29	0,43	1,82	2,15	1,75	0,02	0,46	0,26	0,47	1,63	6,37	1,50	0,08	7,66	2,10	51	45
245	0,26	0,45	1,83	2,10	1,87	0,02	0,31	0,28	0,57	1,65	6,35	1,43	0,10	7,69	2,22	51	47
246	0,33	0,37	1,86	2,15	1,79	0,02	0,45	0,25	0,50	1,69	6,31	1,51	—	7,72	2,19	51	46
247	0,21	0,48	1,84	2,07	1,89	0,03	0,29	0,28	0,54	1,63	6,37	1,60	0,07	7,62	2,17	52	48
248	0,29	0,42	1,85	2,15	1,87	0,02	0,40	0,26	0,43	1,59	6,41	1,61	—	7,67	2,02	52	47
249	0,08	0,42	1,80	2,12	2,19	0,04	0,18	0,20	0,50	1,24	6,76	1,60	—	7,53	1,74	53	51
250	0,28	0,48	1,82	1,98	1,88	0,02	0,35	0,29	0,60	1,62	6,38	1,32	0,09	7,72	2,22	53	49
251	0,04	0,40	1,78	2,01	2,41	0,03	0,17	0,17	0,51	1,24	6,76	1,61	—	7,53	1,75	57	55
252	0,29	0,45	2,33	1,86	2,15	0,03	0,78	0,43	0,00	1,20	6,50	0,84	0,05	8,01	1,20	61	54
253	0,15	0,58	1,76	1,20	2,97	0,06	0,40	0,24	0,44	1,59	6,41	1,36	—	7,82	2,03	74	72

б)  $Pm + Gr + Pl (\pm K\theta)$

254	0,29	0,28	1,95	1,48	2,43	0,04	0,50	0,21	0,42	1,70	6,30	1,66	—	7,63	2,12	67	63
255	0,09	0,49	1,81	1,18	2,79	0,02	0,42	0,23	0,50	1,66	6,34	1,78	—	7,53	2,16	73	70

в) Пл ± Пр																	
256	0,12	1,03	1,65	3,10	1,02	0,02	0,12	0,10	0,81	1,68	6,32	1,45	0,32	7,97	2,49	27	25
257	0,37	0,58	2,06	2,79	0,81	0,01	0,82	0,07	0,53	1,75	6,25	0,60	0,55	8,03	2,28	37	23
258	0,04	0,46	1,76	2,27	2,08	0,04	0,25	0,21	0,46	1,31	6,69	1,57	—	7,56	1,77	51	48
259	0,17	0,49	1,83	2,09	1,71	0,03	0,49	0,21	0,55	1,84	6,16	1,92	—	7,57	2,39	52	45
260	0,18	0,50	1,76	1,75	2,43	0,05	0,35	0,25	0,42	1,52	6,48	1,57	—	7,68	1,94	62	59

г) Из ультраосновных пород																	
261	0,01	0,20	1,90	4,14	0,65	0,03	0,17	0,04	0,19	0,89	7,11	2,00	—	7,33	1,08	17	14
262	0,17	0,57	1,89	3,19	0,98	0,02	0,07	0,19	0,57	1,52	6,48	1,93	0,05	7,64	2,09	25	24

Паргаситы карбонатных пород																	
263	0,22	0,69	1,88	4,31	0,19	—	0,07	0,01	0,59	1,24	6,76	0,67	0,84	7,98	1,83	6	4
264	0,25	0,73	1,83	4,33	0,18	0,00	0,08	0,01	0,55	1,23	6,77	0,85	0,80	7,96	1,78	6	4
265	0,27	0,61	2,05	4,14	0,09	0,06	0,11	0,04	1,15	1,77	6,23	0,26	—	8,52	2,92	6	3
266	0,27	0,63	2,08	3,99	0,09	0,01	0,17	0,03	0,84	2,04	5,96	1,21	0,45	8,11	2,88	6	3
267	0,58	0,46	1,94	4,10	0,18	0,01	0,29	0,03	0,80	2,19	5,81	0,97	0,31	8,39	2,99	11	4
268	0,31	0,46	2,12	4,37	0,25	—	0,34	0,04	0,19	1,82	6,18	1,82	—	8,08	2,01	12	6
269 <sup>1</sup>	0,14	1,07	2,00	3,29	0,21	0,01	0,24	0,10	1,28	1,59	6,41	0,10	0,24	8,42	2,87	12	6
270	0,27	0,57	2,13	3,85	0,39	—	0,16	0,05	0,81	1,82	6,18	1,06	0,11	8,22	2,63	12	9
271	0,37	0,47	2,00	3,95	0,16	0,01	0,41	0,03	0,53	2,00	6,00	1,80	0,20	7,92	2,53	12	4
272	0,35	0,47	1,93	3,75	0,24	0,01	0,35	0,02	0,90	2,12	5,88	0,96	0,67	8,01	3,02	14	6
273	0,48	0,75	1,93	3,67	0,47	0,01	0,37	0,08	0,60	1,98	6,02	1,37	0,03	8,35	2,58	19	12
274	0,38	0,53	1,97	3,50	0,48	0,01	0,38	0,05	0,63	2,09	5,91	2,00	0,00	7,94	2,72	20	12
275	0,57	0,42	2,04	3,43	0,44	0,01	0,45	0,06	0,61	2,22	5,78	0,73	1,27	8,01	2,83	21	12
276	0,54	0,53	2,10	3,46	0,48	0,01	0,51	0,06	0,80	2,15	5,85	0,80	—	8,49	2,95	22	12
277	0,46	0,27	2,01	3,53	0,20	0,01	0,97	0,05	0,47	2,00	6,00	1,24	—	7,98	2,47	25	6
278	0,49	0,24	2,18	3,65	0,38	0,02	0,92	0,04	0,41	1,96	6,04	0,64	—	8,33	2,37	26	10
279	0,04	1,13	1,71	3,52	0,12	0,27	0,88	0,02	0,26	1,91	6,09	2,00	—	7,96	2,17	27	10
280	0,49	0,40	2,04	3,10	0,74	0,01	0,37	0,09	0,89	1,86	6,14	0,83	0,20	8,14	2,75	27	20
281	0,67	0,35	2,09	2,91	0,75	0,02	0,58	0,05	0,94	1,94	6,06	0,47	0,18	8,34	2,88	32	21
282 <sup>2</sup>	0,20	0,44	1,82	2,95	0,98	0,02	0,53	0,00	0,88	1,57	6,43	0,66	0,19	7,94	2,45	34	25

<sup>1</sup> Li=0,08; Ba=0,02.

<sup>2</sup> Li=0,03; B=0,09.

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
													14	15			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

## Роговые обманки из пород амфиболитовой фации без гиперстена

## а) Пм + Пл (± Би, Кв)

283	0,30	0,54	2,34	2,90	1,06	0,07	0,57	0,15	0,15	1,42	6,58	0,46	0,65	8,07	1,57	37	28
284	0,05	0,32	1,94	2,55	1,19	0,03	0,53	0,06	0,65	1,28	6,72	1,69	0,01	7,33	1,93	41	32
285	0,17	0,51	1,90	2,72	1,33	0,04	0,56	0,13	0,26	1,49	6,51	1,85	—	7,62	1,75	41	33
286	0,18	0,43	1,91	2,67	1,28	0,04	0,70	0,13	0,18	1,58	6,42	2,00	—	7,52	1,76	43	33
287	0,37	0,56	2,08	2,51	1,09	0,02	0,84	0,18	0,15	1,59	6,41	0,91	0,73	7,77	1,74	44	31
288	0,31	0,81	1,91	2,52	1,38	0,04	0,65	0,17	0,09	1,54	6,46	1,28	0,52	7,89	1,63	45	36
289	0,23	0,55	2,08	2,36	1,37	0,03	0,70	0,19	0,36	1,44	6,56	1,02	0,05	7,86	1,80	47	37
290	0,42	0,48	1,96	2,52	1,31	0,03	0,92	0,09	0,18	1,74	6,26	0,71	0,80	7,92	1,92	47	35
291	0,24	0,31	2,06	2,49	1,68	0,09	0,60	0,11	0,27	1,81	6,19	1,51	0,06	7,85	2,08	49	42
292	0,06	0,37	1,83	2,25	2,01	0,04	0,32	0,13	0,37	1,19	6,81	1,91	—	7,38	1,56	51	48
293	0,10	0,23	1,86	2,16	2,08	0,05	0,15	0,14	0,69	1,37	6,63	1,67	—	7,46	2,06	51	50
294	0,21	0,38	2,17	2,12	1,32	0,03	0,99	0,06	0,39	1,48	6,52	1,06	0,15	7,67	1,87	52	39
295	0,21	0,36	1,90	2,13	1,73	0,03	0,59	0,17	0,28	1,51	6,49	2,00	0,00	7,42	1,79	53	45

## б) Пм + Гр + Пл + Кв

296	0,20	0,36	1,86	2,21	1,83	0,04	0,30	0,14	0,57	1,64	6,36	2,00	—	7,52	2,21	50	46
297	0,22	0,38	1,89	1,70	2,27	0,03	0,33	0,21	0,59	1,76	6,24	1,78	—	7,62	2,35	61	57
298	0,20	0,39	1,94	1,40	2,61	0,09	0,24	0,21	0,59	1,49	6,51	1,53	—	7,65	2,08	68	66

## в) Гр + Пл (± Би, Кв)

299	0,11	0,47	1,60	1,73	1,52	0,02	0,27	0,10	1,28	1,03	6,97	1,60	—	7,12	2,31	51	47
300	0,34	0,47	1,75	1,94	1,79	0,02	0,35	0,09	0,88	1,73	6,27	1,63	0,21	7,64	2,61	53	48
301	0,16	0,53	1,70	2,00	1,81	0,03	0,46	0,10	0,68	1,49	6,51	1,70	0,22	7,46	2,17	53	48
302	0,24	0,31	1,93	1,95	2,20	0,02	0,21	0,15	0,86	1,41	6,59	0,88	—	7,86	2,27	56	53
303	0,21	0,41	1,89	1,83	1,77	0,01	0,68	0,18	0,43	1,68	6,32	2,00	—	7,42	2,11	57	49
304	0,13	0,42	1,85	1,57	1,84	0,02	0,31	0,18	1,04	1,87	6,13	1,93	0,07	7,36	2,91	58	54
305	0,21	0,26	2,17	1,73	2,01	0,05	0,41	0,09	0,62	1,30	6,70	1,42	—	7,57	1,92	59	54
306	0,11	0,37	1,82	1,63	2,50	0,06	0,20	0,19	0,60	1,45	6,55	1,77	—	7,49	2,05	63	61
307	0,22	0,46	1,86	1,17	2,41	0,04	0,50	0,13	0,76	1,90	6,10	2,00	—	7,53	2,66	72	68
308	0,12	0,44	1,78	1,17	2,37	0,05	0,64	0,07	0,87	1,74	6,26	1,64	—	7,50	2,61	72	67
309	0,20	0,27	1,94	0,88	2,88	0,04	0,50	0,15	0,62	1,70	6,30	1,83	—	7,47	2,32	79	77

г) <i>Гр + Бу + Кши + Кв</i>																	
310	0,31	0,44	1,52	1,26	2,75	0,02	0,76	0,34	0,18	2,04	5,96	2,00	—	7,59	2,22	74	69

д) Гранито-гнейсы																	
311	0,32	0,47	1,61	2,22	1,84	0,09	0,69	0,17	0,25	1,83	6,17	1,23	0,77	7,67	2,08	54	46
312	0,36	0,49	1,63	0,99	2,76	0,12	0,93	0,10	0,30	1,94	6,06	1,56	0,44	7,68	2,24	79	74
313	0,33	0,52	1,61	0,97	3,04	0,08	0,62	0,20	0,31	1,84	6,16	1,55	0,45	7,67	2,15	79	76
314	0,40	0,61	1,74	0,77	3,10	0,06	0,52	0,34	0,33	1,82	6,18	0,88	0,69	7,87	2,15	87	80
315	0,32	0,50	1,59	0,58	3,41	0,09	0,71	0,74	0,00	1,86	5,86	1,73	—	7,66	1,86	88	86
316	0,35	0,49	1,90	0,49	2,87	0,17	0,91	0,13	0,36	2,05	5,95	1,88	0,12	7,68	2,41	89	86
317	0,41	0,37	1,81	0,52	2,69	0,12	1,44	0,07	0,12	2,03	5,97	1,70	0,30	7,55	2,15	89	84
318	0,34	0,65	1,90	0,43	3,32	0,15	1,06	0,09	0,00	1,68	6,22	1,92	0,08	7,83	1,68	91	89
319	0,25	0,42	1,53	0,22	3,51	0,10	1,07	0,88	0,00	1,61	5,76	1,94	0,06	7,36	1,61	96	94

е) <i>Пл + Кши (±Бу, Кв)</i>																	
320	0,17	0,39	1,76	2,90	1,30	0,04	0,46	0,14	0,31	1,13	6,87	1,39	0,33	7,47	1,44	38	32
321	0,10	0,48	1,98	2,74	1,65	0,04	0,45	0,18	0,00	1,09	6,86	1,84	—	7,57	1,09	44	38
322	0,21	0,33	1,39	2,20	1,70	0,08	0,59	0,16	0,65	1,62	6,38	2,00	—	7,30	2,27	52	45
323	0,26	0,34	1,84	2,20	1,74	0,06	0,64	0,15	0,28	1,51	6,49	1,79	—	7,51	1,79	53	45
324	0,15	0,49	1,46	2,16	1,70	0,07	0,67	0,13	0,62	1,81	6,19	2,00	—	7,45	2,43	53	45
325	0,12	0,47	1,54	2,15	1,72	0,08	0,68	0,12	0,59	1,89	6,11	2,00	—	7,49	2,48	54	46
326	0,35	0,48	1,86	1,82	1,82	0,17	0,98	0,09	0,17	2,03	5,97	2,00	—	7,76	2,20	62	52

ж) <i>Бу + Пл + Кв</i>																	
327	0,08	0,27	1,96	2,57	1,72	0,04	0,25	0,07	0,43	1,24	6,76	2,00	0,00	7,38	1,67	44	41
328	0,13	0,65	1,62	2,61	1,63	0,04	0,54	0,21	0,60	1,60	6,40	0,77	—	8,03	2,20	46	39
329	0,09	0,35	1,58	2,39	1,59	0,07	0,51	0,17	0,59	1,58	6,42	1,90	—	7,34	2,17	48	41
330	0,05	0,49	1,65	2,20	1,38	0,04	0,76	0,06	0,95	1,33	6,67	0,89	—	7,57	2,28	50	39
331	0,22	0,43	1,80	2,40	1,67	0,05	0,66	0,11	0,24	1,55	6,45	1,93	—	7,58	1,79	50	42
332	0,18	0,34	1,91	2,28	1,53	0,07	0,70	0,09	0,38	1,67	6,33	1,90	0,10	7,47	2,05	50	41

з) <i>Пл + Кв</i>																	
333	0,19	0,67	1,81	3,61	1,10	0,04	0,37	0,08	0,18	0,95	7,05	1,02	—	8,04	1,13	30	24
334	0,28	0,51	2,09	2,35	1,25	0,01	1,06	0,11	0,16	1,84	6,16	1,36	0,19	7,82	2,00	50	35
335	0,07	0,26	1,75	2,10	1,98	0,04	0,29	0,10	0,69	1,24	6,76	1,80	—	7,30	1,93	52	49
336	0,08	0,49	1,77	2,02	2,16	0,02	0,19	0,16	0,56	1,39	6,61	2,00	—	7,45	1,95	54	52
337	0,08	0,39	1,65	2,00	2,43	0,10	0,05	0,14	0,72	1,19	6,81	1,51	—	7,55	1,91	56	56
338	0,07	0,31	1,70	1,95	2,35	0,04	0,19	0,16	0,55	1,31	6,69	2,00	—	7,32	1,86	57	55
339	0,05	0,40	1,69	1,85	2,48	0,05	0,25	0,18	0,58	1,26	6,74	1,47	—	7,53	1,84	60	58
340	0,11	0,27	1,83	1,51	2,17	0,08	0,56	0,14	0,63	1,50	6,50	1,81	—	7,31	2,13	65	60
341	0,19	0,35	1,87	1,04	2,85	0,09	0,27	0,15	0,76	1,52	6,48	1,62	—	7,56	2,28	75	74

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
и) Пл (± Бу)																	
342	0,08	0,40	1,80	3,34	0,86	0,02	0,22	0,06	0,65	1,25	6,75	1,68	0,20	7,43	1,90	25	21
343	0,13	0,71	1,78	3,07	1,04	0,03	0,33	0,07	0,44	1,23	6,77	1,83	0,11	7,60	1,67	31	26
344	0,08	0,78	1,77	2,92	1,25	0,03	0,36	0,18	0,56	1,61	6,39	1,36	—	7,91	2,17	36	30
345	0,21	0,30	1,91	2,73	1,31	0,04	0,57	0,20	0,29	1,70	6,30	1,85	—	7,55	1,99	41	33
346	0,11	0,28	2,01	2,52	1,36	0,05	0,41	0,15	0,35	1,10	6,90	1,76	0,16	7,25	1,45	42	36
347	0,06	0,31	1,89	2,63	1,34	0,04	0,60	0,11	0,23	1,12	6,88	2,00	—	7,22	1,35	43	34
348	0,04	0,46	1,69	2,70	1,65	0,05	0,37	0,05	0,71	1,45	6,55	1,31	—	7,73	2,16	43	39
349	0,17	0,34	1,92	2,75	1,49	0,06	0,62	0,08	0,07	1,34	6,66	2,00	—	7,50	1,41	44	36
350	0,25	0,47	1,70	2,45	1,52	0,04	0,53	0,17	0,36	1,51	6,49	1,68	0,32	7,49	1,87	46	39
351	0,07	0,54	1,67	2,38	1,64	0,07	0,52	0,14	0,42	1,47	6,53	2,00	—	7,44	1,89	48	42
352	0,14	0,49	1,94	2,07	1,44	0,04	0,70	0,12	0,49	1,69	6,31	1,94	0,06	7,44	2,18	51	42
353	0,28	0,46	1,88	2,17	1,62	0,03	0,75	0,08	0,43	2,01	5,99	2,00	—	7,70	2,44	53	43
354	0,09	0,28	1,69	1,97	2,01	0,05	0,30	0,10	0,75	1,37	6,63	2,00	—	7,25	2,12	55	51
355	0,06	0,45	1,37	2,01	1,75	0,10	0,60	0,13	0,82	1,68	6,32	1,97	—	7,28	2,50	55	48
356	0,10	0,37	1,87	1,90	1,75	0,04	0,68	0,06	0,62	1,63	6,37	1,91	—	7,39	2,25	57	49
к) Ассоциирующие минералы точно не указаны																	
357	0,16	0,35	1,97	3,52	1,05	0,02	0,38	0,03	0,17	0,97	7,03	1,59	—	7,65	1,14	29	23
358	0,19	0,30	1,62	3,35	1,21	0,01	0,28	0,07	0,30	0,89	7,11	2,00	—	7,33	1,19	31	27
359	0,05	0,16	2,02	3,05	1,56	0,04	0,11	0,09	0,28	0,85	7,15	1,78	—	7,36	1,13	36	34
360	0,21	0,37	1,90	2,96	1,23	0,03	0,39	0,06	0,37	1,28	6,72	1,94	—	7,52	1,65	36	30
361	0,17	0,47	1,79	2,97	1,37	0,03	0,34	0,16	0,43	1,38	6,62	1,49	—	7,72	1,81	37	32
362	0,22	0,34	1,90	2,85	1,27	0,03	0,42	0,09	0,22	0,97	7,03	2,00	—	7,35	1,19	38	31
363	0,03	0,64	1,70	2,53	1,53	0,04	0,23	0,34	0,49	1,70	6,30	1,92	—	7,52	2,19	42	38
364	0,09	0,56	1,84	2,55	1,38	0,03	0,55	0,12	0,55	1,77	6,23	1,73	—	7,67	2,32	43	35
365	0,17	0,41	1,85	2,60	1,38	0,04	0,64	0,14	0,28	1,63	6,37	2,00	—	7,51	1,91	44	35
366	0,10	0,37	1,85	2,49	1,69	0,03	0,33	0,14	0,48	1,56	6,44	2,00	—	7,47	2,04	45	41
367	0,13	0,40	1,99	2,56	1,48	0,04	0,62	0,15	0,21	1,74	6,26	2,00	—	7,57	1,95	45	37
368	0,24	0,48	1,97	2,52	1,57	0,04	0,52	0,14	0,18	1,59	6,41	2,00	—	7,66	1,77	46	39
369	0,56	0,27	1,48	2,54	1,71	0,02	0,48	0,26	0,26	1,59	6,41	2,00	—	7,58	1,85	47	41
370	0,24	0,44	2,00	2,55	1,54	0,03	0,65	0,10	0,29	1,56	6,44	1,41	—	7,84	1,85	47	38
371	0,17	0,31	1,87	2,34	1,55	0,03	0,47	0,08	0,45	1,14	6,86	1,98	0,02	7,27	1,59	47	40
372	0,24	0,48	1,98	2,40	1,68	0,04	0,45	0,16	0,23	1,58	6,42	2,00	—	7,65	1,81	48	42
373	0,20	0,42	1,84	2,15	1,62	0,02	0,56	0,13	0,52	1,63	6,37	2,00	—	7,46	2,15	51	43

374	0,30	0,40	1,83	2,29	1,60	0,04	0,71	0,14	0,25	1,63	6,37	2,00	—	7,55	1,88	51	42
375	0,24	0,35	1,99	2,32	1,77	0,05	0,65	0,18	0,02	1,55	6,45	1,97	—	7,57	1,57	52	44
376	0,32	0,39	1,98	2,16	1,72	0,04	0,62	0,17	0,24	1,77	6,23	2,00	—	7,64	2,01	52	45
377	0,31	0,43	1,98	2,27	1,86	0,04	0,81	0,13	0,03	2,06	5,94	2,00	—	7,85	2,09	54	46
378	0,13	0,45	1,90	1,59	2,25	0,04	0,53	0,21	0,35	1,63	6,37	2,00	—	7,45	1,98	64	59
379	0,32	0,60	1,98	1,52	2,03	0,08	0,95	0,13	0,22	2,05	5,95	1,90	—	7,83	2,27	67	58
380	0,39	0,47	1,86	0,44	3,00	0,14	1,06	0,11	0,10	1,67	6,33	2,00	—	7,58	1,77	91	88

*Роговые обманки из пород эпидот-амфиболитовой фации*

381	0,05	0,33	1,89	3,64	0,67	0,02	0,21	0,02	0,58	1,00	7,00	1,68	0,04	7,41	1,58	20	16
382	0,06	0,28	1,95	3,10	1,25	0,02	0,02	0,19	0,58	1,55	6,45	2,00	—	7,45	2,13	29	29
383	0,09	0,42	1,69	3,13	1,07	0,02	0,41	0,06	0,41	1,04	6,96	1,59	0,41	7,30	1,45	32	26
384	0,08	0,37	1,80	2,97	1,16	0,03	0,24	0,06	0,71	1,46	6,54	2,00	—	7,42	2,17	33	29
385	0,04	0,29	1,87	3,03	1,00	0,04	0,42	0,04	0,56	0,88	7,12	1,56	—	7,29	1,44	32	26
386	0,04	0,67	1,78	3,06	1,14	0,02	0,44	0,06	0,42	1,46	6,54	1,94	—	7,63	1,88	34	28
387	0,07	0,43	1,73	3,15	1,35	0,03	0,41	0,10	0,20	1,16	6,84	1,97	—	7,47	1,36	36	30
388	0,02	0,39	1,90	2,77	1,13	0,05	0,61	0,06	0,46	1,34	6,66	1,84	—	7,37	1,80	39	30
389	0,04	0,33	1,87	2,68	1,33	0,02	0,39	0,08	0,68	1,24	6,76	1,42	0,11	7,42	1,92	39	34
390	0,05	0,52	2,03	2,73	1,36	0,03	0,39	0,21	0,36	1,60	6,40	1,62	—	7,68	1,96	39	34
391	0,08	0,18	2,02	2,84	1,19	0,03	0,65	0,05	0,27	1,33	6,67	2,00	—	7,29	1,60	40	30
392	0,10	0,32	1,90	2,62	1,13	0,02	0,58	0,20	0,39	1,44	6,56	2,00	—	7,25	1,83	40	31
393	0,10	0,34	1,84	2,71	1,40	0,02	0,42	0,09	0,36	1,13	6,87	2,00	—	7,30	1,49	40	34
394	0,07	0,50	1,50	2,54	1,36	0,03	0,36	0,05	0,80	1,09	6,91	2,00	—	7,20	1,89	41	35
395	0,11	0,47	1,87	2,47	1,60	0,03	0,25	0,22	0,70	1,26	6,74	1,02	—	7,71	1,96	43	40
396	0,15	0,48	1,91	2,31	1,09	0,04	0,72	0,05	0,50	1,19	6,81	2,00	—	7,26	1,69	45	33
397	0,10	0,61	1,48	2,44	1,31	0,04	0,63	0,07	0,55	1,06	6,94	2,00	—	7,23	1,61	45	36
398	0,18	0,32	1,72	2,47	1,46	0,02	0,59	0,16	0,36	1,32	6,68	2,00	—	7,28	1,68	46	38
399	0,10	0,60	1,43	2,30	1,29	0,04	0,61	0,08	0,70	1,09	6,91	2,00	—	7,16	1,79	46	37
400	0,10	0,37	1,73	2,35	1,53	0,06	0,40	0,11	0,64	1,33	6,67	2,00	—	7,28	1,97	46	40
401	0,09	0,46	1,99	2,36	1,72	0,05	0,33	0,17	0,54	1,33	6,67	1,26	—	7,71	1,87	47	43
402	0,14	0,45	1,94	2,19	1,57	0,04	0,38	0,18	0,50	1,31	6,69	1,86	—	7,40	1,81	48	42
403	0,12	0,42	1,94	2,29	1,48	0,02	0,58	0,19	0,34	1,47	6,53	2,00	—	7,37	1,81	48	40
404	0,30	0,48	1,92	2,58	1,55	0,11	0,81	0,19	0,10	1,63	6,37	1,00	—	8,05	1,73	49	39
405	0,10	0,35	1,93	2,29	1,57	0,05	0,59	0,07	0,43	1,50	6,50	2,00	—	7,39	1,93	49	41
406	0,09	0,34	1,81	2,23	1,92	0,04	0,41	0,09	0,46	1,41	6,59	1,94	0,06	7,39	1,87	52	47
407	0,06	0,23	1,97	2,18	1,85	0,02	0,57	0,12	0,27	1,32	6,68	1,96	—	7,28	1,59	53	46
408	0,08	0,30	1,91	2,11	1,91	0,05	0,54	0,10	0,28	1,22	6,78	2,00	—	7,29	1,50	54	48
409	0,26	0,19	1,63	1,96	2,14	0,03	0,32	0,08	0,56	0,93	7,07	2,00	—	7,17	1,49	56	53
410	0,34	0,43	1,82	1,96	1,54	0,09	0,99	0,11	0,33	1,88	6,12	1,89	—	7,61	2,21	57	46
411	0,21	0,49	1,80	1,86	1,65	0,03	0,84	0,14	0,44	1,77	6,23	1,92	0,08	7,46	2,21	58	48

$\frac{n}{\Sigma n}$	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
412	0,35	0,39	1,87	1,84	1,69	0,07	0,82	0,09	0,48	1,79	6,21	1,85	—	7,60	2,27	58	49
413	0,16	0,82	1,56	1,65	1,67	0,03	0,68	0,08	0,89	1,57	6,43	1,68	—	7,54	2,46	59	51
414	0,39	0,66	1,88	1,99	2,01	0,16	0,90	0,24	0,00	1,81	6,19	0,99	—	8,23	1,81	61	52
415	0,15	0,39	1,67	1,58	2,22	0,03	0,33	0,14	0,58	0,83	7,17	2,00	—	7,10	1,41	62	59
416	0,11	0,33	1,66	1,65	2,02	0,01	0,83	0,05	0,60	1,66	6,34	2,00	—	7,26	2,26	63	55
417	0,36	0,35	1,70	1,16	2,33	0,10	0,82	0,15	0,37	1,49	6,51	2,00	—	7,35	1,86	74	68

## Амфиболы тремолит-актинолитового ряда (с Al &lt; 1) фации зеленых сланцев

418	0,04	0,08	1,71	5,50	0,09	0,01	0,06	—	0,14	0,03	7,97	0,72	—	7,62	0,17	3	2
419	0,07	0,13	2,04	4,98	0,41	0,06	0,06	—	0,00	0,28	7,71	0,95	—	7,74	0,28	10	9
420	0,01	0,03	1,74	5,04	0,42	0,06	0,09	0,00	0,00	0,02	7,95	1,32	—	7,35	0,02	10	9
421	0,00	0,04	1,74	4,23	0,56	0,02	0,08	0,00	0,19	0,01	7,99	2,00	—	6,88	0,20	14	12
422	—	0,03	1,90	4,21	0,88	0,03	0,06	0,06	0,00	0,25	7,69	2,00	—	7,11	0,25	19	18
423	0,02	0,03	1,97	3,87	0,96	0,02	0,11	0,01	0,09	0,33	7,67	2,00	—	7,08	0,42	22	20
424	0,01	0,18	1,78	3,64	0,77	0,02	0,26	0,05	0,35	0,60	7,40	1,96	0,02	7,06	0,95	22	18
425	0,03	0,36	1,41	4,17	0,75	0,28	0,19	0,00	0,00	0,03	7,93	1,65	0,35	7,15	0,03	23	20
426	0,00	0,40	1,94	3,79	1,14	0,02	0,00	0,02	0,00	0,24	7,76	2,00	—	7,30	0,24	23	23
427	0,00	0,33	1,91	3,63	0,98	0,02	0,30	0,00	0,32	0,50	7,50	1,24	—	7,49	0,82	26	22
428	0,12	0,24	1,92	3,23	1,16	0,03	0,09	0,04	0,43	0,34	7,66	1,56	0,00	7,27	0,77	28	27
429	0,18	0,57	1,92	3,81	0,95	0,05	0,62	0,10	0,00	0,76	6,90	1,63	—	7,86	0,76	30	21
430	0,02	0,15	1,90	3,25	1,39	0,00	0,12	0,03	0,19	0,26	7,74	1,94	—	7,06	0,45	32	30
431	0,00	0,23	1,96	3,03	1,23	0,03	0,32	0,19	0,08	0,66	7,34	2,00	—	7,06	0,74	34	29
432	0,01	0,42	1,57	3,10	1,28	0,00	0,52	0,04	0,14	0,52	7,48	2,00	—	7,10	0,66	37	29
433	0,10	0,26	1,73	2,83	1,87	0,02	0,29	0,06	0,01	0,40	7,60	2,00	—	7,17	0,41	44	40
434	0,02	0,47	1,60	2,45	1,83	0,04	0,43	0,08	0,21	0,46	7,54	1,86	—	7,14	0,67	48	43
435	0,01	0,05	1,83	2,37	2,85	0,03	—	0,01	0,00	0,03	7,91	2,00	0,00	7,09	0,03	55	55

## Роговые обманки фации с дистеном

## а) Роговые обманки в ассоциации с дистеном

436	0,11	0,69	1,35	3,17	0,60	0,02	0,16	0,08	1,22	1,45	6,55	1,90	—	7,40	2,67	20	16
437	0,16	0,95	1,44	3,23	0,63	0,00	0,18	0,05	1,14	1,43	6,57	1,50	0,07	7,78	2,57	20	16
438	0,15	0,49	1,72	2,57	1,13	0,01	0,29	0,07	1,07	1,87	6,13	1,98	—	7,50	2,94	36	31

439	0,05	0,28	1,48	2,00	1,18	0,01	0,17	0,07	1,75	1,72	6,28	2,00	—	7,00	3,47	40	37
440	0,07	0,31	1,64	1,87	1,44	0,01	0,38	0,04	1,38	1,73	6,27	2,00	—	7,14	3,11	50	44

б) Роговые обманки из пород Сен-Готардского массива

441	0,06	0,45	1,63	2,31	1,28	0,02	0,29	0,07	1,17	1,64	6,36	2,00	—	7,28	2,81	41	36
442	0,07	0,40	1,73	1,99	1,47	0,04	0,43	0,08	1,01	1,57	6,43	2,00	—	7,22	2,58	49	43
443	0,06	0,54	1,62	2,05	1,42	0,04	0,57	0,06	0,99	1,77	6,23	2,00	—	7,34	2,76	50	42
444	0,08	0,34	1,72	2,02	1,43	0,05	0,64	0,08	0,88	1,74	6,26	2,00	—	7,24	2,62	51	42
445	0,06	0,51	1,61	1,83	1,66	0,05	0,48	0,04	1,10	1,80	6,20	2,00	—	7,35	2,90	55	48
446	0,06	0,60	1,56	1,82	1,58	0,05	0,62	0,03	1,04	1,79	6,21	2,00	—	7,36	2,83	55	47
447	0,06	0,46	1,62	1,74	1,73	0,04	0,41	0,04	1,21	1,81	6,19	2,00	—	7,31	3,02	56	50
448	0,05	0,52	1,61	1,71	1,55	0,02	0,59	0,53	0,56	1,88	6,12	1,90	—	7,17	2,44	56	48
449	0,11	0,55	1,70	1,89	1,81	0,03	0,56	0,12	0,63	1,59	6,41	2,00	—	7,41	2,22	56	49
450	0,06	0,66	1,51	1,72	1,70	0,03	0,56	0,06	1,07	1,74	6,26	2,00	—	7,36	2,81	57	50
451	0,08	0,49	1,47	1,73	1,79	0,04	0,58	0,04	1,05	1,70	6,30	2,00	—	7,27	2,75	58	51
452	0,08	0,38	1,67	1,63	1,73	0,05	0,51	0,09	1,15	1,95	6,05	2,00	—	7,28	3,10	59	52
453	0,08	0,46	1,70	1,47	1,91	0,03	0,52	0,08	1,04	1,73	6,27	2,00	—	7,28	2,77	63	57

в) Роговые обманки из других дистенсодержащих пород

454	0,03	0,32	1,99	3,67	1,00	0,02	0,01	0,03	0,36	0,95	7,05	2,00	—	7,44	1,31	22	22
455	0,10	0,34	1,90	2,78	1,27	0,02	0,35	0,11	0,61	1,42	6,58	1,73	—	7,48	2,03	37	32
456	0,08	0,42	1,70	2,58	1,52	0,01	0,02	0,08	1,00	1,53	6,47	2,00	—	7,42	2,53	38	37
457	0,29	0,34	1,93	2,82	1,30	0,07	0,39	0,01	0,45	1,44	6,56	2,00	—	7,61	1,89	38	33
458	0,07	0,44	1,70	2,44	1,31	—	0,50	0,09	0,78	1,58	6,42	1,95	—	7,34	2,36	42	35
459	0,27	0,35	1,87	2,44	1,29	0,03	0,59	0,13	0,48	1,59	6,41	1,98	0,02	7,44	2,07	44	35
460	0,05	0,47	1,84	2,50	1,25	0,04	0,70	0,07	0,64	1,50	6,50	1,37	0,04	7,57	2,14	44	34
461	0,11	0,43	1,82	2,24	1,16	0,03	0,81	0,11	0,57	1,63	6,37	1,91	0,09	7,28	2,20	47	35
462	0,09	0,62	1,50	1,27	0,80	0,01	0,39	0,07	1,79	0,70	7,30	2,00	—	6,54	2,49	48	39
463	0,25	0,43	1,95	2,46	1,58	0,02	0,72	0,13	0,02	1,45	6,55	2,00	—	7,57	1,47	48	39
464	0,07	0,44	1,85	2,21	1,25	0,02	0,84	0,12	0,58	1,74	6,26	1,76	0,08	7,37	2,32	49	37
465	0,24	0,55	1,77	1,72	1,26	0,03	0,41	0,14	1,05	1,28	6,72	2,00	—	7,17	2,33	50	43
466	0,23	0,63	2,00	1,78	1,89	0,02	0,02	0,14	1,13	2,28	5,72	2,00	—	7,85	3,41	52	52
467	0,11	0,50	1,80	2,08	1,52	0,03	0,77	0,11	0,49	1,68	6,32	1,95	0,05	7,41	2,17	53	43
468	0,35	0,32	1,98	2,10	1,80	0,01	0,53	0,12	0,57	1,66	6,34	1,43	—	7,78	2,23	53	46
469	0,11	0,52	1,88	2,06	1,57	0,03	0,73	0,09	0,50	1,75	6,25	2,00	—	7,49	2,25	53	44
470	0,19	0,42	1,99	1,94	1,85	0,02	0,41	0,20	0,55	1,84	6,16	2,00	—	7,55	2,39	54	49
471	0,10	0,56	1,70	2,13	1,54	0,05	0,88	0,12	0,28	1,43	6,57	1,89	0,11	7,35	1,71	54	43
472	0,15	0,57	1,87	1,82	1,61	0,04	0,78	0,16	0,50	1,90	6,10	1,90	0,10	7,51	2,40	57	47
473	0,09	0,65	1,72	1,50	1,97	0,01	0,25	0,12	1,18	1,90	6,10	1,94	0,06	7,49	3,08	60	57
474	0,34	0,43	2,01	1,41	2,37	0,04	0,53	0,11	0,55	2,02	5,98	1,91	—	7,79	2,57	68	63

п/п №	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

*Каринтины из пород эколгитовой фации*

475	0,11	0,69	1,63	3,69	0,49	0,01	0,07	0,03	0,80	1,17	6,83	2,00	0,00	7,52	1,97	13	12
476	0,11	0,69	1,61	3,77	0,42	0,01	0,18	0,03	0,71	1,20	6,80	2,00	—	7,52	1,91	14	10
477	0,13	0,89	1,38	3,62	0,26	0,00	0,47	0,04	0,92	0,99	7,01	1,11	—	7,71	1,91	17	7
478	0,13	0,76	1,49	3,47	0,55	0,01	0,26	0,06	1,09	1,13	6,87	0,91	—	7,82	2,22	19	14
479	0,21	0,89	1,75	3,28	0,59	0,00	0,19	0,14	0,75	1,63	6,37	1,92	—	7,80	2,38	19	15
480	0,08	0,89	1,44	3,09	0,53	0,00	0,40	0,06	0,99	1,49	6,51	2,00	—	7,48	2,48	23	15
481	0,19	0,79	1,48	2,72	0,91	0,01	0,42	0,12	0,87	1,56	6,44	2,00	—	7,50	2,43	33	25
482	0,17	0,64	1,46	2,62	0,96	0,01	0,37	0,19	0,92	1,53	6,47	2,00	—	7,33	2,45	34	27
483	0,17	1,01	1,43	2,33	0,89	0,00	0,50	0,10	1,12	1,75	6,25	2,00	—	7,56	2,87	37	28

*Роговые обманки из измененных эколгитов*

484	0,05	0,65	1,84	4,13	0,27	0,01	0,08	0,01	0,67	1,50	6,50	2,00	0,00	7,71	2,17	8	6
485	0,12	0,76	1,51	3,75	0,62	0,01	0,15	0,02	0,78	0,88	7,12	1,32	0,01	7,72	1,66	17	14
486	0,02	0,60	1,96	3,04	0,72	0,01	0,10	0,04	1,22	2,03	5,97	1,80	—	7,72	3,25	21	19
487	0,44	0,60	1,82	3,27	1,13	—	0,01	0,04	0,72	0,45	7,55	0,60	—	8,03	1,17	26	26
488	0,05	0,61	1,78	3,06	1,01	0,01	0,27	0,02	0,71	1,29	6,71	1,90	—	7,52	2,00	30	25
489	0,16	0,79	1,69	3,20	1,18	0,01	0,22	0,13	0,52	1,49	6,51	1,61	—	7,91	2,01	31	27
490	0,06	0,35	1,56	3,35	0,96	0,03	0,52	0,03	1,22	1,98	6,02	0,45	—	8,08	3,20	31	23
491	0,15	0,19	1,85	3,16	0,96	0,02	0,65	0,11	0,52	1,81	6,19	1,50	—	7,62	2,33	34	24
492	0,13	0,76	1,52	2,69	1,08	0,01	0,35	0,11	0,91	1,55	6,45	1,90	—	7,54	2,46	35	29
493	0,12	0,70	1,75	2,74	1,07	0,01	0,47	0,21	0,60	1,87	6,13	1,80	0,03	7,68	2,47	36	28
494	0,10	0,68	1,60	2,53	1,00	—	0,44	0,04	1,23	1,23	6,77	1,03	—	7,62	2,46	36	28
495	0,15	0,85	1,50	2,51	0,99	0,01	0,47	0,14	0,85	1,55	6,45	2,00	—	7,47	2,40	37	29
496	0,24	0,31	1,93	1,95	2,20	0,02	0,21	0,15	0,86	1,41	6,59	0,88	—	7,86	2,27	56	53
497	0,08	0,88	2,30	2,04	1,26	—	1,35	0,17	0,06	1,76	6,24	0,72	—	8,13	1,82	56	38
498	0,00	0,60	2,12	1,80	1,21	—	1,19	0,19	0,40	1,22	6,78	0,82	—	7,52	1,62	57	40
499	0,14	0,35	1,64	1,50	1,91	0,03	0,68	0,21	0,68	1,59	6,41	2,00	—	7,14	2,27	64	56

*Субкальцевые роговые обманки и переходные амфиболы ряда роговая обманка — глаукофан (с Na > 1), связанные с глаукофановыми сланцами*

500	0,02	0,92	1,53	4,05	0,42	0,01	0,17	0,01	0,57	0,86	7,14	1,63	—	7,70	1,43	13	10
501	0,07	0,86	1,46	3,00	1,14	0,01	0,28	0,04	0,85	0,80	7,20	1,06	—	7,73	1,65	32	28

502	0,07	1,16	1,08	2,62	0,80	—	0,51	0,06	1,03	0,83	7,17	1,71	—	7,34	1,86	33	23
503	0,09	1,27	1,20	2,88	0,84	—	0,61	0,23	0,93	1,25	6,75	0,52	—	8,04	2,18	33	22
504	0,03	1,25	1,03	2,51	1,13	0,00	0,26	0,03	1,22	0,55	7,45	1,34	—	7,47	1,77	36	31
505	0,09	1,33	0,98	2,58	0,92	—	0,58	0,26	1,03	0,82	7,18	0,56	—	7,77	1,85	37	26
506	0,02	0,70	1,44	2,80	1,04	0,02	0,74	0,05	0,43	0,73	7,27	1,71	—	7,24	1,16	39	28
507	0,05	0,53	1,49	2,87	1,30	0,05	0,59	0,06	0,32	0,96	7,04	2,00	—	7,25	1,28	40	32
508	0,12	0,99	1,30	2,02	1,32	0,01	0,33	0,25	0,84	0,87	7,13	1,92	—	7,19	1,71	45	40
509	0,18	1,25	0,80	2,03	0,87	0,00	0,88	0,01	1,07	0,74	7,26	2,00	—	7,09	1,81	46	30
510	0,05	0,87	1,23	2,11	1,37	0,03	0,52	0,17	0,81	1,02	6,98	2,00	—	7,15	1,83	48	40
511	0,07	0,92	1,31	2,42	1,45	0,03	0,85	0,08	0,23	0,92	7,08	2,00	—	7,34	1,15	49	38
512	0,08	0,83	1,20	2,45	1,47	0,04	0,91	0,06	0,20	0,82	7,18	2,00	—	7,25	1,02	50	38
513	0,08	0,87	1,45	2,19	1,68	0,04	0,52	0,10	0,61	1,29	6,71	1,86	—	7,53	1,90	51	44

*Амфиболы актинолитового ряда, связанные с глаукофановыми сланцами*

514	0,02	0,42	1,45	3,96	0,72	0,01	0,21	—	0,29	0,24	7,76	2,00	—	7,10	0,53	19	16
515	0,04	0,40	1,47	3,84	0,84	0,03	0,15	0,01	0,34	0,31	7,69	2,00	—	7,12	0,65	21	18
516	0,02	0,42	1,60	3,11	1,42	0,03	0,23	0,01	0,26	0,21	7,79	1,94	—	7,10	0,47	35	32

*Винциты*

517	0,17	0,69	1,32	4,45	0,00	0,21	0,36	0,04	0,74	0,49	7,51	0,15	0,02	7,98	1,23	11	4
518 <sup>1</sup>	0,18	0,79	1,13	4,54	—	0,09	0,67	—	0,00	0,18	7,73	2,00	—	7,31	0,18	14	2
519	0,22	0,78	1,10	4,62	0,15	0,16	0,48	0,05	0,00	0,19	7,72	1,85	—	7,47	0,19	15	6
520	0,09	0,57	1,25	4,37	0,07	0,64	0,39	0,01	0,23	0,27	7,73	1,06	—	7,62	0,50	20	14
521	0,06	0,93	1,21	3,78	—	0,56	0,48	—	0,21	0,18	7,82	2,00	—	7,24	0,39	22	13
522 <sup>1</sup>	—	0,86	2,02	3,35	1,19	—	—	—	0,37	1,09	6,91	2,00	—	7,79	1,46	26	26
523	0,05	0,70	1,56	1,99	2,14	0,08	0,32	—	0,39	0,38	7,62	2,00	—	7,21	0,77	56	53

*Роговые обманки из роговиков*

524	0,01	0,37	1,80	2,67	1,77	0,04	0,13	0,12	0,63	1,18	6,82	1,49	0,01	7,54	1,81	42	40
525	0,15	0,74	2,02	2,38	1,62	0,03	0,18	0,31	0,55	1,95	6,05	1,53	—	7,98	2,50	43	41
526	0,09	0,62	2,13	2,38	1,71	0,05	0,17	0,14	0,66	1,74	6,26	1,42	0,00	7,96	2,40	45	42
527	0,01	0,32	1,88	2,15	1,93	0,04	0,35	0,11	0,55	1,18	6,82	1,72	—	7,33	1,73	52	48
528	0,01	0,27	1,59	2,15	2,10	0,06	0,22	0,12	0,77	1,31	6,69	1,80	—	7,28	2,08	53	50
529	0,07	0,30	1,67	2,21	1,81	0,07	0,61	0,06	0,49	1,28	6,72	1,87	0,00	7,28	1,77	53	46
530	0,23	0,38	2,23	1,72	1,73	0,06	0,31	0,13	0,65	1,50	6,50	2,00	—	7,44	2,15	55	51
531	0,06	0,33	1,88	2,01	2,06	0,04	0,44	0,21	0,36	1,30	6,70	1,66	0,03	7,39	1,66	56	51
532	0,07	0,28	1,88	1,82	2,15	0,04	0,62	—	0,65	1,74	6,26	1,77	—	7,53	2,39	61	55
533	0,34	0,43	2,04	0,95	2,83	0,05	0,88	0,10	0,13	1,95	6,05	1,81	0,19	7,75	2,08	80	75
534	0,54	0,35	2,03	0,75	3,07	0,10	0,53	0,11	0,47	2,18	5,82	1,93	0,01	7,96	2,65	83	81

<sup>1</sup> Определено по молекулярным процентам,

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

## Роговые обманки из скарнов и близких им пород

535	0,33	0,64	1,94	4,36	0,00	0,04	0,08	—	0,62	1,52	6,48	0,45	1,26	8,01	2,14	3	1
536	0,07	0,24	2,00	4,08	0,39	0,01	—	0,02	0,45	0,71	7,29	1,75	0,25	7,27	1,16	9	9
537	0,02	0,15	2,01	4,26	0,28	0,01	0,12	0,03	0,42	0,63	7,37	1,49	0,13	7,30	1,05	9	6
538	0,12	1,30	1,53	3,50	0,86	0,04	0,43	0,17	0,20	1,65	6,35	1,76	—	8,17	1,85	28	20
539	0,28	0,50	2,01	3,59	0,93	—	0,47	0,01	0,33	1,57	6,43	0,69	0,61	8,11	1,90	28	21
540	0,31	0,46	1,91	3,40	0,96	0,02	0,57	0,07	0,33	1,62	6,38	0,43	0,86	8,02	1,95	31	22
541	0,27	0,38	1,82	3,49	1,13	0,02	0,53	0,02	0,29	1,37	6,63	0,60	0,67	7,95	1,66	32	25
542	0,27	0,49	1,99	3,01	1,14	0,02	0,39	0,14	0,53	1,83	6,17	1,28	0,19	7,96	2,36	34	28
543	0,26	0,36	1,88	3,09	1,27	0,03	0,43	0,11	0,50	1,66	6,34	0,63	0,67	7,92	2,16	36	30
544	0,29	0,52	1,85	3,05	1,27	0,02	0,52	0,09	0,39	1,70	6,30	1,17	0,26	7,99	2,09	37	30
545	0,22	0,45	1,83	3,02	1,24	0,02	0,58	0,05	0,39	1,42	6,58	1,44	—	7,80	1,81	38	29
546	0,27	0,41	1,87	3,02	1,37	0,02	0,47	0,05	0,44	1,33	6,67	1,17	—	7,92	1,77	38	32
547 <sup>1</sup>	0,08	0,64	1,89	2,78	1,21	0,02	0,56	0,25	0,40	1,51	6,49	0,74	0,07	7,94	1,91	39	31
548	0,04	0,60	1,69	2,76	1,45	0,03	0,38	0,18	0,39	1,52	6,48	1,77	0,23	7,51	1,91	40	35
549	0,28	0,57	2,09	2,72	1,52	—	0,41	0,07	0,47	1,52	6,48	0,61	0,48	8,13	1,99	42	36
550	0,18	0,38	1,77	2,62	1,43	—	0,49	0,11	0,51	1,64	6,36	2,00	—	7,49	2,15	42	35
551	0,09	0,43	1,90	3,02	0,52	0,16	1,56	0,03	0,00	1,42	6,55	1,03	—	7,68	1,42	43	18
552	0,25	0,35	1,56	2,93	1,56	0,02	1,33	0,06	0,00	1,59	6,16	0,86	0,74	7,82	1,59	50	35
553	—	0,07	2,28	2,41	1,84	0,07	0,46	0,03	0,45	0,62	7,38	0,45	0,06	7,61	1,07	50	44
554	0,45	0,30	2,02	2,30	1,75	0,04	0,58	0,13	0,43	1,84	6,16	1,29	0,03	8,00	2,27	51	44
555	0,38	0,59	1,94	2,16	1,81	0,01	0,88	0,05	0,36	1,93	6,07	0,71	0,47	8,19	2,29	56	46
556	0,33	0,45	1,97	2,08	1,82	0,02	0,82	0,08	0,17	1,70	6,30	1,00	0,79	7,76	1,87	56	47
557	0,00	0,00	2,02	1,63	2,27	0,01	0,68	0,00	0,40	1,10	6,90	2,00	—	7,01	1,50	65	58
558	—	0,08	1,85	0,65	2,60	—	0,66	—	1,41	1,23	6,77	0,76	—	7,25	2,64	83	80
559	0,19	0,88	2,05	0,46	3,51	0,03	0,68	0,07	0,05	1,69	6,31	1,91	0,09	7,94	1,74	90	88
560	0,35	0,39	1,97	0,34	3,71	0,00	0,82	0,00	0,37	1,72	6,28	1,38	—	7,94	2,09	93	92

## Роговые обманки, не вошедшие в парагенетические типы

а) Из амфиболитов																	
561	0,05	0,52	1,77	3,65	0,53	0,01	0,22	0,01	0,61	1,08	6,92	2,00	—	7,37	1,69	17	13
562	0,07	0,37	1,90	3,44	0,69	0,01	0,12	0,15	0,88	1,39	6,61	1,28	—	7,62	2,27	19	17
563	0,03	0,20	1,74	3,92	0,83	0,02	0,25	0,04	0,26	0,95	7,05	2,20	—	7,30	1,21	22	18

564	0,04	0,30	1,92	3,40	0,82	0,04	0,12	0,04	0,73	0,85	7,15	1,42	0,00	7,42	1,58	22	20
565	0,07	0,87	1,56	3,16	0,77	0,02	0,24	0,04	0,94	1,39	6,61	1,70	—	7,68	2,33	25	20
566	0,05	0,14	1,97	3,57	1,07	0,14	0,17	0,03	0,64	0,90	7,10	0,67	0,00	7,78	1,54	28	25
567	0,12	0,46	1,72	3,49	1,05	0,03	0,44	0,01	0,56	1,14	6,86	0,90	0,02	7,89	1,70	30	24
568	0,12	0,37	1,80	3,33	1,04	0,05	0,58	0,02	0,47	1,37	6,63	1,21	0,03	7,77	1,84	33	25
569	0,04	0,34	1,69	2,95	1,23	0,04	0,25	0,08	0,76	1,45	6,55	1,55	0,31	7,40	2,21	34	30
570	0,15	0,53	1,86	3,09	1,33	—	0,33	0,02	0,61	1,68	6,32	1,55	—	7,92	2,29	35	30
571	0,07	0,52	1,64	2,84	1,30	0,02	0,21	0,04	0,70	1,09	6,91	2,00	—	7,34	1,79	35	32
572	0,06	0,21	1,91	3,17	1,20	0,05	0,47	0,05	0,16	0,93	7,07	1,84	—	7,30	1,09	35	28
573	0,05	0,63	1,66	2,96	1,30	0,02	0,29	0,06	0,60	1,44	6,56	2,00	—	7,55	2,04	35	31
574	0,09	0,50	1,48	2,65	1,03	0,02	0,48	0,12	0,84	1,16	6,84	1,77	—	7,22	2,00	37	28
575	—	0,83	1,99	2,89	1,52	—	0,16	0,10	0,17	0,98	7,02	1,97	—	7,66	1,15	37	34
576	0,04	0,31	1,68	2,48	1,17	0,03	0,27	0,09	1,37	1,12	6,88	0,94	0,00	7,40	2,49	37	33
577	0,12	0,61	1,80	2,56	1,32	0,04	0,25	0,03	1,01	1,58	6,42	1,45	—	7,75	2,59	39	35
578	0,04	0,31	1,81	2,52	1,43	0,03	0,13	0,05	1,04	1,47	6,53	1,84	0,02	7,36	2,51	39	37
579	0,05	0,28	1,87	2,73	1,51	0,03	0,20	0,05	0,60	1,20	6,80	1,98	0,02	7,31	1,80	39	36
580	0,07	0,19	1,86	2,81	0,69	0,03	1,08	0,13	0,29	1,30	6,70	1,65	—	7,14	1,59	39	20
581	0,06	0,22	1,89	2,77	1,51	0,02	0,24	0,07	0,56	1,33	6,67	1,96	—	7,35	1,89	39	36
582	0,25	0,27	1,83	2,75	1,21	0,05	0,53	0,10	0,43	1,19	6,81	1,70	—	7,42	1,62	39	31
583	0,07	0,94	1,39	2,64	1,05	0,02	0,66	0,03	0,73	1,52	6,48	2,00	—	7,53	2,25	40	29
584	0,26	0,51	1,97	2,91	1,43	0,01	0,50	0,18	0,36	1,82	6,18	0,90	0,25	8,11	2,18	40	33
585	0,05	0,34	1,78	2,48	1,47	0,03	0,21	0,05	0,89	1,42	6,58	1,98	0,02	7,30	2,31	41	38
586	0,52	0,38	1,80	2,88	0,91	0,01	1,10	0,05	0,41	1,89	6,11	0,91	0,13	8,07	2,30	41	24
587	0,14	0,30	1,89	2,81	1,42	0,03	0,56	0,06	0,23	1,35	6,65	2,00	—	7,44	1,58	42	34
588	0,09	0,51	1,75	2,43	1,35	0,04	0,35	0,09	0,94	1,30	6,70	1,33	—	7,55	2,24	42	36
589	0,06	0,39	1,75	2,68	1,67	0,02	0,24	0,08	0,74	1,32	6,68	1,34	—	7,64	2,06	42	39
590	0,20	0,28	2,05	2,52	1,28	0,03	0,53	0,18	0,53	1,34	6,66	1,24	—	7,59	1,87	42	34
591	0,05	0,32	1,72	2,48	1,57	0,02	0,22	0,05	0,85	1,39	6,61	1,96	0,01	7,30	2,24	42	39
592	0,04	0,22	1,88	2,63	1,30	0,03	0,61	0,07	0,59	1,42	6,58	1,60	—	7,37	2,01	42	34
593	0,12	0,40	2,01	2,63	1,57	0,04	0,45	0,11	0,31	1,75	6,25	2,00	—	7,64	2,06	44	38
594	0,22	0,47	1,98	2,63	1,37	0,05	0,65	0,15	0,27	1,62	6,38	1,54	—	7,78	1,89	44	35
595	0,11	0,30	1,92	2,54	1,18	0,02	0,80	0,10	0,56	0,91	7,09	0,71	—	7,53	1,47	44	32
596	0,05	0,31	2,01	2,43	1,74	0,00	0,24	0,10	0,58	1,45	6,55	1,82	0,01	7,48	2,03	45	42
597	0,16	0,30	2,10	2,33	1,66	—	0,26	0,10	0,84	1,54	6,46	1,19	—	7,75	2,38	45	42
598	0,11	0,72	1,67	2,18	1,58	0,02	0,30	0,07	0,93	1,67	6,33	1,94	—	7,58	2,60	46	42
599	0,11	0,21	1,90	2,25	1,72	0,03	0,21	0,05	0,84	1,22	6,78	1,70	0,09	7,30	2,06	46	44
600	0,17	0,32	1,83	2,48	1,58	0,04	0,60	0,12	0,27	1,46	6,54	1,90	0,10	7,42	1,73	47	40
601	0,11	0,44	1,61	2,42	1,77	0,03	0,38	0,26	0,47	1,56	6,44	1,79	—	7,49	2,03	47	43
602	0,15	0,51	1,91	2,12	1,66	—	0,27	0,15	0,94	0,91	7,09	0,63	—	7,71	1,85	48	44

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
603	0,17	0,27	2,03	2,37	1,66	0,04	0,47	0,08	0,42	1,62	6,38	1,98	—	7,52	2,04	48	42
604	0,08	0,25	1,84	2,38	1,68	0,04	0,47	0,07	0,51	1,40	6,60	1,96	—	7,32	1,91	48	42
605	0,04	0,20	1,93	2,27	1,78	0,03	0,32	0,08	0,65	1,47	6,53	2,00	—	7,30	2,12	48	44
606	0,03	0,30	1,79	2,41	2,13	0,04	0,11	0,09	0,47	1,03	6,97	1,86	—	7,37	1,50	49	47
607	0,04	0,22	1,98	2,20	1,83	0,04	0,32	0,08	0,52	1,20	6,80	2,00	—	7,23	1,72	50	46
608	0,06	0,28	1,73	2,40	1,81	0,08	0,50	0,08	0,34	1,20	6,80	2,00	—	7,28	1,54	50	44
609	0,07	0,32	1,83	2,00	1,85	0,03	0,22	0,09	0,87	1,45	6,55	1,98	0,02	7,28	2,32	51	48
610	0,24	0,47	2,10	2,10	1,85	0,02	0,34	0,33	0,57	1,60	6,40	0,71	—	8,02	2,17	51	47
611	0,18	0,35	1,91	2,17	1,60	0,05	0,68	0,07	0,41	1,48	6,52	2,00	—	7,40	1,89	52	43
612	0,24	0,34	1,87	2,10	1,64	0,05	0,56	0,15	0,46	1,51	6,49	1,93	—	7,42	1,97	52	45
613	0,04	0,60	1,58	2,16	1,70	0,04	0,62	0,10	0,54	1,14	6,86	1,70	—	7,37	1,68	52	45
614	0,10	0,58	2,12	2,23	1,70	0,04	0,71	0,09	0,23	1,16	6,84	1,12	—	7,81	1,39	52	44
615	0,04	0,73	1,74	2,32	1,67	0,03	0,88	0,10	0,21	1,47	6,53	1,54	—	7,71	1,68	53	42
616	0,11	0,82	1,50	2,07	1,50	0,03	0,82	0,06	0,57	1,54	6,46	2,00	—	7,48	2,11	53	42
617	0,19	0,52	1,62	1,83	1,29	0,04	0,80	0,12	1,27	1,98	6,02	0,99	—	7,69	3,25	54	42
618	0,21	0,40	1,95	2,04	1,62	0,05	0,80	0,16	0,24	1,69	6,31	1,86	0,14	7,46	1,93	55	45
619	0,18	0,74	1,61	1,88	1,70	0,02	0,68	0,12	0,65	1,80	6,20	2,00	—	7,57	2,45	56	48
620	0,16	0,65	1,45	2,24	2,23	0,07	0,70	0,11	0,49	1,81	6,19	1,01	—	8,10	2,30	57	51
621	0,27	0,23	1,96	1,92	2,01	0,05	0,55	0,05	0,50	1,64	6,36	1,96	—	7,53	2,14	58	52
622	0,06	0,35	1,91	1,74	1,96	0,04	0,43	0,10	0,74	1,61	6,39	2,00	—	7,33	2,35	58	54
623	0,11	0,35	1,87	1,84	2,36	0,04	0,44	0,30	0,12	1,58	6,42	1,96	0,04	7,44	1,70	61	57
624	0,05	0,47	1,71	1,40	2,21	0,07	0,33	0,07	1,15	1,55	6,45	1,41	0,10	7,47	2,70	65	62
625	0,12	0,48	1,77	1,54	2,27	0,04	0,56	0,12	0,52	1,55	6,45	2,00	—	7,41	2,07	65	60
626	0,17	0,43	1,62	1,15	1,99	0,05	0,48	0,07	1,03	1,05	6,95	2,00	—	7,00	2,08	69	64
627	0,18	0,25	2,03	1,47	2,17	0,02	1,03	0,19	0,53	2,19	5,81	1,00	0,00	7,82	2,72	69	60
628	0,08	0,35	1,92	1,35	2,47	0,04	0,57	0,09	0,51	1,64	6,36	2,00	—	7,40	2,15	70	65
б) Из гнейсов и сланцев																	
629	0,06	0,29	1,88	4,65	0,70	0,01	0,21	0,07	0,00	1,42	6,57	1,71	—	7,86	1,42	17	13
630	0,23	0,58	1,91	2,96	0,74	0,01	0,19	0,02	0,99	1,69	6,31	1,97	0,03	7,63	2,68	24	20
631	0,03	0,36	1,88	2,80	1,05	0,00	0,00	0,10	1,61	1,64	6,36	0,58	—	7,82	3,25	27	27
632	0,09	0,18	1,84	3,54	1,02	0,03	0,38	0,04	0,17	0,93	7,07	1,89	0,11	7,29	1,10	29	23
633	0,06	0,68	1,83	2,95	0,82	0,02	0,46	0,03	0,80	1,87	6,13	1,98	0,02	7,65	2,67	31	22
634	0,04	0,33	1,79	3,04	1,11	0,03	0,41	0,11	0,65	1,37	6,63	1,44	0,00	7,51	2,02	34	27
635	0,06	0,47	1,99	3,21	1,09	0,02	0,58	0,08	0,16	1,51	6,49	1,80	—	7,67	1,67	35	26

636	0,05	0,37	1,93	2,95	1,04	0,04	0,61	0,08	0,32	1,45	6,55	1,88	0,12	7,39	1,77	36	27
637	0,25	0,39	1,90	2,73	1,22	0,02	0,45	0,23	0,41	1,56	6,44	1,61	0,07	7,61	1,97	38	31
638	0,21	0,36	1,86	2,69	1,09	0,02	0,56	0,41	0,32	1,51	6,49	0,93	0,39	7,52	1,83	38	29
639	0,15	0,46	1,94	2,74	1,25	0,03	0,43	0,09	0,44	1,37	6,63	1,73	0,13	7,53	1,81	38	32
640	0,18	0,45	1,97	2,64	1,29	0,03	0,49	0,11	0,58	1,33	6,67	1,00	0,14	7,76	1,91	41	33
641	0,10	0,24	1,76	2,39	1,14	0,04	0,46	0,03	1,23	1,09	6,91	0,88	—	7,39	2,32	41	33
642	0,11	0,43	1,68	2,34	1,09	0,03	0,56	0,20	0,94	1,57	6,43	1,38	0,10	7,37	2,51	42	32
643	0,09	0,52	1,60	2,21	1,54	0,01	0,22	0,07	1,18	1,58	6,42	1,76	—	7,44	2,76	45	41
644	0,26	0,36	1,83	2,40	1,47	0,03	0,50	0,17	0,50	1,72	6,28	1,92	0,06	7,52	2,22	45	38
645	0,03	0,42	1,54	2,35	1,42	0,04	0,60	—	0,55	0,58	7,42	2,00	—	6,94	1,13	47	38
646	0,17	0,24	1,83	2,40	1,75	0,05	0,58	0,10	0,23	1,34	6,66	2,00	—	7,36	1,57	50	43
647	0,18	0,37	1,35	2,41	1,64	0,05	0,74	0,14	0,45	1,58	6,42	2,00	—	7,33	2,03	50	41
648	0,25	0,57	1,91	2,21	1,51	0,04	0,69	0,26	0,59	1,82	6,18	0,74	0,08	8,01	2,41	50	41
649	0,12	0,23	1,86	2,33	2,01	0,06	0,34	0,09	0,30	1,15	6,85	2,00	—	7,34	1,45	51	47
650	0,16	0,30	1,76	2,01	1,29	0,02	0,93	0,25	0,83	1,91	6,09	1,02	—	7,55	2,74	53	40
651	0,20	0,34	1,72	1,92	1,31	0,04	0,89	0,12	0,72	1,79	6,21	1,99	0,01	7,25	2,51	54	41
652	0,14	0,32	1,65	2,06	1,43	0,10	1,17	0,17	0,23	1,69	6,31	1,76	0,09	7,28	1,92	57	43
653	0,29	0,47	1,69	1,84	2,09	0,10	0,45	0,34	0,25	1,64	6,36	1,28	0,72	7,52	1,89	59	54
654	0,11	0,37	1,77	1,41	1,64	0,04	0,61	0,09	1,23	2,04	5,96	2,00	—	7,25	3,27	62	54
655	0,00	0,00	1,85	1,87	2,64	0,06	0,41	0,03	0,25	0,88	7,12	2,00	0,00	7,09	1,13	62	59
656	0,05	0,60	1,61	1,47	1,82	0,05	0,59	0,07	1,10	1,68	6,32	1,62	0,13	7,37	2,78	63	56
657	0,06	0,39	1,68	1,81	2,02	0,04	1,07	0,00	0,34	1,68	6,32	1,93	—	7,40	2,02	63	53
658	0,12	0,20	1,76	1,65	2,10	0,04	1,06	0,49	0,00	1,57	6,18	2,00	—	7,18	1,57	66	57
659	0,39	0,57	1,79	1,49	2,33	0,13	0,87	0,13	0,04	1,72	6,28	1,74	0,26	7,75	1,76	69	62
660	0,09	0,40	1,68	1,08	1,94	0,01	0,77	0,05	1,24	1,78	6,22	1,73	0,00	7,22	3,02	72	65
661	0,11	0,38	1,71	1,20	2,14	0,04	1,13	0,04	0,77	1,37	6,63	0,85	—	7,52	2,14	73	65
662	0,10	0,35	1,77	0,57	2,63	0,06	0,63	0,05	1,08	1,82	6,18	2,00	—	7,24	2,90	85	83

в) Из других пород

663	0,32	0,69	1,96	4,38	0,05	0,03	0,05	0,07	0,49	1,54	6,46	0,55	1,25	8,04	2,03	3	2
664	0,06	0,61	1,89	3,52	0,41	—	Cr=0,08	—	1,28	1,64	6,36	1,26	—	7,85	2,92	12	10
665	0,04	0,07	1,97	3,44	0,80	0,01	—	—	0,70	0,60	7,40	1,93	—	7,04	1,30	19	19
666	—	0,17	1,85	3,77	0,62	0,02	0,26	0,00	0,44	0,78	7,22	2,00	—	7,12	1,22	19	14
667	0,07	0,31	1,81	3,72	0,80	0,01	0,36	0,02	0,27	0,97	7,03	1,96	—	7,36	1,24	24	18
668	0,07	0,29	1,65	3,44	0,95	0,02	0,12	0,02	0,81	1,33	6,67	1,95	0,05	7,37	2,14	24	22
669	0,07	0,20	2,10	3,29	0,79	0,01	0,35	0,06	0,55	1,56	6,44	2,00	—	7,41	2,11	26	20
670	0,11	0,97	1,83	2,89	0,96	0,02	0,24	0,23	0,76	1,83	6,17	1,35	—	8,06	2,59	30	25
671	0,20	0,50	1,89	2,90	1,23	0,02	0,27	0,18	0,53	1,25	6,75	1,34	—	7,72	1,78	34	30
672	0,04	0,16	1,73	3,19	1,12	0,03	0,77	0,18	0,02	1,46	6,54	1,81	0,19	7,25	1,48	38	26
673	0,00	0,88	1,57	2,52	1,19	0,00	0,35	—	1,38	1,68	6,32	1,02	—	7,90	3,06	38	32
674	0,02	0,50	1,58	2,61	1,35	0,03	0,36	0,07	0,90	1,64	6,36	1,88	0,03	7,43	2,54	40	35

п/п №	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
675	0,11	0,73	1,56	2,39	1,25	0,09	0,69	0,20	0,52	1,50	6,50	1,45	0,18	7,54	2,02	46	36
676	0,16	0,73	1,47	2,26	1,26	0,03	0,78	0,18	0,59	1,36	6,64	1,56	0,07	7,45	1,95	48	36
677	—	0,75	2,01	2,26	1,41	0,16	0,64	—	0,39	1,09	6,91	1,60	—	7,61	1,48	49	41
678	0,17	0,28	1,95	2,33	1,55	0,07	0,70	0,05	0,29	1,41	6,59	2,00	—	7,39	1,70	50	41
679	0,32	0,66	1,77	2,17	1,52	0,03	0,74	0,34	0,17	2,02	5,98	1,93	0,00	7,73	2,19	51	42
680	0,12	1,06	1,59	2,20	1,82	0,13	0,68	0,17	0,17	1,89	6,11	1,85	0,15	7,94	2,06	54	47
681	0,04	0,46	1,77	1,42	1,76	0,04	0,54	0,05	1,17	1,68	6,32	1,84	—	7,26	2,85	62	56
682	0,04	0,32	1,59	1,54	2,47	0,02	0,63	0,09	0,78	1,56	6,44	1,40	—	7,47	2,34	67	62
683	0,11	0,91	1,68	1,45	2,63	0,03	0,89	0,03	0,20	2,02	5,98	1,87	0,13	7,94	2,22	71	65
684	0,32	0,06	2,10	1,23	2,25	0,35	0,96	0,02	0,33	1,16	6,84	0,98	—	7,62	1,49	74	68
685	0,32	0,25	2,36	0,76	2,90	0,07	0,79	0,08	0,11	1,38	6,62	1,63	—	7,64	1,49	83	80
686	0,08	0,34	1,84	0,65	2,73	0,01	0,56	0,05	1,00	1,78	6,22	2,00	—	7,26	2,78	84	81

Амфиболы переходного ряда актинолит—роговая обманка (с Al от 0,5 до 1)

а) Из скарнов и близких к ним пород

687	0,05	0,32	1,66	5,18	0,03	0,02	—	—	0,22	0,57	7,43	1,77	—	7,48	0,79	1	1
688	0,01	—	1,76	4,36	0,22	0,00	0,00	0,00	0,52	0,28	7,72	2,00	—	6,88	0,80	5	5
689	0,11	0,35	1,94	4,50	0,22	—	0,05	0,03	0,46	0,30	7,70	0,80	0,11	7,65	0,76	6	5
690	0,00	0,00	2,05	4,29	0,70	0,00	0,05	0,01	0,06	0,45	7,55	2,00	—	7,17	0,51	15	14
691	0,04	0,20	1,94	3,82	0,62	0,02	0,26	0,02	0,25	0,60	7,40	1,77	0,18	7,17	0,85	19	14
692	0,15	0,21	1,97	4,01	0,88	0,01	0,15	0,02	0,18	0,64	7,36	0,88	0,58	7,58	0,82	21	18
693	0,13	0,42	1,84	3,65	1,06	0,01	0,30	0,00	0,21	0,66	7,34	1,44	—	7,62	0,87	27	23
694	0,06	0,46	2,00	3,01	1,65	0,05	0,45	0,00	0,06	0,59	7,41	1,10	—	7,74	0,65	42	36
695	—	0,10	1,96	2,85	1,76	—	0,31	—	0,13	0,56	7,44	2,00	—	7,11	0,69	42	38
696	0,04	0,26	1,75	2,91	1,48	0,07	0,58	0,02	0,23	0,45	7,55	1,21	—	7,34	0,68	42	35
697	0,03	0,24	1,84	2,81	1,81	0,07	0,21	0,03	0,22	0,47	7,53	1,67	—	7,28	0,69	43	40
698	0,08	0,11	1,88	0,53	3,91	0,35	0,30	0,00	0,25	0,73	7,27	1,55	0,00	7,41	0,98	90	89

б) Из других пород

699	0,03	0,06	1,82	4,43	0,55	0,03	0,07	0,02	0,14	0,44	7,56	2,00	—	7,15	0,58	13	12
700	0,14	0,30	1,97	4,04 <sup>1</sup>	0,51	—	0,13	—	0,18	0,44	7,56	2,00	—	7,28	0,62	14	11
701	0,12	0,47	2,25	3,83	0,72	0,03	0,16	0,01	0,03	0,73	7,27	1,86	—	7,63	0,76	19	16
702	0,12	0,59	2,05	3,06	0,85	—	0,39	0,01	0,27	0,67	7,33	2,00	—	7,34	0,94	29	22
703	0,01	0,14	2,01	3,26	1,41	0,02	0,17	0,07	0,22	0,54	7,46	1,56	—	7,31	0,76	33	30

704	0,03	0,27	1,65	3,10	1,43	0,03	0,16	0,07	0,30	0,39	7,61	2,00	—	7,04	0,69	34	32
705	0,02	0,14	1,92	3,06	1,50	0,04	0,22	0,05	0,23	0,73	7,27	2,00	—	7,17	0,96	37	33
706	0,03	0,17	1,97	2,76	1,57	0,04	0,35	0,01	0,25	0,45	7,55	1,57	0,14	7,16	0,70	42	37
707	0,08	0,78	2,07	2,78	1,65	0,05	0,45	0,00	0,13	0,62	7,38	0,94	—	7,99	0,75	44	38

Актинолиты и тремолиты с Al до 0,5

а) Из скарнов и близких к ним пород

708	—	—	1,73	5,07	0,01	0,04	0,00	—	0,08	0,00	8,00	2,00	—	6,93	0,08	1	1
709	0,00	0,03	2,00	4,91	0,04	0,00	0,02	0,00	0,05	0,19	7,81	2,00	—	7,07	0,24	1	1
710	0,02	0,07	1,97	4,93	0,04	0,00	0,02	—	0,05	0,08	7,92	1,91	—	7,10	0,13	1	1
711	0,02	0,07	2,03	4,76	0,12	0,00	0,01	0,00	0,07	0,16	7,84	2,00	—	7,08	0,23	3	2
712	0,08	0,28	1,73	4,82	0,46	0,01	0,09	0,00	0,21	0,13	7,87	0,49	0,38	7,67	0,34	10	9
713	—	—	1,74	4,97	0,61	—	—	—	0,00	0,09	7,77	1,99	—	7,19	0,09	11	11
714	0,02	0,08	1,97	4,50	0,58	0,03	0,14	0,01	0,09	0,07	7,93	1,17	—	7,38	0,16	14	11
715	0,01	0,05	2,06	4,31	0,67	0,02	0,07	0,01	0,18	0,09	7,91	1,16	—	7,37	0,27	15	14
716	—	—	1,66	4,43	0,68	0,07	0,07	—	0,04	0,04	7,96	2,00	—	6,96	0,08	16	15
717	0,02	0,14	1,74	4,31	0,59	0,03	0,21	0,01	0,12	0,34	7,66	1,81	—	7,18	0,46	16	13
718	0,13	0,18	1,87	3,94	1,07	0,02	0,26	0,01	0,00	0,46	7,43	1,77	0,23	7,36	0,46	26	22
719	0,02	0,08	2,03	3,57	1,25	0,06	0,18	0,01	0,00	0,34	7,62	2,00	—	7,16	0,34	29	27

б) Из других пород

720	0,07	0,05	2,05	4,86	0,03	0,00	0,01	0,01	0,03	0,16	7,84	1,95	0,05	7,11	0,19	0,8	0,6
721	0,00	0,03	2,00	4,91	0,04	0,00	0,02	0,00	0,05	0,19	7,81	2,00	0,00	7,07	0,24	1	1
722	0,03	0,22	1,78	4,99	0,02	0,06	—	0,00	0,05	0,03	7,97	1,71	0,18	7,17	0,08	2	2
723	0,01	0,20	1,57	5,07	—	0,18	0,04	0,01	0,02	0,05	7,95	1,88	0,12	7,10	0,07	4	3
724	0,00	0,16	1,91	5,30	0,33	0,01	0,10	0,02	0,00	0,20	7,72	0,87	—	7,75	0,20	8	6
725	0,02	0,05	1,81	4,63	0,32	0,02	0,07	0,01	0,08	0,09	7,91	1,88	0,10	7,01	0,17	8	7
726	0,04	0,07	1,92	4,65	0,46	0,01	0,07	0,01	0,00	0,25	7,71	1,94	0,06	7,18	0,25	10	9
727	0,03	0,02	1,85	4,62	0,45	0,03	0,09	0,02	0,00	0,13	7,83	2,00	—	7,07	0,13	11	9
728	0,05	0,15	1,87	4,77	0,21	0,06	0,08	—	0,02	0,20	7,80	1,60	0,40	7,21	0,22	11	9
729	0,09	0,51	2,04	4,83	0,63	—	0,07	—	0,00	0,26	7,58	1,09	—	8,01	0,26	13	11
730	—	0,15	1,99	4,26	0,48	—	0,16	—	0,09	0,39	7,61	2,00	—	7,14	0,48	13	10
731	0,02	0,30	1,67	4,43	0,53	0,03	0,16	0,00	0,40	0,00	8,00	0,70	—	7,54	0,40	14	11
732	—	0,50	1,98	4,69	0,40	0,12	0,27	—	0,00	0,50	7,44	1,04	—	7,90	0,50	14	10
733	0,02	0,16	1,81	4,28	0,60	0,04	0,15	0,00	0,11	0,26	7,74	1,69	0,14	7,17	0,37	16	13
734	0,02	0,19	1,68	4,11	0,78	0,03	0,15	0,01	0,04	0,06	7,94	2,00	—	7,03	0,10	19	16
735	0,00	0,12	1,74	4,05	0,84	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	8,00	2,00	—	7,06	0,00	21	17
736	0,12	0,16	1,74	3,93	0,94	0,00	0,15	0,01	0,19	0,20	7,80	1,64	—	7,24	0,39	22	19
737	0,02	0,13	1,85	3,51	0,80	0,05	0,25	0,02	0,35	0,13	7,87	1,49	0,16	6,99	0,48	24	19

<sup>1</sup> Вместе с Ni.

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
738	0,14	0,30	2,40	3,13	0,81	0,00	0,22	0,01	0,28	0,21	7,79	1,53	—	7,30	0,49	25	21
739	0,04	0,17	1,60	3,60	0,84	0,04	0,32	—	0,25	0,02	7,98	1,92	—	6,87	0,27	25	20
740	0,01	0,12	1,88	3,70	1,12	0,02	0,22	0,02	0,00	0,24	7,75	1,97	0,03	7,07	0,24	27	24
741	0,00	0,37	1,56	3,39	1,06	0,03	0,24	0,01	0,29	0,07	7,93	2,00	—	6,95	0,36	28	24
742	—	0,16	1,92	2,57	2,11	—	0,32	—	0,02	0,32	7,68	1,95	—	7,10	0,34	49	45
743	—	—	1,96	1,42	3,09	0,08	0,61	0,16	0,00	0,36	7,33	2,00	—	7,02	0,36	73	69

## Глаукофаны

744	0,12	1,83	0,15	2,62	0,61	—	0,12	—	1,72	0,20	7,80	2,00	—	7,16	1,92	22	19
745 <sup>1</sup>	0,20	2,00	0,30	2,50	0,50	—	0,30	—	1,70	0,30	7,70	1,60	—	7,15	2,00	24	17
746	0,07	1,52	0,22	2,25	0,53	—	0,27	0,13	1,76	0,23	7,77	2,00	—	6,76	1,99	26	19
747 <sup>2</sup>	0,00	1,67	0,18	2,54	0,71	—	0,21	—	1,70	0,25	7,75	—	—	7,01	1,95	27	22
748	0,11	1,82	0,10	2,15	0,95	—	0,30	—	1,63	0,13	7,87	2,00	—	7,06	1,76	37	31
749	0,06	1,57	0,31	1,95	0,93	0,00	0,25	—	1,82	0,20	7,80	2,00	—	6,88	2,02	38	32
750	0,00	1,68	0,46	2,39	1,08	0,00	0,40	0,01	1,28	0,60	7,40	2,00	—	7,29	1,88	38	31
751	0,02	1,68	0,03	2,41	0,90	—	0,60	0,05	1,74	0,00	8,00	0,40	—	7,53	1,74	38	27
752	0,10	1,50	0,49	2,32	1,24	—	0,25	—	1,33	0,14	7,86	1,71	—	7,23	1,47	39	35
753	0,00	1,90	0,26	2,03	1,28	0,00	0,14	0,04	1,72	0,00	8,00	1,20	—	7,37	1,72	41	39
754	0,07	1,92	0,15	2,13	1,18	0,00	0,34	—	1,90	0,00	8,00	0,35	—	7,69	1,90	42	36
755	0,11	1,74	0,18	1,85	1,26	—	0,20	—	1,75	0,10	7,90	1,79	—	7,10	1,85	44	41
756	0,30	1,32	0,45	1,77	1,09	0,01	0,33	0,13	1,51	0,34	7,66	2,00	—	6,93	1,85	45	38
757	0,01	1,51	0,54	2,02	1,37	0,01	0,30	0,02	1,30	0,20	7,80	1,88	0,00	7,09	1,50	46	41
758	0,21	1,46	0,43	1,69	1,15	0,02	0,35	0,10	1,52	0,25	7,75	2,00	—	6,93	1,77	47	41
759	0,11	1,58	0,35	1,77	1,19	0,00	0,55	0,01	1,48	0,44	7,56	2,00	—	7,04	1,92	49	40
760	0,01	1,30	0,81	1,84	1,62	0,03	0,46	0,20	0,84	0,62	7,38	2,00	—	7,11	1,46	54	47
761	0,15	1,82	0,06	1,54	1,61	—	0,17	—	1,82	0,22	7,78	1,88	—	7,16	2,04	54	51
762	0,01	1,85	0,14	1,49	1,42	0,00	0,31	0,01	1,76	0,10	7,90	1,88	—	6,99	1,86	54	49
763	0,02	1,54	0,30	1,62	1,42	0,02	0,46	0,09	1,40	0,24	7,76	2,00	—	6,87	1,64	54	47
764	0,03	1,81	0,55	1,15	0,89	0,01	0,55	0,00	1,78	0,05	7,95	2,00	—	6,78	1,83	56	44

## Глаукофаны и кросситы с повышенным содержанием марганца

765	0,27	1,61	0,41	3,11	0,00	0,11	0,60	0,15	1,43	0,00	8,00	0,11	0,01	7,69	1,43	18	4
766	0,02	1,73	0,13	3,18	0,04	0,05	0,77	0,01	1,11	0,18	7,82	2,00	—	7,02	1,29	21	3
767	0,04	1,57	0,32	2,57	0,65	0,07	0,96	0,01	0,88	0,23	7,77	1,80	—	7,08	1,11	40	22

768	0,06	1,52	2,28	2,51	0,42	0,15	1,38	0,03	0,59	0,16	7,84	1,81	—	6,94	0,75	44	18
769	0,29	2,05	0,30	2,16	1,15	0,05	0,47	0,04	1,17	0,36	7,64	1,66	—	7,66	1,53	44	36
770	0,00	1,77	0,36	2,08	0,91	0,21	0,59	0,03	1,29	0,58	7,42	1,95	—	7,24	1,87	45	35

*Кросситы, связанные с глаукофановыми сланцами*

771	0,10	1,72	0,20	2,03	1,00	0,00	0,58	0,02	1,50	0,00	8,00	1,40	—	7,15	1,50	43	33
772	0,04	1,32	0,44	2,21	1,07	0,01	0,86	0,04	1,03	0,67	7,33	2,00	—	7,03	1,70	47	33
773	0,02	1,92	0,19	1,86	1,12	0,01	0,76	0,04	1,39	0,06	7,94	1,15	—	7,31	1,45	50	38
774	0,21	2,05	0,35	2,05	1,04	—	1,15	0,10	0,92	0,26	7,74	0,51	—	7,86	1,18	52	34
775	0,05	1,41	0,32	2,13	1,19	0,02	1,16	0,22	0,46	0,49	7,51	2,00	—	6,95	0,95	53	36
776	0,03	1,84	0,12	1,85	1,22	0,02	0,85	0,02	1,11	0,27	7,73	2,00	—	7,06	1,38	53	40
777	0,02	1,49	0,38	1,96	1,22	0,02	1,18	0,05	0,66	0,39	7,61	2,00	—	6,98	1,05	55	39
778 <sup>1</sup>	0,02	1,62	0,24	1,93	1,19	0,02	1,19	0,03	0,72	0,23	7,77	—	—	6,96	0,95	55	39
779	0,08	1,54	0,47	1,62	1,36	0,02	0,81	0,24	0,82	0,44	7,56	2,00	—	6,97	1,26	58	46
780	0,11	2,01	0,63	1,63	1,33	0,02	0,97	0,18	0,81	0,55	7,45	1,15	—	7,69	1,36	59	45
781	0,02	1,50	0,34	1,53	1,45	0,00	0,72	0,06	1,25	0,37	7,63	2,00	—	7,87	1,62	59	49
782	0,07	1,75	0,24	1,55	1,41	0,04	0,76	—	1,24	0,16	7,84	1,87	—	7,06	1,40	59	48
783	0,04	1,71	0,33	1,78	1,00	0,01	1,59	0,04	0,40	0,19	7,81	2,00	—	6,93	0,59	59	36
784 <sup>2</sup>	0,14	1,41	0,36	1,18	1,09	0,03	1,25	0,29	0,81	0,20	7,80	—	—	6,55	1,01	67	49
785	0,04	1,68	0,09	1,23	1,85	0,01	0,72	0,03	1,31	0,30	7,70	2,00	—	6,96	1,61	68	60

*Кросситы, связанные с рудными месторождениями*

786	0,02	2,27	0,31	2,54	0,50	—	1,27	0,03	0,60	0,24	7,76	1,54	—	7,53	0,84	41	16
787	0,01	2,21	0,28	2,51	0,63	0,00	1,19	0,03	0,80	0,04	7,96	0,88	—	7,66	0,84	42	20
788	0,13	1,73	0,33	2,05	0,79	—	1,28	0,03	0,63	0,02	7,98	1,90	—	7,00	0,65	50	28
789	—	1,63	0,65	1,55	1,17	—	0,90	0,02	1,06	0,36	7,64	2,00	—	6,99	1,42	57	43
790	0,13	1,67	0,33	1,99	0,99	—	1,70	0,00	0,33	0,30	7,70	1,80	—	7,14	0,63	57	33
791	—	1,70	0,14	1,50	1,19	—	1,04	0,06	1,42	0,00	8,00	2,00	—	7,05	1,42	60	44

*Родуситы, связанные с рудными месторождениями*

792	—	1,80	0,23	3,37	0,27	0,18	1,56	—	0,28	0,21	7,79	0,76	—	7,70	0,49	37	12
793	0,09	1,25	0,39	3,23	0,42	0,01	1,71	0,01	0,00	0,06	7,80	2,00	—	6,98	0,06	40	12
794	0,00	1,46	0,39	2,95	0,50	0,03	1,65	0,00	0,01	0,17	7,83	2,00	—	6,99	0,18	42	15
795	0,03	1,69	0,21	2,78	0,45	0,00	1,69	—	0,11	0,04	7,96	2,00	—	6,98	0,15	44	14
796	0,20	1,39	0,12	2,89	0,92	0,00	1,64	0,02	0,00	0,02	7,88	2,00	—	7,07	0,02	47	24
797	0,14	1,73	0,15	2,62	0,58	0,00	1,75	0,00	0,16	0,01	7,99	1,68	0,03	7,13	0,17	47	18
798	0,04	1,83	0,14	2,34	0,66	0,00	1,65	0,00	0,32	—	8,00	1,88	0,03	6,99	0,32	50	22

<sup>1</sup> Формула рассчитана по молекулярным %.

<sup>2</sup> Химический анализ в вес.% в работе не приведен. Пересчет дан по автору на 23 O, исключая воду.

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
799	0,08	1,67	0,04	2,69	0,49	0,01	2,18	0,00	0,00	0,08	7,75	2,00	—	6,99	0,08	50	16
800	0,04	1,60	0,42	2,64	0,41	0,03	2,35	0,00	0,00	0,05	7,90	0,55	—	7,44	0,05	51	14
801	0,07	1,59	0,05	2,51	0,85	0,03	1,77	—	0,07	0,05	7,95	2,00	—	6,93	0,12	51	26
802	0,04	1,25	0,26	2,53	0,94	0,03	1,83	0,01	0,00	0,08	7,85	2,00	—	6,83	0,08	53	28
803	0,06	1,70	0,34	2,24	1,01	—	1,68	—	0,11	0,33	7,67	2,00	—	7,14	0,44	55	31
804	0,04	1,82	0,06	2,22	1,05	0,00	2,01	0,01	0,00	0,00	7,85	2,00	—	7,07	—	58	32
805	0,03	1,50	0,34	2,14	1,47	0,01	1,69	0,01	0,00	0,10	7,79	2,00	—	7,07	0,10	60	41
806	0,14	1,42	0,77	1,91	1,36	0,02	1,46	0,16	0,00	0,34	7,58	1,91	0,09	7,15	0,34	60	42
807	0,09	1,21	0,34	1,59	1,54	—	2,05	0,04	0,00	0,44	7,53	2,00	—	6,83	0,44	69	49

## Родусит-асбесты и родуситы родуситовых месторождений

808	0,07	1,88	0,22	2,74	0,45	0,00	1,38	—	0,49	0,17	7,83	1,67	0,10	7,24	0,66	40	14
809	0,13	1,39	0,17	3,06	0,48	—	1,66	0,00	0,05	0,06	7,94	2,00	—	6,93	0,11	41	14
810	0,05	1,55	0,06	2,58	0,14	0,00	1,69	0,02	0,58	0,07	7,93	2,00	—	6,68	0,65	42	5
811	0,04	1,46	0,05	2,35	0,23	0,00	1,56	0,04	0,80	0,00	8,00	2,00	—	6,53	0,80	43	9
812	0,06	1,26	0,12	2,96	1,00	0,01	1,35	0,01	0,16	0,06	7,94	1,78	0,22	6,93	0,22	44	25
813 <sup>1</sup>	0,07	1,47	0,12	2,90	0,95	0,00	1,51	0,01	0,07	0,24	7,76	1,69	0,31	7,09	0,31	46	25
814	0,11	1,76	0,07	2,60	0,56	—	1,66	0,00	0,26	0,10	7,90	1,90	0,10	7,02	0,36	46	18
815	0,06	1,33	0,07	2,76	1,02	0,01	1,47	0,02	0,18	0,16	7,84	1,64	0,36	6,93	0,34	48	27
816	0,08	1,74	0,11	2,50	0,86	—	1,46	0,00	0,31	0,00	8,00	1,92	0,08	7,06	0,31	48	25
817	0,08	1,55	0,20	2,64	0,89	0,03	1,52	0,00	0,56	0,10	7,90	0,69	—	7,48	0,66	48	26
818	0,04	1,83	0,18	2,65	0,87	0,01	1,58	—	0,00	0,03	7,97	2,00	—	7,16	0,03	48	25
819	0,02	1,94	0,36	2,74	0,65	0,01	1,88	0,00	0,04	0,00	8,00	0,54	0,10	7,64	0,04	48	20
820	0,02	1,35	0,11	2,65	0,94	0,00	1,58	0,01	0,17	0,06	7,94	1,88	0,12	6,83	0,23	49	26
821	0,08	1,52	0,21	2,74	0,89	—	1,73	—	0,00	0,00	7,88	2,00	—	7,06	—	49	25
822	0,03	2,04	0,00	2,25	1,00	0,00	1,40	0,00	0,47	0,00	8,00	1,79	—	7,19	0,47	52	31
823	0,11	1,57	0,19	2,72	1,12	—	1,55	0,00	0,00	0,28	7,70	1,90	0,10	7,24	0,28	49	29
824	0,11	1,65	0,15	2,52	0,95	0,01	1,51	—	0,48	0,05	7,95	1,03	—	7,39	0,53	50	28
825	0,05	1,89	0,07	2,44	0,65	0,00	1,78	0,07	0,21	0,09	7,91	1,56	—	7,16	0,30	50	21
826	0,04	1,68	0,00	2,78	0,95	0,00	1,86	0,00	0,18	0,00	8,00	0,76	—	7,49	0,18	50	25
827	0,13	1,30	0,02	2,53	0,89	0,00	1,65	0,00	0,28	0,09	7,91	2,00	—	6,79	0,37	50	26
828	0,07	1,62	0,14	2,55	0,98	0,00	1,60	0,02	0,04	0,06	7,94	1,87	0,13	7,03	0,10	50	28
829	0,11	1,72	0,13	2,46	1,04	0,00	1,48	0,01	0,20	0,15	7,85	1,83	0,17	7,14	0,35	51	30
830 <sup>1</sup>	0,07	1,30	0,49	2,48	0,98	0,10	1,49	0,02	0,07	0,23	7,77	1,73	0,27	7,00	0,30	51	30

831	0,08	1,81	0,12	2,47	0,92	—	1,66	—	0,05	0,07	7,93	2,00	—	7,12	0,12	51	27
832	0,15	1,79	0,15	2,47	0,89	—	1,68	—	0,04	0,04	7,96	1,91	—	7,17	0,08	51	27
833	0,04	1,78	0,18	2,37	0,69	0,00	1,86	0,01	0,08	0,14	7,86	1,95	0,05	7,00	0,22	52	23
834	0,08	1,46	0,23	2,31	0,88	0,00	1,63	0,02	0,22	0,04	7,96	1,53	0,47	6,83	0,26	52	28
835	0,07	1,27	0,03	2,41	0,92	0,00	1,71	0,00	0,29	0,10	7,90	2,00	—	6,71	0,39	52	28
836	0,07	1,84	0,09	2,37	0,98	0,00	1,64	0,00	0,13	0,14	7,86	1,82	0,18	7,13	0,27	53	29
837	0,04	1,27	0,10	2,44	0,93	0,00	1,78	0,00	0,17	0,10	7,90	2,00	—	6,73	0,27	53	28
838	0,07	1,72	0,30	2,22	0,96	0,01	1,53	0,01	0,22	0,04	7,96	1,94	0,06	7,03	0,26	53	30
839	0,04	1,60	0,14	2,21	0,73	0,00	1,81	0,01	0,25	0,05	7,95	1,92	0,08	6,80	0,30	54	25
840	0,07	1,39	0,33	2,25	1,00	0,01	1,58	0,01	0,18	0,00	8,00	1,95	0,05	6,82	0,18	54	31
841 <sup>1</sup>	0,07	1,78	0,10	2,32	1,09	0,00	1,63	0,00	0,11	0,10	7,90	1,82	0,18	7,10	0,21	54	32
842 <sup>2</sup>	0,18	1,24	0,40	2,26	1,00	—	1,71	0,03	0,11	0,28	7,72	1,91	0,09	6,92	0,39	54	31
843	0,10	1,56	—	2,12	0,95	—	1,64	—	0,42	0,00	8,00	2,00	—	6,79	0,42	55	31
844	0,06	1,93	0,20	2,29	1,12	0,01	1,66	0,00	0,00	0,05	7,92	2,00	—	7,23	0,05	55	33
845	0,12	1,92	0,18	2,44	1,24	0,04	1,70	—	0,00	0,00	7,76	2,00	—	7,41	—	55	34
846	0,06	1,62	0,12	2,06	0,85	—	1,72	0,00	0,28	0,00	8,00	1,89	0,11	6,71	0,28	55	29
847 <sup>3</sup>	0,05	1,48	0,18	2,19	0,88	0,00	1,85	0,01	0,14	0,10	7,90	1,95	0,05	6,80	0,24	55	29
848	0,03	1,76	0,14	2,18	0,84	0,00	1,95	0,03	0,03	0,15	7,85	1,95	0,05	6,95	0,18	56	28
849	0,07	1,77	0,24	2,19	1,15	0,02	1,73	—	0,00	0,04	7,92	2,00	—	7,11	0,04	57	35
850 <sup>3</sup>	0,10	1,31	0,23	2,20	0,84	—	2,12	0,05	0,00	0,20	7,73	2,00	—	6,77	0,20	57	28
851 <sup>4</sup>	0,05	1,60	0,15	2,06	0,79	0,00	2,06	0,01	0,09	0,11	7,89	1,90	0,10	6,80	0,20	58	28
852	0,06	1,48	0,09	1,92	0,97	0,02	1,94	0,00	0,16	0,00	8,00	1,80	0,20	6,64	0,16	60	34

*Железистые родуситы*

853	0,05	2,14	0,13	1,42	1,54	—	1,94	—	0,10	0,00	8,00	1,42	—	7,32	0,10	71	52
854	0,05	2,23	0,27	1,39	1,49	—	2,02	—	0,09	0,06	7,94	1,17	—	7,53	0,15	72	52
855	0,02	2,08	0,01	1,37	1,57	0,00	1,96	0,08	0,00	0,08	7,88	1,95	0,05	7,07	0,08	72	53
856	0,00	2,29	0,21	1,42	1,77	—	2,02	—	0,13	0,00	8,00	0,46	—	7,84	0,13	73	55
857	0,00	2,13	0,16	1,36	1,72	—	1,93	—	0,00	0,11	7,82	2,00	—	7,23	0,11	73	56
858	0,01	2,18	0,15	1,36	1,69	—	2,02	—	0,04	0,09	7,91	1,34	—	7,44	0,13	73	55
859	0,10	1,90	0,07	1,30	1,70	0,03	2,04	0,03	0,00	0,02	7,93	1,77	—	7,12	0,02	74	57
860	0,06	1,76	0,04	1,23	1,69	0,00	2,00	0,06	0,00	0,00	8,00	2,00	—	6,85	0,00	75	58
861	0,00	2,05	0,11	1,29	1,73	—	2,20	—	0,00	0,22	7,78	1,30	—	7,38	0,22	75	57
862	0,13	1,63	0,03	1,25	2,03	0,01	1,84	0,00	0,06	0,10	7,90	2,00	—	6,99	0,16	76	62
863	0,01	1,82	0,22	1,18	1,81	—	1,90	—	0,04	0,09	7,91	2,00	—	6,99	0,13	76	61
864	0,00	1,72	0,07	1,05	2,10	0,00	1,97	—	0,00	0,00	7,98	2,00	—	6,89	0,00	79	67

<sup>1</sup> Среднее по двум химическим анализам.

<sup>2</sup> Среднее из 100 анализов.

<sup>3</sup> Среднее по трем анализам.

<sup>4</sup> Среднее по 12 анализам.

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
865	0,06	1,99	0,11	1,05	2,46	—	1,61	0,03	—	—	7,94	2,00	—	7,25	—	80	70
866	0,02	1,78	0,00	0,96	2,10	0,00	1,95	—	0,08	0,01	7,99	2,00	—	6,89	0,09	81	69
867	0,01	1,84	0,17	0,97	2,25	0,00	1,85	—	0,00	0,00	7,95	2,00	—	7,05	0,00	81	70
868	0,00	1,40	0,00	0,97	1,81	0,00	2,34	0,00	0,00	0,00	8,00	2,00	—	6,52	0,00	81	65
869	—	1,35	0,13	0,97	2,21	—	2,01	—	—	—	8,00	2,00	—	6,67	—	81	69
870	0,05	1,77	0,07	0,90	1,94	0,00	2,17	0,00	0,00	0,04	7,93	2,00	—	6,88	0,04	82	68
871	0,00	1,75	0,08	0,84	2,19	0,00	2,01	—	0,00	0,00	8,00	2,00	—	6,87	0,00	83	72
872	—	1,33	0,13	0,85	2,01	—	2,37	—	—	—	7,89	2,00	—	6,59	—	84	70
873	0,05	1,81	0,07	0,74	1,89	0,00	2,33	0,00	0,00	0,01	7,93	2,00	—	6,83	0,01	85	72

## Рибекиты метаморфических пород

874 <sup>1</sup>	0,08	1,50	0,12	0,70	2,08	0,02	1,50	0,01	0,66	0,00	8,02	—	—	6,67	0,66	84	75
875	0,00	1,59	0,12	0,70	2,26	0,01	2,13	—	0,00	0,13	7,86	2,00	—	6,81	0,13	86	76
876	0,42	1,26	0,25	0,69	3,03	—	1,52	—	0,00	0,17	7,82	2,00	—	7,17	0,17	87	81
877	0,00	1,73	0,03	0,68	2,31	0,01	2,22	—	0,00	0,04	7,86	2,00	—	6,88	0,04	87	77
878	—	1,73	0,13	0,54	2,33	—	2,19	—	—	—	7,93	2,00	—	6,85	—	89	81
879	—	1,35	0,14	0,54	2,48	—	2,11	—	—	—	8,00	2,00	—	6,62	—	89	82
880	0,01	1,73	0,02	0,53	2,26	—	2,39	—	0,00	0,00	7,87	2,00	—	6,81	0,00	90	81
881	0,00	1,90	0,00	0,51	2,55	0,00	2,11	—	0,00	0,00	7,91	2,00	—	6,99	0,00	90	83
882	—	1,66	0,11	0,50	2,77	—	1,82	—	0,04	0,00	8,00	2,00	—	6,90	0,04	90	85
883	0,16	1,67	0,46	0,46	2,34	0,00	1,96	—	0,00	0,07	7,88	2,00	—	7,01	0,07	90	84
884	0,17	1,51	0,30	0,47	2,48	0,00	1,86	0,00	0,08	0,00	8,00	2,00	—	6,87	0,08	90	84
885	—	1,83	0,13	0,44	2,40	—	2,14	—	0,00	0,18	7,81	2,00	—	6,94	0,18	91	84
886 <sup>2</sup>	0,05	1,83	0,17	0,44	2,55	0,01	2,04	0,00	0,00	0,03	7,90	2,00	—	7,01	0,03	91	85
887	0,02	1,54	0,00	0,46	2,19	—	2,63	—	0,00	0,01	7,81	2,00	—	6,65	0,01	91	83
888	—	1,44	0,14	0,40	2,29	—	1,94	—	0,36	0,00	8,00	2,00	—	6,55	0,36	91	85
889	0,00	1,70	0,00	0,42	2,26	0,00	2,28	—	0,03	0,00	8,00	2,00	—	6,69	0,03	92	84
890	0,07	1,87	0,17	0,41	2,53	0,01	2,11	—	—	—	7,87	2,00	—	7,04	—	92	86
891	0,02	1,88	0,12	0,37	2,65	0,01	2,01	—	0,00	0,00	7,94	2,00	—	7,00	0,00	93	88
892	0,04	1,93	0,06	0,38	2,41	0,02	2,33	—	—	—	7,83	2,00	—	7,00	—	93	87
893	0,10	2,11	0,22	0,32	2,25	—	2,14	—	0,00	0,06	7,90	2,00	—	7,10	0,06	93	87
894	0,01	1,81	0,03	0,31	2,49	—	2,16	—	0,03	0,01	7,99	2,00	—	6,84	0,04	94	89
895	0,03	1,87	0,05	0,31	2,59	0,00	2,07	—	—	—	8,00	2,00	—	6,93	—	94	89
896	0,12	1,92	0,07	0,18	2,80	0,07	1,93	0,20	0,00	0,34	7,53	2,00	—	7,15	0,34	96	94

## Редкие типы амфиболов

897	0,20	1,94	0,26	0,08	2,73	0,04	1,60	0,01	0,36	0,00	8,00	1,74	—	7,22	0,36	98	97
898	0,17	1,99	0,15	0,04	2,68	0,17	1,96	0,04	0,00	0,18	7,81	1,95	—	7,19	0,18	99	99
899	—	1,98	—	0,04	2,89	—	2,06	—	—	—	0,80	2,00	—	6,96	—	99	99

## а) Рихтериты

900	0,54	1,40	0,92	4,26	0,03	0,00	0,06	0,00	0,49	0,01	7,99	2,00	—	7,70	0,50	2	1
901	0,19	1,69	0,82	4,07	0,11	0,00	0,10	0,00	0,61	0,00	8,00	2,00	—	7,59	0,61	5	3
902	0,11	0,84	1,33	4,86	0,00	0,28	0,03	0,00	0,02	0,04	7,96	1,84	0,16	7,47	0,06	6	5
903	0,32	1,40	0,92	4,57	0,10	0,01	0,50	0,03	0,05	0,07	7,93	0,81	0,57	7,90	0,12	12	2
904	0,26	1,31	1,36	4,24	0,27	0,00	0,48	0,02	0,00	0,00	7,81	1,19	0,76	7,75	0,00	15	6
905	0,18	0,79	1,15	4,62	0,75	0,09	—	—	0,00	0,18	7,82	2,00	—	7,58	0,18	15	15
906 <sup>1</sup>	0,54	1,48	0,77	4,29	0,29	0,07	0,42	0,03	0,00	0,05	7,91	—	—	7,85	0,05	15	8
907	0,08	1,01	1,25	4,40	—	0,69	0,23	—	0,00	0,02	7,89	1,82	0,08	7,57	0,02	17	14
908	0,32	1,57	0,84	3,96	—	1,06	0,21	0,01	0,00	0,23	7,76	1,83	0,17	7,96	0,23	24	21

№ п/п	K	Na	Li	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	(OH)	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

## б) Холмквиститы

909	0,00	0,11	1,66	0,03	2,29	0,80	0,02	0,10	0,00	2,01	0,20	7,80	1,78	—	7,02	2,21	29	27
910	0,00	0,09	1,62	0,03	2,09	0,98	0,01	0,15	0,00	2,03	0,22	7,78	1,54	0,24	7,00	2,25	35	32
911	0,09	0,29	1,15	—	2,42	0,49	—	0,97	0,00	1,22	0,00	8,00	1,82	0,18	6,63	1,22	38	17
912	0,03	0,05	1,89	0,08	2,01	0,99	0,02	0,30	0,02	1,67	0,08	7,92	1,84	0,10	7,06	1,75	39	33
913	0,04	0,13	1,90	0,01	2,32	0,54	0,05	0,94	—	1,10	0,03	7,97	1,91	0,09	7,03	1,13	40	20
914	0,00	0,00	1,89	0,00	1,97	1,34	0,00	—	0,00	1,86	0,12	7,88	2,00	0,00	7,06	1,98	40	40
915	0,13	0,17	1,30	0,19	1,90	1,17	0,00	0,18	0,07	1,85	0,49	7,51	2,00	0,00	6,96	2,34	42	38
916	0,00	0,03	1,80	0,03	1,75	1,21	0,03	0,24	0,02	1,84	0,11	7,89	1,86	0,08	6,95	1,95	46	41
917	0,03	0,03	1,53	0,06	1,63	1,28	0,02	0,31	0,03	1,85	0,00	8,00	1,80	0,04	6,77	1,85	50	44
918	0,00	0,06	1,33	0,00	1,80	1,03	0,02	0,23	0,01	2,12	0,00	8,00	1,71	0,06	6,60	2,12	42	37
919	0,06	0,34	1,44	0,10	1,46	1,55	0,08	0,62	0,03	1,26	0,00	8,00	1,60	0,40	6,94	1,26	60	53

## в) Клинохолмквиститы

920	0,04	0,42	0,88	0,47	2,17	0,65	0,02	0,16	0,00	1,93	0,12	7,88	0,81	1,10	6,73	2,05	27	23
921	0,05	0,46	1,83	0,07	1,91	0,67	0,05	0,05	0,00	2,07	0,11	7,89	1,26	0,74	7,17	2,18	29	27

<sup>1</sup> Химический анализ в вес. % в работе не приведен. Пересчет дан по автору на 23 O, исключая воду.<sup>2</sup> Среднее по 14 анализам.

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

## г) Тиродиты

922	0,01	0,34	0,51	5,87	0,19	0,55	0,19	0,08	0,00	0,38	7,38	1,89	—	7,50	0,38	14	11
923	0,02	0,37	0,16	6,02	0,13	0,73	0,27	0,08	0,00	0,37	7,38	1,73	—	7,54	0,37	16	13
924	0,01	0,43	0,17	6,61	0,13	0,99	0,28	—	0,00	0,20	7,56	0,05	—	8,38	0,20	17	14
925	0,19	0,49	0,17	5,64	0,15	0,84	0,28	0,08	0,00	0,37	7,45	1,66	—	7,66	0,37	18	15
926	—	—	0,40	5,12	—	1,18	—	—	0,20	0,00	8,00	2,00	—	6,90	0,20	19	19
927	0,19	0,96	0,69	4,32	0,08	0,95	0,53	0,08	0,27	0,07	7,93	0,11	0,01	8,07	0,34	27	19

## д) Актинолиты с содержанием MnO &gt; 3,00 вес. %

928	0,05	0,27	1,69	4,13	Zn=0,02	1,09	0,19	0,00	0,26	0,08	7,92	0,53	—	7,70	0,34	24	21
929	—	—	1,81	2,90	1,27	0,92	0,06	0,03	0,00	0,00	7,98	2,00	—	6,97	0,00	44	43
930	0,05	0,28	1,81	2,39	1,81	0,74	0,39	0,02	0,00	0,43	7,51	1,53	0,08	7,42	0,43	55	52
931	—	—	1,83	0,16	4,06	0,47	0,26	—	0,10	0,14	7,86	2,00	—	6,89	0,24	97	97

## е) Роговые обманки с содержанием Mn &gt; 3,00 вес. %

932	0,05	1,09	1,45	3,90	—	0,82	0,17	—	0,36	1,08	6,92	2,00	—	7,85	1,44	20	17
933	0,09	0,46	1,86	0,09	1,96	0,72	0,66	0,11	1,15	1,63	6,37	2,00	—	7,08	2,78	97	97
934	0,13	0,42	1,92	0,05	1,83	1,31	0,42	0,17	0,97	1,37	6,63	1,76	—	7,21	2,34	99	99

ж) Роговые обманки с повышенным содержанием Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>1</sup>

935	—	0,32	1,98	4,24	—	0,00	0,32	0,04	0,35	1,08	6,92	1,41	—	7,50	1,43	12	11
936	—	0,65	1,84	4,60	0,12	—	0,15	0,02	0,00	1,25	6,63	1,68	—	7,87	1,25	15	2
937	0,02	0,42	1,81	3,39	0,48	0,01	0,16	0,02	0,87	1,62	6,38	1,98	0,02	7,39	2,49	20	13

## з) Свинец содержащий паргасит

938	0,06	0,90	1,97	4,38	Pb=0,08	0,40	0,29	0,02	0,05	1,72	6,28	2,00	—	8,15	1,77	14	8
-----	------	------	------	------	---------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	----	---

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	F	Cl	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

п) Хлорсодержащие роговые обманки

939	0,33	0,45	1,94	2,03	1,83	0,07	0,66	0,03	0,47	2,03	5,97	1,66	0,09	0,25	7,81	2,50	56	48
940	0,36	0,44	2,10	1,65	2,22	0,07	0,75	0,03	0,26	2,03	5,97	1,58	0,05	0,37	7,88	2,29	65	58
941	0,24	0,54	1,74	1,37	2,16	0,03	0,85	0,04	0,58	1,82	6,18	1,52	—	0,48	7,55	2,40	69	62
942	0,23	0,33	2,10	1,12	2,76	0,06	0,37	0,11	0,55	1,86	6,14	1,50	—	0,50	7,64	2,41	74	72
943	0,35	0,50	2,04	1,12	2,97	0,09	0,56	0,04	0,26	1,92	6,08	1,49	0,02	0,49	7,94	2,18	76	73
944	0,27	0,36	2,01	0,97	2,72	0,08	0,45	0,16	0,59	1,91	6,09	1,47	—	0,53	7,60	2,50	77	74
945	0,14	0,44	1,92	1,03	2,61	0,08	1,07	0,03	0,19	1,74	6,26	1,65	0,00	0,35	7,51	1,93	78	72
946	0,29	0,19	2,03	0,86	2,61	0,04	1,16	0,05	0,33	1,81	6,19	1,33	—	0,25	7,56	2,14	82	75
947	0,49	0,34	2,00	0,93	3,18	0,03	0,98	0,03	0,00	1,81	6,12	1,17	0,01	0,77	7,90	1,81	82	78
948	0,29	0,40	2,07	0,77	3,28	0,06	0,65	0,02	0,25	1,83	6,17	1,48	—	0,52	7,79	2,08	84	81
949	0,29	0,36	2,03	0,72	2,88	0,06	0,98	0,03	0,30	1,63	6,37	1,24	—	0,41	7,65	1,93	84	80
950	0,25	0,35	1,99	0,61	2,53	0,04	1,38	0,04	0,39	1,75	6,25	1,01	0,00	0,35	7,58	2,14	87	81
951	0,32	0,45	2,00	0,57	3,50	0,09	0,46	0,04	0,46	2,03	5,97	1,64	—	0,36	7,89	2,49	88	86
952	0,29	0,15	1,97	0,51	3,09	0,03	0,90	0,04	0,43	1,79	6,21	1,77	—	0,23	7,41	2,22	89	86
953	0,68	0,20	1,60	0,33	3,75	0,35	0,86	0,00	0,27	1,84	6,16	1,02	0,06	0,41	8,05	2,11	94	93
954	0,37	0,43	2,01	0,26	3,54	0,19	0,92	0,06	0,21	1,68	6,32	0,78	0,02	0,40	8,01	1,89	95	93

к) Кальциевый амфибол — инстисунт

955	—	0,33	6,74	0,09	0,02	0,01	0,26	0,00	0,00	0,71	7,26	2,00	—	—	7,43	0,71	76	24
-----	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	---	------	------	----	----

л) Гидроамфибол

956	0,01	0,08	1,25	4,91	0,98	0,03	0,07	0,06	0,19	1,46	6,54	2,00	—	—	7,58	1,65	18	17
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	---	------	------	----	----

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Отбракованные амфиболы с имеющимися к ним химическими анализами ассоциирующих минералов и вмещающих пород

Куммингтониты

957	0,00	0,00	0,10	5,25	1,56	0,09	0,00	—	0,00	—	8,00	2,00	—	7,00	0,00	24	24
-----	------	------	------	------	------	------	------	---	------	---	------	------	---	------	------	----	----

<sup>1</sup> При расчете железистости (f) учтен Cr.

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Роговые обманки																		
958	0,02	0,84	1,74	4,18	—	0,01	0,54	0,04	0,38	1,65	6,35	—	—	7,75	2,03	12	—	
959	0,05	0,18	1,36	5,02	0,78	0,02	0,33	0,05	0,00	1,33	6,56	2,00	—	7,68	1,33	18	14	
960	0,01	0,64	1,90	3,68	0,70	0,01	0,14	0,05	0,62	1,70	6,30	—	—	7,74	2,32	19	16	
961	0,05	0,92	1,09	3,84	0,61	0,02	0,38	0,04	0,78	0,64	7,36	0,90	—	7,73	1,42	21	14	
962	0,07	0,27	2,20	3,70	0,75	0,05	0,20	0,00	0,18	0,91	7,09	2,00	—	7,43	1,09	21	18	
963	0,14	1,05	1,23	2,59	0,95	0,01	0,57	0,04	0,89	1,09	6,91	1,83	—	7,47	1,98	37	27	
964	0,17	0,38	1,84	2,94	1,34	0,07	0,56	0,11	0,11	1,34	6,66	2,00	—	7,51	1,45	40	32	
965	0,00	0,98	2,24	2,60	1,35	—	0,47	0,29	0,41	1,37	6,63	0,22	—	8,34	1,78	41	34	
966	0,06	0,52	1,53	2,17	1,22	0,02	0,68	0,04	0,90	1,36	6,64	2,00	—	7,14	2,26	47	36	
967	0,07	0,65	1,37	1,96	1,09	0,00	0,72	0,24	0,89	0,97	7,03	1,62	—	6,99	1,86	48	36	
968	0,11	0,65	1,52	2,05	1,32	0,05	0,76	0,05	0,84	1,67	6,33	2,00	—	7,37	2,51	51	40	
969	0,06	0,61	2,08	2,25	1,73	—	0,70	0,10	0,30	1,11	6,89	0,93	—	7,82	1,41	52	43	
970	0,12	0,49	1,86	1,75	1,64	0,02	0,38	0,08	1,50	1,79	6,21	0,65	—	7,84	3,29	54	49	
971	0,23	0,84	1,61	1,33	1,50	—	0,17	0,60	1,10	1,53	6,47	1,40	—	7,38	2,63	56	53	
972	0,32	0,53	1,86	1,87	1,97	0,02	0,42	0,29	0,71	1,41	6,59	0,57	—	7,99	2,12	56	52	
973	0,32	0,48	1,80	2,10	1,54	0,08	1,04	0,26	0,21	1,87	6,13	1,78	—	7,83	2,08	56	44	
974	0,20	0,62	1,66	1,95	2,44	—	0,18	0,23	0,46	1,73	6,27	2,00	—	7,74	2,19	57	56	
975	—	—	2,21	1,69	2,21	0,02	0,30	0,22	0,53	1,59	6,41	—	—	7,17	2,12	60	57	
976	0,11	0,62	1,65	1,76	2,17	0,05	0,62	0,08	0,59	1,93	6,07	2,00	—	7,65	2,52	62	56	
977	0,08	0,73	1,79	1,73	2,25	0,04	0,69	0,38	0,50	1,79	6,21	0,27	—	8,19	2,29	63	57	
978	0,21	0,33	1,08	1,53	3,19	0,04	2,03	0,48	0,00	1,52	5,50	1,20	—	7,91	1,52	77	68	
979	0,86	0,22	0,56	1,07	3,72	—	0,62	0,06	0,79	2,28	5,72	2,00	—	7,91	3,07	80	78	
Амфиболы актинолитового ряда																		
980 <sup>1</sup>	0,03	0,04	1,54	4,57	0,78	0,07	0,16	—	0,00	0,13	7,79	1,96	—	7,11	0,13	18	16	
981	0,04	—	0,69	5,25	1,17	0,03	0,13	0,05	0,00	0,25	7,64	1,77	—	7,25	0,25	20	19	
982	0,03	0,10	1,89	3,99	0,72	0,02	0,43	0,06	0,11	0,63	7,37	1,34	—	7,35	0,74	23	16	
983	0,03	0,48	1,42	4,03	0,92	—	0,39	0,04	0,00	0,29	7,64	2,00	—	7,24	0,29	24	19	
Амфиболы ряда глаукофан — рибекит																		
984	0,03	1,79	0,07	0,90	0,97	0,02	0,21	0,02	2,73	0,16	7,84	1,52	0,01	6,74	2,89	57	53	
985	0,07	1,23	0,84	1,41	1,26	0,02	0,61	0,21	1,19	0,62	7,38	2,00	—	6,85	1,81	57	48	

## АНАЛИЗЫ, ОТОБРАННЫЕ ПОСЛЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПО ТИПАМ

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	ОН	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
РОМБИЧЕСКИЕ АМФИБОЛЫ																	
<i>Антофиллиты</i>																	
986	0,01	0,06	0,11	6,55	—	—	0,02	—	0,19	0,06	7,94	2,00	—	6,94	0,25	0,4	0,0
987	0,02	—	—	5,85	0,93	0,02	0,02	—	0,12	0,00	8,03	2,00	—	6,96	0,12	14	14
988	—	—	—	5,60	0,83	0,03	0,22	—	0,14	0,00	8,00	2,00	—	6,82	0,14	16	13
989	0,02	0,04	0,04	5,31	1,40	0,03	0,10	—	0,02	0,00	8,00	2,00	—	6,96	0,02	25	21
990	0,04	0,08	0,08	4,72	1,46	0,05	0,44	0,01	0,11	0,40	7,60	1,94	0,03	6,99	0,51	29	24
<i>Жедриты</i>																	
991	0,02	0,42	0,07	3,49	2,03	—	0,26	0,10	0,86	1,41	6,59	2,00	—	7,25	2,27	40	37
МОНОКЛИННЫЕ АМФИБОЛЫ																	
<i>Куммингтониты</i>																	
992	0,01	0,02	0,30	4,88	1,82	0,02	0,11	0,01	0,01	0,02	7,98	1,38	0,17	7,18	0,03	29	27
993	0,01	0,03	0,18	4,89	1,81	0,05	0,15	0,01	0,04	0,00	8,00	1,44	0,06	7,17	0,04	29	28
994	0,00	0,03	0,26	4,57	2,05	0,05	0,13	0,01	0,10	0,03	7,97	1,38	—	7,20	0,13	33	31
995	—	0,04	—	2,62	3,74	0,06	0,22	0,01	0,14	0,00	8,00	2,00	—	6,83	0,14	61	59
996	0,01	0,02	0,10	1,94	5,00	0,01	0,05	0,01	0,00	0,02	7,90	2,00	—	7,06	0,02	72	72
997	—	—	0,16	1,51	4,53	0,00	0,20	0,01	0,31	0,00	8,00	2,00	—	6,76	0,31	76	75
<i>Актинолиты</i>																	
998	0,19	0,14	1,80	2,01	2,79	0,07	0,24	0,00	—	0,07	7,86	1,92	—	7,17	0,07	61	59
<i>Роговые обманки</i>																	
999	0,03	0,42	1,77	3,41	0,91	0,03	0,31	0,03	0,45	0,83	7,17	1,72	—	7,36	1,28	27	22
1000	0,16	0,37	1,85	2,83	1,13	0,03	0,14	0,07	0,79	0,83	7,17	1,56	—	7,37	1,62	31	29
1001	0,29	0,53	1,73	3,02	1,07	0,00	0,47	0,24	0,43	1,66	6,34	1,54	—	7,78	2,09	34	26

1 Ассоциирует с куммингтонитом № 957.

№ п/п	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	OH	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1002	0,03	1,07	1,17	2,85	1,14	0,00	0,41	0,05	0,77	0,90	7,10	1,68	0,04	7,50	1,67	35	29
1003	0,17	0,46	1,73	2,98	1,15	0,01	0,61	0,21	0,48	1,77	6,23	1,30	—	7,80	2,25	37	28
1004	0,32	0,57	1,74	2,57	1,12	0,00	0,47	0,23	0,64	1,81	6,19	1,79	—	7,66	2,45	38	30
1005	0,25	0,40	1,87	2,82	1,38	0,01	0,40	0,21	0,24	1,54	6,46	1,97	—	7,58	1,78	39	33
1006	0,07	0,29	1,66	2,40	1,17	0,02	0,42	0,12	1,16	1,37	6,63	1,25	—	7,31	2,53	40	33
1007	0,16	0,59	1,76	2,79	1,32	0,03	0,61	0,23	0,44	2,01	5,99	1,39	—	7,93	2,45	41	33
1008	0,15	0,49	1,85	2,61	1,37	0,01	0,49	0,12	0,83	1,48	6,52	0,71	—	7,93	2,31	42	35
1009	0,07	0,56	1,59	1,76	1,26	0,02	0,00	0,10	1,78	1,16	6,84	1,51	—	7,14	2,94	42	42
1010	0,27	0,55	1,80	2,75	1,16	0,08	0,82	0,30	0,00	1,68	6,31	1,69	—	7,71	1,68	43	31
1011	0,05	0,58	1,73	2,56	1,40	0,01	0,55	0,32	0,43	1,69	6,31	1,26	0,20	7,62	2,12	43	36
1012	0,13	0,47	1,90	2,48	1,21	0,02	0,68	0,12	0,75	1,67	6,33	1,07	—	7,76	2,42	43	33
1013	0,24	0,62	1,56	1,83	1,05	0,03	0,37	0,09	1,39	1,17	6,83	1,76	—	7,18	2,56	44	37
1014	0,22	0,49	1,87	2,51	1,64	0,01	0,33	0,23	0,34	1,68	6,32	2,00	—	7,63	2,02	44	40
1015	0,10	0,53	1,76	2,43	1,46	0,03	0,46	0,18	0,56	1,60	6,40	1,80	—	7,52	2,16	45	38
1016	0,08	0,31	1,74	2,46	1,82	0,04	0,18	0,15	0,55	1,32	6,68	2,00	—	7,34	1,87	45	43
1017	0,36	0,59	1,81	2,23	1,40	0,03	0,49	0,26	0,67	2,01	5,99	1,60	—	7,84	2,68	46	39
1018	0,12	0,42	1,69	2,05	1,45	0,01	0,33	0,04	1,26	1,63	6,37	1,75	—	7,37	2,89	47	42
1019	0,09	0,62	1,78	2,46	1,64	0,03	0,49	0,15	0,22	1,27	6,73	2,00	—	7,49	1,49	47	41
1020	0,06	0,31	1,83	2,46	1,99	0,02	0,30	0,10	0,44	1,17	6,83	1,58	—	7,51	1,61	48	45
1021	0,06	0,36	1,71	2,12	1,61	0,01	0,39	0,10	0,98	1,54	6,46	1,67	—	7,35	2,52	49	43
1022	0,09	0,64	1,67	1,93	1,63	0,04	0,26	0,05	1,26	1,79	6,21	1,79	—	7,56	3,05	50	46
1023	0,10	0,54	1,73	1,95	1,64	0,03	0,30	0,08	1,08	1,69	6,31	1,88	—	7,45	2,77	50	46
1024	0,08	0,35	1,89	2,18	1,74	0,02	0,47	0,08	0,57	1,54	6,46	1,97	0,03	7,38	2,11	51	45
1025	0,27	0,33	1,76	2,18	1,54	0,04	0,70	0,06	0,73	0,96	7,04	0,80	—	7,61	1,69	51	42
1026	0,29	0,57	1,64	2,03	1,53	0,03	0,57	0,34	0,72	1,84	6,16	1,27	—	7,73	2,56	51	43
1027	0,32	0,51	1,79	2,12	2,05	0,01	0,21	0,25	0,77	1,72	6,28	1,02	—	8,03	2,49	52	49
1028	0,34	0,63	1,76	1,89	1,74	0,04	0,26	0,12	0,86	1,65	6,35	2,00	—	7,64	2,51	52	49
1029	0,33	0,55	1,70	2,50	2,03	0,05	0,77	0,29	0,00	2,05	5,91	1,30	—	7,89	2,05	53	45
1030	0,08	0,36	1,75	2,05	2,02	0,03	0,32	0,06	0,73	1,23	6,77	1,70	—	7,40	1,96	54	50
1031	0,09	0,41	1,80	2,11	1,90	0,02	0,57	0,13	0,49	1,52	6,48	1,64	—	7,52	2,01	54	48
1032	0,04	0,38	1,82	1,99	1,94	0,02	0,48	0,15	0,58	1,71	6,29	1,97	0,03	7,39	2,29	55	50
1033	0,10	0,34	1,75	2,00	2,09	0,03	0,36	0,11	0,71	1,21	6,79	1,36	—	7,50	1,92	55	52
1034	0,30	0,50	1,74	2,05	1,98	0,04	0,55	0,30	0,19	1,68	6,32	1,75	0,06	7,66	1,87	56	50
1035	0,07	0,43	1,71	1,96	2,18	0,04	0,36	0,15	0,58	1,31	6,69	1,61	—	7,48	1,89	57	53
1036	0,33	0,57	1,78	2,08	2,15	0,06	0,56	0,28	0,11	2,02	5,98	1,83	—	7,92	2,13	57	52

1037	0,07	0,36	1,73	1,86	2,16	0,04	0,36	0,12	0,81	1,35	6,65	1,33	—	7,51	2,16	58	54
1038	0,30	0,56	1,74	1,90	2,40	0,02	0,44	0,31	0,22	1,83	6,17	1,54	0,05	7,91	2,05	60	56
1039	0,25	0,42	1,81	1,71	2,29	0,01	0,38	0,26	0,51	1,69	6,31	1,68	—	7,63	2,20	61	57
1040	0,33	0,36	1,91	1,11	2,73	0,01	0,39	0,22	0,48	1,68	6,32	2,00	—	7,53	2,16	74	71

*Ряд глаукофана—рибекита*

1041	0,09	1,60	0,41	2,15	1,24	0,02	0,21	0,05	1,42	0,25	7,75	1,87	0,04	7,11	1,67	41	37
1042	0,01	1,74	0,18	2,21	0,88	0,02	0,67	0,01	1,36	0,03	7,97	1,59	0,00	7,07	1,39	42	29
1043	0,01	1,78	0,14	2,16	1,09	0,02	0,52	0,02	1,57	0,00	8,00	1,05	0,00	7,30	1,57	43	34
1044	0,00	1,58	0,54	2,01	1,19	0,02	0,31	0,06	1,38	0,19	7,81	1,78	—	7,09	1,57	43	37
1045	0,01	2,01	0,05	1,82	1,22	0,05	0,38	0,02	1,62	0,06	7,94	1,68	0,00	7,17	1,68	48	41
1046	0,01	1,89	0,10	1,71	1,39	0,01	0,22	0,01	1,73	0,08	7,92	1,93	—	7,05	1,81	49	45
1047	0,01	1,91	0,13	1,83	1,25	0,02	0,47	0,00	1,56	0,01	7,99	1,55	—	7,17	1,57	49	41
1048	0,03	1,84	0,19	1,62	1,30	0,02	0,25	0,03	1,81	0,23	7,77	1,77	—	7,10	2,04	49	45
1049	0,01	1,89	0,09	1,10	1,72	0,09	1,34	0,00	0,78	0,00	8,00	1,67	0,03	7,03	0,78	74	62
1050	0,07	2,00	0,16	0,81	2,48	0,00	1,52	0,00	0,12	0,00	8,00	2,00	—	7,16	0,12	83	75
1051	0,02	1,77	0,14	0,56	2,40	0,04	1,34	0,01	0,64	0,03	7,97	1,96	0,04	6,91	0,67	87	81

*Рихтериты*

1052	0,35	1,50	1,04	4,30	0,28	0,13	0,30	0,01	0,00	0,13	7,83	1,96	0,04	7,87	0,13	14	9
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----	---

*Холмквиститы*

№ п/п	K	Na	Li	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Ti	Al <sup>VI</sup>	Al <sup>IV</sup>	Si	(OH)	(F, Cl)	(X+Y)	Al	f	f'
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1053	0,07	0,05	1,90	1,68	0,79	0,05	0,26	0,01	2,03	0,01	7,99	1,99	0,01	6,85	2,04	40	34
1054	0,06	0,06	1,82	1,86	0,97	0,02	0,27	0,01	1,91	0,13	7,87	1,81	0,08	6,99	2,04	40	35

## ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, УДЕЛЬНЫЙ ВЕС И ПАРАМЕТРЫ РЕШЕТКИ АМФИБОЛОВ

№ анализа	$N_g$	$N_m$	$N_p$	$N_g-N_p$	$2V$	Параметры ячейки, $\mu X$			Уд. вес
						$a_0$	$b_0$	$c_0$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

РОМБИЧЕСКИЕ АМФИБОЛЫ  
*Антофиллиты*

2	1,638	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1,616—1,640	—	1,600	—	—	—	—	—	2,83—2,87
6	1,641	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1,619—1,626	—	1,605	—	—	—	—	—	2,94—3,00
10	1,634	—	—	—	—	—	—	—	—
20	1,643	—	1,621	0,022	0	—	—	—	—
21	—	1,640	—	—	—67	—	—	—	2,95
22	1,620	1,613	1,598	0,023	(+)78—80	—	—	—	2,999
23	1,625	—	1,596	0,029	—	—	—	—	—
24	1,640	—	—	—	—80	—	—	—	3,17
27	1,632	—	—	—	—80	—	—	—	3,01
28	—	1,620	—	—	(+)	—	—	5,26	2,90
29	1,640	1,630	1,620	0,021	—88,5	—	—	—	3,093
31	1,641	1,628	1,616	0,025	+88	18,58	17,98	5,28	3,04
32	1,646	—	1,621	0,025	(—) больш.	—	—	—	—
33	1,646	—	1,626	0,020	(+)86—90	—	—	—	—
34	1,634	—	1,617	—	—84	—	—	—	—
35	—	—	—	—	(—)	—	—	—	3,068
36	1,652	1,638	1,633	0,019	—66	18,52	18,037	5,27	3,157
38	1,662	—	1,642	0,020	72—74	—	—	—	—
39	1,630	—	—	—	—	—	—	—	—
40	1,631	—	1,608	0,023	—	—	—	—	3,034
41	1,634	—	1,610	0,024	(—)80—82	—	—	—	3,020
43	—	—	—	—	—	—	—	—	2,81
44	1,635	1,627	1,618	0,017	—88	18,54	17,90	5,28	3,09
45	—	—	—	—	—	—	—	—	2,94
50	1,650	1,638	1,630	—	+78	—	—	—	3,13—3,14
52	1,650	1,638	1,627	0,023	+72	18,55	18,06	5,28	3,16
53	1,652	—	1,629	0,021	(—)	—	—	—	3,157
54	1,661	1,649	1,645	0,015	+59	—	—	—	3,241
55	1,620	—	—	—	—	—	—	—	—
56	1,624	1,616	1,598	—	—65	—	—	—	2,945
57	1,628	1,611	1,602	0,026	+73	—	—	—	—

Жедриты

58	1,630	1,627	1,610	0,020	-79	—	—	—	—
59	1,657	—	1,640	0,017	+74	18,540	17,966	5,320	—
60	1,667	1,653	—	—	(+)70—80	—	—	—	3,17
61	1,676	1,662	—	—	(+)70—80	—	—	—	3,22
62	1,661	1,655	1,642	0,019	(—)	—	—	—	3,178
63	1,669	1,656	1,649	—	—	—	—	—	3,15
64	1,634	1,625	1,615	—	-71	18,460	17,934	5,320	2,874
65	1,658	1,648	1,642	0,016	+78	—	—	—	3,223
66	1,672	—	1,651	0,021	(+)	—	—	—	3,259
67	1,672	1,663	1,655	0,017	+86	18,54	17,82	5,28	3,25
68	1,632	1,620	1,611	0,021	+85	18,48	17,75	5,30	3,122
69	1,695	—	1,675	0,020	+75	18,563	17,834	5,289	—
70	1,679	—	1,653	—	0	—	—	—	—
71	1,713	—	1,683	0,03	(+)85—87	18,559	17,863	5,284	—
72	1,722	1,710	1,694	—	(-)82—84	18,477	17,909	5,305	3,56
74	1,630	1,627	1,610	0,020	-69	—	—	—	—
76	1,662	—	1,638	—	+78	—	—	—	—
77	1,658	1,649	1,642	—	+88	—	—	—	3,164
79	1,662	1,655	1,648	0,014	+87	18,50	17,66	5,31	3,25
82	1,670	1,660	1,652	0,018	+87	18,53	17,80	5,28	3,23
83	1,660	—	1,644	0,016	—	—	—	—	—
84	1,665	1,656	1,649	—	+78	—	—	—	3,22
85	1,667	1,660	1,654	0,013	+81	18,55	17,95	5,31	3,23
86	1,678	—	1,659	0,019	+75	—	—	—	—
89	1,678	1,667	1,657	0,022	+87	18,55	17,92	5,30	3,25
90	1,659	1,653	1,643	0,016	—	—	—	—	3,16
91	1,682	1,671	1,663	—	+69	—	—	—	3,35
93	1,666	1,656	1,652	0,014	+85	—	—	—	3,24
94	1,685	1,675	1,670	—	+76	—	—	—	3,218
95	1,672	1,667	1,656	0,015	-57	18,55	18,10	5,28	3,22
96	1,664	1,671	1,679	—	+81	—	—	—	—
98	1,690	1,681	1,671	—	-75	18,56	17,85	5,29	—
99	1,697	—	1,674	0,023	(+)	—	—	—	—
100	1,697	1,684	1,672	—	—	18,48	18,10	5,25	—
103 <sup>1</sup>	—	—	—	—	—	18,50	17,90	5,27	—
104	—	—	—	—	—	18,37	18,04	5,22	—
105	—	—	—	—	—	18,48	17,93	5,26	—
106	—	—	—	—	—	18,50	18,00	5,32	—
107	—	—	—	—	—	18,62	18,05	5,29	—
108	—	—	—	—	—	18,48	18,10	5,25	—

<sup>1</sup> Данные (103—108) по параметрам ячейки взяты из работы И. В. Гинзбург и др. (1961): первые пять для антофиллитов, последний для жедрита. Химические ана-

лизы в вес. % и оптические свойства минералов не приведены. Кристаллохимические формулы даны в табл. II.

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng—Np	cNg <sup>0</sup>	2V	Параметры ячейки κX			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

МОНОКЛИННЫЕ АМФИБОЛЫ

*Куммингтониты*

109	1,657	—	1,639	0,018	16—18	+83	—	—	—	—
110	1,663	1,650	1,643	0,020	20	+75	—	—	—	3,10
112	1,655	1,640	1,630	0,025	20	+78	—	—	—	—
113	1,656	1,644	1,635	—	19	+82	—	—	—	—
114	1,664	—	1,640	0,024	18	—70	—	—	—	—
115	—	1,646	—	0,025	20	+83	—	—	—	—
116	1,665	1,647	1,640	0,025	20	+65	—	—	—	3,235
117	1,664	1,647	1,639	—	20	+68	—	—	—	3,241
118	1,670	—	1,643	—	19	—	—	—	—	—
120	1,674	—	1,648	0,026	18	—	—	—	—	3,30
121	1,672	—	1,648	0,024	—	—	—	—	—	—
122	1,671	1,653	1,646	0,025	21	+80	9,980	17,764	5,389	3,35
123	1,667	1,650	1,641	0,026	18	(+)79—83	—	—	—	—
124	1,670—1,678	—	1,642—1,650	0,026—0,028	12—15	90	—	—	—	—
125	1,681	—	1,661	—	—	—	—	—	—	3,307
126	1,678	1,664	1,651	0,027	16	+86	—	—	—	3,27
127	1,685	1,668	1,656	0,029	14	±84	—	—	—	3,35
128	1,688	1,671	1,656	0,032	18—19	+87	9,515	18,194	5,313	3,37
129	1,686	1,668	1,654	0,032	—	+83	9,503	17,187	5,320	3,33
130	1,687	—	1,658	—	—	—	—	—	—	3,359
131	1,690—1,705	—	1,660—1,672	0,033	16	—88	9,48 <sup>1</sup>	18,23	5,30	—
132	1,686	1,669	1,655	0,031	17	+87	—	—	—	3,35
133	1,690	—	1,660	0,030	17—20	—85	—	—	—	—
134	1,690	—	1,660	—	16—18	—	—	—	—	—
135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,28
136	1,693	—	1,663	0,030	16—17	—	—	—	—	—

137	1,693	1,675	1,659	0,034	17	+82	9,508	18,202	5,315	3,39
139	1,693	1,675	1,659	0,034	16—17	+85	9,526	18,221	5,309	3,41
141	1,694	1,675	1,660	0,034	17	+83	9,519	18,212	5,338	3,38
142	1,693	1,678	1,660	0,030	12—22	(-) 84—86	9,52 <sup>1</sup>	18,26	5,29	3,47
143	—	—	—	0,030	19	(+) 88—86	9,48 <sup>1</sup>	18,24	5,33	—
144	1,700	—	1,677	—	14	—	—	—	—	—
145	1,670—1,682	—	1,648—1,655	0,027	—	+80	—	—	—	—
146	1,690	—	1,666	0,024	15	-8 <sup>1</sup>	—	—	—	3,45
148	1,700	—	1,666	0,034	18	—	—	—	—	—
151	1,711	—	1,680	0,030	—	—	—	—	—	—
152	1,700	—	1,676	0,024	—	(-)	—	—	—	3,34
153	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,46
154	1,695—1,714	—	1,666—1,677	—	14—15	(-)	—	—	—	—
155	1,698	—	1,678	0,020	8—14	—	—	—	—	3,38
156	1,704	1,684	1,666	0,038	14	90	—	—	—	3,443
157	1,708	1,690	1,667	0,041	16	-84	9,532	18,287	5,317	3,45
158	1,705	1,685	1,667	—	—	-87	—	—	—	3,45
159	1,710	—	1,676	0,034	—	—	—	—	—	—
160	1,712	—	1,673	0,039	10—15	—	—	—	—	—
161	1,698	—	1,667	0,029	14—15	-88	9,55 <sup>3</sup>	18—20	5,32	—
162	1,702	—	1,670	0,032	16	—	—	—	—	3,48
163	1,702	—	—	—	15	-85	—	—	—	3,441—3,452
164	1,716	—	1,678	0,040	11—12	—	—	—	—	3,54
165	1,705	—	1,668	0,035	16—18	—	—	—	—	—
166	1,717	—	1,675	—	—	—	—	—	—	—
167	1,711	1,694	1,673	0,038	13—14	-85	—	—	—	3,45
169	1,707	1,693	1,676	0,031	13	-84	—	—	—	—
170	1,719	1,700	1,679	0,040	13—14	-86	9,603	18,343	5,327	3,54
171	1,717	1,697	1,672	0,045	10—11	(-) 80—84	—	—	—	3,518
172	1,729	—	1,685	0,043	10—11	-86	9,51 <sup>1</sup>	18,20	5,33	—
174	1,729	1,709	1,686	0,043	10	-86	—	—	—	3,597
175	1,679	1,665	1,650	0,029	16	-87	—	—	—	3,396
176	1,686	1,672	1,655	0,030	15	-85	9,572	18,22	5,334	3,337
177	1,699	1,684	1,663	0,036	15	-79	—	—	—	3,396
180	1,706	1,690	1,670	0,036	15	-82	—	—	—	3,446
181	—	—	—	—	12	—	—	—	—	3,516
182	1,652	1,644	1,630	0,022	19—20	-73	9,564	18,055	5,502	3,18
183	1,654	1,644	1,630	0,024	21	-82	—	—	—	—
184	1,661	1,648	1,634	0,027	20	-88	9,541	18,053	5,300	3,21

<sup>1</sup> Параметры  $a_0 b_0 c_0$  по И. В. Гинзбург и др. (1961).

<sup>2</sup> Параметры  $a_0 b_0 c_0$  из работы О. И. Матковского (1962).

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng—Np	cNg <sup>0</sup>	2V	Параметры ячейки, мХ			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
185	1,665	1,651	1,638	0,027	19	+89	9,554	17,969	5,293	3,22
186	1,677	1,667	1,655	0,022	—	(—)	9,549	18,220	5,325	—
187	1,683	1,672	1,660	0,023	16	(—)	9,541	18,200	5,316	—
189	1,698	1,682	1,666	0,032	13,5	—88	9,575	18,270	5,342	—
190	1,770	—	1,651	0,026	14	—	—	—	—	—
193	1,713	1,697	1,673	0,040	12,5	—80	—	—	—	3,516
194	1,685	1,674	1,657	0,028	15	—75	—	—	—	3,440

*Роговые обманки из пород гранулитовой фации*

195	1,673	1,650	—	—	—	—	—	—	—	—
196	1,680ол.-з.	1,671	1,663з.к.	—	20	82	—	—	—	3,20
197	1,692	1,684	1,674	—	—	—	—	—	—	—
198	1,692	—	1,671	—	—	69	—	—	—	3,234
199	1,685з.	1,680	1,665з.ж.	—	20	68	—	—	—	3,26
201	1,693	1,686	1,677	—	—	60	—	—	—	3,260—3,272
202	к.-з.	—	бл.-ж.я.ж.	—	8±4	81	—	—	—	—
203	1,676к.	—	1,658ол.-з.	0,018	16	85	—	—	—	3,172
204	1,691	—	1,667	—	—	—	—	—	—	3,243
205	1,686з.-бур.	1,674	1,662	—	—	—	—	—	—	—
206	1,681к.-з.	—	з.-ж.	—	25	(—)больш.	—	—	—	3,28
207	1,694бур.	—	1,669	—	—	—	—	—	—	—
208	1,702	1,695	1,680	—	—	—	—	—	—	—
209	1,700	—	1,682	—	—	—	—	—	—	—
211	1,693т.-з.	—	1,666сол.-ж.	0,027	16	81	—	—	—	3,236
212	1,689т.-з.	—	1,666сол.-ж.	0,023	17	81	—	—	—	3,259
213	1,698т.-к.	—	1,674к.-ж.	0,024	13	76—88	—	—	—	—
214	1,680т.-з.	1,665	1,650 ж.-з.	—	22	84	—	—	—	—
215	1,678	1,672	1,660	—	16	64	—	—	—	3,23
219	1,679	—	1,654	—	—	—	—	—	—	—
220	з.к.	—	ж.	—	15	68—72	—	—	—	—
221	1,679	1,673	1,662	0,017	—	72	—	—	—	3,20
222	1,690	1,684	1,673	—	—	—	—	—	—	—
223	1,687	—	1,666	—	—	—	—	—	—	—
224	1,704к.	—	1,681	—	—	—	—	—	—	—

226	1,672	—	1,650	—	14	+87	—	—	—	—
227	1,670	1,660	1,648	0,022	22	85	—	—	—	3,16
229	1,688з.-бур.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
230	—	—	—	—	13	70	—	—	—	—
231	1,688	—	1,668	—	15—18	82	—	—	—	3,236
232	1,683кр.-к.	1,671	1,658бл.-ж.	0,025	14	84	9,803	18,014	5,292	3,230
233	1,688кр.-к.	1,676	1,663бл.-ж.	0,025	13	82	—	—	—	—
234	1,692кр.-к.	—	1,671	—	12	80	—	—	—	—
235	1,691	—	1,667	0,024	—	—	—	—	—	—
236	1,691бл.-з.	—	1,665ж.-ол.	0,026	15	75	—	—	—	3,273
237	1,694г.-з.	1,683	1,669ж.-з.	0,025	11	72	9,828	18,073	5,307	3,245
238	1,700бур.-з.	—	1,680	—	8	76	—	—	—	—
239	1,692к.-з.	1,682	1,666ж.-з.	0,026	12	73	—	—	—	—
241	1,690	—	1,668	0,022	—	—	—	—	—	3,272
242	1,693	—	1,670	0,023	—	—	—	—	—	3,276
243	1,693	—	1,675	0,018	—	—	—	—	—	—
244	1,692	—	1,670	0,022	—	—	—	—	—	3,276
245	1,691	—	1,669	0,022	—	—	—	—	—	—
246	1,691	—	1,669	0,022	—	—	—	—	—	3,284
247	1,690	—	1,668	0,022	—	—	—	—	—	3,271
248	1,692	—	1,670	0,022	—	—	—	—	—	—
249	1,686к.-з.	1,675	1,661бл.-з.	0,025	12	78	9,816	18,062	5,297	3,296
250	1,692	—	1,670	0,022	—	—	—	—	—	3,293
251	1,689ол.-з.	1,678	1,663бл.-з.	0,025	14	77	9,801	18,058	5,298	3,364
252	1,697кр.-к.	—	1,674	—	25	88	—	—	—	—
253	1,711к.-з.	1,700	1,685бл.-з.	0,025	12	67	9,827	18,094	5,310	3,353
254	1,704г.-з.	1,694	1,679бл.-з.	0,025	13	65	9,831	18,079	5,311	—
255	1,704г.-з.	1,694	1,679ж.-з.	0,025	14	64	9,825	18,077	5,310	—
256	1,670св.-к.	—	1,646	—	17	76	—	—	—	—
257	1,682з.	—	1,663	—	23	82	—	—	—	—
258	1,686к.-з.	1,675	1,661бл.-з.	0,025	12	81	9,801	18,046	5,297	3,26
259	1,691г.-з.	—	1,670	—	—	—	—	—	—	—
260	1,702г.-з.	1,692	1,677ж.-з.	0,025	12	70	9,844	18,083	5,308	3,316
261	1,653	—	—	—	20	+85	—	—	—	—
262	1,666	—	1,650	—	13	89	—	—	—	—

*Паргаситы карбонатных пород*

263	1,635	1,618	1,613	0,022	26	+60,5	—	—	—	3,069
264	1,635	1,621	1,616	—	27	+59,5	—	—	—	—
265	—	1,645	—	0,020	21	+67	—	—	—	—
266	1,655бсц.	—	1,633	—	21	+70	—	—	—	3,099



303	1,690	—	1,669	—	—	—	—	—	—	—
304	1,673з.-к.	1,666	1,654л.-ж.	—	20	77	—	—	—	3,30
306	1,687з.-к.	1,675	1,661ж.-з.	0,026	14	78	9,825	18,046	5,301	3,304
307	1,710г.-з.	1,701	1,685ж.-з.	0,025	13	61	9,824	18,055	5,314	—
308	1,702г.-з.	1,691	1,677ж.-з.	0,025	13	75	—	—	—	—
309	1,708г.-з.	1,699	1,683ж.-з.	0,025	14	64	9,844	18,094	5,320	3,372
311	1,693з.-к.	1,689	1,666з.-ж.	0,027	21	51	—	—	—	3,211
312	1,705с.-з.	1,701	1,682св.-ж.	0,023	16,5	49	—	—	—	—
313	1,714т.-з.	1,709	1,688з.-ж.	0,026	12	51	—	—	—	—
314	1,716т.-з.	1,712	1,692т.-з.	0,024	9,5	52	—	—	—	3,432
315	1,722т.-з.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
317	1,710с.-з.	1,708	1,691ж.-з.	0,014—0,019	23	35	—	—	—	3,46
319	1,730г.-з.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
320	1,669з.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
321	—з.	—	—св.-ж.	0,020	20	65	—	—	—	—
322	1,672бл.-з.	1,661	1,646з.-ж.	0,026	16	70	—	—	—	—
323	1,691з.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
324	1,675г.-з.	1,664	1,652ж.-з.	0,023	13	58	—	—	—	—
325	1,684г.-з.	1,673	1,663ж.-з.	0,021	15	54	—	—	—	—
326	1,697с.-з.	—	1,680ж.	0,017	18	—	—	—	—	—
327	1,678	—	1,650	—	—	—	—	—	—	—
328	1,688	—	—	—	15	—	—	—	—	—
329	1,669к.-ж.	1,653	1,645ж.-з.	—	18	69	—	—	—	—
331	1,687	—	—	—	—	—	—	—	—	—
332	1,681г.-з.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
333	1,658з.	1,645	1,634бл.-з.	—	22	74	—	—	—	—
334	1,688з.	—	1,674	—	14	78	—	—	—	—
335	1,678г.-з.	1,666	1,653ж.-з.	0,025	15	85	9,802	18,036	5,306	3,234
336	1,689г.-з.	1,678	1,664ж.-з.	0,025	14	78	9,813	18,029	5,303	—
337	1,685к.-з.	1,673	1,660ж.-з.	0,025	14	79	—	—	—	—
338	1,684к.-з.	1,673	1,659ж.-з.	0,025	14	80	9,815	18,049	5,301	3,268
339	1,691т.-г.	1,680	1,665ж.-з.	0,026	13	77	9,805	18,040	5,301	—
340	1,697т.-з.	1,688	1,673ж.-з.	0,024	14	67	9,807	18,046	5,313	—
341	1,703т.-з.	1,693	1,676ж.-з.	0,025	13	65	—	—	—	—
342	1,655бл.-з.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
343	1,655з.	—	1,647	—	—	—	—	—	—	—
344	1,680з.-к.	—	1,654бл.-ж.	—	19	83	—	—	—	—
345	1,679к.-з.	—	1,659к.-ж.	0,020	19	68	—	—	—	—
346	1,674св.-к.	—	1,650	—	—	—	—	—	—	—
347	1,676з.	1,668	1,644к.-ж.	—	23	65	—	—	—	—
348	1,675с.-з.	—	1,657бл.-ж.	—	18	74	—	—	—	—

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng—Np	cNg	(—)2V	Параметры ячейки, κX			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
349	1,670г.-з.	—	1,651св.-ж.	0,019	18	58	—	—	—	—
350	1,680з.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
351	1,664з.	—	1,644з.-ж.	—	22	75	—	—	—	—
352	1,686з.	—	1,668	—	—	—	—	—	—	—
353	1,687с.-з.	—	1,668з.-ж.	0,019	17	54	—	—	—	—
354	1,682с.-з.	—	1,660сц.	—	15	63	—	—	—	—
355	1,670з.	—	1,651з.-ж.	—	23	72	—	—	—	—
356	1,683з.-с.	—	1,665бл.-ж.	—	20	65,5	—	—	—	—
357	1,667	—	1,643	—	—	—	—	—	—	—
359	1,666	—	1,642	0,024	23	76	—	—	—	—
360	1,668	—	1,640	—	—	—	—	—	—	—
361	1,668	—	1,646	—	10	80	—	—	—	—
362	1,673	—	1,647	—	—	—	—	—	—	—
363	1,676к.	—	1,653бл.-ж.	—	15	84	—	—	—	—
364	1,687	—	1,662	—	—	—	—	—	—	—
365	1,684	—	1,660	—	—	—	—	—	—	—
370	1,685	—	1,665	—	—	—	—	—	—	—
374	1,691	—	1,666	—	—	—	—	—	—	—
375	1,699	—	1,678	—	—	—	—	—	—	—
376	1,698	—	1,675	—	—	—	—	—	—	—
377	1,702	—	1,679	—	—	—	—	—	—	—
378	1,708	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Роговые обманки из пород эпидот-амфиболитовой фации</i>										
381	1,647	—	1,626	—	20	78	—	—	—	3,12
382	1,673с.-з.	—	1,656бл. ж.	—	19	82	—	—	—	—
383	1,657бсц.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
384	1,663	—	1,637	—	20	81	—	—	—	—
385	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,10—3,15
386	1,674	1,664	1,650	—	—	82	—	—	—	—
387	1,670	1,657	1,645	—	—	76	—	—	—	—
388	1,679	—	1,657	—	18	66	—	—	—	3,19—3,22
389	1,664з.	—	1,644 св. ж.	0,020	21	(—)	—	—	—	—
390	1,678г.-кор.	—	1,647ж.-кор.	—	21	76	—	—	—	—

391	1,675	—	1,659	—	18	68—70	—	—	—	3,19
392	1,675	—	1,658	—	20	—	—	—	—	—
393	1,675	—	1,654	—	22	—	—	—	—	—
394	1,672г.-з.	—	1,657бл.-ж.	—	23	68	—	—	—	—
395	1,676с.-з.	—	1,656ж.-з.	—	18	80	—	—	—	3,21
396	1,671г.-з.	—	1,652бл.-ж.	—	19	70	—	—	—	—
397	1,680г.-з.	—	1,6616л.-ж.	—	16	50	—	—	—	—
398	1,681	—	1,660	—	23	—	—	—	—	—
399	1,672г.-з.	—	1,6546л.-ж.	—	20	70	—	—	—	—
400	1,682з.	1,672	1,664з.-ж.	—	19	60	—	—	—	—
401	1,678з.-к.	—	1,649ж.-з.	—	18	74	—	—	—	3,24
402	1,679к.	—	1,649ж.-к.	—	22	77	—	—	—	3,16
403	1,680	—	1,660	—	—	—	—	—	—	—
405	1,677г.-з.	—	1,657з.-ж.	—	20	56	—	—	—	—
406	1,673	—	—	—	—	—	—	—	—	3,150
407	1,672с.-з.	—	1,652св.-ж.	0,020	17—20	65—68	—	—	—	—
408	1,680с.-з.	—	1,656бл.-ж.	0,024	19—23	68—79	—	—	—	—
409	1,687г.-з.	1,677	1,663ж.-з.	—	19	—	—	—	—	—
413	1,691с.-з.	—	1,669ж.	—	25	56	—	—	—	—
415	1,695г.-з.	1,686	1,673ж.-з.	—	19	(—)	—	—	—	—
416	1,693г.-з.	—	1,679з.-ж.	—	16	50	—	—	—	—
417	1,703г.-з.	—	1,678	—	—	—	—	—	—	—

*Амфиболы тремолит-актинолитового ряда (с Al<1) фации зеленых сланцев*

419	1,625	—	1,601	—	18	90	—	—	—	3,03
420	1,636	—	1,608	—	18,5	76—80	—	—	—	—
421	1,6396л.-з.	1,630	1,619бсц.	—	16—19	80	—	—	—	2,98
422	1,6556л.-з.	—	1,633бсц.	0,023	18	78	—	—	—	—
423	1,648	—	1,622	0,026	18	79—83	—	—	—	—
424	1,653	1,642	1,627	0,026	17	83	—	—	—	3,105
425	1,643г.-з.	1,637	1,628ж.-з.	0,015	20	78	9,783	18,046	5,281	—
426	1,641	1,630	1,617	0,024	18	—	—	—	—	3,09
428	1,6456л.-з.	—	1,626бсц.	0,019	15—18	77—80	—	—	—	3,07—3,12
429	1,651з	1,642	1,628з.-ж.	—	20	78	—	—	—	—
430	1,650	1,641	1,627	0,023	20	—	—	—	—	3,11
432	1,655	1,650	1,635	0,020	18	60	—	—	—	—
433	1,664г.-з.	1,652	1,637ж.-з.	—	—	—	—	—	—	—
434	1,670	1,663	1,650	0,020	16	65	—	—	—	—
435	1,668г.-з.	1,658	1,642бл.-ж.	0,026	13	76	9,874	18,162	5,288	3,23

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng—Np	сNg	(—)2V	Параметры ячейки, κX			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Роговые обманки фации с дистеном</i>										
436	1,656гр.-з.	1,638	1,630св.-з.	—	19	85	—	—	—	3,24
437	1,656к.-з.	—	1,633бсц.	—	23	87	—	—	—	3,0925
438	1,672	—	1,648	—	19	84	—	—	—	3,20
439	1,670	1,663	1,647	—	18	—	—	—	—	—
440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,17
454	1,654	1,644	1,626	—	—	—	—	—	—	—
455	1,682	1,673	1,660	—	—	—	—	—	—	—
456	1,670	—	1,645	—	—	—	—	—	—	—
457	1,682	1,678	1,663	—	—	—	—	—	—	—
459	1,684г.-з.	—	1,664св.-ж.	—	18	73	—	—	—	3,20
460	1,672г.-з.	1,664	1,649бл.-ж.	—	16	70	—	—	—	3,19
461	1,691г.-з.	—	1,671св.	—	20	83	—	—	—	3,20
462	1,687	1,678	1,663	—	—	—	—	—	—	—
463	1,690	—	—	—	—	—	—	—	—	—
464	1,691г.-з.	—	1,671св.	—	21	82	—	—	—	3,20
465	1,689	1,681	1,668	—	—	—	—	—	—	—
467	1,690г.-з.	—	1,670св.-ж.	—	17	88	—	—	—	3,19
468	1,684	—	1,663	—	25	—	—	—	—	—
469	1,690	—	1,666	—	20	—	—	—	—	—
470	1,700	1,683	1,664	—	14	—	—	—	—	—
471	1,690г.-з.	—	1,668св.ж.	—	18	77	—	—	—	3,21
472	1,690г.-з.	—	1,668св.ж.	—	18	78	—	—	—	3,21
473	1,678г.-з.	1,668	1,653бл.ж.	—	19	66	—	—	—	3,24
<i>Картинны из пород эцлогитовой фации</i>										
475	1,654к.-з.	—	1,635бл.-з.	—	30	89	—	—	—	3,13
476	1,651з.	1,640	1,631бл.-з.	—	19	95	—	—	—	2,98
478	1,655к.-з.	—	1,630бл.-з.	—	22	87	—	—	—	3,11
479	1,659з.-к.	1,647	1,636св.-ж.	0,023	21	85	—	—	—	3,13
480	1,652ж.-з.	1,646	1,637св.-з.	—	18	77	—	—	—	—
481	1,660г.-з.	1,648	1,640св.-г.	0,020	18	76	—	—	—	3,17
482	1,658г.-з.	1,648	1,639св.-г.	0,020	22	87	—	—	—	3,13
483	1,657	1,651	1,636св.-г.	—	19	64	—	—	—	—

*Роговые обманки из измененных эглоцитов*

484	1,655бл.-з.	1,638	1,630бсц.	—	22	97	—	—	—	—
485	1,652к.-з.	1,630	1,627бсц.	—	27	85—90	—	—	—	2,98
486	1,660	1,652	1,642	0,018	28	88	—	—	—	3,14
487	1,657з.	1,646	1,636	—	18—20	88	—	—	—	—
488	1,663	—	1,636	—	19	86	—	—	—	—
489	1,671г.-з.	1,665	1,652бл.-ол.	0,019	—	—	—	—	—	3,17
490	1,674св.-г,	—	1,658бсц.	—	—	—	—	—	—	—
491	—	1,650	—	—	26	—	—	—	—	3,13
492	1,660	1,648	1,640	0,021	18	82	9,830	17,984	5,323	—
493	1,678	1,673	1,659	—	13	75	—	—	—	3,22
495	1,659г.-з.	1,648	1,639св.-г.	0,021	23	86	9,840	18,034	5,322	3,15
497	1,690г.-з.	1,682	1,661бл.-з.	0,029	20	60	—	—	—	—
498	1,697г.-з.	1,684	1,664бл.-з.	0,033	19	69	—	—	—	—
499	1,687г.-з.	1,678	1,668з.-ж.	—	17	70	—	—	—	—

*Субкальцевые роговые обманки и переходные амфиболы ряда роговая обманка — глаукофан (с Na > 1), связанные с глаукофановыми сланцами*

500	1,641св.-з.	1,632	1,622	—	18	82	—	—	—	—
501	—г.-з.	—	—	0,023	19	80	—	—	—	—
502	1,665	—	1,633	—	18	62	—	—	—	—
504	1,653з.-г.	1,649	1,622бсц.	—	11—22	—	—	—	—	3,14
505	1,667с.-з.	1,658	1,644з.-ж.	—	20	72	—	—	—	—
506	1,666г.-з.	1,662	1,654	—	—	60	—	—	—	—
507	1,670г.-з.	1,658	1,651	—	—	43—58	—	—	—	—
508	{1,663— —1,688г.-з.	1,660	{1,644— —1,649ж.	—	12—22	58—62	—	—	—	—
509	1,670	—	1,654	—	17	45	—	—	—	—
510	1,666	1,658	1,648	—	29	48	—	—	—	—
511	1,672г.-з.	1,665	1,655	—	—	60	—	—	—	—
512	1,667г.-з.	—	1,653	—	—	54	—	—	—	—
513	1,667г.-з.	1,662	1,654св.-ж.	0,013	18	63	—	—	—	3,21

*Амфиболы актинолитового ряда (с Al < 1), связанные с глаукофановыми сланцами*

514	1,656	—	1,635	—	—	70	—	—	—	—
515	1,667	—	1,646	—	12—13	—	—	—	—	—
516	1,646з.	1,640	1,623бсц.	—	—	66	—	—	—	3,137

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng—Np	cNg	(—)2V	Параметры ячейки, κX			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Винциты</i>										
517	1,655г.	1,652	1,640р.	—	16—20	80	—	—	—	—
519	1,658	1,646	1,636	0,020	18	82	—	—	—	2,97
520	1,637ж.	1,631	1,617ж.	—	18	68	—	—	—	3,08
521	1,639г.-к.	1,627	1,610г.-к.	—	22	81	—	—	—	3,00
523	1,663	—	1,640	0,023	15	(—)	—	—	—	3,206
<i>Роговые обманки из роговиков</i>										
524	—з.-к.	1,660—1,669	—бл.-з.	0,022	—	—	—	—	—	—
525	1,698к.	1,688	1,674бл.-сер.	0,024	—	—	—	—	—	—
526	1,685г.-з.	1,673	1,661бл.-ж.	0,024	—	—	—	—	—	—
527	1,682г.-з.	1,670	1,668ж.-з.	0,024	—	—	—	—	—	—
528	1,683г.-з.	1,672	1,659бл.-ж.	0,024	—	—	—	—	—	—
529	1,674з.-г.	—	1,654ж.	0,020	16—18	65—69	—	—	—	3,25—3,29
530	—г.-з.	1,667—1,680	—бл.ж.	0,024	—	—	—	—	—	—
531	—г.-з.	1,676—1,682	—ж.-з.	0,023	—	—	—	—	—	—
532	1,642—1,654з.	—	1,670— —1,678св.-ж.	0,026	17—20	75—80	—	—	—	—
533	1,714	—	1,692	0,022	15—17	31	—	—	—	3,39
534	1,725г.-з.	1,718	1,700ж.-з.	0,025	—	45	—	—	—	—
<i>Роговые обманки из скарнов и близких к ним пород</i>										
536	1,637	1,623	1,613	—	20	84	—	—	—	3,02
537	1,638	1,627	1,615	—	18	88	—	—	—	3,01
538	1,670з.	1,663	1,653бл.-г.	—	—	64	—	—	—	3,160
539	1,666с.-з.	—	1,642	—	25	84	—	—	—	3,178
540	1,676св.-г.	—	1,653	—	21,5	71	—	—	—	3,213
541	1,668з.-г.	—	1,646	—	19	80	—	—	—	3,191
542	1,683з.-бур.	—	1,652	—	21	80	—	—	—	3,204
543	1,679р.-г.	—	1,657	—	19	74	—	—	—	3,324
544	1,680с.-з.	—	1,657	—	19	76	—	—	—	3,218
545	1,678с.-з.	—	1,653	—	22	70	—	—	—	3,206
546	1,678с.-з.	—	1,655	—	19	77	—	—	—	3,194
547	1,680з.-с.	1,669	1,656	0,024	26	—	—	—	—	—

549	1,684г.-з.	—	1,658	—	16	69	—	—	—	3,244
550	1,684с.-з.	—	1,660	—	17	77	—	—	—	—
552	1,679г.-з.	—	1,655св.	—	—	—	—	—	—	—
553	1,678	1,665	1,655	—	—	70	—	—	—	3,265
554	1,700с.-з.	—	1,675	—	—	69	—	—	—	3,3
555	1,702св.-г.	—	1,678	—	25	70	—	—	—	3,31
556	1,701св.-г.	—	1,668	—	26	65	—	—	—	3,333
559	1,713г.-з.	1,710	1,695з.-к.	—	16,5	29	—	—	—	3,32
560	1,712г.-з.	1,702	1,695з.	—	23—37	—	—	—	—	—

*Роговые обманки, не вошедшие в парагенетические типы*

а) Из амфиболитов

561	1,651	1,643	1,633	—	—	75	—	—	—	—
562	1,656	1,643	1,628	0,028	17	84	—	—	—	3,07
563	1,656	—	1,632	0,024	15	83	—	—	—	3,113
564	1,660	—	1,643	0,017	22	(—)	—	—	—	3,119
565	1,660св.-з.	1,656	1,644	—	—	72	—	—	—	—
566	1,661	—	1,636	0,025	16	88,5	—	—	—	3,12
569	1,663г.-з.	1,654	1,642з.-ж.	0,022	20	83,5	—	—	—	—
570	1,671	—	1,652	0,019	—	(—)	—	—	—	3,214
571	1,673г.-з.	1,652	1,641	—	—	70	—	—	—	—
572	1,668	—	1,648	—	—	—	—	—	—	—
573	1,662г.-з.	1,652	1,641	—	—	83	—	—	—	—
574	1,670	—	—	0,016	20	79	—	—	—	—
575	1,666	1,657	1,643	—	—	—	—	—	—	—
576	1,667—1,670	—	1,652	0,016—0,018	—	86	—	—	—	—
579	1,673	—	1,654	—	14	72	—	—	—	—
580	1,685бур.-з.	—	1,659св.-ж.	0,024	17	80	—	—	—	—
581	1,673	—	1,654	0,019	16	79	—	—	—	—
582	1,652г.-з.	—	—ж.-з.	—	20	78	—	—	—	—
583	1,669г.-з.	1,662	1,649	—	—	45—53	—	—	—	—
586	1,690с.-з.	1,679	1,666з.-ж.	0,024	24	80	—	—	—	—
587	1,675	—	1,653	0,022	18	73	—	—	—	3,214
590	1,666с.-з.	1,658	1,645св.-ж.	0,021	19	68	—	—	—	—
591	—	—	—	—	—	—	—	18,004	—	—
592	1,675	—	1,653	0,022	7	72	—	—	—	—
593	1,674с.-з.	—	1,650з.-ж.	0,024	18—21	—	—	—	—	—
594	1,6835	—	1,661	0,0225	10	86	—	—	—	—
597	1,680	—	1,658	0,022	—	—	—	—	—	—
598	1,673г.-з.	1,667	1,650	—	—	78	—	—	—	—

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng—Np	cNg	(—) 2V	Параметры ячейки, κX			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
600	1,693	—	—	—	—	—	—	—	—	3,245
601	1,692	—	1,667	—	—	—	—	—	—	—
602	1,682з.	—	1,658ж.	0,024	—	—	—	—	—	—
603	1,678	—	1,657	0,021	17	78	—	—	—	—
604	1,6788	—	1,657	0,0218	10—12	77	—	—	—	—
605	1,676	—	1,655	0,021	13	75	—	—	—	—
606	1,679	—	1,652	0,027	21	77	—	—	—	—
607	1,678	—	1,655	0,023	—	—	—	—	—	—
608	1,668с.-з.	1,659	1,648ж.-з.	0,020	15	72—75	—	—	—	—
609	—	—	—	—	—	—	—	18,052	—	—
610	1,679	1,674	1,661	0,018	14,5	66,5	—	—	—	3,253
611	1,6835	—	1,661	0,0225	8—10	90	—	—	—	3,225
613	1,673г.-з.	1,666	1,656	—	—	53	—	—	—	—
614	1,684г.-з.	1,678	1,665ж.	—	19	65	—	—	—	—
615	1,710	—	1,690	—	—	—	—	—	—	3,28
616	1,684г.-з.	1,675	1,658	—	—	55	—	—	—	—
618	1,682	—	—	—	—	—	—	—	—	—
619	1,675г.-з.	1,670	—	—	—	54	—	—	—	—
621	1,698	—	1,675	0,023	—	—	—	—	—	—
622	1,684	—	1,662	0,022	22	54	—	—	—	—
625	1,696	—	1,674	—	—	—	—	—	—	—
626	1,702г.-з.	—	1,678з.-ж.	0,024	19—20	72—74	—	—	—	—
627	1,686	1,682	1,676	0,010	—	79	—	—	—	—
628	1,695	—	1,671	—	24	70	—	—	—	—
б) Из гнейсов и сланцев										
629	—з.	1,655	—ж.-з.	—	—	—	—	—	—	—
630	1,668	—	1,635	—	15—17	109	—	—	—	—
631	—з.-г.	—	—ж.	—	18—20	72—78	—	—	—	—
632	1,659	—	—	—	—	—	—	—	—	3,181
633	1,6688с.-з.	1,6611	1,6506ж.-з.	—	16	83,5	—	—	—	3,167
634	1,673	1,665	1,661	0,012	—	77	—	—	—	—
635	1,667	—	1,649	0,018	10	75	—	—	—	—
636	1,666—1,675	1,647	1,638—1,646	—	14—16	72—76	—	—	—	—
637	1,684ол.-з.	—	1,662св.-з.	—	16	72	—	—	—	—

638	1,673т.-к.	1,665	1,654л.-к.	0,019	17	71	—	—	—	3,176
639	1,669г.-з.	1,662	1,650ж.	0,019	17	72	—	—	—	3,153
640	1,673г.-з.	1,664	1,650л.-ж.	0,023	17	75	—	—	—	3,181
641	1,668г.-з.	—	1,648св.-ж.	0,020	17	76	—	—	—	3,2
642	1,677з.	1,670	1,659ж.-з.	0,018	18	70	—	—	—	3,174
643	1,678г.-з.	1,670	1,652	—	—	66	—	—	—	—
644	1,687з.	—	1,665св.-ж.	0,022	15	68,6	—	—	—	—
645	1,669з.-ж.	1,661	1,648ж.-к.	—	31	61—68	—	—	—	—
646	1,678	—	1,663	—	—	—	—	—	—	—
647	1,678	—	1,663	—	—	—	—	—	—	—
648	1,686гр.-з.	—	1,676з.-ж.	0,010	19	—	—	—	—	—
649	1,678	—	1,663	—	—	—	—	—	—	—
650	1,674т.-з.	—	1,654ж.-з.	0,020	19,6	68—72	—	—	—	—
651	1,695с.-з.	—	1,675св.-бур.	—	18	80	—	—	—	3,19
652	1,690с.-з.	—	1,669св.-бур.	—	24	76	—	—	—	3,20
653	1,696з.	1,692	1,680з.-ж.	0,016	15	58	—	—	—	3,258
654	1,685г.-з.	1,681	1,664з.-ж.	—	18	66—67	—	—	—	3,25
655	1,680с.-з.	—	1,670	0,010	—	78	—	—	—	—
656	1,684г.	1,678	1,665ж.	0,020	19	67	—	—	—	3,234
657	1,687г.	1,671	1,660ж.	0,027	22	(+)65—70	—	—	—	—
658	1,683с.-з.	—	1,657св.-ж.	0,023	14	75	—	—	—	—
659	1,710з.-с.	—	1,697св.-бур.	—	23	48	—	—	—	3,36
660	1,697т.-з.	1,687	1,680св.-з.	0,017	—	86	—	—	—	—
661	1,680г.-з.	—	1,660ж.	0,019	17	56	—	—	—	3,27
662	1,694—1,697	—	1,670—1,675	0,023	16—20	65—70	—	—	—	—

## в) Из других пород

665	1,649к.-з.	1,635	1,625	0,024	15,5	78	—	—	—	3,05
666	1,638	1,627	1,610	0,028	20	78	—	—	—	3,163
667	1,657з.	1,646	1,632з.-ж.	0,025	15—16	84	9,86	18,14	5,28	—
668	1,661з.	—	1,634св.-з.	0,027	15—17	88—90	—	—	—	—
669	1,666св.-з.	—	1,646св.-ж.	0,020	16	87	—	—	—	—
670	1,678т.-з.	—	—ж.-к.	—	23	80	—	—	—	—
674	1,675г.-з.	1,665	1,653з.-ж.	—	19	80	—	—	—	3,21
677	1,662с.-з.	1,656	1,644	0,018	20	79	—	—	—	3,16
678	{ 1,665— —1,662с.-з.	—	{ 1,635— —1,640з.-ж.	0,019—0,021	16—19	70	—	—	—	—
679	1,699т.-к.	1,683	1,679ж.	—	20	55	—	—	—	—
680	1,712ж.-з.	1,708	1,692ж.-з.	0,020	18	39	—	—	—	3,44
681	1,690	—	1,668	0,022	16	68	—	—	—	—
682	1,692	—	1,671	—	16—17	75—78	—	—	—	3,348
683	1,720т.-з.	1,718	1,698 з.-ж.	0,022	16	28	—	—	—	3,47

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng—Np	cNg	(—)2V	Параметры ячейки, κX			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
684	1,708	1,697	1,682	0,026	24	66	—	—	—	3,29
685	1,724	1,714	1,705	0,021	—	27	—	—	—	—
686	1,698	—	1,674	0,024	18	68	—	—	—	—

*Амфиболы переходного ряда актинолит — роговая обманка (с Al от 0,5 до 1)*

а) Из скарнов и близких к ним пород

687	1,634	1,618	1,615	0,029	21	81	—	—	—	3,14
688	1,633	—	1,608	0,024	18	83	—	—	—	—
689	—	—	—	0,024	—	83	—	—	—	2,996
690	1,648	—	1,626	—	19	82	—	—	—	—
691	1,642	1,634	1,623	—	18	83	—	—	—	3,05
692	1,652г.-з.	1,639	1,627бл.-з.	0,025	21	85	—	—	—	—
694	1,664	1,656	1,643	0,021	20	84	—	—	—	—
695	1,659	—	1,638	0,021	17	(—)	—	—	—	3,188
696	1,658	—	1,628	—	18	(—)	—	—	—	—
697	1,647св.-з.	—	1,623бсц.	0,024	18—19	78	—	—	—	—
698	—с.-з.	—	—св.-з.	0,026	12	85—88	—	—	—	3,365

б) Из других пород

699	1,642бл.-з.	—	1,617бл.-з.	—	19	80	—	—	—	3,08
700	1,650	—	1,628	0,022	—	—	—	—	—	—
701	1,652	1,642	1,632	0,020	16	82	—	—	—	3,13
702	1,652г.-з.	1,644	1,636бсц.	0,016	24	84	—	—	—	3,10
703	1,653г.-з.	—	1,631бл.-ж.	—	18	84	—	—	—	—
704	1,646бл.-з.	1,640	1,628	—	—	70	—	—	—	—
705	1,648г.-з.	1,639	1,629	—	—	78	—	—	—	—
706	1,662	—	1,640	—	22	70	—	—	—	3,17
707	1,665	—	1,645	0,020	21	84	—	—	—	—

*Актинолиты и тремолиты (с Al до 0,5)*

а) Из скарнов и близких к ним пород

708	1,622	1,612	1,599	0,023	19	80	—	—	—	—
710	1,629	—	1,602бсц.	—	20	82	—	—	—	2,964

711	—	—	—	—	18	—	—	—	—	2,966
712	1,632з.	—	1,611бл.-ж.	0,021	14	(—)	—	—	—	—
716	1,640	1,629	1,613	0,027	15,5	83	—	—	—	3,02
717	1,645бл.-з.	—	1,619бсц.	0,026	17	—	—	—	—	3,059
719	1,646	—	1,622	0,024	—	—	—	—	—	—

б) Из других пород

720	1,631	1,618	1,602	0,028	15,5	82	—	—	—	—
721	—	—	—	—	—	—	9,820	18,016	5,264	2,99
722	1,627бсц.	1,625	1,598с.-ж.	0,029	15	84	—	—	—	—
723	1,629	1,619	1,604	—	—	80	—	—	—	—
724	1,641	—	1,615	0,026	16,5	—	—	—	—	—
725	1,634ж.-к.	1,632	1,609кр.-к.	0,025	15	88	—	—	—	—
727	1,638бл.-з.	—	1,612бл.-з.	—	19	80	—	—	—	—
728	1,630	1,617	1,604	0,026	18	88	9,83	18,05	5,261	3,025
729	1,644	1,635	1,622	0,022	16	83	—	—	—	3,07
730	1,638	—	1,615	0,023	18	(—)	—	—	—	—
731	1,640з.	—	1,617бсц.	0,023	12—17	74—80	—	—	—	—
732	1,634	1,622	1,610	0,024	18	84	—	—	—	3,01
733	1,639	1,632	1,620	0,019	20	76	—	—	—	—
735	1,642г.-з.	—	1,619	0,024	19	76—78	—	—	—	3,02
736	1,650	1,644	1,627	0,023	—	84	—	—	—	3,13
737	1,656	—	1,623	—	20	76	—	—	—	3,10
741	1,640к.-ж.	1,634	1,626бсц.	—	24	76—80	—	—	—	—
742	1,663	—	1,642	0,021	15	—	—	—	—	3,211
743	1,677	—	1,658	0,019	12	—	—	—	—	3,302

Глаукофан—рибекиты

744	1,627	—	1,606	0,021	8	—	—	—	—	3,085
745	1,639	—	1,621	0,018	4	—	—	—	—	3,111
746	1,632	1,629	1,611	0,021	8	49	—	—	—	3,02
748	1,634	—	1,615	0,019	6—8	41	—	—	—	3,126
751	1,650улт.	1,648	1,627ж.-з.	0,024	—	—	—	—	—	3,23
752	1,640	—	1,619	0,021	6	—	—	—	—	3,136
753	1,640сир.	1,632	1,613бсц.	—	14	40—75	—	—	—	3,159
755	1,637	—	1,618	0,019	4	—	—	—	—	3,149
756	1,636ф.-с.	—	1,617бсц.	—	3—4	40	—	—	—	3—
757	1,650	1,645	1,625	0,025	—	39	—	—	—	3,184
758	1,635	—	1,615	—	—	—	—	—	—	—
759	1,668	—	1,654	—	4—6	35	—	—	—	—
760	1,654л.-с.	—	1,645бсц.	0,009	(с/м) 11	0—18	—	—	—	3,16

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng-Np	cNg	(-) 2V	Параметры ячейки, κX			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
761	1,640	—	1,622	0,018	5—6	—	—	—	—	3,158
762	1,650	—	1,627	—	7—9	—	—	—	—	3,24
763	1,654	1,651	1,633	—	—	34—38	9,571	17,794	5,299	—
764	1,643	—	1,628	—	—	28	—	—	—	—
765	1,658р.	—	1,647кор.	0,011	30	75	—	—	—	—
766	1,637бсц.	1,635	1,621	—	17	<20	9,571	17,704	5,269	—
767	1,648бл.-г.	1,646	1,631бсц.	—	21	33—35	—	—	—	—
768	1,670	—	1,660бл.-ж.	—	28	43	9,146	17,774	5,289	—
770	1,650г.	1,640	1,637ж.-п.	—	11	22	—	—	—	—
771	—	1,660	—	—	8—14	10—15	—	—	—	—
772	1,656г.	1,655	1,642бсц.	—	10	—	9,600	17,794	5,289	—
773	—	1,645	—	0,011	cNm=8	12—65	—	—	—	3,115
775	1,684	1,676	1,678	0,006	cNp=8	(+) 30—50	—	—	—	—
776	1,662	1,659	1,643	—	—	20	—	—	—	—
777	1,668ф.	1,662	1,650бсц.	—	10	54	—	—	—	—
778	1,666	1,663	1,659	0,007	cNm=2	50	—	—	—	—
779	1,671ф.	1,667	1,657бсц.	—	12	60	—	—	—	—
780	1,657г.	1,656	1,649св.	0,008	11	17	—	—	—	3,206
781	1,658г.	1,655	1,640бсц.	—	7	—	9,581	17,814	5,299	—
782	1,652	—	1,640	0,012	3	—	—	—	—	3,184
783	1,670г.	1,667	1,661бл.-ж.	—	cNm=24	35—47	—	—	—	—
785	1,662г.	1,658	1,647бсц.	—	9	50	—	—	—	—
786	1,662	—	1,652	0,010	3	—	—	—	—	—
788	1,668ж.	1,664	1,655св.-з.	0,013—0,015	—	42	—	—	—	—
789	1,640	—	1,628	0,012	5—7	—	—	—	—	—
792	1,668	1,665	1,659	0,009	cNp=9—21	49—52	—	—	—	3,151
793	1,668ф.	1,662	1,654ж.	0,014	cNm=17—30	—	—	—	—	—
795	1,680ж.	—	1,667	0,013	cNp=8—10	40—60	—	—	—	3,14
796	1,680	—	1,673	0,007	cNp=5	—	—	—	—	3,10
797	1,690ф.	—	1,680г.	—	—	—	—	—	—	—
798	1,692ф.	—	1,680г.	—	—	—	—	—	—	—
799	1,680ж.	1,676	1,668з.-г.	0,011	cNp=5	—	—	—	—	3,02
802	—	1,674ф.	1,670с.	—	cNp=5	—	—	—	—	3,13
803	1,680	—	1,670	0,010	—	—	—	—	—	—
804	1,687	—	1,680	0,007	cNp=6	—	—	—	—	3,08

805	1,696ж.	—	1,692з.-с.	—	—	90	—	—	—	3,10
806	1,680	—	1,668з.-с.	0,012	$cNp=14$	50	—	—	—	3,192
809	—	—	—	—	—	—	9,89	17,95	5,31	—
816	1,622св.-з.	—	1,618св.-ж.	—	20	—	—	—	—	—
819	—	—	—	—	—	—	10,02	17,984	5,269	—
822	1,670г.	—	1,668г.-ф.	0,002	—	—	—	—	—	—
825	1,6775	—	1,6652	0,012	—	40	—	—	—	—
826	1,662	—	1,660	0,002	0	—	—	—	—	—
827	1,670	—	1,668	0,002	—	—	—	—	—	—
829	1,668	1,662	1,654	—	$cNm=2$	60	—	—	—	—
835	1,673	—	1,670	0,003	—	—	—	—	—	—
837	1,673	—	1,670	0,003	—	—	—	—	—	—
846	1,656	—	1,649	—	$cNp=17$	—	—	—	—	—
858	1,694с.	—	1,690ж.	0,004	3—5	80	—	—	—	—
860	1,695	—	1,692	0,004	84—88	—	—	—	—	3,16
862	1,694з.-ж.	—	1,690с.	0,004	—	80	—	—	—	—
863	1,694т.-с.	—	1,690ж.	0,004	$cNp=3,5$	80	—	—	—	—
865	1,707	—	1,701	0,006	$cNp=5-8$	—	—	—	—	3,35
866	1,698	—	1,687	—	$cNm\sim 5$	—	—	—	—	3,30
868	—	—	—	—	6—14	—	—	—	—	3,06
873	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,31
882 <sup>1</sup>	—	—	—	—	—	—	9,95	17,95	5,26	3,12—3,27
883	1,686	—	1,682	0,004	—	—	—	—	—	—
884	1,702бур.-ж.	—	1,698з.-с.	0,004	мал.	—	—	—	—	3,33
891	—	—	—	—	—	—	9,78	17,81	5,29	—
893	1,698ж.-з.	—	1,694с.	0,004	—	(—)	—	—	—	—
894	1,706инд.-л.	1,699	1,698инд.	0,008	$cNp=0$	—	—	—	—	—
896	—	—	—	—	0—2	—	—	—	—	3,378
897	1,680	—	1,660	0,020	—	—	—	—	—	—
898 <sup>2</sup>	—	1,693	—	—	—	—	—	—	—	3,371

Редкие типы амфиболов

а) Рихтериты

902	1,627	—	1,605	0,022	17	—	—	—	—	2,99
903	1,627	1,623	1,612	0,015	20	—	—	—	—	—
905	—	—	—	0,020—0,030	64—70	—	—	—	—	2,959—3,024
906	1,623	1,616	1,606	0,017	24	—	—	—	—	—
907	1,6367	1,6294	1,6151	—	17	68,5	—	—	—	3,044
908	1,641	1,635	1,622	0,019	19	66,5	—	—	—	3,08

<sup>1</sup> (Сидоренко, 1963).

<sup>2</sup> (Kuntz, 1930).

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng—Np	cNg	(—)2V	Параметры ячейки, $\mu X$			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
б) Холмквиститы										
909	1,641сир.	1,634	1,616бсц.	0,025	—	56	—	—	—	3,04
910	1,651	1,642	1,622	—	0—2	52	18,27	17,77	5,30	3,105
912	1,646ф.	1,642	1,622бсц.	—	—	49	18,26	17,65	5,29	3,13
913	1,663	—	1,640	0,023	—	44	—	—	—	3,09
914	1,652сир.	1,646	1,625бсц.	0,027	—	49	—	—	—	3,08
915	1,654ф.	1,645	1,625св.-ж.	—	0	51	—	—	—	3,111
916	1,651	1,644	1,624	0,027	—	52	—	—	—	3,09
917	1,654	1,646	1,620	—	2—3	50	—	—	—	3,126
918	1,651с.-ф.	1,645	1,624з.-ж.	—	—	50	18,23	17,14	5,29	3,06
919	1,666с.-ф.	—	1,642ж.-з.	0,024	—	50—52	—	—	—	3,12
в) Клинохолмквиститы										
921	1,633г.	1,627	1,610бсц.	—	0	55—61	9,78	17,79	5,29	—
г) Тиродиты										
922	1,650	—	1,629	0,021	18	(?)41	—	—	—	3,248
923	1,650	—	1,629	0,021	17	(?)37	9,78	17,93	5,29	3,252
924	1,650ж.	1,639	1,629бсц.	0,021	21	(±)88	—	—	—	3,312
925	1,6498ж.	1,6365	1,6298	—	21	(+)76	—	—	—	—
926	1,6356сц.	1,630	1,620бсц.	—	—	74	—	—	—	3,07
927	1,650ж.	—	1,6296сц.	0,021	21	86	—	—	—	—
д) Актинолиты с содержанием MnO > 3 вес. %										
928	1,640	1,630	1,619	0,021	20	(—)	9,77	18,0	5,23	3,08
929	1,660	1,650	1,637	0,023	20	84	—	—	—	3,17
930	1,668	1,661	1,648	0,020	16	74	—	—	—	—
931	1,685	—	1,668	0,017	10—12	—	—	—	—	—
е) Роговые обманки с содержанием MnO > 3 вес. %										
932	1,6416л. г.	1,636	1,627св.-г.	—	20	70	—	—	—	3,05
ж) Роговые обманки с повышенным содержанием Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>										
935	—	1,612	—	—	16—19	(—)	—	—	—	3,022

936	1,650	—	1,630	0,020	21	90	—	—	—	—
937	1,6565з.	1,6473	1,64026л.-з.	0,016	19	94,5	—	—	—	3,17
з) Свинецсодержащий паргасит										
938	1,657к. кр.	1,647	1,637кр. к.	—	27	94	9,87	18,06	5,34	3,15
и) Хлорсодержащие роговые обманки										
939	1,710	—	1,687	—	22	48	—	—	—	3,41
940	1,721	—	1,697	—	22	39	—	—	—	3,45
942	1,730	—	1,707	—	—	—	—	—	—	—
943	1,737	—	1,713	—	23	36	—	—	—	3,50
944	1,728	—	1,706	—	—	—	—	—	—	3,34
946	1,722	—	1,702	—	20	36	—	—	—	—
947	1,728	—	1,708	—	16	(—) мал.	—	—	—	—
948	1,730	—	1,707	—	—	—	—	—	—	—
949	1,724	—	1,701	—	18	36	—	—	—	—
950	1,729	1,725	1,705	—	17	30	9,95	18,26	5,36	—
951	1,728	—	1,706	—	—	—	—	—	—	3,48
952	1,725	—	1,711	—	23	—	9,97	18,28	5,37	—
954	1,728	1,720	1,711	0,017	11	31	—	—	—	3,465
к) Кальциевый амфибол-истисунит										
955	1,636	—	1,623	—	5	—	—	—	—	—
л) Гидроамфибол										
956	1,637	—	1,615	—	17	77	—	—	—	2,95
<i>Отбракованные амфиболы с имеющимися к ним химическими анализами ассоциирующих минералов и вмещающих пород</i>										
Куммингтониты										
957	1,639	—	1,618	—	15	—	—	—	—	3,06
Роговые обманки										
958	1,654	1,642	—	—	20	98	—	—	—	—
959	1,660	1,654	1,644	—	—	—	—	—	—	—
960	1,669	1,654	1,635	—	18	98	—	—	—	—
961	1,651с.-з.	—	1,627ж.-з.	—	20	86	—	—	—	3,105
962	1,645	1,631	1,618	0,027	—	88	—	—	—	—
963	1,674т.-з.	1,666	1,652	—	—	65	—	—	—	—
964	1,678г.-з.	—	1,659св.-ж.	0,019	19	70	—	—	—	—
965	1,668св.-з.	1,657	1,639сол.	0,029	16	85	—	—	—	—

№ анализа	Ng	Nm	Np	Ng-Np	cNg	(-)2V	Параметры ячейки, κX			Уд. вес
							a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
966	1,676г.-з.	—	1,659св.-ж.	—	25	58	—	—	—	—
967	1,674	—	—	0,019	16	76	—	—	—	—
968	1,670г.-з.	—	1,653ж.	—	18	75	—	—	—	—
969	1,664г.-з.	1,658	1,645сол.-ж.	—	18	63	—	—	—	—
970	1,685г.-з.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
975	1,710з.	—	1,684	—	—	—	—	—	—	—
976	1,695	—	—	—	—	—	—	—	—	3,306
977	1,714	—	—	—	14	—	—	—	—	—
979	1,708г.-з.	—	1,686з.-ж.	0,022	19	86	—	—	—	—
Амфиболы актинолитового ряда										
983	1,648г.-з.	—	1,620бсц.	—	17	80	—	—	—	—
Амфиболы ряда глаукофан—рибекит										
985	1,654г.	1,651	1,636бсц.	—	11	—	9,591	17,754	5,31	—
АНАЛИЗЫ, ОТОБРАННЫЕ ПОСЛЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПО ТИПАМ										
РОМБИЧЕСКИЕ АМФИБОЛЫ										
986	1,613	1,605	1,593	—	0	65	18,444	17,896	5,266	3,007
987	1,623	1,616	1,600	—	0	66	18,523	17,974	5,279	3,03
988	1,635	1,625	1,612	—	—	84	18,493	18,014	5,279	3,04
989	1,628	1,620	1,604	—	—	—	18,463	18,014	5,269	3,09
990	1,655	—	1,634	—	—	110	—	—	—	3,17
991	1,670—1,675	—	—	0,016	—	70—80	—	—	—	—
МОНОКЛИННЫЕ АМФИБОЛЫ										
Куммингтониты										
992	1,655	1,639	1,629	0,026	18	104	—	—	—	3,17
993	1,652	1,640	1,628	0,024	19	95	—	—	—	—
994	1,660	1,644	1,634	0,026	23	105	—	—	—	3,14
995	1,676	—	1,657	0,019	—	—	—	—	—	—

996	1,703	1,683	1,667	—	—	—	—	—	—	—
997	1,702	—	1,669	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ряд актинолит — роговая обманка</i>										
998	1,663св.-з.	1,658св.-з.	1,646бсц.	—	22	больш.	—	—	—	3,14
1002	1,666г.-сер.	1,658с.-з.	1,645бл.-ж.	0,021	17	67	9,750	17,954	5,289	—
1005	1,689	1,680	1,662	—	—	—	—	—	—	—
1011	1,683к.-бур.	1,674р.-бур.	—	—	15	90	—	—	—	—
1014	1,684	—	1,667	—	—	—	—	—	—	—
1015	1,686	1,674	1,662	—	—	—	—	—	—	—
1039	1,705	1,698	1,678	—	—	—	—	—	—	—
1040	1,715	1,702	1,680	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ряд глаукофана — рибекита</i>										
1041	1,642бл.-с.	1,637бл.-з.	1,620бсц.	—	4—7	51	9,540	17,694	5,300	3,13
1042	1,653ор.	1,648с.	1,634бсц.	—	7—8	5—10	9,58	17,814	5,279	3,20
1043	1,648с.	1,641л.	1,623бсц.	—	5—6	31	9,561	17,764	5,300	3,16
1044	1,648бл.-с.	1,642л.	1,624бсц.	—	7	50	—	—	—	—
1045	1,645с.	1,643л.	1,626бсц.	—	5±	36	9,540	17,754	5,299	3,17
1046	1,649бл.-с.	1,643бл.-л.	1,623бсц.	—	6	45	9,530	17,754	5,299	3,18
1047	1,649с.	1,643л.	1,623бсц.	—	6	30	9,561	17,784	5,289	3,18
1048	1,646бл.-с.	1,641бл.-л.	1,621бсц.	—	6—7	32	—	—	—	3,20
1049	1,685п.	1,675с.	1,670бсц.	—	0—2	больш.	9,620	17,884	5,319	3,27
1050	1,708	—	1,702	—	—	—	—	—	—	—
1051	1,696п.	1,685т.-с.	1,680бл.	0,006	0—2	больш.	9,640	17,914	5,319	3,33
<i>Рихтериты</i>										
1052	1,629з.-г.	—	1,612бсц.	0,017	14	—	9,760	18,014	5,309	—
<i>Холмквиститы</i>										
1053	1,641бсц.	—	1,616бсц.	0,025	0	больш.	—	—	—	—
1054	1,648ф.	1,643св.-ф.	1,618св.-ж.	—	0	51	—	—	—	3,09

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АССОЦИИРУЮЩИХ С АМФИБОЛАМИ ГРАНАТОВ<sup>1</sup>

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Сумма	f	f'	N			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
61	39,21	2,17	17,07	—	33,79	2,00	2,78	1,98	—	—	—	—	99,02	88	88	—			
62	41,65	—	23,26	1,92	15,63	—	16,90	0,86	—	—	—	—	100,22	37	34	1,758			
63	39,60	0,28	22,45	0,62	22,77	1,58	11,05	1,70	0,00	0,00	—	—	100,09	56	56	1,775			
70	41,40	0,80	18,36	1,50	27,00	4,86	2,90	2,78	—	—	—	—	99,60	85	84	—			
71	38,90	—	17,90	4,20	36,0	0,40	2,60	0,00	—	—	—	—	100,00	90	88	1,821			
81	41,35	0,34	22,28	0,79	25,36	0,16	8,14	1,08	—	—	—	—	99,50	64	63	1,792			
97	38,00	0,14	19,50	1,70	32,33	0,86	3,80	3,64	—	—	—	—	99,97	84	83	—			
99	37,31	0,72	20,00	—	34,56	1,00	3,89	2,48	—	—	—	—	99,98	83	83	1,810			
100	40,32	0,23	20,82	6,83	25,96	—	4,84	0,92	—	—	—	—	99,92	79	75	1,840			
125									Т о ж е, ч т о и д л я № 99										
129	36,95	0,11	20,68	0,54	32,66	3,36	1,89	3,50	0,00	0,00	0,40	0,00	100,22	92	92	1,817			
134	37,80	0,10	19,80	0,89	34,92	1,50	1,76	3,56	—	—	—	—	100,33	92	91	—			
154	36,44	0,34	17,84	3,78	37,57	0,38	1,99	0,92	0,04	—	п.п.0,85	—	100,24	92	91	—			
160	36,78	0,28	18,34	2,32	35,20	1,22	0,97	4,76	—	—	—	—	99,87	96	95	—			
166	37,00	0,14	20,68	0,49	35,28	0,23	1,28	4,76	—	—	—	—	99,86	94	94	1,806—1,815			
203	39,29	0,05	22,12	0,78	19,63	0,38	11,48	6,16	—	—	—	0,03	99,87	50	50	—			
204	38,68	0,06	21,18	1,64	23,65	0,97	7,39	6,46	0,11	0,09	п.п.0,03	—	100,26	66	65	1,777			
207	38,20	0,48	20,37	0,23	27,36	1,22	3,72	7,54	—	—	—	—	99,12	81	81	1,796			
208	41,22	0,38	21,14	1,46	22,37	0,38	5,10	7,24	—	—	—	—	99,29	73	71	1,790			
209	40,17	0,25	21,22	1,44	23,90	1,18	5,34	6,65	—	—	—	0,20	100,35	74	73	—			
211	38,54	0,04	22,13	0,39	25,71	1,10	8,29	3,68	0,01	0,05	0,13	0,04	100,11	65	65	—			
212	38,24	0,25	21,80	0,82	25,37	1,72	6,96	4,69	—	—	0,17	0,06	100,08	69	69	—			
254	36,95	0,15	20,48	0,96	28,32	3,52	2,00	7,61	—	—	—	—	99,99	90	89	1,798			
255	36,98	0,10	20,93	1,08	29,55	1,25	1,85	8,57	—	—	—	—	100,31	91	90	1,799			
259	37,44	0,20	20,94	0,69	29,16	1,33	2,80	7,72	—	—	—	—	100,28	86	86	—			
297	35,91	0,96	22,13	1,73	25,04	1,87	1,89	10,13	—	—	—	—	100,44	89	88	—			
298	37,03	0,25	21,11	0,00	26,53	5,92	1,60	8,48	0,08	—	0,46	0,14	100,44	89	88	—			
300	37,95	0,10	21,31	1,13	22,47	1,64	2,46	12,88	—	—	—	—	100,92	92	92	1,796			
301	37,22	0,16	22,02	1,00	26,93	1,65	4,40	6,66	—	—	—	—	99,94	85	84	—			
302	38,89	0,73	19,76	1,95	24,93	0,62	2,54	10,99	—	—	—	—	100,03	79	78	—			
303	36,75	1,37	21,09	4,10	25,12	1,52	2,39	8,12	—	—	—	—	100,41	86	85	1,7889			
305	38,40	0,60	20,40	0,88	20,30	2,88	4,87	11,26	—	—	—	—	100,46	87	86	1,803			
306	36,79	0,20	21,31	0,40	28,45	4,78	1,96	6,33	—	—	—	—	99,59	73	72	—			
													100,22	92	92	1,801			

307	35,14	0,49	21,09	1,06	28,32	8,16	0,96	10,05	—	—	—	—	100,27	95	94	1,796
309	36,44	0,36	21,15	0,68	29,18	2,86	0,92	8,93	—	—	—	—	100,52	95	95	1,802
379	38,12	0,15	20,17	2,00	17,28	7,20	1,00	14,62	—	—	—	—	100,56	92	91	1,787
394	37,54	0,58	18,42	5,06	15,58	12,43	3,02	6,43	0,12	0,08	1,02	0,04	100,32	—	—	—
397	38,08	0,69	17,13	8,29	10,17	15,14	2,68	6,01	0,15	0,05	1,06	0,13	99,58	—	—	—
439	37,42	0,31	21,06	0,29	32,29	0,91	5,78	2,54	—	—	—	—	100,57	76	76	1,798
456	38,54	0,25	22,27	0,19	27,72	0,43	6,40	4,42	—	—	—	—	100,22	71	71	1,787
470	37,16	0,22	22,00	0,00	25,92	1,00	3,76	9,84	—	—	—	—	99,90	80	80	1,792
473	37,28	0,57	21,78	1,71	26,76	1,39	3,00	7,70	—	—	—	—	100,19	85	84	1,793
478	39,43	0,04	22,80	1,63	17,84	0,71	9,44	8,03	0,08	0,04	0,31	0,03	100,42	55	54	1,765
486	39,83	0,11	23,84	2,14	13,45	0,64	11,44	9,11	—	—	0,00	0,03	100,59	44	42	1,751
489	38,46	0,10	22,25	2,06	22,73	0,97	8,42	5,06	—	—	—	—	100,05	63	61	1,778
490	37,97	0,00	21,79	6,02	12,87	0,13	13,34	7,65	0,04	0,23	0,18	—	100,24	40	36	1,772
493	39,50	0,16	21,53	1,05	20,91	0,66	7,85	8,34	—	—	—	—	100,00	61	60	1,773
504	37,80	0,54	20,50	0,70	26,70	0,64	2,50	10,20	—	—	—	—	99,60	86	86	1,795
548	39,60	0,55	18,60	0,50	—	0,17	0,80	34,70	—	—	—	—	99,40	—	—	—
573	36,80	0,49	20,87	3,97	23,05	2,24	2,59	10,05	0,11	Следы	0,08	0,11	100,36	86	84	1,795
601	37,79	0,45	19,50	3,42	26,69	1,24	5,83	5,58	—	—	—	—	100,50	75	73	1,796
627	36,58	—	20,84	4,50	24,86	3,20	2,35	7,64	—	—	п.п.0,56	—	100,53	88	87	1,808
684	34,93	—	20,06	2,53	2,01	32,91	0,59	5,74	0,45	—	—	0,05	100,57	—	—	1,806
763	36,05	1,37	20,82	1,43	22,73	4,76	0,77	11,28	Следы	Следы	1,16	0,00	100,37	96	95	—
766	39,00	0,28	17,89	4,86	0,00	31,71	0,54	4,77	0,12	0,08	0,60	0,00	99,85	—	—	—
767	37,82	0,23	21,39	1,96	2,59	27,87	2,52	5,61	Следы	Следы	0,46	0,00	100,45	—	—	—
781	37,27	1,45	19,64	2,96	24,46	3,74	1,60	8,14	0,20	0,12	0,21	0,00	99,79	92	90	—
957	37,23	—	21,13	сл.	31,33	3,41	4,09	2,08	0,00	0,00	Следы	0,00	99,27	83	83	—
958	41,20	0,19	23,11	1,59	10,40	0,41	17,96	4,55	0,05	Следы	—	—	100,30	27	25	1,742
960	40,68	0,17	23,00	2,67	12,94	0,42	15,79	4,44	0,07	Следы	—	—	100,59	36	32	—
961	39,77	0,44	22,01	1,30	20,87	0,61	7,09	8,30	0,10	0,01	0,00	0,00	100,50	63	62	1,771
963	38,68	0,15	21,51	1,93	21,43	1,51	7,05	7,26	0,11	0,21	0,77	0,12	100,77	66	64	1,785
966	38,39	0,63	19,02	4,59	16,01	10,82	2,58	7,04	0,18	0,06	0,98	0,06	100,36	87	85	—
967	41,84	0,22	20,84	1,78	22,91	0,00	4,19	6,71	Следы	0,00	п.п.0,61	0,04	99,14	77	75	—
971	38,99	—	21,32	—	27,10	—	3,90	8,70	—	—	—	—	100,01	—	80	—
972	40,60	0,72	19,01	5,83	19,83	0,80	3,04	8,99	0,30	0,20	—	—	99,32	83	79	—
974	38,90	0,09	20,27	3,30	27,72	0,58	3,93	5,41	—	—	—	—	100,20	82	80	—
977	38,46	сл.	18,64	5,01	26,57	2,54	3,32	5,63	—	0,18	0,00	—	100,38	85	83	—
978	38,20	0,46	19,05	3,61	24,60	1,53	5,10	7,81	—	—	—	—	100,36	76	74	—
980							Т о ж е,	ч т о	и д л я	№ 160						
985	36,6	—	17,5	3,4	28,2	2,7	0,2	7,7	—	—	—	—	96,3	99	99	—
991	39,96	—	21,01	8,40	19,37	0,41	9,20	1,93	—	—	—	—	100,28	63	55	—
996	36,22	0,14	21,62	0,49	34,56	0,80	2,22	4,06	—	—	—	—	100,11	90	90	1,811

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Сумма	f	f'	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1002	37,57	0,09	21,89	2,09	26,46	0,46	4,20	7,56	0,11	0,01	He опр.	0,00	100,44	79	78	1,796
1011	38,66	0,89	20,95	2,22	20,62	1,23	5,61	9,61	0,14	0,21	п.п 2,00	—	100,21	70	68	1,825
1015	38,26	0,30	19,20	0,79	26,28	1,57	6,20	7,86	—	—	—	—	100,46	72	71	1,785
1022	37,47	Следы	21,76	0,41	27,09	4,55	2,49	6,49	He опр.	He опр.	0,03	0,00	100,29	88	88	—
1023	37,31	0,33	21,46	0,18	25,68	4,39	2,12	8,80	He опр.	He опр.	He опр.	0,02	100,29	89	89	—
1039	37,24	0,10	21,30	0,30	30,60	1,27	2,60	6,68	—	—	—	—	100,09	87	87	1,795—1,799
1040	36,96	0,22	21,12	0,27	28,78	2,33	1,78	9,04	—	—	—	—	100,50	91	91	—

63. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,04.129. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,10;  
Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,003.154. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,04;  
SO<sub>3</sub> = 0,05.478. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,04.958. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,80;  
NiO = 0,03;  
CoO = 0,005;  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,008.960. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,39;

NiO = 0,01;

CoO = 0,004;

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,009.963. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> < 0,05.977. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,03.1011. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,13.

<sup>1</sup> Расчет железистости производился при содержании MnO до 10 вес. %. При более высоком его содержании минерал соответствует альмадин-спессартину и спессартину, для которых железистость не рассчитывалась.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АССОЦИИРУЮЩИХ С АМФИБОЛАМИ РОМБИЧЕСКИХ ПИРОКСЕНОВ

№ ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Сумма	<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>Ng</i>	<i>Np</i>
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
33	53,24	0,18	0,20	3,22	11,63	0,22	28,96	0,42	—	0,12	п.п. 1,38	0,10	100,04	22	18	1,686	1,676
62	52,36	—	4,29	—	16,90	—	25,89	0,44	—	—	0,34	—	100,22	27	27	1,699	—
91	49,72	0,25	6,47	2,80	22,57	0,25	17,43	0,46	—	—	—	—	99,95	45	42	1,723	1,707
196	49,55	0,30	2,42	1,92	26,51	0,32	17,67	0,70	0,05	0,16	0,06	0,05	99,71	48	46	1,722	1,705
197	51,18	0,50	3,10	3,60	19,98	0,46	15,53	3,51	—	—	0,58	—	99,80	46	43	1,722	1,708
198	49,21	0,22	1,80	0,77	29,81	0,64	15,60	0,42	0,32	0,05	п.п. 0,52	0,11	100,41	53	52	1,730	1,711
199	49,50	0,11	2,01	1,31	32,60	0,59	13,74	0,16	0,17	0,07	0,01	0,02	100,29	58	57	1,735	1,720
200	50,59	0,16	0,50	1,71	27,10	0,82	18,23	0,40	0,07	0,00	0,09	0,09	99,77	47	46	—	—
201	48,94	1,40	0,45	0,24	30,97	0,76	15,36	1,82	—	—	—	—	99,94	54	54	1,734	1,718
202	56,91	Следы	6,10	1,90	18,87	0,64	14,42	1,62	—	—	—	—	100,46	44	43	—	—
206	49,98	0,18	2,26	1,05	27,97	0,60	15,82	1,81	0,11	0,07	—	0,21	100,06	41	39	—	—
208	47,98	0,90	0,80	2,26	28,19	0,33	13,58	4,30	—	—	1,40	—	100,14	56	54	1,732	1,716
214	51,17	0,15	1,97	0,59	23,01	0,87	20,75	0,90	0,11	0,53	0,00	0,14	100,11	40	39	1,708	1,696
215	49,44	0,15	2,21	1,93	28,06	1,03	16,61	0,23	0,10	сл.	0,04	0,29	100,09	51	50	1,724	1,707
216	49,49	0,25	1,62	1,19	28,01	0,57	17,88	0,00	0,00	сл.	1,01	0,17	100,19	48	47	—	—
217	49,76	0,19	0,73	1,70	28,54	0,76	17,47	0,10	0,08	0,03	0,65	0,07	100,08	50	48	—	—
226	51,55	0,10	2,50	1,82	16,66	0,40	25,10	0,70	0,18	0,03	п.п. 1,01	0,09	100,20	29	28	1,702	1,688
227	52,10	0,10	4,35	1,38	15,28	0,28	26,65	0,06	0,17	0,12	0,04	0,05	100,57	26	25	1,690	1,676
228	52,56	0,10	0,66	0,74	21,60	0,23	22,80	0,94	—	—	—	—	99,63	36	35	1,712	1,699
230	50,72	0,08	2,76	0,67	23,76	0,57	21,02	0,68	Не определялись			—	100,26	40	39	—	—
232	51,13	0,29	0,87	0,67	28,22	0,61	17,51	0,95	0,04	0,01	—	0,02	100,32	49	48	1,723	—
237	50,26	0,21	2,05	0,63	28,30	0,80	17,28	0,87	0,03	0,01	—	0,00	100,44	49	49	1,724	—
240	50,10	0,20	0,38	2,00	30,42	0,12	16,18	0,78	Не определялись			—	100,18	52	51	1,735	1,721
242	50,21	0,21	1,43	0,84	29,93	0,62	15,55	0,83	0,10	0,06	—	—	99,78	53	52	—	—
243	50,24	0,30	1,64	1,15	27,57	0,76	16,52	1,33	0,14	0,07	—	—	99,72	50	49	—	—
245	50,12	0,72	1,30	0,98	29,29	0,80	15,50	1,03	0,08	0,06	—	—	99,88	53	52	—	—
246	50,28	0,32	2,25	1,44	26,75	0,73	15,67	1,98	0,17	0,07	—	—	99,66	51	50	—	—
247	50,24	0,42	1,71	1,11	28,53	0,71	15,61	1,32	0,16	0,06	—	—	99,87	52	51	—	—
248	50,23	0,76	2,09	0,89	28,76	0,70	14,70	1,56	0,18	0,06	—	—	99,93	54	53	—	—
249	49,34	0,18	1,28	0,60	32,83	1,26	13,51	0,87	0,13	0,04	—	0,00	100,04	59	59	1,738	—
251	49,27	0,28	0,23	0,09	36,55	0,87	11,98	0,82	0,03	0,01	—	0,00	100,13	64	64	1,744	—
252	50,96	0,16	2,94	1,40	26,27	0,53	13,39	3,49	—	—	0,96	—	100,10	54	53	1,735	1,717
253	47,44	0,48	0,92	0,32	40,75	1,64	7,63	1,10	0,21	0,02	—	0,00	100,51	76	76	1,761	—

№ ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O+	H <sub>2</sub> O=	Сумма	f	f''	Ng	Np
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
256	52,16	0,30	5,35	0,09	15,27	0,32	23,70	1,92	—	—	0,93	0,00	100,12	27	27	1,702	1,685
257	52,26	0,06	4,54	5,29	13,16	0,31	23,80	0,84	—	—	0,00	0,45	100,26	37	32	1,700	1,690
262	52,68	0,29	3,93	1,23	14,01	0,37	25,45	1,22	—	—	1,07	0,00	100,31	26	24	1,699	1,686
489	53,05	0,19	2,63	2,84	17,09	0,19	23,76	0,49	0,08	0,04	—	—	100,36	32	29	1,700	1,683
629	53,08	0,21	4,45	1,59	10,62	0,21	28,98	0,50	0,06	0,03	—	—	100,36	18	17	1,688	1,677
958	—	0,091	1,08	8,32	—	0,102	34,73	0,26	—	—	—	—	—	—	—	1,673	1,665
959	51,92	0,13	2,17	1,75	11,49	0,29	30,61	1,45	—	—	0,70	—	100,51	20	18	1,690	1,680
960	—	0,11	1,60	12,29	—	0,19	31,21	0,53	—	—	—	—	—	—	—	1,684	1,673
975	48,26	0,70	0,77	3,63	31,38	0,79	12,30	1,95	—	—	—	0,24	100,28	62	60	1,738	1,726
1005	50,74	0,14	2,40	0,80	23,76	0,20	20,28	1,55	—	—	—	—	99,87	41	40	1,712	1,696
1015	49,66	0,32	3,82	2,00	18,90	0,18	16,94	8,44	—	—	—	—	100,26	41	39	1,723	1,710

33. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,11; SO<sub>3</sub>=0,20197. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=1,36198. SO<sub>3</sub>=0,10;CO<sub>2</sub>=0,42 P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,42200. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,01208. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,40226. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,06256. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,08262. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,06958. NiO=0,10; CoO=0,0044  
Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,081; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,006960. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,082; CoO=0,0051Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,028; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,003975. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,06.

ТАБЛИЦА VI

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АССОЦИИРУЮЩИХ С АМФИБОЛАМИ МОНОКЛИННЫХ ПИРОКСЕНОВ

№ ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O+	H <sub>2</sub> O-	Сумма	f	f'	Ng	Np
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
196	48,52	0,70	5,87	2,58	9,76	0,20	11,59	19,66	1,04	0,19	0,13	0,05	100,29	37	32	1,722	1,698
198	47,48	0,28	1,65	2,05	11,13	0,24	12,84	22,40	0,55	0,04	п.п.0,62	0,10	100,44	36	33	1,716	1,690
199	50,09	0,30	2,86	1,32	14,09	0,24	10,51	20,11	0,39	0,18	0,01	0,09	100,19	45	43	1,720	1,695
201	50,40	0,74	1,79	2,21	12,99	0,48	11,02	20,61	—	—	—	—	100,25	44	41	1,726	1,699

202	50,06	0,76	1,92	2,00	14,62	0,05	13,07	17,85	0,36	Следы	—	—	100,69	41	39	—	—
204	50,36	0,14	4,15	2,34	6,38	0,13	13,76	21,42	0,45	0,14	п.п.0,69	0,08	100,04	26	21	—	—
206	50,32	0,38	2,84	2,84	10,84	0,25	11,53	20,65	0,49	0,07	—	0,07	100,28	40	35	—	—
210	50,90	1,60	1,50	3,20	13,30	—	10,70	18,80	—	—	—	—	100,00	46	41	—	—
214	51,58	0,24	2,01	2,35	7,94	0,25	13,48	21,46	1,04	0,14	0,02	0,04	100,55	30	25	1,720	1,690
227	49,80	0,68	5,94	1,85	4,48	0,08	14,18	23,67	0,11	0,00	0,06	0,04	100,89	20	15	1,711	1,689
228	52,90	0,25	0,80	1,28	7,38	0,15	14,70	22,50	—	—	—	—	99,96	25	22	—	—
230	50,26	0,53	3,47	2,37	7,66	0,27	13,00	22,22	Не определялись			—	99,78	30	26	—	—
232	51,68	0,39	1,44	0,55	11,32	0,26	12,70	21,54	0,30	0,01	—	0,00	100,19	35	34	1,715	1,687
234	51,81	0,18	1,87	2,38	10,09	0,24	11,98	20,43	0,38	0,00	0,40	0,30	100,31	33	32	1,720	1,690
237	50,95	0,25	2,40	0,63	11,70	0,33	12,09	20,90	0,42	0,01	—	0,00	99,68	37	36	1,719	1,691
238	50,80	0,23	2,61	2,17	10,00	0,33	11,03	22,16	1,60	0,18	—	0,48	100,11	39	34	1,720	1,692
240	51,80	0,28	1,51	0,27	11,86	0,21	12,90	21,30	Не определялись			—	100,13	35	35	1,713	1,693
242	50,80	0,34	2,17	1,40	11,61	0,31	11,84	20,98	0,37	0,05	—	—	99,84	38	36	—	—
243	50,84	0,39	2,21	1,77	10,38	0,33	12,04	21,06	0,48	0,05	—	—	99,55	36	33	—	—
245	50,95	0,35	2,14	1,60	11,28	0,33	11,83	20,91	0,34	0,06	—	—	99,79	38	35	—	—
246	50,82	0,38	2,56	1,72	10,62	0,29	11,53	21,16	0,50	0,04	—	—	99,62	38	35	—	—
247	50,85	0,36	2,34	1,70	11,14	0,32	11,65	20,97	0,44	0,05	—	—	99,82	39	36	—	—
248	50,75	0,32	2,12	1,96	11,67	0,32	11,52	20,54	0,50	0,05	—	—	99,75	40	37	—	—
249	51,03	0,20	2,12	0,75	13,08	0,49	10,73	21,28	0,39	0,02	—	0,00	100,09	43	42	1,720	1,693
251	51,05	0,25	1,16	0,10	15,67	0,38	9,66	21,49	0,24	0,01	—	0,00	100,01	48	48	1,723	1,695
252	51,32	0,23	2,54	1,90	13,00	0,31	9,50	20,14	0,58	0,30	—	0,24	99,82	47	44	1,726	1,697
253	49,15	0,40	1,47	1,28	21,39	0,82	6,82	19,09	0,36	0,03	—	0,00	100,81	66	65	1,734	1,705
255	49,66	0,34	2,03	1,22	17,74	0,25	7,54	21,34	0,38	0,00	—	0,00	100,50	60	58	1,729	1,700
262	52,27	0,45	3,63	0,88	4,74	0,09	15,42	22,21	—	—	0,08	—	100,04	17	15	1,709	1,689
280	51,04	0,39	4,74	1,85	2,79	0,17	14,77	23,64	0,46	0,15	0,16	0,09	100,25	13	10	1,711	1,688
283	49,11	0,25	1,54	3,90	6,59	1,06	12,71	25,32	0,00	—	0,00	0,56	100,44	33	25	1,716	1,692
287	51,97	0,21	1,87	3,59	5,95	0,28	12,18	22,29	0,63	0,00	0,25	0,45	99,22	31	23	1,714	—
288	50,37	0,21	3,70	1,87	7,86	0,45	15,20	19,57	Не определялись			0,54	100,04	27	23	1,714	1,686
289	51,44	0,30	2,08	3,47	6,38	0,27	12,69	21,84	0,71	0,24	Не опр.	0,32	99,42	30	23	1,715	—
290	50,70	0,08	3,08	4,05	7,95	0,45	10,65	22,46	0,55	0,00	0,00	0,60	199,97	39	31	1,721	1,700
291	50,02	0,41	1,98	2,67	9,72	0,83	9,84	23,37	0,12	0,08	1,58	0,04	100,66	40	35	1,716	1,693
292	49,60	0,53	2,41	1,66	13,57	0,49	9,97	21,13	0,43	0,07	0,42	0,26	100,54	47	44	1,727	1,694
298	50,20	0,27	1,27	0,75	16,82	1,11	7,54	22,31	0,29	0,01	—	0,00	100,57	58	57	1,728	1,700

№ п/п	Продолжение табл. VI																
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O +	H <sub>2</sub> O -	Сумма	f	f'	Ng	Np
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
436	54,75	0,21	10,11	2,05	2,12	0,05	9,82	15,64	5,04	0,05	0,00	0,00	99,84	19	11	1,688	1,665
470	49,08	0,44	4,00	0,10	11,16	0,27	11,56	22,82	0,34	0,10	—	—	99,87	36	36	1,722	1,692
476	53,52	0,04	9,50	0,49	1,70	0,00	12,89	17,18	3,70	0,12	0,74	0,00	100,26	9	7	1,694	1,667
478	54,93	0,22	8,51	1,68	2,18	0,04	11,84	16,51	4,05	0,07	0,00	0,00	100,20	17	10	1,702	1,670
486	48,02	0,46	13,39	2,09	3,11	0,07	8,18	24,03	0,31	0,06	0,20	0,07	99,99	26	18	—	—
489	52,47	0,19	3,58	2,39	5,35	0,11	13,44	20,66	1,79	0,01	0,21	0,03	100,29	24	19	1,711	1,685
490	52,82	0,25	6,42	2,30	3,07	0,03	13,49	19,06	1,82	Следы	0,48	—	99,74	17	12	—	—
493	49,60	0,62	6,12	3,80	5,86	0,10	11,26	20,58	1,68	0,05	0,25	0,05	99,97	32	23	1,718	1,688
497	50,98	0,46	1,89	4,60	7,50	—	11,22	22,04	1,28	0,03	0,07	—	100,07	37	27	1,724	1,689
498	50,64	0,42	1,79	1,37	10,74	—	11,06	22,03	1,34	<0,02	0,31	—	99,72	38	35	1,721	—
504	54,70	0,18	10,30	3,80	3,60	0,03	7,50	13,40	6,50	0,02	0,28	0,07	100,40	28	21	1,700	1,681
548	52,50	—	1,30	0,50	6,90	0,29	13,20	24,80	0,25	—	—	—	99,70	24	23	—	—
629	51,38	0,38	4,52	1,85	3,34	0,15	15,21	22,96	0,54	0,03	—	—	99,73	16	11	Nm=1,683	—
669	50,78	0,32	2,84	0,53	4,36	0,20	15,33	24,44	—	0,10	—	—	99,73	16	11	Nm=1,683	—
684	48,47	0,04	3,40	4,36	15,23	3,26	3,55	18,06	0,82	1,01	п.п. 1,06	0,03	100,20	16	14	1,706	1,682
694	53,78	Следы	2,00	0,28	4,10	0,32	14,84	23,45	1,15	0,10	0,86	0,32	100,66	78	75	1,746	1,716
711	54,58	0,04	—	0,62	1,38	0,02	17,49	24,76	0,32	Следы	п.п. 0,25	—	100,27	15	14	—	—
751	51,39	1,16	10,37	7,07	2,48	0,00	8,35	11,65	7,30	0,00	0,69	—	99,84	6	4	—	—
753	54,75	1,95	9,40	4,00	4,64	0,01	6,47	10,95	6,92	Следы	0,00	—	100,13	37	14	—	—
762	53,48	0,59	11,37	6,51	1,42	0,01	7,33	12,28	6,30	0,02	0,14	0,16	99,49	42	29	Nm=1,670	—
767	52,26	0,15	8,59	12,54	1,17	0,90	5,22	9,77	7,55	0,02	—	—	99,72	36	9	1,710	1,689
768	52,47	0,10	6,98	17,39	1,25	1,07	4,88	6,87	8,51	Следы	1,55	0,13	99,83	59	19	—	—
859	53,65	сл.	1,80	22,56	3,70	0,20	2,68	4,92	9,95	0,28	0,43	0,00	100,24	68	21	Nm=1,736	—
958	54,20	0,18	2,15	0,98	1,55	0,04	15,89	22,99	1,34	<0,35	0,16	—	99,98	83	45	—	—
959	50,43	0,20	3,34	1,38	4,13	0,15	19,14	19,81	0,51	0,01	—	—	100,134	9	7	1,698	1,673
960	53,69	0,16	2,43	0,86	2,83	0,06	16,32	22,37	1,05	<0,30	0,80	—	100,19	14	11	1,704	1,674
961	56,02	0,21	11,41	2,86	2,00	0,10	8,82	11,78	6,45	0,01	—	—	100,044	11	10	1,700	1,671
963	52,90	0,60	11,70	6,30	1,42	0,02	7,20	12,30	5,48	0,04	—	—	99,77	23	12	1,692	1,673
975	49,45	0,38	2,27	2,34	14,15	0,429	7,18	22,39	0,44	0,37	—	—	99,67	35	10	Nm=1,668	—
983	43,32	1,89	9,71	10,64	7,39	0,12	7,39	13,34	3,73	0,12	1,4	0,00	99,67	35	10	Nm=1,668	—
1002	54,14	0,25	8,06	6,29	3,26	0,002	8,09	12,93	6,90	0,21	0,88	1,03	99,74	56	36	—	1,713
1011	48,50	1,02	7,02	10,96	1,35	0,13	10,94	19,02	0,91	0,03	0,11	0,02	100,13	38	18	1,708	1,690
1040	49,42	0,32	2,06	1,59	18,16	0,25	6,92	21,72	0,33	0,27	п.п. 0,1	He onp.	100,33	37	7	Nm=1,693	-1,69
										0,09	—	—	100,74	62	60	1,737	1,703

198. SO<sub>2</sub>=0,20; CO<sub>2</sub>=0,28; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,5201. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,01262. CO<sub>2</sub>=0,27283. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,06288. CO<sub>2</sub>=0,27476. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,38478. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,17489. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,03; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,03669. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,05; SO<sub>2</sub>=0,10678. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><0,01958. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,69; NiO=0,075; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,03960. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,20; NiO=0,058; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,04975. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,06983. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,09Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,06961. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,031011. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,10; F=0,19

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АССОЦИИРУЮЩИХ С АМФИБОЛАМИ БИОТИТОВ И ФЛОГОПИТОВ

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	F	Сумма	f	f'	Nm (Ng)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
34	43,88	1,06	13,79	0,89	2,80	0,00	24,74	0,00	0,93	4,98	5,90	0,48	0,50	99,79	8	8	1,588
52	38,92	1,88	15,85	2,06	7,95	0,00	19,92	0,00	0,65	7,32	3,90 <sup>н</sup>	0,79	—	99,47	20	18	1,607
62	38,90	2,90	17,70	0,72	6,20	—	20,20	—	0,54	8,70	3,50 <sup>н</sup>	—	0,54	99,90	16	15	1,607
100	36,56	2,45	17,31	4,30	16,90	—	10,03	0,41	0,94	6,57	3,05 <sup>н</sup>	0,50	0,30	99,32	54	49	1,630
198	34,52	2,59	15,86	5,86	14,34	Следы	12,32	0,84	0,47	8,00	п.п.4,42	0,40	—	100,32	47	40	1,653
214	38,66	4,43	13,96	1,54	13,15	0,11	14,65	0,60	0,71	8,34	п.п.2,96	0,05	0,30	99,34	36	34	1,645
216	36,33	5,22	14,46	1,40	17,30	0,07	12,28	0,00	0,19	8,96	3,29	0,47	—	99,97	46	44	—
217	36,51	5,22	13,75	2,74	17,47	0,13	11,62	0,05	0,28	8,93	2,84	0,32	—	99,86	41	38	—
228	34,38	4,70	14,64	1,77	12,24	0,06	16,00	0,72	—	—	—	—	—	—	31	30	1,649
268	40,12	0,68	14,62	0,34	2,11	—	27,56	0,22	0,25	9,06	3,37	—	3,23	100,16	5	4	—
276	36,46	0,55	20,26	2,97	3,11	0,07	22,06	0,51	0,25	9,20	0,92	0,52	1,47	99,42	13	8	1,598
278	36,54	0,54	18,95	2,41	2,56	0,10	23,44	0,53	0,66	9,67	0,67	0,40	1,45	99,49	8	6	1,609
280	39,10	1,90	17,60	1,10	6,80	0,10	18,70	1,20	0,50	9,50	п.п.0,61 He опр.	—	0,20	—	19	17	1,618
285	36,30	1,64	18,42	3,73	11,77	0,25	13,43	0,55	0,63	8,78	3,28	0,21	0,78	99,93	39	33	1,630
286	36,59	1,45	15,07	3,75	12,01	0,25	15,89	0,83	0,71	8,16	3,73	0,19	0,40	99,05	34	30	1,630
310	34,31	5,37	13,60	4,00	26,08	0,09	3,52	0,09	0,39	8,58	2,16	0,58	—	99,27	83	81	—
322	33,93	2,76	15,69	3,64	18,61	0,79	10,98	0,29	0,38	9,01	2,97	0,38	0,21	99,64	54	50	1,650
323	35,43	2,73	15,46	2,95	18,32	0,37	11,05	1,85	0,26	7,15	4,31	0,06	0,20	100,12	52	49	1,649
324	34,03	2,15	16,43	4,95	18,04	0,44	10,08	0,41	0,44	8,38	3,61	0,56	0,26	99,76	56	51	1,641
325	33,98	2,20	15,89	4,25	18,96	0,41	10,21	1,01	0,48	8,21	3,47	0,48	0,34	99,82	56	52	1,645
329	33,21	3,01	15,91	2,64	18,57	1,38	12,52	0,52	0,53	8,47	3,21	0,26	0,17	100,44	50	47	1,638
330	37,04	2,00	18,80	4,82	12,93	0,25	12,74	0,50	0,30	8,50	2,40	—	0,30	100,45	44	37	—
331	37,96	1,09	16,01	3,82	16,76	0,34	11,42	0,42	0,43	7,56	3,75	0,25	0,16	99,90	50	46	1,640
332	37,70	2,33	15,64	3,02	14,40	0,32	13,19	0,28	0,26	8,78	3,39	—	0,37	99,64	43	38	1,638
350	36,56	2,30	17,08	3,62	14,45	0,20	11,90	0,65	0,39	9,15	3,53	—	—	99,83	46	41	1,638
353	36,75	1,58	16,77	3,62	13,65	0,20	12,41	2,69	0,88	6,59	3,74	—	0,43	99,71	44	39	1,635
358	36,30	2,50	13,56	2,21	15,45	0,08	15,96	0,40	0,22	9,30	п.п.3,70	—	—	99,68	40	35	—
365	36,42	2,55	15,08	4,27	14,40	0,10	13,86	0,64	0,24	8,00	п.п.4,50	—	—	100,06	43	37	1,639
369	34,80	2,60	14,70	2,99	16,92	0,17	13,27	0,62	0,28	9,64	п.п.3,70	—	—	99,69	46	42	—
377	35,22	2,87	14,89	4,20	17,44	0,11	12,03	0,92	0,13	8,85	п.п.4,00	—	—	100,66	50	45	1,652
392	38,30	1,67	17,29	5,51	11,33	0,22	12,45	1,16	0,40	7,40	п.п.3,80	0,06	—	99,59	43	34	1,634
396 <sup>1</sup>	43,21	0,23	33,25	3,20	0,42	0,02	0,27	0,44	1,07	10,24	5,70	2,41	0,11	100,53	—	—	1,608
404	36,48	2,50	13,29	6,53	13,43	0,34	12,41	2,53	0,37	7,77	2,77	1,17	—	99,59	47	38	—
406	35,96	3,59	13,98	2,62	19,74	0,13	10,52	1,38	0,90	7,20	3,39	0,22	0,18	99,74	54	51	1,673

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
410	36,98	2,38	15,26	4,58	13,91	0,48	11,98	0,80	0,15	9,09	3,45	0,20	—	99,08	46	40	—
412	36,66	2,39	15,03	5,21	15,56	0,37	10,74	1,07	0,20	8,15	3,94	0,28	—	99,63	53	45	—
414	33,79	3,69	14,69	8,98	12,69	0,82	12,43	1,06	0,19	7,88	2,34	1,54	—	100,10	49	38	—
417	38,01	1,50	16,11	3,54	21,12	0,43	8,30	0,60	0,30	7,58	п.п.3,45		—	100,68	63	59	1,660
473	36,40	1,70	17,73	1,01	17,77	0,03	11,60	1,34	1,49	7,37	3,56	0,00	0,18	100,11	48	46	1,632
516 <sup>1</sup>	50,24	0,27	25,72	0,27	3,07	—	3,69	0,00	0,45	10,39	4,44	0,02	0,00	100,16	—	—	1,600
600	38,02	1,45	17,00	1,76	15,23	0,17	13,12	0,82	0,21	9,13	2,88	0,04	0,50	100,21	42	40	1,635
618	36,22	2,71	15,74	3,88	14,25	0,21	12,47	0,86	0,55	8,84	3,53	0,20	0,64	100,12	45	39	1,635
632	38,22	1,21	16,64	1,71	10,99	0,16	17,02	0,69	0,38	9,71	3,09	—	0,80	100,39	30	27	1,615
643	38,58	1,86	17,57	1,07	14,42	0,04	13,48	<0,10	0,29	8,93	3,94	0,08	—	100,26	41	38	1,630
684	34,13	2,62	19,74	2,07	18,97	0,33	7,76	—	0,21	9,15	4,30	0,18	—	99,46	60	58	—
732	39,62	—	16,02	2,56	5,37	—	22,86	0,26	1,62	9,42	1,02	0,84	0,80	100,02	16	12	1,591
738	39,60	1,80	16,98	0,62	8,26	0,07	18,86	0,44	0,22	9,52	2,44		0,70	99,26	21	20	—
757 <sup>1</sup>	То же, что и № 516																
766 <sup>1</sup>	48,30	0,20	25,36	4,42	0,20	0,38	3,96	0,10	0,50	9,26	4,96	0,07	—	99,75	—	—	1,608
767 <sup>1</sup>	51,76	0,50	23,34	4,69	1,21	0,36	3,43	0,10	0,58	9,38	4,65	0,25	—	100,27	—	—	—
768 <sup>1</sup>	49,43	0,71	22,60	7,43	0,82	0,15	3,52	0,04	0,41	10,53	4,56	0,25	—	100,48	—	—	1,613
772 <sup>1</sup>	51,08	0,95	20,40	4,07	2,75	0,06	4,05	3,08	1,16	7,08	5,28	0,20	—	100,23	—	—	—
781 <sup>1</sup>	51,43	1,11	22,90	3,82	2,60	0,05	2,75	1,61	1,01	8,02	4,24	0,30	—	99,84	—	—	—
957 <sup>2</sup>	35,84	0,36	16,68	4,14	14,69	0,33	13,87	0,00	0,48	8,48	4,24	0,42	0,96	100,31	43	38	—
962 <sup>1</sup>	46,50	сл.	34,48	0,00	0,45	сл.	2,23	0,12	0,48	10,18	4,95	0,48	—	99,87	—	—	1,591
964	36,10	2,49	14,00	4,16	14,08	0,41	13,93	2,13	0,55	6,04	4,90	—	0,57	99,36	42	37	1,647
965	40,05	2,36	16,29	4,62	11,40	—	12,92	1,53	1,25	7,26	2,23		1,32	100,68	40	33	1,606
968 <sup>1</sup>	44,55	0,28	32,14	3,11	0,68	0,01	0,25	0,36	1,39	8,57	6,02	2,52	0,07	99,95	—	—	1,610
970	36,70	1,88	16,24	3,25	16,58	0,18	12,23	0,50	0,61	7,87	3,42	0,16	0,29	100,07	47	43	1,629
973	35,86	2,19	14,77	4,51	13,89	0,51	13,37	0,65	0,19	7,84	4,73	0,42	—	98,93	44	38	—
976	35,38	2,27	16,23	0,32	22,16	0,05	10,03	0,97	0,57	7,74	4,38	0,09	0,07	100,26	56	55	1,642
980 <sup>2</sup>	То же, что и № 957																
982	42,00	0,60	12,30	1,43	12,89	0,10	18,90	0,30	0,40	8,20	2,10	—	0,30	99,52	30	28	—
984 <sup>1</sup>	48,20	0,79	29,00	3,80	0,88	0,01	2,20	0,11	1,00	9,20	п.п.5,44		—	100,65	—	—	—
985 <sup>1</sup>	49,92	1,70	24,38	3,30	2,01	0,05	3,64	0,10	0,59	9,87	4,13	0,29	—	99,98	—	—	—
990	36,51	3,16	16,10	11,62	0,00	Сл.	17,40	0,00	0,30	8,14	3,34	1,53	0,17	98,35	25	—	1,621—1,624
1005	37,20	3,90	17,03	2,20	13,82	0,06	13,45	1,00	0,03	7,53	3,45		—	99,78	40	37	1,653
1022	37,16	1,14	16,88	2,33	15,92	0,14	12,92	0,05	0,48	9,41	3,69	0,04	—	100,16	44	41	—
1023	36,75	1,91	18,22	1,10	16,07	0,10	12,12	0,33	0,36	8,87	4,08	0,01	—	99,92	44	43	—
1054	35,85	1,69	17,10	1,04	13,85	0,19	11,65	1,50	0,24	7,90	4,67	2,13	0,33	99,69	42	40	1,621

1 Мусковит.

2 Истонит.

34. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,05193. SO<sub>3</sub>=0,17; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,60

276. BaO=1,38

278. BaO = 1,61

285. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,12; SO<sub>3</sub> = 0,32286. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,08; SO<sub>3</sub> = 0,10322. Li<sub>2</sub>O = 0,08324. Li<sub>2</sub>O = 0,09325. Li<sub>2</sub>O = 0,07329. Li<sub>2</sub>O = 0,11

332. BaO = 0,12

516. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,036; V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,031BaO = 1,45; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,019600. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,09618. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,14; SO<sub>3</sub> = 0,15632. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,11722. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,07738. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,04766. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> < 0,020; CaO = 1,89; Li<sub>2</sub>O = 0767. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,02 768. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,03768. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,03984. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,024

990. CoO = 0,016; NiO = 0,06

1054 .CoO = 0,015; NiO = 0,03

ТАБЛИЦА VIII

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АССОЦИИРУЮЩИХ С АМФИБОЛАМИ ЭПИДОТОВ

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Сумма	<i>Ng</i>	<i>Np</i>	<i>f</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
381	38,94	—	32,57	2,02	0,06	следы	0,00	24,80	—	—	1,41	Следы	99,80	1,706	1,700	100
394	36,25	0,25	20,89	14,22	1,95	0,11	0,12	20,47	0,89	0,32	4,81	0,20	100,48	1,776	—	88
399	38,40	0,22	19,63	13,99	1,70	0,13	0,20	20,16	0,43	0,19	4,27	0,37	99,69	1,777	—	98
516	38,02	—	25,50	9,66	0,64	0,10	0,14	22,93	0,00	0,00	1,78	0,00	99,33	1,747	1,725	97
561 <sup>1</sup>	38,06	0,10	33,61	0,92	0,79	0,08	0,06	24,67	0,12	Следы	2,06	0,02	100,54	1,707	1,700	92
694	37,40	0,08	23,69	13,27	0,27	0,16	1,05	22,07	—	—	2,05	0,34	100,08	—	—	87
703	38,75	1,29	22,90	10,86	0,51	0,18	0,20	23,67	0,24	0,00	1,08	0,10	99,80	—	1,735	97
736 <sup>1</sup>	39,12	0,007	33,08	1,40	0,33	0,09	0,08	23,55	—	—	2,28	0,10	100,04	1,708	1,702	89
757	То же, что и для № 516															
766	38,42	0,10	20,53	8,86	0,00	8,91	0,36	20,81	0,07	0,07	1,80	0,00	99,99	—	—	93
772	39,16	1,83	20,30	11,68	2,45	0,21	2,17	18,88	0,67	0,37	2,82	0,00	100,67	—	—	77
781	40,78	1,45	20,50	11,11	2,60	0,28	1,17	19,19	0,83	0,18	2,04	0,00	100,50	—	—	86
785	38,48	2,46	21,53	11,16	2,23	0,36	0,50	20,71	0,36	0,23	2,10	0,00	100,29	—	—	94
962 <sup>2</sup>	38,14	0,04	26,04	0,84	0,34	Следы	3,39	24,90	0,06	0,07	5,40	0,31	99,53	1,684	1,670	16
966	37,84	0,21	22,63	12,24	1,02	0,12	0,09	22,31	0,38	0,17	3,02	0,28	100,31	1,772	—	99
968	36,30	0,25	21,00	13,57	1,53	0,10	0,14	21,80	0,45	0,18	3,60	0,34	99,26	1,775	—	98
985	41,83	1,94	19,91	9,51	2,95	0,36	1,90	17,87	1,20	0,35	1,91	0,05	100,11	—	—	78
1023	38,41	Следы	29,11	6,52	0,74	0,12	0,01	23,46	Не определен.		1,76	0,04	100,17	—	—	100

<sup>1</sup>Цоизит. 516. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,088; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,16; CrO = 0,31.

<sup>2</sup>Пумпеллит. 561. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,05. 985. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,33.

ТАБЛИЦА IX

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АССОЦИИРУЮЩИХ С АМФИБОЛАМИ ХЛОРИТОВ

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Сумма	Nm	f
384	26,50	0,20	23,08	1,59	14,49	0,15	22,17	0,28	0,19	—	11,26	0,28	100,19	1,609	29
432	26,69	0,30	19,57	3,49	21,80	0,30	16,23	0,17	сл.	сл.	11,19	0,12	99,99	1,623	47
507	25,81	0,31	16,81	3,06	24,41	0,45	17,15	0,20	0,00	0,00	11,91	0,21	100,33	1,629	47
516	27,54	0,09	18,96	1,22	24,36	0,43	15,62	0,08	0,14	0,08	11,20	0,06	100,12	1,627	48
598	25,97	0,14	20,43	2,91	22,08	0,36	16,29	0,12	—	—	10,97	0,60	99,88	1,631	46
657	25,92	0,01	22,25	1,26	22,32	0,24	17,02	0,00	0,20	0,00	11,30	0,00	100,54	1,623	44
704	27,25	0,12	20,89	1,16	21,62	0,32	17,58	сл.	0,41	0,11	10,90	0,17	100,53	1,624	42
757	То же, что и для № 516														
772	32,77	0,34	17,79	4,49	15,45	0,19	16,62	1,62	1,05	0,30	9,50	0,45	100,59	—	40
785	27,44	0,83	21,16	0,63	18,21	0,10	18,78	0,10	0,18	0,05	12,22	0,48	100,18	—	36
983	28,85	0,11	18,19	0,71	11,18	0,10	28,49	0,20	0,16	0,04	11,21	0,55	99,93	1,596	19
999	28,02	0,00	22,03	1,05	13,33	0,19	23,57	0,07	0,19	0,04	11,55	0,02	100,06	—	26

507. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,01.516. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,038; V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,032; NiO = 0,034; CuO = 0,043; CoO = 0,014; ZnO = 0,087598. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> < 0,01.983. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,14

ТАБЛИЦА X

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АССОЦИИРУЮЩЕЙ С АМФИБОЛАМИ ШПИНЕЛИ

№ анализа	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Сумма	f	f'	N
33	47,59	11,30	8,10	—	21,07	10,81	98,87	33	18	~1,780
227	65,43	0,94	20,10	0,09	11,40	—	99,92	51	50	—

ТАБЛИЦА XI

## ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ АССОЦИИРУЮЩИХ С АМФИБОЛАМИ КОРДИЕРИТОВ

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Сумма	<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>Ng</i>	<i>Np</i>
34	50,76	0,06	32,99	0,24	1,22	0,00	12,77	0,00	0,43	0,02	п.п. 1,97	0,18	100,64	6	6	1,541	1,534
37	48,56	0,07	32,79	0,68	3,75	0,05	11,56	0,22	1,17	0,29	п.п. 1,35	—	100,49	18	16	—	—
38	49,12	0,00	33,04	0,29	5,51	0,26	9,90	0,00	0,49	0,15	п.п. 0,88	—	99,64	26	25	—	—
60	49,51	0,00	32,46	0,29	6,51	0,10	9,60	0,00	—	—	1,05	—	99,54	29	28	1,548	1,537
91	49,17	—	34,09	1,49	3,95	0,02	10,67	0,13	—	—	0,92	—	100,44	22	17	1,546	1,537

34. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,05

ТАБЛИЦА XII

## ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ АССОЦИИРУЮЩИХ С АМФИБОЛАМИ ОЛИВИНОВ

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Сумма	<i>f</i>	<i>f'</i>	<i>Ng</i>	<i>Np</i>
33	37,53	0,11	0,70	1,98	18,15	0,23	40,05	0,40	—	0,24	п.п. 0,31	0,05	100,00	22	20	1,712	1,675
958	—	0,082	0,30	11,71	—	0,096	47,08	0,20	—	—	—	—	—	—	—	1,694	1,656

33. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,09; SO<sub>3</sub> = 0,16958. NiO = 0,53; CoO = 0,0078; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,03; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,004

## ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ ПОРОД, ВМЕЩАЮЩИХ АМФИБОЛЫ

ТАБЛИЦА XIII

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Сумма	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
32	37,44	0,015	2,71	0,83	8,26	0,14	26,98	6,31	0,41	0,20	1,50	—	—	99,91	16
37	51,60	2,18	14,32	1,20	6,62	0,20	16,16	0,78	0,19	0,49	п.п. 5,90	0,34	—	99,98	21
52	51,95	0,27	10,90	0,80	8,05	0,16	5,25	18,34	2,63	0,34	п.п. 1,20	0,39	0,02	100,33	49
60	48,00	2,06	18,62	1,07	16,18	0,13	11,85	0,64	0,23	0,01	1,50	—	0,09	100,57	45
63	60,29	0,88	15,34	0,34	8,75	0,41	8,65	1,73	2,02	0,20	0,83	0,04	0,16	99,81	38
65	57,27	1,09	15,70	5,66	9,31	Следы	8,43	0,75	0,64	0,37	п.п. 0,61	—	—	99,83	49
70	58,04	1,77	13,99	3,63	10,95	0,42	4,90	4,18	0,90	0,60	п.п. 0,60	0,08	—	100,06	63
72	51,81	0,12	27,87	—	17,71	—	1,16	0,57	0,35	0,41	0,16	0,57	—	100,73	90
84	46,52	1,24	16,77	2,66	9,44	0,22	9,54	9,04	3,02	0,05	1,59	0,06	0,16	100,36	41
114	33,40	0,12	0,00	33,21	21,63	0,16	9,32	4,30	—	—	п.п. 1,42	—	0,28	100,41	76
134	44,16	0,53	12,45	0,49	32,04	1,07	4,98	2,62	0,26	0,12	п.п. 1,24	—	—	99,96	79
146	47,10	—	3,55	7,36	31,89	—	5,69	1,42	0,61	—	—	—	—	99,80	76
153	54,00	—	1,27	12,35	28,22	—	1,57	0,82	0,86	Следы	п.п. 0,43	—	—	99,52	93
154	38,09	0,79	15,10	2,77	31,48	0,04	6,88	0,28	0,25	1,81	п.п. 2,05	0,08	—	99,62	73
155	64,09	0,08	Следы	5,73	24,48	0,18	3,39	Следы	Следы	Следы	1,80	0,00	0,00	99,75	83
160	44,22	0,10	2,67	20,18	25,56	0,18	2,39	1,60	0,20	0,13	п.п. 1,56	0,05	0,13	100,54	—
162	72,21	—	0,65	13,10	9,05	—	1,14	0,47	1,16	—	—	—	—	99,54	91
165	50,16	0,05	1,49	3,88	33,76	0,56	4,89	1,68	0,10	0,16	п.п. 1,80	0,12	—	99,54	78
196	48,50	1,18	14,88	2,38	11,48	0,23	8,66	9,44	2,01	0,34	0,38	0,15	0,21	99,84	47
199	51,55	1,12	13,86	1,51	11,63	0,23	5,80	10,28	3,08	0,54	0,25	0,12	0,23	100,20	56
201	48,39	2,08	12,88	2,83	11,63	0,33	6,85	11,84	2,09	0,45	0,59	0,06	0,17	100,22	54
202	49,05	2,01	12,82	2,76	14,50	0,35	4,55	10,06	3,12	0,91	—	—	0,36	100,58	68
203	46,30	0,70	16,20	2,20	9,40	0,10	11,80	9,20	2,70	0,60	0,80	—	—	100,00	35
205	46,72	1,12	18,24	5,03	8,06	0,18	6,00	10,62	3,22	0,35	п.п. 0,24	0,06	—	99,84	54
206	50,84	1,04	14,36	3,98	9,64	0,19	5,71	10,66	2,85	0,41	0,26	0,08	0,16	100,18	57
207	44,16	1,20	9,68	3,90	18,56	0,26	9,04	11,10	1,14	0,32	0,00	0,40	—	99,74	58
208	61,60	0,46	16,73	3,05	4,53	0,12	3,83	6,46	1,43	0,82	0,95	—	0,14	100,12	52
209	44,08	0,80	13,53	3,73	19,02	0,49	9,50	7,66	0,90	0,69	—	0,14	—	100,54	58
210	60,45	1,50	17,56	0,62	5,77	0,10	1,60	4,72	3,75	2,45	0,75	0,53	0,31	100,36	69
211	46,25	1,83	17,51	1,81	10,20	0,18	9,34	8,69	2,48	0,55	0,67	0,10	0,28	99,98	42
212	44,78	2,38	17,64	2,80	9,63	0,35	7,11	10,13	2,87	0,64	1,28	0,13	0,42	100,18	50
214	54,00	1,61	15,52	3,97	5,95	0,15	4,37	7,11	4,36	1,53	0,37	0,20	0,45	99,84	63
215	65,54	0,77	15,46	1,94	3,13	0,04	1,39	3,26	3,43	4,64	0,08	0,22	0,28	100,18	60

218	64,64	0,72	14,73	1,77	4,55	0,08	1,72	4,13	3,25	3,19	0,74	0,03	0,40	100,11	69	
223	47,78	1,04	14,28	1,88	10,51	0,21	9,13	10,54	2,83	0,25	п.п. 1,06	0,00	—	99,51	44	
227	45,01	1,32	8,82	4,36	12,38	0,22	19,90	7,28	0,17	0,02	0,02	0,21	0,13	99,84	32	
230	49,04	1,04	16,28	3,37	6,62	0,08	7,66	12,82	2,56	0,34	0,08	—	—	100,25	41,5	
232	48,10	1,30	13,40	0,30	13,10	0,30	9,70	10,80	1,60	с.л.	п.п.0,36	—	—	—	—	
233	48,36	0,75	11,96	2,40	14,59	0,31	10,60	8,98	0,78	0,27	0,50	—	0,10	100,00	45	
236	49,75	1,56	17,87	1,73	8,76	0,17	5,40	9,81	3,41	0,67	0,50	0,34	0,11	100,07	47	
237	50,20	1,50	13,70	3,20	11,00	0,20	6,60	10,40	2,20	0,20	0,37	0,04	0,14	99,83	53	
240	46,14	1,20	14,78	1,44	13,28	0,18	7,90	10,64	2,74	0,82	0,40	—	0,10	99,70	55	
245 <sup>1</sup>	47,89	1,56	14,63	1,85	11,20	0,25	7,41	11,54	2,19	0,58	0,04	—	—	99,74	51	
249	50,55	1,28	17,08	0,36	11,80	5,80	—	10,47	1,67	0,12	п.п.0,58	0,72	0,03	0,14	99,99	51
251	48,40	1,90	15,30	0,40	15,50	0,30	5,60	11,30	1,00	0,15	0,56	0,00	0,09	99,94	68	
260	44,04	2,91	12,46	2,49	16,88	0,32	6,29	10,04	2,56	0,64	0,20	—	0,10	100,00	62	
293	45,39	2,32	14,89	0,34	13,40	0,34	7,17	11,36	1,85	0,27	1,18	0,02	0,07	99,90	64	
299	48,23	1,34	14,71	2,46	10,76	0,17	6,45	10,07	2,30	0,61	2,86	0,15	0,23	100,57	51	
306	42,38	2,84	15,01	2,78	16,67	0,87	5,41	10,96	1,26	0,43	0,91	0,14	0,27	99,57	54	
322	57,13	0,88	16,82	2,27	4,13	0,04	4,26	7,74	3,65	2,51	1,52	0,08	0,08	100,29	68	
324	58,02	0,85	17,70	3,53	2,33	с.л.	3,80	7,19	3,82	2,04	0,51	0,26	0,19	100,39	44	
325	60,37	0,80	17,04	3,39	1,86	с.л.	3,34	6,82	4,01	1,85	0,64	0,23	0,16	100,31	45	
329	49,41	1,87	16,64	3,01	7,28	0,06	5,93	9,50	3,02	1,09	0,57	0,14	0,08	100,27	37	
337	48,47	1,70	15,28	1,39	13,40	0,34	6,23	10,96	1,29	0,29	1,32	0,47	0,20	99,80	50	
338	49,21	1,75	14,18	0,92	13,66	0,13	6,16	10,61	1,43	0,30	1,16	0,00	0,09	100,60	58	
340	49,36	1,80	17,47	3,09	10,55	0,12	3,89	11,36	1,04	0,41	1,52	0,04	0,04	99,95	57	
341	46,03	2,76	12,94	2,81	15,99	0,14	4,33	11,75	0,84	0,70	0,55	0,00	0,08	99,72	66	
344	44,21	0,06	15,52	3,12	9,47	0,20	11,82	9,56	3,31	0,74	1,56	0,00	0,19	100,04	71	
347	50,37	1,40	15,23	4,83	6,67	0,19	6,30	9,48	3,45	0,43	1,65	0,19	0,24	100,09	37	
351	51,50	1,00	14,34	2,67	6,36	0,18	8,99	9,62	3,62	0,11	1,37	0,27	—	99,99	50	
355	50,60	0,49	14,67	3,95	7,05	0,15	8,48	8,83	3,25	0,90	1,35	0,16	—	99,90	36	
357	51,50	0,32	13,36	2,42	5,96	0,03	11,44	9,64	3,28	0,90	1,20	0,15	—	99,72	42	
362	46,10	1,28	10,28	4,63	9,51	0,14	12,28	12,50	1,16	0,14	п.п. 0,66	0,12	—	100,10	29	
365	47,00	1,94	17,00	4,33	7,34	0,10	7,00	8,62	3,40	1,71	п.п. 1,10	0,12	—	100,24	31	
370	55,24	0,83	15,75	2,95	5,32	0,08	5,70	8,32	4,34	0,99	п.п. 1,50	0,16	—	100,10	47,5	
371	50,30	1,38	11,44	3,47	7,54	0,23	12,73	3,12	0,14	7,06	п.п. 0,46	0,02	—	100,04	47	
374	58,32	0,53	16,13	2,30	4,46	0,12	4,04	5,50	3,85	4,26	п.п. 0,14	1,78	—	99,49	32	
380	69,36	0,57	12,97	2,60	2,34	0,10	0,54	1,04	3,75	5,65	п.п. 0,42	0,00	—	99,93	48	
382	44,92	1,60	17,51	2,82	8,72	0,16	7,23	13,62	1,49	0,27	п.п. 0,86	—	—	99,79	86	
391	56,26	0,81	15,05	2,22	4,86	0,14	6,86	5,90	3,16	2,36	1,52	0,04	0,18	100,08	47	
394	46,61	0,15	16,27	5,98	8,92	0,84	5,59	10,06	1,82	0,36	2,00	0,12	0,29	100,03	36	
											2,37	1,19	0,12	100,28	58	

<sup>1</sup> Средний состав по 9 образцам.

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Сумма	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
369	49,35	0,11	15,28	6,90	5,09	0,76	5,52	11,20	1,75	0,45	2,50	0,87	0,13	99,91	48
397	46,21	0,19	17,02	5,40	6,65	0,80	5,32	11,09	2,15	0,36	3,36	0,85	0,19	99,59	57
399	48,33	0,15	16,35	9,83	2,81	0,70	4,32	12,89	1,88	0,16	2,22	0,56	0,14	100,34	62
405	59,04	0,83	15,86	2,50	4,62	0,11	3,85	5,80	3,45	2,14	1,26	0,09	0,34	99,89	51
408	50,55	0,75	12,48	4,43	10,49	0,23	6,30	8,70	1,80	0,02	п. п. 3,80	0,14	—	99,69	57
415	51,25	3,50	13,57	1,75	13,72	0,35	3,11	8,10	1,94	1,20	0,70	0,10	0,63	99,92	74
416	58,79	0,90	16,77	2,28	5,50	0,10	2,32	4,43	5,54	2,04	1,18	0,07	0,33	100,25	65
433	52,35	1,20	14,80	1,64	9,12	0,25	6,50	9,30	2,10	сл.	2,50	0,15	сл.	99,91	47
438	45,23	0,59	24,76	1,87	7,64	0,09	7,67	9,18	2,27	0,83	0,24	0,09	—	100,46	41
439	70,70	0,53	18,51	0,96	3,74	0,04	1,90	2,80	1,13	0,23	п. п. 0,15	0,04	—	100,73	57
454	49,48	0,15	8,75	1,83	6,12	0,12	17,56	12,80	1,04	0,25	п. п. 1,60	0,08	—	99,78	20
455	51,88	0,80	14,76	3,51	6,26	0,15	8,15	11,10	1,74	0,54	п. п. 1,10	0,20	—	100,19	40
457	47,46	0,14	15,60	2,69	6,94	0,42	8,44	11,54	2,09	2,62	п. п. 1,70	0,02	—	99,70	39
462	51,80	0,65	16,30	4,09	6,82	0,12	6,00	9,90	2,99	1,21	п. п. 1,14	0,08	—	100,60	50
465	44,70	1,07	13,37	3,82	11,37	0,26	9,18	12,14	1,71	1,46	п. п. 0,72	—	—	99,78	48
467	48,20	1,75	12,68	6,28	10,29	0,05	7,57	10,15	1,90	0,10	п. п. 1,15	—	—	100,12	54
470	41,48	1,08	18,82	2,21	11,81	0,17	6,53	14,50	1,34	1,07	п. п. 1,26	0,04	—	100,31	55
473	59,73	1,72	15,17	0,79	7,85	0,18	2,74	4,17	2,83	1,78	2,38	0,15	0,07	99,56	65
486	40,41	0,39	24,62	2,91	7,04	0,18	7,91	13,01	1,10	0,01	2,29	0,08	0,15	100,10	40
493	42,12	0,89	18,95	4,36	9,50	0,20	7,63	11,26	2,76	0,28	0,84	0,02	0,09	100,36	47
499	49,75	3,14	6,57	8,73	12,83	0,23	5,21	9,02	2,09	0,94	п. п. 2,00	0,00	—	100,51	69
504	47,20	2,10	15,90	5,20	4,50	0,15	6,10	7,30	3,50	1,60	5,40	0,62	0,43	100,36	47
506	48,68	1,51	14,27	5,91	6,39	0,22	4,72	8,81	3,98	1,02	4,14	0,08	0,19	99,92	59
507	46,58	1,48	17,25	3,56	4,56	0,17	5,22	12,35	2,53	0,23	2,27	0,10	0,05	99,49	46
511	47,83	1,42	12,72	3,98	7,92	0,27	8,60	8,59	2,90	0,12	4,45	0,32	0,08	99,20	44
579	46,94	0,75	15,35	0,52	8,50	0,14	9,14	11,59	2,36	0,27	п. п. 3,25	0,08	0,08	99,79	36
601	43,16	2,29	11,54	3,38	14,22	0,25	10,89	10,06	1,54	0,60	1,80	0,14	—	99,87	47
607	48,83	1,02	14,48	4,58	8,59	0,26	6,28	11,28	2,13	0,07	п. п. 1,51	0,21	0,16	99,73	54
621	45,91	0,80	14,69	4,46	10,27	0,29	4,98	12,77	2,40	0,93	п. п. 1,01	0,11	0,29	99,53	63
622	48,66	1,48	12,50	4,24	12,19	0,32	7,09	10,71	1,87	0,30	п. п. 0,52	0,10	0,17	100,49	56
629	42,09	0,37	7,34	3,06	7,12	0,31	24,44	10,73	0,76	0,18	3,17	0,12	0,03	99,72	19
637	49,34	1,28	16,93	2,25	5,39	0,12	7,60	11,13	3,11	1,13	0,91	0,09	0,27	99,72	36
644	51,66	0,97	16,85	2,48	6,48	0,13	5,94	8,70	2,91	1,64	1,12	0,05	0,25	99,86	46
658	46,93	2,52	12,66	4,53	10,83	0,21	6,45	10,60	2,68	0,39	п. п. 2,51	0,006	—	100,36	56

То же, что и для № 52

674

То же, что и для № 84

681	61,12	0,49	16,48	1,30	5,46	0,09	4,00	3,99	2,85	2,17	п. п. 1,40	0,02	0,17	99,71	48,5
682	50,00	1,06	21,35	2,15	8,33	0,16	3,44	8,30	3,90	0,35	1,18	0,10	0,27	100,59	62
705	47,63	1,51	14,45	3,98	7,14	0,16	7,67	11,59	2,33	0,52	3,03	0,22	0,65	100,28	44

717

То же, что и для № 32

771	84,40	0,53	2,80	1,18	1,54	0,42	2,27	1,62	1,30	0,82	1,50	0,44	0,50	99,32	42
777	42,17	2,06	12,06	7,29	5,92	0,26	4,87	12,92	2,34	1,33	8,28	0,05	0,28	99,83	60
791	65,00	0,44	16,13	3,16	2,39	—	1,62	0,52	10,12	0,00	п. п. 0,73	0,16	—	100,27	64
853	50,13	2,93	12,27	29,31	—	—	3,32	0,82	0,65	—	—	—	—	99,43	87
854	56,14	сл.	сл.	40,77	1,43	—	0,36	0,90	0,03	0,03	п. п. 0,24	—	—	99,90	99
962	50,05	0,07	21,75	1,49	0,82	0,03	7,28	9,85	0,55	2,25	4,82	0,63	—	99,59	14
966	47,01	0,13	16,77	3,47	9,98	0,80	6,89	9,74	1,72	0,31	2,21	1,09	0,11	100,23	53
968	47,18	0,16	17,23	5,01	9,47	0,75	3,99	8,42	2,97	1,06	2,38	1,22	0,11	99,95	67
969	47,98	0,88	11,92	5,40	9,88	—	8,42	11,62	2,10	0,69	0,98	0,02	—	99,89	50

979

То же, что и для № 160

981	47,86	0,43	5,98	0,87	8,52	0,12	3,25	26,84	Следы		п. п. 6,15	0,37	—	100,38	16
984	91,00	0,15	5,90	0,08	1,20	0,30	0,64	0,11	0,11	0,70	0,08	—	—	100,27	59
990	53,38	0,36	16,30	4,92	3,80	0,148	10,56	7,53	1,61	0,86	0,64	0,20	0,074	100,25	31
1002	37,97	6,44	14,34	3,02	14,57	0,21	5,53	12,20	2,02	0,02	0,38	0,02	3,40	100,25	64
1011	41,75	2,76	13,33	3,99	12,91	0,23	8,75	12,25	1,59	0,05	п.п. 0,79	0,27	0,24	99,99	52
1032	51,10	1,09	13,26	4,02	10,99	0,17	6,20	9,08	2,20	0,24	1,87	—	—	—	—
1054	57,31	0,66	19,70	1,70	4,79	0,00	4,65	1,30	3,02	1,01	п.п. 1,38	0,04	0,08	100,11	57
											1,18	0,46	0,00	100,40	44

32.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,56$ ;  $\text{CO}_2 = 14,57$ 60.  $\text{V}_2\text{O}_5 = 0,04$ ;  $\text{Fe}_7\text{S}_8 = 0,15$ 63.  $\text{CO}_2 = 0,15$ ;  $\text{F} = 0,03$ 84.  $\text{F} = 0,04$ ;  $\text{Cl} = 0,04$ 160.  $\text{SO}_3 = 1,34$ 165.  $\text{S} = 0,89$ 201.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,02$ ;  $\text{BaO} = 0,01$ 210.  $\text{ZrO}_2 = 0,01$ ;  $\text{S} = 0,09$ ;  
 $\text{BaO} = 0,18$ ;  $-0 = \text{S} = 0,03$ 214.  $\text{CO}_2 = 0,25$ 218.  $\text{S} = 0,08$ ;  $-0 = \text{S} = 0,03$ 

233. Проч. = 0,12

236.  $\text{Cl} = 0,01$ 371.  $\text{SO}_3 = 0,06$ 457.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,031$ 493.  $\text{CO}_2 = 0,60$ ;  $\text{SO}_3 = 0,86$ 504.  $\text{CO}_2 = 0,36$ 579.  $\text{SO}_3 = 0,82$ 607.  $\text{CO}_2 = 0,21$ ;  $\text{SO}_3 = 0,12$ 621.  $\text{CO}_2 = 0,62$ 622.  $\text{SO}_3 = 0,34$ 637.  $\text{CO}_2 = 0,09$ ;  $\text{S} = 0,08$ 644.  $\text{BaO} = 0,05$ ;  $\text{CO}_2 = 0,59$ ;  
 $\text{Cl} = 0,04$ 667.  $\text{SO}_3 = 0,03$ 674.  $\text{F} = 0,04$ ;  $\text{Cl} = 0,04$ 681.  $\text{SO}_3 = 0,07$ ;  $\text{CO}_2 = 0,10$ 979.  $\text{SO}_3 = 1,34$ 990.  $\text{SO}_3 = 0,015$ ;  $\text{CO}_2 = 0,14$ 1002.  $\text{F} = 0,22$ 1032.  $\text{SO}_3 = 0,26$ 1054.  $\text{CoO} = 0,02$ ;  $\text{NiO} = 0,04$ ;  
 $\text{Li}_2\text{O} = 1,41$ ;  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = \text{сл.}$

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ АНТОФИЛЛИТОВ ИЗ

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	-0,186	-0,176	-0,033	+0,064	<b>+0,807</b>	+0,302	<b>-0,603</b>	-0,174
$f'$	+0,376	-0,123	-0,286	-0,527	<b>+0,994</b>	+0,143	<b>-0,760</b>	-0,038
$f$	-0,185	-0,191	-0,052	+0,078	<b>+0,798</b>	+0,355	<b>-0,598</b>	-0,177
$K_{ox}$	<b>-0,874</b>	-0,056	+0,459	<b>+0,979</b>	-0,607	+0,196	+0,463	-0,187
(Na+K)	-0,386	+0,525	+0,241	+0,269	-0,260	20,220	+0,078	+0,226
OH	+0,294	+0,199	+0,028	+0,406	-0,370	+0,308	-0,201	+0,396
K	-0,362	+0,329	-0,034	+0,363	-0,150	+0,010	+0,025	+0,250
Na	-0,351	<b>+0,582</b>	+0,384	+0,175	-0,297	-0,337	+0,102	+0,183
Ca	+0,016	+0,530	+0,047	-0,183	-0,084	-0,135	-0,363	
Mg	-0,214	-0,271	-0,050	+0,430	<b>-0,698</b>	-0,081		
Mn	-0,082	-0,292	-0,316	+0,286	+0,089			
Fe <sup>2+</sup>	+0,376	-0,155	-0,293	-0,529				
Fe <sup>3+</sup>	-0,897	+0,063	+0,385					
Al	-0,372	+0,479						
Ti	-0,216							
$\bar{X}$	7,813	0,002	0,193	0,107	0,910	0,018	5,930	0,095
S	0,191	0,004	0,153	0,174	0,268	0,015	0,217	0,080

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	-0,326	<b>+0,560</b>	+0,289	<b>+0,362</b>	<b>+0,919</b>	-0,011	<b>-0,973</b>	-0,053
$f'$	<b>-0,348</b>	<b>+0,485</b>	+0,303	+0,215	<b>+0,960</b>	+0,038	<b>-0,950</b>	-0,023
$f$	-0,326	<b>+0,555</b>	+0,285	<b>+0,359</b>	<b>+0,920</b>	+0,023	<b>-0,972</b>	-0,048
$K_{ox}$	+0,188	+0,314	-0,185	<b>+0,832</b>	<b>-0,382</b>	-0,040	+0,021	-0,103
(Na+K)	<b>-0,548</b>	+0,258	<b>+0,440</b>	+0,311	+0,249	+0,010	<b>-0,378</b>	-0,243
OH	-0,018	-0,252	+0,004	-0,070	-0,225	+0,204	+0,099	-0,040
K	+0,005	+0,188	+0,024	<b>+0,392</b>	-0,178	+0,110	-0,050	-0,031
Na	<b>-0,575</b>	+0,278	<b>+0,455</b>	+0,237	+0,301	-0,014	<b>-0,385</b>	-0,247
Ca	+0,165	<b>-0,358</b>	-0,296	-0,188	+0,070	+0,146	+0,141	
Mg	<b>+0,391</b>	<b>-0,602</b>	<b>-0,410</b>	<b>-0,401</b>	<b>-0,838</b>	+0,034		
Mn	+0,013	-0,168	-0,120	-0,110	+0,047			
Fe <sup>2+</sup>	-0,268	+0,370	+0,186	+0,016				
Fe <sup>3+</sup>	-0,016	<b>+0,566</b>	+0,010					
Al	<b>-0,945</b>	+0,011						
Ti	+0,056							
$\bar{X}$	6,771	0,042	2,228	0,216	2,097	0,034	3,463	0,095
S	0,497	0,041	0,789	0,241	0,868	0,059	1,026	0,101

ТАБЛИЦА XIV

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ В КРИСТАЛЛО-ГИПЕРБАЗИТОВ (тип 1, табл. 1)

Na	K	ОН	(Na+K)	$K_{ох}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,209	+0,090	-0,085	-0,101	-0,037	+0,998	+0,812	
-0,287	-0,133	-0,290	-0,247	-0,608	+0,806		
-0,227	+0,088	-0,064	-0,114	-0,026			
+0,137	+0,301	+0,380	+0,218				
+0,952	+0,874	+0,104					
+0,006	+0,238						
+0,683							
				$n = 12$ $r_{знач.} \geq 0,576$			
0,050	0,016	1,867	0,066	0,104	14,83	13,48	14,60
0,060	0,038	0,200	0,091	0,179	3,100	3,72	3,05

ТАБЛИЦА XV

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ В КРИСТАЛЛО-ЖЕДРИТОВ (тип 4, табл. 1)

Na	K	ОН	(Na+K)	$K_{ох}$	$f$	$f'$	$f''$
+0,379	+0,001	-0,163	+0,363	-0,068	+0,999	+0,987	
+0,366	-0,052	-0,157	+0,338	-0,209	+0,988		
+0,379	+0,008	-0,156	+0,363	-0,067			
+0,045	+0,466	+0,089	+0,144				
+0,976	+0,310	-0,123					
-0,099	-0,132						
+0,098							
		$n = 34$ $r_{знач.} \geq 0,332$					
0,221	0,023	1,780	0,244	0,099	40,71	38,50	40,37
1,186	0,042	0,314	0,195	0,101	16,28	16,06	16,35

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ КУММИНГТОНИТОВ

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	-0,013	+0,431	-0,070	+0,493	<b>+0,623</b>	-0,227	<b>-0,864</b>	+0,048
$f'$	+0,128	+0,224	-0,210	+0,120	<b>+0,820</b>	-0,096	<b>-0,724</b>	+0,012
$f$	+0,053	+0,463	-0,130	+0,494	<b>+0,600</b>	-0,118	<b>-0,879</b>	+0,091
$K_{ox}$	-0,178	<b>+0,632</b>	-0,138	<b>+0,980</b>	-0,411	-0,078	-0,505	+0,244
(Na+K)	-0,243	<b>+0,686</b>	+0,488	<b>+0,772</b>	-0,444	-0,175	<b>-0,514</b>	-0,109
OH	-0,038	+0,212	-0,089	+0,031	-0,053	+0,137	-0,199	-0,131
K	-0,439	-0,317	-0,176	+0,305	+0,191	-0,344	+0,139	-0,088
Na	-0,139	<b>+0,755</b>	<b>+0,526</b>	<b>+0,696</b>	-0,485	-0,094	<b>-0,543</b>	-0,088
Ca	+0,117	+0,123	-0,346	+0,251	-0,147	+0,358	-0,134	
Mg	-0,219	<b>-0,713</b>	-0,093	<b>-0,568</b>	-0,223	+0,030		
Mn	<b>+0,561</b>	+0,234	<b>-0,526</b>	-0,085	-0,303			
Fe <sup>2+</sup>	-0,099	-0,295	-0,265	-0,248				
Fe <sup>3+</sup>	-0,210	<b>+0,624</b>	+0,056					
Al	-0,482	+0,310						
Ti	<b>-0,520</b>							
$\bar{X}$	7,674	0,017	0,375	0,215	2,448	0,065	4,014	0,232
S	0,173	0,025	0,244	0,225	0,414	0,073	0,495	0,131

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ КУММИНГТОНИТОВ

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	+0,161	-0,246	-0,085	+0,220	<b>+0,790</b>	-0,117	<b>-0,956</b>	-0,023
$f'$	+0,234	-0,259	-0,117	+0,046	<b>+0,848</b>	-0,005	<b>-0,945</b>	-0,033
$f$	+0,176	-0,259	-0,099	+0,203	<b>+0,787</b>	-0,057	<b>-0,957</b>	-0,018
$K_{ox}$	<b>-0,343</b>	+0,079	+0,113	<b>+0,644</b>	<b>-0,362</b>	-0,255	+0,062	+0,084
(Na+K)	-0,044	+0,009	+0,178	+0,198	-0,145	-0,178	-0,060	+0,117
OH	-0,191	+0,127	+0,113	-0,095	-0,001	-0,119	-0,157	-0,094
K	-0,209	+0,185	+0,143	+0,117	-0,111	+0,051	-0,026	+0,227
Na	+0,001	-0,038	+0,153	+0,206	-0,137	-0,219	-0,058	+0,064
Ca	-0,108	+0,184	+0,142	+0,070	-0,241	+0,105	-0,073	
Mg	-0,171	+0,248	+0,077	-0,195	<b>-0,714</b>	+0,077		
Mn	+0,243	-0,153	-0,239	<b>-0,346</b>	-0,075			
Fe <sup>2+</sup>	-0,226	-0,214	-0,219	-0,268				
Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,295</b>	-0,030	+0,069					
Al	<b>-0,722</b>	<b>+0,442</b>						
Ti	<b>-0,520</b>							
$\bar{X}$	7,894	0,007	0,215	0,267	4,283	0,082	2,000	0,154
S	0,198	0,011	0,221	0,291	0,611	0,109	0,659	0,160

ТАБЛИЦА XVI

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
С  $f''$  ДО 50% (тип 5, табл. 1)

Na	K	OH	(Na+K)	$K_{ox}$	$f$	$f'$	$f''$
+0,250	+0,126	+0,090	+0,282	+0,359	<b>+0,994</b>	<b>+0,914</b>	
-0,066	+0,005	+0,098	-0,065	-0,035	<b>+0,920</b>		
+0,247	+0,087	+0,106	+0,269	+0,357			
<b>+0,743</b>	+0,247	+0,018	<b>+0,806</b>				
<b>+0,973</b>	+0,089	+0,207					
+0,176	+0,126						
-0,145							
	$n=15$ $r_{\text{знач.}} > 0,514$						
0,078	0,019	1,825	0,097	0,079	40,53	38,53	39,93
0,102	0,024	0,286	0,102	0,083	5,85	5,32	6,02

ТАБЛИЦА XVII

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
С  $f''$  ОТ 50 ДО 85% (тип 6, табл. 1)

Na	K	OH	(Na+K)	$K_{ox}$	$f$	$f'$	$f''$
+0,051	+0,026	+0,104	+0,053	-0,061	<b>+0,998</b>	<b>+0,982</b>	
+0,018	+0,012	+0,101	+0,022	-0,183	<b>+0,987</b>		
+0,039	+0,027	+0,094	+0,043	-0,076			
<b>+0,294</b>	<b>+0,623</b>	+0,019	<b>+0,410</b>				
<b>+0,967</b>	<b>+0,560</b>	-0,054					
-0,081	+0,075						
<b>+0,350</b>							
	$n=44$ $r_{\text{знач.}} > 0,292$						
0,077	0,015	1,724	0,092	0,068	69,64	68,38	69,25
0,085	0,025	0,515	0,095	0,092	8,53	8,74	8,68

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ КУММИНТОНИТОВ

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	-0,443	+0,159	+0,260	+0,227	+0,982	-0,540	-0,987	+0,274
$f'$	-0,383	+0,179	+0,235	+0,235	+0,958	-0,433	-0,999	+0,227
$f$	-0,392	+0,175	+0,244	+0,271	+0,953	-0,423	-0,999	+0,219
$K_{Ox}$	-0,142	-0,066	+0,227	+0,749	-0,264	+0,292	+0,158	-0,250
(Na+K)	+0,302	+0,098	+0,079	-0,060	-0,597	+0,194	+0,634	-0,419
OH	-0,259	-0,782	-0,353	+0,410	+0,254	-0,299	-0,280	+0,571
K	+0,116	+0,826	+0,492	-0,213	-0,098	+0,119	+0,141	-0,550
Na	+0,299	+0,021	+0,034	-0,041	-0,604	+0,188	+0,638	-0,378
Ca	-0,558	-0,459	-0,387	-0,229	+0,361	-0,524	-0,213	
Mg	+0,355	-0,152	-0,214	-0,264	-0,949	+0,422		
Mn	+0,444	+0,195	-0,046	+0,172	-0,659			
Fe <sup>2+</sup>	-0,501	+0,154	+0,254	+0,107				
Fe <sup>3+</sup>	-0,229	-0,117	+0,196					
Al	-0,459	+0,721						
Ti	-0,174							
$\bar{X}$	7,874	0,001	0,079	0,079	2,141	1,845	2,786	0,250
S	0,144	0,003	0,063	0,110	1,380	0,373	1,138	0,161

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f$	+0,260	+0,412	-0,492	-0,233	-0,450	+0,613	+0,909	+0,169	-0,941
$K_{Ox}$	+0,044	+0,327	-0,188	-0,123	-0,130	+0,715	-0,383	-0,227	+0,010
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,471	-0,339	+0,748	+0,526	+0,528	-0,113	-0,364	-0,156	+0,152
Al <sup>IV</sup> +Fe <sup>3+</sup>	+0,227	-0,367	+0,423	-0,182	+0,759	+0,115	-0,326	-0,072	-0,175
Al-(Na+K)	-0,495	-0,611	+0,943	+0,580	+0,740	-0,507	-0,478	+0,034	+0,337
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	-0,853	-0,142	+0,604	+0,876	-0,074	-0,128	-0,170	+0,010	+0,281
(Na+K)	-0,332	-0,026	+0,181	+0,300	-0,040	-0,166	+0,192	+0,073	+0,038
OH	-0,292	+0,086	-0,049	+0,239	-0,300	-0,184	+0,075	+0,092	+0,141
K	-0,295	+0,010	+0,092	+0,326	-0,174	+0,027	+0,476	-0,003	-0,316
Na	-0,046	-0,038	+0,113	-0,034	+0,171	-0,245	-0,362	+0,097	+0,452
Ca	-0,044	-0,204	+0,241	+0,108	+0,226	-0,105	-0,471	-0,151	+0,153
Mg	-0,342	-0,302	+0,353	+0,295	+0,204	-0,530	-0,774	-0,174	
Mn	-0,043	+0,002	+0,062	+0,048	+0,033	-0,140	+0,226		
Fe <sup>2+</sup>	+0,112	+0,303	-0,413	-0,073	-0,495	+0,338			
Fe <sup>3+</sup>	+0,155	+0,598	-0,566	-0,213	-0,559				
Al <sup>IV</sup>	+0,088	-0,700	+0,724	-0,013					
Al <sup>VI</sup>	-0,974	-0,150	+0,679						
Al	-0,605	-0,616							
Ti	+0,003								
$\bar{X}$	6,282	0,248	2,172	1,708	0,460	0,487	1,627	0,021	2,313
S	0,238	0,113	0,364	0,250	0,269	0,176	0,373	0,014	0,401

ТАБЛИЦА XVIII

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
 С МпО > 9,5 ВЕС. % (тип 9, табл. 1)

Na	K	ОН	(Na+K)	$K_{Ox}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,615	-0,105	+0,282	-0,608	-0,175	+0,968	+0,969	
-0,650	-0,127	+0,259	-0,645	-0,183	+0,999		
-0,642	-0,132	+0,273	-0,637	-0,146			
-0,382	-0,038	+0,304	+0,369				
+0,996	+0,324	-0,425					
-0,359	-0,800						
+0,236							
			$n=13$ $r_{\text{знач}} \leq 0,553$				
0,016	0,001	1,934	0,017	0,048	59,20	58,80	43,03
0,025	0,002	0,100	0,025	0,096	17,06	17,08	25,48

ТАБЛИЦА XIX

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
 ОБМАНОК ГРАНУЛИТОВОЙ ФАЦИИ (тип 1, табл. 9, 10)

Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	$Al^{IV} - (Na+K)$	$Al - (Na+K)$	$Al^{VI} + Fe^{3+}$	$Al + Fe^{3+}$	$K_{Ox}$	$f$	
-0,338	-0,418	+0,372	-0,065	+0,044	-0,259	-0,505	-0,055	-0,285	-0,047		
+0,286	-0,028	-0,334	-0,263	-0,356	+0,059	-0,064	+0,404	+0,206			
+0,250	-0,096	+0,091	-0,217	+0,016	+0,532	+0,748	+0,543				
+0,189	+0,016	-0,189	-0,508	-0,177	-0,096	+0,489					
+0,383	-0,021	-0,140	-0,051	-0,156	+0,673						
+0,320	-0,231	-0,014	+0,247	-0,196							
-0,415	+0,390	+0,691	-0,005								
-0,332	-0,008	+0,002									
-0,227	-0,395										
-0,239											
					$n=30$ $r_{\text{знач}} > 0,361$						
1,844	0,517	0,216	1,485	0,733	0,976	1,439	0,946	2,625		0,231	47,85
0,169	0,096	0,123	0,384	0,122	0,242	0,362	0,224	0,321		0,069	9,34

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНОК СОМНИТЕЛЬ-  
(общая выборка, тип Ie,

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$K_{ox}$	+0,107	+0,424	-0,194	-0,153	-0,175	+0,172	<b>+0,920</b>	<b>+0,619</b>	<b>-0,987</b>
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,560	-0,222	+0,287	<b>+0,470</b>	-0,107	<b>+0,898</b>	<b>-0,371</b>	-0,212	+0,213
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	-0,881	-0,317	<b>+0,863</b>	<b>+0,892</b>	<b>+0,447</b>	<b>+0,597</b>	<b>-0,386</b>	-0,011	-0,020
Al-(Na+K)	-0,579	-0,298	<b>+0,632</b>	<b>+0,558</b>	<b>+0,465</b>	<b>+0,711</b>	-0,311	+0,075	-0,116
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	-0,566	-0,373	<b>+0,858</b>	<b>+0,729</b>	<b>+0,674</b>	-0,084	-0,070	+0,058	-0,120
OH	-0,619	-0,099	<b>+0,567</b>	<b>+0,713</b>	+0,107	+0,109	+0,058	+0,018	-0,201
K	-0,603	-0,251	<b>+0,566</b>	<b>+0,547</b>	<b>+0,351</b>	<b>+0,342</b>	<b>-0,557</b>	-0,139	+0,342
Na	-0,095	-0,014	+0,106	+0,182	-0,049	<b>-0,538</b>	<b>+0,146</b>	-0,026	+0,027
Ca	-0,525	+0,236	+0,277	<b>+0,451</b>	-0,098	<b>+0,533</b>	-0,325	-0,278	+0,038
Mg	-0,308	<b>-0,457</b>	<b>+0,445</b>	+0,298	<b>+0,472</b>	<b>+0,004</b>	<b>-0,420</b>	<b>+0,042</b>	<b>+0,363</b>
Mn	-0,162	+0,344	<b>-0,365</b>	-0,053	<b>-0,662</b>	<b>+0,715</b>	-0,179	-0,206	+0,020
Fe <sup>2+</sup>	-0,035	<b>-0,409</b>	-0,074	+0,071	+0,052	-0,166	<b>-0,884</b>	<b>-0,615</b>	
Fe <sup>3+</sup>	+0,083	+0,072	-0,022	-0,085	+0,077	+0,022	<b>+0,600</b>		
Al <sup>VI</sup>	+0,358	<b>+0,399</b>	<b>-0,351</b>	<b>-0,365</b>	-0,181	-0,195			
Al <sup>IV</sup>	+0,495	+0,072	+0,109	<b>+0,346</b>	-0,288				
Al	-0,177	<b>-0,504</b>	<b>+0,735</b>	+0,337					
Ti	-0,962	-0,263	<b>+0,886</b>						
$\bar{X}$	6,412	0,235	2,050	1,579	0,471	0,373	1,856	0,025	2,208
S	0,180	0,058	0,266	0,191	0,131	0,168	0,451	0,012	0,428

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
СТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНОК ИЗ ДВУПИРОКСЕНО

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f$	+0,129	<b>+0,444</b>	-0,215	-0,184	-0,128	<b>+0,356</b>	<b>+0,882</b>	<b>+0,465</b>	<b>-0,967</b>
$K_{ox}$	-0,302	+0,001	+0,164	+0,231	-0,023	<b>+0,884</b>	<b>-0,486</b>	-0,059	+0,016
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,758	-0,322	<b>+0,873</b>	<b>+0,783</b>	<b>+0,466</b>	<b>+0,441</b>	-0,310	+0,105	-0,077
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	-0,132	-0,316	<b>+0,497</b>	+0,142	<b>+0,661</b>	<b>+0,578</b>	-0,228	+0,160	<b>-0,338</b>
Al-(Na+K)	-0,576	-0,551	<b>+0,936</b>	<b>+0,705</b>	<b>+0,676</b>	-0,278	-0,231	+0,048	+0,133
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	-0,821	-0,109	<b>+0,650</b>	<b>+0,883</b>	-0,045	-0,169	-0,092	-0,055	+0,258
OH	-0,664	-0,189	<b>+0,614</b>	<b>+0,621</b>	+0,240	<b>+0,483</b>	-0,327	+0,117	-0,029
K	-0,240	-0,191	+0,154	+0,298	-0,128	<b>-0,561</b>	-0,230	-0,205	+0,485
Na	-0,608	+0,096	<b>+0,400</b>	<b>+0,552</b>	-0,032	+0,322	-0,200	-0,277	+0,021
Ca	-0,275	<b>-0,383</b>	<b>+0,437</b>	+0,276	<b>+0,385</b>	<b>+0,336</b>	-0,248	<b>+0,483</b>	-0,054
Mg	+0,029	<b>+0,398</b>	<b>-0,445</b>	-0,228	<b>-0,461</b>	<b>+0,496</b>	-0,188	-0,066	+0,073
Mn	-0,155	<b>-0,363</b>	+0,103	+0,193	-0,074	<b>-0,351</b>	<b>-0,787</b>	<b>-0,470</b>	
Fe <sup>2+</sup>	-0,026	+0,012	+0,086	+0,010	+0,130	+0,063	<b>+0,438</b>		
Fe <sup>3+</sup>	+0,207	<b>+0,381</b>	-0,311	-0,237	-0,222	-0,061			
Al <sup>VI</sup>	-0,220	+0,302	-0,053	+0,105	-0,230				
Al <sup>IV</sup>	+0,038	<b>-0,664</b>	<b>+0,647</b>	+0,079					
Al	-0,972	-0,177	<b>+0,811</b>						
Ti	-0,721	<b>-0,523</b>							
$\bar{X}$	6,427	0,239	2,041	1,565	0,476	0,384	1,815	0,023	2,234
S	0,212	0,068	0,289	0,220	0,168	0,156	0,361	0,012	0,353

ТАБЛИЦА XX

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
НОЙ ГРАНУЛИТОВОЙ И АМФИБОЛИТОВОЙ (С ГИПЕРСТЕНОМ) ФАЦИЙ  
табл. 12)

Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	Al-(Na+K)	Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	Al+Fe <sup>3+</sup>	K <sub>Ох</sub>	f
+0,030	-0,413	-0,085	-0,032	-0,416	+0,169	+0,021	+0,032	-0,074	-0,222	
<b>+0,608</b>	<b>+0,171</b>	<b>+0,549</b>	<b>+0,113</b>	<b>+0,498</b>	+0,124	+0,036	<b>+0,751</b>	<b>+0,660</b>		
+0,071	<b>+0,363</b>	<b>+0,498</b>	-0,190	<b>+0,634</b>	<b>+0,511</b>	<b>+0,648</b>	<b>+0,873</b>			
+0,183	<b>+0,348</b>	<b>+0,427</b>	-0,544	<b>+0,576</b>	+0,166	<b>+0,06</b>				
<b>-0,528</b>	<b>+0,054</b>	<b>+0,023</b>	<b>+0,365</b>	<b>+0,062</b>	<b>+0,602</b>					
-0,179	-0,314	+0,135	+0,559	-0,189						
+0,137	<b>+0,779</b>	<b>+0,501</b>	-0,605							
<b>-0,423</b>	-0,218	-0,374								
<b>-0,531</b>	-0,153									
-0,228										
					n=33 r <sub>знач.</sub> > 0,346					
1,855	0,482	0,210	1,494	0,692	0,890	1,358	0,843	2,423	0,171	50,46
0,110	0,121	0,087	0,340	0,138	0,161	0,219	0,181	0,330	0,087	9,74

ТАБЛИЦА XXI

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ В КРИ-  
ВЫХ СЛАНЦЕВ И ГНЕЙСОВ (тип 1а, табл. 13)

Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	Al-(Na+K)	Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	Al+Fe <sup>3+</sup>	K <sub>Ох</sub>	f
-0,037	-0,031	-0,044	-0,473	-0,056	-0,197	-0,235	+0,173	-0,020	-0,065	
<b>+0,456</b>	<b>+0,492</b>	<b>+0,320</b>	<b>-0,366</b>	<b>+0,589</b>	-0,076	-0,062	<b>+0,658</b>	<b>+0,580</b>		
-0,158	<b>+0,554</b>	<b>+0,522</b>	-0,135	<b>+0,789</b>	<b>+0,504</b>	<b>+0,705</b>	<b>+0,727</b>			
-0,003	<b>+0,581</b>	<b>+0,222</b>	<b>-0,546</b>	<b>+0,574</b>	-0,175	<b>+0,347</b>				
<b>-0,626</b>	<b>+0,247</b>	<b>+0,164</b>	<b>+0,309</b>	<b>+0,298</b>	<b>+0,702</b>					
<b>-0,407</b>	-0,038	+0,275	<b>+0,532</b>	+0,188						
+0,195	<b>+0,629</b>	<b>+0,727</b>	-0,277							
-0,266	-0,196	-0,182								
+0,196	-0,077									
+0,062										
					n=34 r <sub>знач.</sub> > 0,332					
1,853	0,470	0,244	1,447	0,694	0,874	1,347	0,859	2,425	0,176	49,79
0,096	0,074	0,084	0,353	0,107	0,173	0,237	0,202	0,320	0,086	7,93

**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ**

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f$	-0,301	+0,213	+0,199	+0,301	-0,039	<b>+0,774</b>	<b>+0,853</b>	+0,026	<b>-0,826</b>
$K_{ox}$	<b>-0,564</b>	+0,039	+0,290	<b>+0,567</b>	-0,191	<b>+0,558</b>	-0,447	+0,193	+0,054
Al+Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,799</b>	+0,412	<b>+0,852</b>	<b>+0,799</b>	+0,350	<b>+0,597</b>	+0,273	+0,313	<b>-0,668</b>
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	-0,303	+0,306	<b>+0,674</b>	+0,302	<b>+0,625</b>	<b>+0,517</b>	+0,392	+0,413	<b>-0,798</b>
Al-(Na+K)	<b>-0,456</b>	+0,190	<b>+0,738</b>	<b>+0,455</b>	<b>+0,552</b>	+0,180	+0,104	+0,399	-0,374
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	<b>-0,882</b>	+0,085	<b>+0,518</b>	<b>+0,882</b>	-0,204	<b>+0,579</b>	+0,105	+0,131	-0,238
(Na+K)	-0,070	<b>+0,552</b>	+0,293	+0,069	+0,335	-0,365	-0,122	-0,080	-0,056
OH	-0,334	-0,082	-0,196	+0,335	<b>-0,630</b>	+0,068	-0,129	-0,413	+0,272
K	<b>-0,702</b>	+0,289	+0,367	<b>+0,706</b>	-0,231	<b>+0,532</b>	+0,290	+0,041	-0,322
Na	<b>+0,489</b>	+0,219	-0,050	<b>-0,492</b>	+0,448	<b>-0,706</b>	-0,323	-0,096	+0,205
Ca	<b>-0,456</b>	+0,442	+0,312	<b>+0,457</b>	-0,043	+0,290	-0,091	+0,128	-0,128
Mg	+0,273	-0,404	<b>-0,516</b>	-0,271	-0,435	<b>-0,481</b>	<b>-0,764</b>	-0,071	
Mn	-0,083	+0,038	+0,376	+0,086	+0,432	+0,020	-0,032		
Fe <sup>2+</sup>	-0,043	+0,141	+0,113	+0,041	+0,115	+0,345			
Fe <sup>3+</sup>	-0,443	+0,123	+0,088	+0,445	-0,345				
Al <sup>VI</sup>	+0,072	+0,221	<b>+0,660</b>	-0,074					
Al <sup>IV</sup>	<b>-1,000</b>	+0,361	<b>+0,701</b>						
Al	<b>-0,702</b>	+0,341							
Ti	-0,363								
$\bar{X}$	6,135	0,044	2,606	1,866	0,742	0,384	0,365	0,013	3,680
S	0,280	0,025	0,370	0,280	0,265	0,242	0,238	0,013	0,432

**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНК АМФИБОЛИ**

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f$	<b>-0,496</b>	<b>+0,240</b>	<b>+0,546</b>	-	-	<b>+0,226</b>	<b>+0,891</b>	<b>+0,427</b>	<b>-0,969</b>
$K_{ox}$	<b>-0,315</b>	-0,202	-0,109	-	-	<b>+0,864</b>	<b>-0,585</b>	<b>-0,027</b>	<b>+0,268</b>
Al+Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,861</b>	+0,093	<b>+0,862</b>	<b>+0,864</b>	<b>+0,314</b>	<b>+0,579</b>	<b>+0,257</b>	+0,200	<b>-0,583</b>
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,465</b>	-0,187	<b>+0,766</b>	<b>+0,470</b>	<b>+0,603</b>	<b>+0,424</b>	-0,164	+0,141	<b>-0,533</b>
Al-(Na+K)	<b>-0,490</b>	<b>+0,065</b>	<b>+0,900</b>	<b>+0,493</b>	<b>+0,772</b>	-0,105	<b>+0,458</b>	+0,114	<b>-0,590</b>
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	<b>-0,805</b>	<b>+0,218</b>	<b>+0,742</b>	<b>+0,805</b>	+0,202	<b>+0,293</b>	<b>+0,417</b>	<b>+0,221</b>	<b>-0,536</b>
(Na+K)	<b>-0,451</b>	<b>+0,215</b>	+0,084	<b>+0,450</b>	<b>-0,365</b>	<b>+0,509</b>	-0,177	+0,002	+0,022
OH	-0,169	+0,081	+0,071	+0,167	-0,080	-0,061	<b>+0,231</b>	+0,128	-0,190
K	<b>-0,421</b>	+0,159	-0,002	<b>+0,422</b>	<b>-0,462</b>	<b>+0,527</b>	+0,022	+0,064	-0,132
Na	<b>-0,262</b>	+0,160	+0,118	<b>+0,260</b>	-0,110	<b>+0,253</b>	<b>-0,261</b>	-0,053	+0,141
Ca	+0,025	-0,174	<b>-0,325</b>	-0,027	<b>-0,443</b>	<b>+0,215</b>	-0,177	-0,138	+0,087
Mg	<b>+0,471</b>	<b>-0,236</b>	<b>-0,616</b>	<b>-0,471</b>	<b>-0,381</b>	-0,163	<b>-0,857</b>	<b>-0,361</b>	
Mn	-0,199	-0,053	+0,121	+0,199	-0,041	+0,205	<b>+0,371</b>		
Fe <sup>2+</sup>	<b>-0,274</b>	<b>+0,318</b>	<b>+0,407</b>	<b>+0,272</b>	<b>+0,295</b>	-0,154			
Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,563</b>	-0,084	+0,112	<b>+0,654</b>	<b>-0,449</b>				
Al <sup>VI</sup>	+0,035	-0,113	<b>+0,657</b>	-0,032					
Al <sup>IV</sup>	-0,988	<b>+0,322</b>	<b>+0,717</b>						
Al	-0,715	+0,162							
Ti	<b>-0,326</b>								
$\bar{X}$	6,491	0,135	1,950	1,509	0,442	0,514	0,712	0,045	2,261
S	0,272	0,055	0,364	0,273	0,251	0,220	0,449	0,027	0,565

ТАБЛИЦА ХХІ

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
ПАРГАСИТОВ (тип 2, табл. 9)

Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> - (Na+K)	Al- (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + +Fe <sup>3+</sup>	Al+ +Fe <sup>3+</sup>	K <sub>ок</sub>	f		
+0,115	-0,581	+0,504	-0,085	-0,237	+0,395	+0,211	+0,608	+0,667	+0,027			
+0,381	-0,371	+0,262	+0,229	-0,210	+0,621	+0,350	+0,291	+0,528				
+0,406	-0,410	+0,574	-0,124	+0,437	+0,722	+0,688	+0,815					
+0,203	-0,176	+0,230	-0,518	+0,003	+0,295	+0,651						
+0,264	-0,205	+0,099	-0,044	-0,160	+0,510							
+0,461	-0,746	+0,542	+0,400	-0,406								
-0,072	+0,649	+0,197	-0,214									
+0,013	-0,228	+0,073										
+0,318	-0,618											
-0,304												
n = 19												
r <sub>знач.</sub> > 0,454												
2,010	0,531	0,385	0,971	0,916	0,945	1,642	1,126	2,992			0,507	17,07
0,098	0,186	0,144	0,497	0,149	0,321	0,403	0,290	0,460			0,153	8,66

ТАБЛИЦА ХХІІ

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
ТОВОЙ (БЕЗ ГИПЕРСТЕНА) ФАЦИИ (общая выборка, тип 3, табл. 9, 11)

Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> - (Na+K)	Al- (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + +Fe <sup>3+</sup>	Al+ +Fe <sup>3+</sup>	K <sub>ок</sub>	f		
-0,079	-0,144	+0,192	+0,199	+0,013	-	-	-	-	-0,232			
+0,285	+0,335	+0,417	+0,213	+0,501	-	-	-	-				
-0,160	+0,222	+0,258	+0,027	+0,321	+0,750	+0,682	+0,834					
-0,259	+0,114	+0,001	-0,135	+0,084	+0,466	+0,690						
-0,347	-0,211	-0,284	+0,191	-0,330	+0,762							
-0,092	-0,219	+0,026	+0,381	-0,144								
+0,095	+0,780	+0,680	-0,303									
-0,274	-0,322	-0,107										
+0,229	+0,096											
-0,063												
n = 89												
r <sub>знач.</sub> > 0,206												
1,842	0,421	0,182	1,728	0,603	0,906	1,148	0,955	2,464			0,233	50,32
0,168	0,117	0,099	0,360	0,160	0,246	0,385	0,247	0,447			0,091	11,31

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНОК АМФИБОЛИТОВОЙ (БЕЗ ГИПЕР

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$K_{Ox}$	-0,539	+0,259	+0,514	+0,539	+0,140	+0,224	+0,897	+0,403	-0,979
Al + Fe <sup>3+</sup>	-0,358	-0,265	-0,001	+0,360	-0,393	+0,887	-0,572	+0,122	+0,269
Al <sup>VI</sup> + Fe <sup>3+</sup>	-0,861	+0,079	+0,960	+0,862	+0,280	+0,639	+0,163	-0,218	-0,551
Al - (Na + K)	-0,455	-0,228	+0,758	+0,457	+0,578	+0,494	-0,023	+0,114	-0,427
Al <sup>IV</sup> - (Na+K)	-0,529	+0,111	+0,934	+0,523	+0,749	-0,058	+0,331	-0,001	-0,571
(Na + K)	-0,871	+0,287	+0,765	+0,871	+0,134	+0,332	+0,381	+0,193	-0,558
OH	-0,391	+0,167	+0,008	+0,392	-0,417	+0,576	-0,123	+0,153	+0,013
K	-0,322	+0,132	+0,124	+0,324	-0,179	+0,008	+0,253	+0,152	-0,263
Na	-0,423	+0,333	-0,071	+0,424	-0,565	+0,504	+0,055	+0,194	-0,112
Ca	-0,114	-0,113	+0,087	+0,114	-0,000	+0,295	-0,237	+0,014	+0,139
Mg	-0,071	-0,251	-0,089	+0,069	-0,203	+0,057	+0,176	+0,046	-0,228
Mn	+0,512	-0,236	-0,605	-0,512	-0,300	-0,152	-0,861	-0,329	
Fe <sup>2+</sup>	-0,252	-0,169	+0,057	+0,254	-0,198	+0,336	+0,297		
Fe <sup>3+</sup>	-0,293	+0,399	+0,307	+0,293	+0,116	-0,152			
Al <sup>VI</sup>	-0,591	-0,124	+0,157	+0,594	-0,424				
Al <sup>IV</sup>	+0,082	-0,123	+0,641	-0,082					
Al	-1,000	+0,348	+0,712						
Ti	-0,712	+0,182							
	-0,349								
$\bar{X}$	6,483	0,143	2,050	1,517	0,533	0,484	1,966	0,053	1,994
S	0,285	0,056	0,370	0,285	0,261	0,244	0,494	0,034	0,631

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ ЭЛЕМЕНТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНОК АМФИБОЛИТОВОЙ (БЕЗ ГИПЕРСТЕНА)

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f_{K_{Ox}}$	-0,447	+0,045	+0,484	+0,444	+0,261	+0,297	+0,806	+0,169	-0,966
Al + Fe <sup>3+</sup>	-0,324	+0,006	-0,230	+0,327	-0,618	+0,917	-0,627	-0,150	+0,112
Al <sup>VI</sup> + Fe <sup>3+</sup>	-0,960	-0,182	+0,844	+0,820	+0,373	+0,500	+0,223	+0,033	-0,600
Al - (Na+K)	-0,499	-0,372	+0,733	+0,515	+0,603	+0,372	+0,229	-0,035	-0,648
Al <sup>IV</sup> - (Na+K)	-0,392	-0,336	+0,877	+0,404	+0,848	-0,229	+0,552	+0,176	-0,558
(Na+K)	-0,636	-0,232	+0,735	+0,641	+0,432	+0,133	+0,482	+0,274	-0,549
OH	-0,363	+0,343	-0,102	+0,359	-0,472	+0,403	-0,405	-0,230	+0,220
K	+0,281	-0,146	+0,077	-0,033	+0,134	-0,177	+0,222	+0,140	-0,145
Na	-0,490	+0,288	-0,037	+0,488	-0,502	+0,568	-0,161	-0,230	-0,075
Ca	-0,146	+0,259	-0,111	+0,142	-0,284	+0,146	-0,431	-0,148	+0,347
Mg	+0,075	+0,140	-0,447	-0,079	-0,549	+0,373	-0,335	-0,283	+0,142
Mn	+0,393	-0,033	-0,549	-0,396	-0,396	-0,233	-0,753	-0,064	
Fe <sup>2+</sup>	-0,095	-0,058	+0,079	+0,092	+0,026	-0,067	+0,257		
Fe <sup>3+</sup>	-0,166	+0,058	+0,432	+0,158	+0,452	-0,281			
Al <sup>VI</sup>	-0,500	-0,014	-0,042	+0,499	-0,517				
Al <sup>IV</sup>	-0,030	-0,336	+0,749	+0,047					
Al	-0,999	+0,055	+0,696						
Ti	-0,684	-0,206							
	-0,068								
$\bar{X}$	6,508	0,125	1,902	1,490	0,412	0,556	1,478	0,041	2,460
S	0,209	0,044	0,320	0,212	0,230	0,198	0,396	0,020	0,364



ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ ЭЛЕМЕНТНОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНК АМФИБОЛИТОВОЙ (БЕЗ ГИПЕРСТЕНА)

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f'$	-0,237	+0,044	+0,316	-0,232	+0,487	-0,558	+0,972	+0,191	-0,821	-0,542
$f$	-0,014	-0,046	+0,357	+0,023	+0,293	-0,079	+0,749	-0,068	-0,937	-0,375
$K_{ox}$	-0,474	-0,124	-0,163	+0,476	-0,571	+0,945	-0,888	-0,408	+0,385	+0,566
Al + Fe <sup>3+</sup>	-0,693	-0,389	+0,569	+0,695	-0,118	+0,802	-0,415	-0,207	-0,097	+0,301
Al <sup>VI</sup> + Fe <sup>3+</sup>	-0,115	-0,558	+0,461	+0,118	+0,312	+0,627	-0,361	-0,509	-0,309	+0,259
Al - (Na + K)	+0,125	-0,498	+0,796	-0,128	+0,825	-0,406	+0,578	+0,232	-0,460	-0,294
Al <sup>IV</sup> - (Na + K)	-0,281	-0,454	+0,794	+0,279	+0,452	-0,178	+0,444	+0,392	-0,314	-0,223
(Na + K)	-0,461	+0,437	-0,456	+0,464	-0,826	+0,574	-0,587	-0,167	+0,437	+0,340
OH	+0,268	-0,043	+0,128	-0,270	+0,353	-0,513	+0,564	+0,018	-0,303	-0,788
K	-0,729	+0,263	-0,111	+0,733	-0,763	+0,689	-0,513	-0,053	+0,308	+0,445
Na	-0,179	+0,485	-0,627	+0,179	-0,720	+0,384	-0,534	-0,220	+0,453	+0,199
Ca	-0,188	-0,025	-0,134	+0,187	-0,284	+0,458	-0,597	+0,183	+0,346	
Mg	-0,216	+0,036	-0,335	+0,208	-0,486	+0,127	-0,673	+0,254		
Mn	-0,273	-0,044	+0,243	+0,266	-0,030	-0,421	+0,311			
Fe <sup>2+</sup>	+0,255	+0,078	+0,266	-0,252	+0,459	-0,693				
Fe <sup>3+</sup>	-0,566	-0,180	-0,034	+0,571	-0,544					
Al <sup>VI</sup>	+0,563	-0,391	+0,543	-0,565						
Al <sup>IV</sup>	-1,000	+0,125	+0,386							
Al	-0,389	-0,410								
Ti	-0,024									
$\bar{X}$	6,506	0,133	1,803	1,495	0,309	0,626	1,447	0,041	2,455	1,994
S	0,163	0,040	0,160	0,162	0,178	0,218	0,314	0,018	0,230	0,138

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ ЭЛЕМЕНТНОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНК АМФИБОЛИТОВОЙ (БЕЗ ГИПЕРСТЕНА)

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f'$	-0,448	+0,082	+0,184	+0,448	-0,256	+0,291	+0,932	+0,560	-0,941	+0,289
$f$	-0,504	+0,050	+0,184	+0,505	-0,320	+0,446	+0,887	+0,518	-0,951	+0,287
$K_{ox}$	-0,279	-0,285	+0,024	+0,282	-0,284	+0,892	-0,344	-0,300	-0,011	-0,069
Al + Fe <sup>3+</sup>	-0,786	-0,172	+0,886	+0,787	+0,261	+0,515	+0,039	-0,288	-0,472	-0,245
Al <sup>VI</sup> + Fe <sup>3+</sup>	-0,056	-0,514	+0,632	+0,057	+0,748	+0,259	-0,367	-0,358	-0,219	-0,521
Al - (Na + K)	-0,600	+0,059	+0,937	+0,599	+0,535	+0,003	+0,162	-0,169	-0,507	-0,170
Al <sup>IV</sup> - (Na + K)	-0,918	+0,351	+0,531	+0,917	-0,340	+0,421	+0,570	+0,101	-0,625	+0,325
(Na + K)	-0,298	-0,354	+0,371	+0,300	+0,140	+0,166	-0,474	-0,459	+0,381	-0,518
OH	-0,538	+0,289	+0,294	+0,538	-0,221	+0,492	+0,051	+0,040	-0,413	-0,213
K	-0,274	-0,204	+0,049	+0,279	-0,251	+0,060	-0,035	-0,260	+0,240	+0,270
Na	-0,142	-0,264	+0,406	+0,141	+0,365	+0,152	-0,540	-0,345	+0,267	-0,832
Ca	-0,099	+0,134	-0,338	+0,102	-0,549	+0,098	+0,377	+0,339	-0,152	
Mg	+0,447	-0,004	-0,334	-0,448	+0,065	-0,390	-0,757	-0,438		
Mn	+0,087	-0,121	-0,321	-0,088	-0,309	-0,029	+0,607			
Fe <sup>2+</sup>	-0,355	+0,204	-0,022	+0,354	-0,417	+0,109				
Fe <sup>3+</sup>	-0,470	-0,245	+0,060	+0,473	-0,447					
Al <sup>VI</sup>	+0,268	-0,306	+0,548	-0,268						
Al <sup>IV</sup>	-1,000	+0,195	+0,659							
Al	-0,659	-0,068								
Ti	-0,198									
$\bar{X}$	6,427	0,130	2,359	1,573	0,786	0,412	2,101	0,032	1,600	1,844
S	0,252	0,039	0,288	0,251	0,225	0,155	0,386	0,015	0,354	0,141



**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНОК  
Па ± (Би, Кс)**

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f'$	-0,133	+0,270	+0,413	+0,129	+0,478	-0,243	<b>+0,966</b>	<b>+0,567</b>	-0,947	-0,198
$f$	-0,307	+0,239	+0,488	+0,304	+0,394	+0,025	+0,879	<b>+0,537</b>	-0,980	-0,114
$K_{ox}$	-0,466	-0,226	+0,041	+0,469	-0,457	<b>+0,980</b>	-0,715	-0,306	+0,329	+0,341
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,880	-0,009	+0,864	+0,882	+0,320	+0,689	-0,008	+0,090	-0,406	-0,126
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	-0,572	-0,171	<b>+0,786</b>	<b>+0,575</b>	<b>+0,544</b>	<b>+0,594</b>	-0,001	+0,141	-0,410	-0,265
Al-(Na+K)	-0,531	+0,055	<b>+0,892</b>	<b>+0,533</b>	<b>+0,749</b>	<b>+0,068</b>	<b>+0,464</b>	+0,355	-0,678	-0,363
Al <sup>VI</sup> -(Na+K)	-0,775	+0,106	<b>+0,718</b>	<b>+0,776</b>	<b>+0,219</b>	<b>+0,412</b>	+0,279	+0,252	-0,581	+0,017
(Na+K)	-0,309	+0,079	+0,020	+0,308	-0,313	+0,304	-0,488	-0,355	+0,421	+0,047
OH	-0,132	-0,073	-0,040	+0,135	-0,210	-0,043	+0,153	+0,178	-0,258	+0,170
K	-0,498	+0,037	-0,019	<b>+0,495</b>	<b>-0,580</b>	<b>+0,523</b>	-0,204	-0,178	+0,059	+0,486
Na	-0,107	+0,074	+0,033	+0,107	+0,069	+0,088	-0,409	-0,325	<b>+0,463</b>	-0,194
Ca	-0,050	-0,202	-0,377	+0,049	<b>-0,623</b>	+0,302	-0,246	-0,417	<b>+0,106</b>	
Mg	+0,311	-0,224	-0,544	-0,309	<b>+0,473</b>	-0,003	-0,843	-0,494		
Mn	-0,018	+0,150	+0,216	+0,016	<b>+0,307</b>	-0,140	+0,527			
Fe <sup>2+</sup>	+0,009	+0,313	+0,284	-0,013	<b>+0,440</b>	-0,242				
Fe <sup>3+</sup>	-0,627	-0,165	+0,229	<b>+0,629</b>	-0,352					
Al <sup>VI</sup>	-0,010	-0,028	<b>+0,674</b>	+0,012						
Al <sup>IV</sup>	-1,000	+0,163	<b>+0,746</b>							
Al	-0,745	+0,101								
Ti	-0,167									
$\bar{X}$	6,555	0,121	1,951	1,445	0,507	0,474	<b>1,677</b>	0,049	2,350	1,785
S	0,233	0,045	0,315	0,233	0,209	0,218	<b>0,451</b>	0,022	0,510	0,143

**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ**

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f$	-0,524	+0,342	-0,346	-0,130	-0,469	+0,470	+0,870	+0,387	<b>-0,999</b>
$K_{ox}$	-0,135	-0,412	+0,088	+0,339	-0,168	<b>+0,939</b>	-0,485	+0,495	+0,092
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,112	-0,591	+0,606	<b>+0,786</b>	+0,298	<b>+0,672</b>	-0,351	+0,522	-0,127
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	-0,152	-0,506	+0,333	+0,511	+0,092	<b>+0,844</b>	-0,236	+0,569	-0,238
Al-(Na+K)	-0,043	-0,421	<b>+0,924</b>	<b>+0,859</b>	<b>+0,772</b>	-0,036	-0,566	+0,061	+0,316
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	-0,437	-0,171	+0,627	<b>+0,810</b>	+0,306	+0,333	-0,420	+0,205	+0,108
(Na+K)	<b>+0,742</b>	-0,441	+0,129	-0,016	+0,246	-0,376	+0,129	-0,012	-0,034
OH	-0,558	+0,174	-0,371	-0,083	-0,570	+0,638	+0,444	<b>+0,739</b>	-0,598
K	+0,467	-0,648	+0,569	+0,630	+0,397	+0,105	-0,229	-0,709	-0,005
Na	+0,651	-0,186	-0,151	-0,359	+0,085	+0,514	+0,280	-0,009	-0,038
Ca	+0,324	-0,636	+0,286	+0,392	+0,124	+0,356	-0,013	<b>+0,691</b>	-0,308
Mg	+0,514	-0,336	+0,317	+0,113	+0,437	-0,447	<b>-0,870</b>	-0,375	
Mn	-0,163	-0,347	+0,061	+0,258	-0,148	+0,585	+0,064		
Fe <sup>2+</sup>	-0,415	+0,576	-0,539	-0,440	-0,507	+0,063			
Fe <sup>3+</sup>	-0,378	-0,158	-0,182	+0,155	-0,457				
Al <sup>VI</sup>	+0,444	-0,541	<b>+0,890</b>	+0,559					
Al <sup>IV</sup>	+0,003	-0,548	<b>+0,876</b>						
Al	+0,255	-0,613							
Ti	-0,715								
$\bar{X}$	6,036	0,303	2,035	1,851	0,184	0,885	2,949	0,109	0,800
S	0,151	0,284	0,250	0,137	0,145	0,268	0,475	0,033	0,557

ТАБЛИЦА XXVIII

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
АМФИБОЛИТОВОЙ (БЕЗ ГИПЕРСТЕНА) ФАЦИИ ДЛЯ АССОЦИАЦИЙ  
(тип 3е, табл. 11)

Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>IV</sup> - (Na+K)	Al <sup>I</sup> - (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + +Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>I</sup> + +Fe <sup>3+</sup>	K <sub>Ох</sub>	f	f'
-0,447	-0,139	+0,204	-0,442	+0,421	+0,571	+0,192	+0,182	-0,564 -0,323	+0,963	
-0,436	0,000	+0,195	-0,372	+0,544	+0,606	+0,362	+0,376			
+0,245	+0,501	-0,117	+0,429	+0,173	-0,157	+0,441	+0,513			
+0,070	+0,255	-0,051	+0,171	+0,749	+0,701	+0,893				
+0,020	-0,030	-0,217	+0,004	+0,559	+0,706					
-0,376	-0,257	+0,163	-0,433	+0,810						
-0,492	+0,134	+0,426	-0,362							
+0,900	+0,529	-0,443								
-0,533	+0,027									
+0,107										
n = 30										
r <sub>знач.</sub> > 0,361										
0,427	0,126	1,709	0,553	0,891	1,398	0,980	2,425	0,226	48,54	42,43
0,135	0,069	0,344	0,158	0,237	0,349	0,244	0,423	0,097	10,13	11,14

ТАБЛИЦА XXIX

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
ОБМАНОВ ИЗ ГРАНИТО-ГНЕЙСОВ (тип 3з, табл. 9, 11)

Ca	Na	K	ОН	(Na+K)	Al <sup>VI</sup> - (Na+K)	Al <sup>I</sup> - (Na+K)	Al <sup>VI</sup> + +Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>I</sup> + +Fe <sup>3+</sup>	K <sub>Ох</sub>	f
+0,298	+0,026	-0,016	+0,623	+0,014	-0,111	-0,335	+0,244	+0,125	-0,071	
+0,290	-0,607	-0,155	+0,351	-0,431	+0,510	+0,245	+0,838	+0,744		
+0,511	-0,523	+0,520	+0,236	-0,200	+0,739	+0,664	+0,935			
+0,479	-0,519	+0,360	+0,369	-0,267	+0,555	+0,424				
+0,063	-0,492	+0,328	-0,206	-0,259	+0,842					
-0,019	-0,813	+0,157	+0,169	-0,599						
+0,550	+0,900	+0,587	-0,407							
+0,194	-0,261	-0,435								
+0,596	+0,175									
+0,348										
n = 9										
r <sub>знач.</sub> > 0,666										
1,703	0,503	0,341	1,598	0,844	1,008	1,193	1,068	2,920	0,231	83,15
0,133	0,082	0,044	0,330	0,100	0,170	0,257	0,240	0,332	0,058	11,47

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНК

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f$	-0,386	+0,268	+0,273	+0,385	-0,151	+0,647	+0,898	+0,451	-0,977
$K_{Ox}$	-0,843	-0,231	+0,059	+0,297	-0,336	+0,819	-0,247	+0,306	-0,106
Al + Fe <sup>3+</sup>	-0,848	+0,119	+0,842	+0,848	+0,020	+0,744	+0,250	+0,401	-0,554
Al <sup>VI</sup> + Fe <sup>3+</sup>	-0,304	-0,279	+0,586	+0,304	+0,423	+0,638	+0,176	+0,152	-0,593
Al - (Na + K)	-0,477	-0,067	+0,775	+0,476	+0,451	-0,102	-0,064	-0,298	-0,039
Al <sup>IV</sup> - (Na + K)	-0,756	+0,217	+0,547	+0,755	+0,280	+0,218	+0,045	+0,046	-0,024
(Na + K)	-0,299	+0,304	+0,388	+0,459	-0,090	+0,554	+0,273	+0,634	-0,457
OH	+0,157	-0,444	-0,043	-0,159	+0,163	-0,028	-0,008	-0,471	-0,114
K	-0,489	+0,351	+0,233	+0,489	-0,360	+0,656	+0,555	+0,750	-0,636
Na	-0,251	+0,147	+0,346	+0,254	+0,144	+0,258	-0,043	+0,295	-0,143
Ca	-0,314	+0,356	-0,019	+0,313	-0,478	-0,070	-0,147	+0,104	+0,253
Mg	+0,330	-0,241	-0,337	-0,329	-0,023	-0,574	-0,858	-0,352	
Mn	-0,470	+0,355	+0,131	+0,470	-0,480	+0,561	+0,345		
Fe <sup>2+</sup>	-0,224	+0,360	+0,117	+0,224	-0,149	+0,304			
Fe <sup>3+</sup>	-0,574	+0,044	+0,267	+0,573	-0,427				
Al <sup>VI</sup>	+0,318	-0,378	+0,374	-0,318					
Al <sup>IV</sup>	-1,000	+0,404	+0,761						
Al	-0,760	+0,138							
Ti	-0,405								
$\bar{X}$	6,652	0,112	1,819	1,349	0,469	0,527	1,504	0,043	2,410
S	0,262	0,058	0,269	0,262	0,183	0,216	0,366	0,030	0,513

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $v$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНК ЭПИДОТ-

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f'$	-0,521	+0,194	+0,342	+0,523	-0,234	+0,515	+0,958	+0,471	-0,944	-0,120
$f$	-0,632	+0,162	+0,376	+0,634	-0,326	+0,694	+0,891	+0,534	-0,961	-0,081
$K_{Ox}$	-0,457	-0,128	+0,106	+0,457	-0,414	+0,776	-0,282	+0,292	-0,081	+0,164
Al + Fe <sup>3+</sup>	-0,854	+0,003	+0,839	+0,854	-0,076	+0,779	+0,339	+0,449	-0,639	-0,110
Al <sup>VI</sup> + Fe <sup>3+</sup>	-0,288	-0,421	+0,770	+0,288	+0,502	+0,413	+0,050	+0,010	-0,521	-0,549
Al - (Na + K)	-0,136	-0,416	+0,664	+0,135	+0,565	-0,161	-0,039	-0,516	-0,092	-0,061
Al <sup>IV</sup> - (Na + K)	-0,640	-0,034	+0,387	+0,640	-0,320	+0,377	+0,251	-0,043	-0,200	+0,510
(Na + K)	-0,533	+0,449	+0,322	+0,534	-0,267	+0,570	+0,279	+0,834	-0,414	-0,227
OH	+0,294	-0,683	-0,073	-0,294	+0,261	-0,026	-0,145	-0,524	-0,136	-0,263
K	-0,776	+0,447	+0,347	+0,776	-0,521	+0,779	+0,464	+0,833	-0,583	+0,057
Na	-0,133	+0,315	+0,198	+0,133	+0,064	+0,191	+0,012	+0,579	-0,122	-0,435
Ca	-0,274	+0,214	-0,261	+0,270	-0,599	+0,114	+0,034	+0,115	+0,215	
Mg	+0,510	-0,047	-0,457	-0,511	+0,097	+0,595	-0,818	-0,398		
Mn	-0,635	+0,481	+0,153	+0,636	-0,567	+0,607	+0,428			
Fe <sup>2+</sup>	-0,444	+0,284	+0,196	+0,447	-0,305	+0,369				
Fe <sup>3+</sup>	-0,794	+0,088	+0,313	+0,795	-0,580					
Al <sup>VI</sup>	+0,499	-0,458	+0,388	-0,500						
Al <sup>IV</sup>	-1,000	+0,332	+0,604							
Al	-0,605	-0,068								
Ti	-0,334									
$\bar{X}$	6,594	0,116	1,842	1,406	0,435	0,624	1,571	0,052	2,265	1,813
S	0,240	0,059	0,227	0,240	0,208	0,197	0,323	0,039	0,402	0,151



ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ ОБМАНОК ИЗ

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f'$	-0,665	+0,181	+0,658	+0,745	+0,408	+0,080	+0,882	+0,132	-0,857
$f$	-0,617	+0,219	+0,552	+0,727	+0,267	+0,408	+0,757	+0,191	-0,899
$K_{ox}$	+0,112	+0,097	-0,271	-0,031	-0,375	+0,927	-0,311	+0,209	-0,151
Al-(Na+K)	-0,575	-0,090	+0,969	+0,691	+0,907	-0,276	+0,373	+0,097	-0,575
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	-0,752	+0,187	+0,751	+0,873	+0,447	+0,050	+0,460	+0,110	-0,514
(Na+K)	-0,231	+0,157	+0,191	+0,406	-0,025	+0,059	+0,391	-0,057	-0,519
OH	-0,037	-0,111	+0,236	+0,107	+0,266	-0,248	+0,070	+0,114	-0,187
K	-0,104	+0,086	-0,227	+0,075	-0,391	-0,014	+0,296	+0,047	-0,017
Na	-0,179	+0,107	+0,432	+0,303	+0,329	+0,082	+0,188	-0,110	-0,595
Ca	-0,069	+0,082	-0,473	-0,129	-0,600	-0,096	+0,089	-0,107	+0,452
Mg	+0,418	-0,205	-0,693	-0,727	-0,475	-0,204	-0,527	-0,054	
Mn	-0,204	-0,246	+0,077	+0,070	+0,161	+0,277	+0,119		
Fe <sup>2+</sup>	-0,753	+0,131	+0,457	+0,615	+0,210	-0,006			
Fe <sup>3+</sup>	-0,121	+0,140	-0,248	+0,075	-0,421				
Al <sup>VI</sup>	-0,315	-0,258	+0,883	+0,399					
Al <sup>IV</sup>	-0,802	+0,250	+0,783						
Al	-0,626	-0,046							
Ti	-0,244								
$\bar{X}$	6,354	0,105	2,441	1,676	0,764	0,511	1,535	0,030	2,055
S	0,284	0,084	0,451	0,231	0,305	0,217	0,303	0,015	0,468

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ КАРИН

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
$f$	-0,771	+0,719	+0,872	+0,770	+0,529	+0,698	+0,906	+0,074	-0,988
$K_{ox}$	+0,272	-0,197	-0,070	-0,278	+0,351	+0,726	-0,367	-0,335	+0,014
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,799	+0,574	+0,956	+0,796	+0,671	+0,766	+0,724	-0,219	-0,938
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	-0,277	+0,200	+0,630	+0,273	+0,502	+0,905	+0,363	-0,084	-0,655
Al-(Na+K)	-0,820	+0,656	+0,504	+0,821	+0,513	+0,370	+0,884	+0,185	-0,889
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	-0,846	+0,723	+0,674	+0,848	-0,048	+0,024	+0,820	+0,193	-0,699
(Na+K)	-0,539	+0,199	+0,622	+0,596	+0,399	+0,557	+0,176	-0,804	-0,479
OH	-0,664	+0,350	+0,370	+0,665	-0,394	-0,127	+0,479	+0,109	-0,404
K	-0,598	+0,753	+0,472	+0,599	-0,051	+0,158	+0,607	-0,381	-0,524
Na	-0,391	-0,047	+0,529	+0,387	+0,466	+0,569	-0,020	-0,787	-0,350
Ca	-0,094	+0,021	-0,244	+0,098	-0,720	-0,837	-0,149	-0,240	+0,396
Mg	+0,844	-0,720	-0,928	-0,843	-0,520	-0,652	-0,502	+0,008	
Mn	+0,271	-0,066	-0,204	-0,267	+0,034	-0,184	+0,233		
Fe <sup>2+</sup>	-0,792	+0,798	+0,791	+0,793	+0,307	+0,341			
Fe <sup>3+</sup>	-0,320	+0,296	+0,545	+0,315	+0,632				
Al <sup>VI</sup>	-0,169	+0,062	+0,586	+0,167					
Al <sup>IV</sup>	-1,000	+0,717	+0,897						
Al	-0,898								
Ti	-0,718	+0,617							
$\bar{X}$	6,616	0,088	2,291	1,384	0,907	0,316	0,622	0,006	3,176
S	0,249	0,051	0,302	0,248	0,136	0,140	0,229	0,003	0,489



ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ СУБКАЛЬЦИЕВЫХ РОГОВЫХ

(тип. 7,

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f'$	-0,241	+0,240	-0,098	+0,223	-0,224	+0,330	<b>+0,945</b>	<b>+0,570</b>	-0,843	-0,028
$f$	-0,211	+0,217	-0,121	+0,199	-0,232	<b>+0,626</b>	<b>+0,849</b>	+0,419	<b>-0,503</b>	-0,225
$K_{ox}$	+0,003	-0,037	-0,081	+0,014	-0,094	<b>+0,780</b>	-0,338	-0,423	-0,052	-0,454
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,402	+0,440	<b>+0,764</b>	+0,412	<b>+0,557</b>	+0,333	-0,029	-0,337	-0,522	<b>-0,649</b>
Al <sup>IV</sup> +Fe <sup>3+</sup>	+0,180	+0,223	<b>+0,611</b>	-0,171	<b>+0,740</b>	+0,303	-0,212	-0,448	-0,520	<b>-0,916</b>
Al-(Na+K)	<b>-0,604</b>	+0,261	<b>+0,657</b>	<b>+0,605</b>	+0,330	-0,475	+0,081	+0,036	-0,034	+0,287
Al <sup>VI</sup> -(Na+K)	<b>-0,665</b>	-0,027	-0,322	<b>+0,664</b>	<b>-0,724</b>	+0,062	+0,461	+0,377	+0,153	<b>+0,825</b>
(Na+K)	+0,121	+0,346	<b>+0,691</b>	-0,117	<b>+0,788</b>	-0,011	-0,398	-0,407	-0,246	<b>-0,828</b>
OH	+0,062	-0,450	-0,523	-0,076	-0,496	+0,279	+0,433	+0,487	-0,320	+0,177
K	-0,084	+0,254	+0,384	+0,074	+0,360	+0,373	+0,033	<b>+0,091</b>	<b>-0,573</b>	<b>-0,623</b>
Na	+0,147	+0,334	<b>+0,689</b>	-0,141	<b>+0,799</b>	-0,077	-0,441	-0,461	-0,169	<b>-0,796</b>
Ca	-0,357	-0,165	-0,417	+0,350	<b>-0,542</b>	-0,327	+0,197	+0,369	<b>+0,506</b>	
Mg	+0,081	-0,333	-0,209	-0,067	-0,188	-0,439	<b>-0,653</b>	-0,330		
Mn	-0,172	+0,333	-0,283	+0,133	-0,366	-0,088	+0,513			
Fe <sup>2+</sup>	-0,298	+0,123	-0,242	+0,287	-0,413	+0,304				
Fe <sup>3+</sup>	-0,081	-0,039	-0,354	+0,090	-0,417					
Al <sup>VI</sup>	+0,226	+0,243	<b>+0,835</b>	-0,223						
Al <sup>IV</sup>	<b>-0,999</b>	+0,412	+0,350							
Al	-0,346	+0,461								
Ti	-0,429									
$\bar{X}$	7,108	0,101	1,614	0,890	0,724	0,553	1,124	0,026	2,609	1,249
S	0,189	0,085	0,333	0,189	0,321	0,227	0,323	0,031	0,506	0,209

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОГОВЫХ

	Si	Ti	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f'$	-0,213	-0,128	+0,288	+0,221	+0,166	+0,365	<b>+0,988</b>	-0,206	<b>-0,989</b>	+0,180
$f$	-0,285	-0,111	+0,280	+0,281	+0,069	<b>+0,542</b>	<b>+0,962</b>	-0,074	<b>-0,987</b>	+0,119
$K_{ox}$	-0,214	-0,163	+0,069	+0,199	-0,162	+0,249	<b>-0,472</b>	<b>+0,515</b>	+0,383	-0,181
Al+Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,807</b>	+0,123	<b>+0,768</b>	<b>+0,750</b>	+0,096	<b>+0,655</b>	<b>+0,414</b>	+0,059	<b>-0,517</b>	-0,309
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	-0,223	-0,222	<b>+0,411</b>	+0,187	+0,372	<b>+0,692</b>	<b>+0,399</b>	+0,177	<b>-0,560</b>	-0,129
Al-(Na+K)	-0,024	-0,051	<b>+0,629</b>	+0,096	<b>+0,822</b>	-0,184	+0,243	-0,266	-0,367	+0,254
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	-0,258	+0,050	<b>+0,573</b>	+0,335	<b>+0,419</b>	+0,068	+0,324	-0,086	<b>-0,439</b>	+0,285
(Na+K)	<b>-0,723</b>	<b>+0,411</b>	<b>+0,402</b>	<b>+0,745</b>	<b>-0,402</b>	+0,017	-0,037	+0,018	<b>+0,952</b>	-0,351
OH	+0,079	+0,172	-0,181	-0,069	-0,172	-0,086	+0,217	-0,099	-0,206	-0,207
K	<b>-0,718</b>	-0,014	<b>+0,502</b>	<b>+0,725</b>	-0,217	+0,096	-0,071	-0,182	+0,105	+0,004
Na	<b>-0,526</b>	<b>+0,505</b>	+0,241	<b>+0,549</b>	-0,384	-0,027	-0,080	+0,114	+0,111	<b>-0,432</b>
Ca	<b>+0,397</b>	-0,354	-0,222	-0,340	+0,132	-0,241	+0,181	+0,031	-0,184	
Mg	+0,240	+0,089	-0,315	-0,251	-0,164	<b>-0,434</b>	<b>-0,965</b>	+0,122		
Mn	+0,067	-0,020	-0,314	-0,076	-0,379	<b>+0,482</b>	-0,246			
Fe <sup>2+</sup>	-0,243	-0,100	+0,248	+0,248	+0,072					
Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,400</b>	-0,078	+0,025	+0,333	<b>-0,404</b>					
Al <sup>VI</sup>	+0,245	-0,150	<b>+0,482</b>	-0,204						
Al <sup>IV</sup>	<b>-0,991</b>	<b>+0,350</b>	<b>+0,759</b>							
Al	<b>-0,723</b>	+0,259								
Ti	-0,371									
$\bar{X}$	6,526	0,070	1,856	1,463	0,396	0,566	1,457	0,025	2,721	1,909
S	0,350	0,063	0,382	0,344	0,254	0,330	0,845	0,032	1,023	0,154



**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ АКТИНОЛИТОВ**

	Si	Tl	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
<i>f</i>	-0,321	+0,399	+0,287	+0,354	+0,024	+0,396	<b>+0,953</b>	-0,113	<b>-0,960</b>
<i>K<sub>ox</sub></i>	-0,432	+0,202	+0,336	+0,366	+0,114	<b>+0,642</b>	-0,449	+0,071	+0,319
Al+Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,884</b>	<b>+0,601</b>	<b>+0,952</b>	<b>+0,933</b>	<b>+0,492</b>	<b>+0,855</b>	+0,105	-0,256	-0,447
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,706</b>	+0,420	<b>+0,888</b>	<b>+0,767</b>	<b>+0,635</b>	<b>+0,795</b>	+0,070	-0,216	-0,427
Al-(Na+K)	-0,414	+0,340	<b>+0,767</b>	<b>+0,565</b>	<b>+0,717</b>	+0,184	-0,029	<b>-0,543</b>	-0,246
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	<b>-0,481</b>	<b>+0,487</b>	<b>+0,583</b>	<b>+0,593</b>	+0,268	+0,181	+0,007	<b>-0,535</b>	-0,184
(Na+K)	<b>-0,685</b>	+0,378	<b>+0,508</b>	<b>+0,620</b>	+0,053	<b>+0,760</b>	+0,155	+0,167	-0,333
OH	-0,187	+0,381	+0,162	+0,233	-0,050	+0,151	<b>+0,580</b>	-0,134	<b>-0,696</b>
K	<b>-0,477</b>	+0,178	+0,249	+0,334	-0,025	+0,353	-0,008	+0,040	+0,008
Na	<b>-0,644</b>	+0,380	<b>+0,508</b>	<b>+0,612</b>	+0,068	<b>+0,766</b>	+0,179	+0,179	-0,380
Ca	-0,269	+0,165	+0,219	+0,268	+0,026	-0,278	-0,039	<b>-0,525</b>	-0,064
Mg	+0,353	-0,446	-0,435	-0,430	-0,216	-0,370	<b>-0,898</b>	+0,192	
Mn	-0,221	-0,165	-0,363	-0,293	-0,297	-0,012	-0,167		
Fe <sup>2+</sup>	-0,114	-0,230	+0,078	+0,138	-0,065	+0,127			
Fe <sup>3+</sup>	<b>-0,810</b>	<b>+0,562</b>	<b>+0,654</b>	<b>+0,779</b>	+0,101				
Al <sup>VI</sup>	-0,127	-0,023	+0,659	+0,261					
Al <sup>IV</sup>	<b>-0,962</b>	<b>+0,712</b>	+0,898						
Al	<b>-0,808</b>	<b>+0,543</b>							
Tl	<b>-0,693</b>								
$\bar{X}$	7,653	0,038	0,438	0,318	0,119	0,200	1,084	0,042	3,730
S	0,265	0,046	0,294	0,228	0,134	0,177	0,620	0,059	0,842

**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ**

	Si	Tl	Al	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
<i>f</i>	-0,114	-0,480	+0,180	+0,162	+0,150	-0,354	<b>+0,931</b>	-0,237	<b>-0,968</b>
<i>K<sub>ox</sub></i>	+0,719	+0,333	-0,560	-0,724	-0,177	<b>+0,800</b>	<b>-0,903</b>	+0,553	<b>+0,780</b>
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,720	+0,046	<b>+0,954</b>	<b>+0,765</b>	<b>+0,893</b>	-0,680	+0,260	-0,347	-0,224
Al <sup>VI</sup> +Fe <sup>3+</sup>	+0,350	+0,305	+0,139	-0,294	+0,645	+0,305	-0,254	+0,174	+0,137
Al-(Na+K)	<b>-0,792</b>	-0,093	<b>+0,976</b>	<b>+0,850</b>	<b>+0,831</b>	<b>-0,872</b>	+0,464	-0,258	-0,404
Al <sup>IV</sup> -(Na+K)	<b>-0,909</b>	-0,251	<b>+0,895</b>	+0,942	+0,556	<b>-0,939</b>	+0,534	-0,332	-0,419
(Na+K)	+0,135	+0,307	-0,343	-0,211	-0,412	+0,404	-0,405	-0,257	+0,375
OH	-0,035	-0,523	-0,364	-0,009	-0,702	+0,034	+0,387	-0,260	-0,404
K	+0,514	+0,732	-0,526	-0,591	-0,280	+0,705	-0,581	-0,099	+0,697
Na	-0,208	-0,171	-0,013	+0,179	-0,258	-0,045	-0,042	-0,214	-0,072
Ca	<b>-0,921</b>	-0,373	<b>+0,833</b>	<b>+0,945</b>	+0,427	<b>-0,932</b>	+0,689	-0,470	-0,609
Mg	+0,279	+0,509	-0,354	-0,333	-0,271	+0,490	<b>-0,942</b>	+0,297	
Mn	+0,555	-0,118	-0,354	-0,484	-0,074	+0,285	-0,514		
Fe <sup>2+</sup>	-0,429	-0,373	+0,413	+0,453	+0,234	-0,574			
Fe <sup>3+</sup>	<b>+0,885</b>	+0,135	<b>-0,869</b>	<b>-0,920</b>	-0,531				
Al <sup>VI</sup>	-0,398	+0,163	<b>+0,820</b>	+0,476					
Al <sup>IV</sup>	<b>-0,992</b>	-0,168	<b>+0,894</b>						
Al	<b>-0,849</b>	-0,024							
Tl	+0,120								
$\bar{X}$	7,517	0,015	0,675	0,397	0,278	0,386	0,507	0,249	3,870
S	0,286	0,022	0,465	0,302	0,238	0,191	0,777	0,232	0,881



**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ**

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	-0,214	+0,362	-0,363	+0,383	+0,938	+0,518	-0,898	+0,254
$f'$	-0,165	+0,312	-0,351	+0,188	+0,969	+0,487	-0,903	+0,234
$f$	-0,220	+0,369	-0,369	+0,385	+0,937	+0,525	-0,898	+0,260
Fe <sup>3+</sup>								
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,329	+0,381	-0,500	+0,957	+0,281	+0,489	-0,155	+0,351
$K_{ox}$	-0,193	+0,161	+0,121	+0,690	-0,542	-0,016	+0,363	-0,024
(Na+K)	+0,444	-0,647	+0,529	-0,453	-0,283	-0,578	+0,194	-0,634
OH	-0,601	+0,197	+0,073	-0,228	+0,018	+0,117	-0,245	+0,364
K	-0,153	+0,013	+0,231	-0,146	-0,174	+0,006	-0,144	+0,069
Na	+0,542	-0,664	+0,441	-0,377	-0,206	-0,585	+0,258	-0,691
Ca	-0,730	+0,555	-0,559	+0,262	+0,293	+0,673	-0,137	
Mg	+0,184	-0,385	+0,090	-0,159	-0,777	-0,429		
Mn	-0,504	+0,760	-0,581	+0,388	+0,493			
Fe <sup>2+</sup>	-0,143	+0,271	-0,472	+0,177				
Fe <sup>3+</sup>	-0,326	+0,362	-0,314					
Al	+0,095	-0,415						
Ti	-0,449							
$\bar{X}$	7,750	0,045	1,829	0,317	1,089	0,004	2,046	0,283
S	0,185	0,060	0,164	0,129	0,325	0,007	0,345	0,182

**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ КРОССИТОВ, СВЯЗАННЫХ**

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	-0,326	+0,523	-0,481	+0,592	+0,293	+0,693	-0,833	+0,461
$f'$	-0,222	+0,343	+0,123	-0,032	+0,685	+0,867	-0,892	+0,311
$f$	-0,320	+0,518	-0,473	+0,582	+0,302	+0,705	-0,839	+0,455
Fe <sup>3+</sup>								
Al+Fe <sup>3+</sup>	-0,289	+0,331	-0,986	+0,992	-0,321	+0,062	-0,089	+0,289
$K_{ox}$	-0,195	+0,382	-0,923	+0,965	-0,538	+0,162	-0,038	+0,276
(Na+K)	-0,075	-0,254	+0,432	-0,222	+0,078	-0,373	+0,126	+0,298
OH	-0,049	-0,142	-0,389	+0,207	+0,260	+0,520	-0,101	-0,349
K	-0,085	+0,397	+0,124	+0,034	-0,278	-0,266	-0,139	+0,459
Na	-0,002	-0,421	+0,493	-0,318	+0,101	-0,396	+0,212	+0,178
Ca	-0,698	+0,615	-0,196	+0,357	+0,200	+0,034	-0,296	
Mg	-0,020	-0,400	+0,028	-0,135	-0,288	-0,694		
Mn	-0,102	+0,120	-0,069	+0,043	+0,702			
Fe <sup>2+</sup>	-0,463	-0,026	+0,349	-0,317				
Fe <sup>3+</sup>	-0,324	+0,378	-0,959					
Al	+0,219	-0,279						
Ti	-0,567							
$\bar{X}$	7,760	0,095	1,176	1,025	1,159	0,017	1,798	0,299
S	0,162	0,095	0,279	0,285	0,131	0,012	0,269	0,134

ТАБЛИЦА XXXVIII

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
ГЛАУКОФАНОВ (тип 1, табл. 38)

Na	K	OH	(Na+K)	$K_{ox}$	$\frac{Fe^{3+}}{Al+Fe^{3+}}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,287	-0,061	+0,048	-0,318	-0,319	+0,426	<b>+1,000</b>	<b>+0,978</b>	
-0,231	-0,058	+0,103	-0,257	<b>-0,507</b>	+0,251			
-0,293	-0,060	+0,051	-0,323	-0,318	+0,428	<b>+0,977</b>		
-0,377	-0,285	-0,217	<b>-0,510</b>	<b>+0,586</b>				
-0,130	+0,046	-0,195	-0,121					
<b>+0,905</b>	+0,275	-0,257						
-0,399	+0,196							
-0,155								
$n = 19$								
$r_{знач.} > 0,456$								
1,670	0,087	1,728	1,752	0,231	0,144	40,65	34,80	40,60
0,196	0,082	0,504	0,197	0,081	0,055	10,00	10,22	9,95

ТАБЛИЦА XXXIX

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
С ГЛАУКОФАНОВЫМИ СЛАНЦАМИ (тип 3, табл. 38)

Na	K	OH	(Na+K)	$K_{ox}$	$\frac{Fe^{3+}}{Al+Fe^{3+}}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,314	+0,074	+0,243	-0,196	+0,449	+0,554	<b>+1,000</b>	<b>+0,780</b>	—
-0,172	+0,009	+0,209	-0,108	-0,205	-0,066			
-0,320	+0,068	+0,251	-0,203	+0,437	+0,544	<b>+0,789</b>		
-0,390	-0,049	+0,296	-0,311	<b>+0,953</b>				
-0,293	+0,135	+0,064	-0,189					
<b>+0,970</b>	+0,479	<b>-0,759</b>						
<b>-0,652</b>	<b>-0,759</b>							
+0,278								
$n = 10$								
$r_{знач.} > 0,632$								
1,745	0,077	1,557	1,814	0,462	0,465	55,04	39,79	54,83
0,210	0,057	0,476	0,234	0,080	0,128	6,02	5,51	5,97

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОДУСИТОВ, СВЯ

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	-0,606	+0,442	+0,163	+0,290	+0,879	-0,104	-0,979	+0,199
$f'$	-0,655	+0,550	+0,292	-0,075	+0,989	-0,182	-0,928	+0,289
$f$	-0,603	+0,443	+0,159	+0,292	+0,877	-0,091	-0,980	+0,202
Fe <sup>3+</sup>								
Al + Fe <sup>3+</sup>	+0,403	-0,244	-0,880	+0,511	-0,043	+0,211	+0,065	-0,418
$K_{ox}$	+0,554	-0,583	-0,285	+0,389	-0,963	+0,192	+0,767	-0,306
(Na+K)	+0,292	-0,174	+0,034	+0,052	-0,267	-0,338	+0,157	-0,398
OH	-0,195	+0,132	-0,190	-0,281	+0,415	-0,159	-0,331	-0,144
K	-0,277	+0,481	-0,151	-0,115	+0,289	-0,184	-0,174	+0,089
Na	+0,344	-0,291	+0,072	+0,079	-0,325	-0,262	+0,192	-0,392
Ca	-0,549	+0,717	+0,387	-0,320	+0,262	+0,236	-0,278	
Mg	+0,625	+0,513	-0,244	-0,180	-0,873	+0,088		
Mn	+0,312	+0,061	-0,333	-0,144	-0,213			
Fe <sup>2+</sup>	-0,609	+0,527	+0,253	-0,154				
Fe <sup>3+</sup>	+0,074	-0,337	-0,350					
Al	-0,634	+0,287						
Ti	-0,618							
$\bar{X}$	7,797	0,018	0,184	1,804	0,848	0,011	2,544	0,284
S	0,123	0,040	0,164	0,243	0,390	0,011	0,473	0,186

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ РОДУСИТ-АСБЕСТОВ И РО

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	+0,076	+0,040	-0,459	+0,547	+0,571	+0,022	-0,792	+0,088
$f'$	-0,044	-0,198	-0,512	+0,037	+0,938	+0,220	-0,455	+0,172
$f$	+0,068	+0,040	-0,460	+0,540	+0,578	+0,056	-0,790	+0,106
Fe <sup>3+</sup>								
Al+Fe <sup>3+</sup>	+0,036	-0,091	-0,967	+0,489	+0,401	+0,026	-0,016	+0,224
$K_{ox}$	+0,127	+0,308	+0,405	+0,367	-0,957	-0,242	+0,048	-0,145
(Na + K)	-0,025	-0,195	-0,098	-0,049	-0,004	-0,084	-0,063	-0,004
OH	-0,124	+0,094	-0,164	+0,032	+0,008	-0,063	-0,250	-0,156
K	-0,076	-0,121	+0,213	-0,119	-0,163	+0,008	+0,025	+0,097
Na	+0,034	-0,169	-0,157	+0,012	+0,037	-0,105	-0,096	-0,070
Ca	-0,296	+0,038	-0,232	+0,019	+0,156	+0,488	+0,010	
Mg	-0,296	-0,144	-0,002	-0,342	-0,158	+0,022		
Mn	-0,244	-0,005	-0,033	-0,187	+0,229			
Fe <sup>2+</sup>	-0,195	-0,256	-0,525	-0,117				
Fe <sup>3+</sup>	-0,104	+0,276	-0,370					
Al	-0,028	+0,149						
Ti	-0,208							
$\bar{X}$	7,921	0,009	0,280	1,651	0,866	0,006	2,457	0,157
S	0,111	0,014	0,177	0,163	0,219	0,015	0,276	0,100

ТАБЛИЦА XL

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
 ЗАННЫХ С РУДНЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ (тип 5, табл. 38)

Na	K	ОН	(Na + K)	K <sub>ox</sub>	$\frac{Fe^{3+}}{Al+Fe^{3+}}$	f	f'	f''
-0,233	+0,208	+0,282	-0,192	-0,744	+0,077	+1,000	+0,926	
-0,317	+0,268	+0,396	-0,266	-0,932	-0,079	+0,925		
-0,237	+0,206	+0,281	-0,197	-0,743	+0,079			
-0,149	+0,300	+0,097	-0,074	+0,125				
+0,294	-0,337	-0,457	+0,220					
+0,964	-0,153	-0,283						
-0,346	+0,309							
-0,411								
				n = 14				
				r <sub>знач.</sub> ≥ 0,532				
1,527	0,065	1,802	1,592	0,691	0,896	51,23	25,44	52,12
0,196	0,053	0,469	0,180	0,105	0,084	8,45	11,90	8,46

ТАБЛИЦА XLI

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
 ДУСИТОВ АСБЕСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (тип 6, табл. 38)

Na	K	ОН	(Na+K)	K <sub>ox</sub>	$\frac{Fe^{3+}}{Al+Fe^{3+}}$	f	f'	f''
+0,056	-0,144	+0,184	-0,008	-0,389	+0,451	+0,999	+0,789	
+0,045	-0,155	+0,084	-0,002	-0,869	+0,408	+0,795		
+0,052	-0,144	+0,180	-0,011	-0,396	+0,452			
+0,149	-0,204	+0,160	+0,087	-0,249				
-0,022	+0,117	+0,030	-0,002					
+0,923	+0,167	-0,177						
-0,221	+0,045							
-0,184								
				n = 49				
				r <sub>знач.</sub> ≥ 0,280				
1,594	0,083	1,772	1,666	0,660	0,857	50,73	26,07	50,67
0,221	0,074	0,357	0,223	0,073	0,084	4,32	6,04	4,32

**ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ ( $r$ ) МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЯМИ  
В КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ ЖЕЛЕЗИСТЫХ**

	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca
$f''$	+0,166	-0,295	-0,656	+0,379	<b>+0,725</b>	-0,217	<b>-0,994</b>	-0,329
$f'$	+0,192	-0,278	-0,653	+0,148	<b>+0,867</b>	-0,195	<b>-0,958</b>	-0,299
$f$	+0,165	-0,291	-0,657	+0,378	<b>+0,726</b>	-0,212	<b>-0,994</b>	-0,331
Fe <sup>3+</sup>	<b>+0,478</b>	+0,182	<b>-0,994</b>	+0,168	<b>+0,515</b>	-0,011	<b>-0,694</b>	-0,330
Al+Fe <sup>3+</sup>								
$K_{ox}$	-0,179	+0,079	+0,319	<b>+0,676</b>	<b>-0,900</b>	+0,067	+0,363	+0,046
(Na+K)	-0,230	+0,184	<b>+0,580</b>	<b>-0,424</b>	<b>-0,486</b>	+0,070	<b>+0,720</b>	+0,399
OH	-0,026	+0,174	<b>-0,585</b>	-0,031	<b>+0,474</b>	+0,089	<b>-0,623</b>	<b>-0,524</b>
K	+0,035	+0,284	+0,056	-0,274	-0,085	<b>+0,728</b>	+0,178	-0,269
Na	-0,210	+0,155	<b>+0,581</b>	-0,378	<b>-0,502</b>	-0,036	<b>+0,724</b>	<b>+0,437</b>
Ca	-0,116	-0,385	+0,335	+0,182	-0,163	-0,300	+0,335	
Mg	-0,195	+0,264	<b>+0,677</b>	-0,368	<b>-0,691</b>	+0,226		
Mn	-0,084	+0,312	-0,019	-0,088	-0,149			
Fe <sup>2+</sup>	+0,179	-0,223	<b>-0,505</b>	-0,290				
Fe <sup>3+</sup>	-0,123	-0,222	-0,126					
Al	<b>-0,502</b>	-0,192						
Ti	-0,047							
$\bar{X}$	7,940	0,010	0,064	2,025	1,890	0,002	1,132	0,107
S	0,061	0,022	0,067	0,174	0,249	0,006	0,210	0,069

ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ  
 РОДУСИТОВ с  $f' = 50-75\%$  (тип 7, табл. 38)

Na	K	OH	(Na+K)	$K_{ox}$	$\frac{Fe^{3+}}{Al+Fe^{3+}}$	$f$	$f'$	$f''$
-0,734	-0,200	+0,581	-0,735	-0,385	+0,680	+1,000	+0,969	
-0,694	-0,145	+0,607	-0,684	-0,600	+0,669	+0,969		
-0,735	-0,195	+0,583	-0,735	-0,385	+0,681			
-0,581	-0,100	+0,554	-0,587	-0,307				
+0,216	-0,064	-0,382	+0,183					
+0,986	+0,205	-0,611						
-0,672	+0,108							
+0,062								
		$n = 22$						
		$r_{знач.} > 0,423$						
1,849	0,029	1,792	1,870	0,519	0,970	77,54	62,53	77,53
0,266	0,035	0,393	0,272	0,043	0,030	4,31	6,87	4,32

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие. . . . .	5
Введение. . . . .	7
Принципы отбора аналитического материала, метод пересчета химических анализов амфиболов и пояснение к таблицам . . . . .	10
<b>Глава первая.</b>	
<b>Магнезиально-железистые (бескальцевые, бесщелочные) амфиболы</b>	
Парагенетические типы магнезиально-железистых амфиболов . . . . .	18
Соотношение магнезиально-железистых амфиболов с другими ассоциирующими минералами . . . . .	26
Корреляционные связи между элементами кристаллохимической формулы и изоморфизм магнезиально-железистых амфиболов . . . . .	32
Связь оптических свойств с химическим составом магнезиально-железистых амфиболов. . . . .	37
<b>Глава вторая.</b>	
<b>Кальцийсодержащие амфиболы ряда тремолит—актинолит—роговая обманка</b>	
Парагенетические типы кальцийсодержащих амфиболов . . . . .	45
Соотношение амфиболов ряда роговая обманка — актинолит с другими ассоциирующими минералами. . . . .	73
Корреляционные связи между элементами кристаллохимической формулы и изоморфизм амфиболов ряда роговая обманка — актинолит . . . . .	93
Связь оптических свойств с химическим составом амфиболов ряда роговая обманка — актинолит. . . . .	96
<b>Глава третья.</b>	
<b>Натровые амфиболы ряда глаукофан — рибекит</b>	
Парагенетические типы натровых амфиболов . . . . .	116
Соотношение натровых амфиболов с другими ассоциирующими амфиболами . . . . .	119
Корреляционные связи между элементами кристаллохимической формулы и изоморфизм натровых амфиболов. . . . .	123
<b>Глава четвертая.</b>	
<b>Редкие типы амфиболов</b>	
Заключение. . . . .	131
Л и т е р а т у р а . . . . .	137
П р и л о ж е н и я . Таблицы I—XLII . . . . .	153

*Евгения Александровна Костюк*

### **Статистический анализ и парагенетические типы амфиболов метаморфических пород**

*Утверждено к печати Институтом геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР*

Редактор *Н. В. Знаменская*. Редактор издательства *М. И. Азизян*.

Технический редактор *А. П. Ефимова*

Сдано в набор 2/II 1970 г. Подп. к печ. 1/X 1970 г. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографск. № 2  
Печ. л. 19,5 Усл. печ. л. 27,4. Уч.-изд. л. 32. Тираж 1250 экз.

Тип. зак. № 375. Цена 3 р. 38 к.

T-14483

Издательство «Наука». Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука». Москва, Г-99, Шубинский пер., 10