

Г. Н. ТАРНОВСКИЙ

КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТУРМАЛИНОВ  
ИЗ ПЕГМАТИТОВЫХ ЖИЛ СИБИРИ

В настоящей статье излагаются результаты проведенного детального кристаллографического изучения турмалинов одного пегматитового месторождения Сибири.

Все исследованные турмалины относятся к ряду «эльбаитов» — литиевых турмалинов и встречаются исключительно в пегматитовых жилах литиево-рубеллитового подтипа натро-литиевого типа, по классификации А. Е. Ферсмана. Как известно, такие жилы характеризуются интенсивным проявлением метасоматических процессов, а также наличием занорышей.

Пегматитовая жила, в которой были встречены занорыши с полихромными турмалинами, имеет богатый и разнообразный минеральный состав. В числе минералов, входящих в состав пегматита и различных замещающих комплексов, могут быть названы: микроклин, кварц, альбит, берилл, спессартин, колумбит-танталит, касситерит, мусковит, литиевый мусковит, лепидолит, турмалины черный и полихромный, амблигонит, апатит, микролит, кукеит и др.

В одной из пегматитовых жил было вскрыто 15 занорышей, различных по форме, размерам и характеру минерализации. Занорыши в основном приурочены к осевой части раздува жилы, где мощность последней на участке изгиба по падению резко увеличивается от 2,5 до 4,5 м. Образованию занорышей предшествовали тектонические подвижки небольших амплитуд, способствовавших дроблению крупнозернистого пегматита и замещению последнего лепидолито-альбитовым комплексом. На стенках образовавшихся полостей в сравнительно спокойных условиях из поступающих гидротермальных растворов нарастают кристаллы минералов. Тектонические подвижки имели место и в более позднее время, о чем свидетельствуют сколовые трещины в кристаллах минералов занорышей, носящих сложные, нередко ступенчатые поверхности залечивания.

Занорыши характеризуются довольно крупными размерами (наибольший из них  $2,0 \times 0,8 \times 0,6$  м, объемом около  $1,0$  м<sup>3</sup>). Форма их большей частью округлая, эллиптическая, реже неправильная, щелевидная и полукольцевая. Минерализация занорышей, несмотря на тесную генетическую связь с лепидолито-альбитовым замещающим комплексом, носит специфичный характер. Такие более или менее часто встречающиеся в лепидолито-альбитовом замещающем комплексе, минералы, как колумбит-танталит и касситерит, почти не встречаются в занорышах, а берилл, обычный минерал этого замещающего комплекса встречается в них редко.

Характерным минералом занорышей является желто-бурый микролит, встречающийся в виде сравнительно крупных (0,5 см), а иногда и уни-

кальных по величине октаэдров (до 1,8 см) и ассоциирующий с лепидолитом, полихромным турмалином, реже с микроклином.

Среди минералов занорышей наиболее обычны кварц, микроклин, гребенчатый альбит, лепидолит и полихромные турмалины. Гораздо реже наблюдаются берилл, микролит и, в единичных случаях, мусковит, кукеит и жильбертит.

Характер минерализации вскрытых занорышей различен. Занорыши, в которых присутствовали бы все перечисленные минералы, не встречаются, хотя и устанавливаются определенные, до некоторой степени постоянные, парагенетические ассоциации минералов, например: микроклин — кварц — альбит, альбит — лепидолит — турмалин, лепидолит — микролит, турмалин — микролит и другие, более сложные полиминеральные ассоциации.

В занорыше, размером  $1,0 \times 0,6 \times 0,4$  м, вскрытом автором, наблюдалась вертикальная зональность в распределении минералов. Свод за-

норыша был выстлан крупными (до  $45 \times 20$  см), хорошо ограниченными кристаллами дымчатого кварца. В средней части занорыша наблюдались кристаллы микроклина (размером до  $20 \times 15 \times 10$  см) с наростами на грани последнего щетками и розетками гребенчатого альбита. Нижняя часть занорыша сложена щетками сложного минерального состава. Полость его была заполнена глинистым минералом шоколадного цвета, оказавшимся при термическом исследовании галлуазитом (рис. 1), в котором наблюдались многочисленные обломки кристаллов полихромного турмалина, кварца, микроклина и других минералов. В нижней части занорыша в галлуазите был найден крупный кристалл полихромного турмалина, описанный ниже. При промывке галлуазита были обнаружены округлые, гроздевидные стяжения черного минерала размером до 0,5 см, оказавшиеся пиролюзитом.

В результате изучения большого количества (свыше 300) кристаллов турмалина из занорышей представилось возможным выделить 8 типов кристаллов полихромного турмалина. В качестве классификационных признаков, при помощи которых выделяются типы кристаллов турмалина, приняты: кристаллографические формы, закономерности в распределении окраски и парагенетические ассоциации.

Как показали наблюдения, каждый турмалинсодержащий занорыш характеризуется лишь определенной ассоциацией типов турмалина. Устанавливается весьма характерная парагенетическая связь некоторых минералов с определенными типами полихромных турмалинов.

Наиболее ранним, предшествующим образованию в занорышах лепидолита, является длиннопризматический темно-зеленый турмалин;

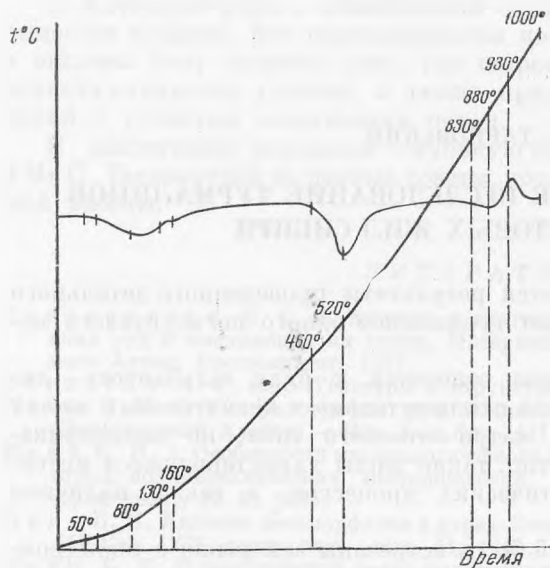


Рис. 1. Кривая нагрева галлуазита, выполненного полости занорышей

наиболее поздним — тонкоигольчатый бесцветный турмалин (ахроит), нарастающий, как правило, на призматические грани полихромных турмалинов. Последние занимают промежуточное положение, и возрастные соотношения между некоторыми типами турмалинов устанавливаются лишь на основании ряда косвенных признаков.

Таблица 1

## Результаты измерения на гониометре

| Индексы и буквенные обозначения | Ранее известные |        | Измеренные |        |
|---------------------------------|-----------------|--------|------------|--------|
|                                 | $\varphi$       | $\rho$ | $\varphi$  | $\rho$ |
| $m$ (10 $\bar{1}0$ )            | 60°00'          | 90°00' | 58°30'     | 90°50' |
| $a$ (11 $\bar{2}0$ )            | 30              | 90     | 29 05      | 90 50  |
| $r$ (10 $\bar{1}1$ )            | 60              | 27 33  | 60         | 27 19  |
| $\tau$ (21 $\bar{3}2$ )         | 40 53           | 34 36  | 40 30      | 34,25  |
| $k$ (70 $\bar{7}4$ )            | 60              | 42 08  | 61 50      | 42,40  |
| $t$ (21 $\bar{3}1$ )            | 40 53           | 54 04  | 39 45      | 54 15  |

Примечание. Формы вертикального пояса богаты вицинальными поверхностями.

Тип — темно-зеленый турмалин. Встречен в занорыше на глубине около 15 м по падению жилы. Ассоциирует с кристаллами серого кварца, в которые наиболее часто врастает, а также с микроклином, альбитом и жильбертитом. В этом же занорыше был обнаружен довольно крупный кристалл темно-зеленого турмалина длиной 16 см при поперечнике 3,2 см (обычно размер кристаллов колеблется в пределах 2—6 см по длине и 1—2 см в поперечнике).

Окраска турмалина описываемого типа — зеленая различных тонов. Нижняя часть кристаллов (аналогичный полюс)<sup>1</sup>, а нередко и большая по длине их часть окрашена в серовато-зеленый цвет. В верхней части кристаллов (антилогичный полюс) серовато-зеленая окраска постепенно сменяется яркой темно-зеленой.

Измерение показателей преломления иммерсионным методом<sup>2</sup> для светло-зеленой и ярко-зеленой зон турмалина дало следующие результаты: светло-зеленая зона  $N_o = 1,640$ ,  $N_e = 1,625$ ,  $N_o - N_e = 0,015$ ; ярко-зеленая зона  $N_o = 1,642$ ,  $N_e = 1,625$ ,  $N_o - N_e = 0,017$ . Плеохроизм отсутствует.

Облик кристаллов турмалина описываемого типа длиннопризматический. Габитусными формами, т. е. формами, определяющими облик кристаллов, являются призмы  $a$  (11 $\bar{2}0$ ),  $m$  (10 $\bar{1}0$ ) и тригональная пирамида  $r$  (10 $\bar{1}1$ ) с  $\rho = 27^\circ 33'$ .

Двухконечных кристаллов турмалина этого типа не было встречено, поэтому приведенные в табл. 1 формы характеризуют лишь головку

<sup>1</sup> Полярность кристаллов турмалина определялась по методу Кундта (Кравченко, 1940).

<sup>2</sup> Определение показателей преломления здесь и ниже производилось в белом свете с точностью  $\pm 0,002$ .

антилогичного полюса. Для измерения на гониометре<sup>1</sup> был отобран один, типичный по развитию форм, кристалл (рис. 2). Установка кристаллов турмалина принята по А. К. Болдыреву:  $\varphi$  единичной грани  $r$  ( $10\bar{1}1$ ) принимается равным  $60^\circ$ .

Измерение форм вертикального пояса на гониометре чрезвычайно затруднено обилием вихналей, дающих непрерывный сигнал при вращении кристалла вокруг тройной оси. Поверхности граней головки кристаллов обычно неровны, с бугорками роста, а иногда и матовые, что также весьма затрудняет измерение.

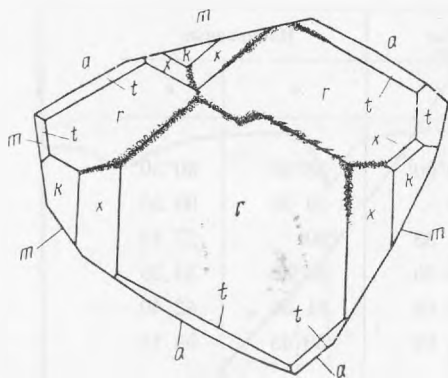


Рис. 2. Кристалл (№ 125) турмалина I типа (головка антилогичного полюса). Увел. 3,5

Турмалин характеризуется присутствием таких редких форм для кристаллов турмалина из занорышей, как тригональная пирамида  $k$  ( $70\bar{7}4$ ) с  $\varphi = 60^\circ$  и  $\rho = 42^\circ 08'$  и тригональная пирамида  $\pi$  ( $2\bar{1}32$ ) с  $\varphi = 40^\circ 53'$  и  $\rho = 34^\circ 36'$ .

С другой стороны, такие формы, как тригональная пирамида  $o$  ( $02\bar{2}1$ ) с  $\varphi = 0^\circ$  и  $\rho = 45^\circ 57'$  и дитригональная пирамида  $V$  ( $13\bar{4}1$ ) с  $\varphi = 13^\circ 54'$  и  $\rho = 61^\circ 47'$ , обычно наблюдающиеся на многих типах

кристаллов турмалина, в данном типе отсутствуют.

**Тип — полихромный турмалин.** Встречен в нескольких занорышах в центральной части раздува жилы. В самом большом из них ( $2,0 \times 0,6 \times 0,8$  м) в 1949 г. был найден крупный кристалл турмалина описываемого типа, достигавший 14 см по длинной оси при поперечнике в основании кристалла 5,5 см и весе 1,1 кг (рис. 3)<sup>2</sup>. Этот кристалл представляет собой параллельно-шестоватый сросток многих кристаллов, имеющих общее основание.

Кристаллы полихромного турмалина интересен не только своей величиной, но и оригинальным положением в занорыше (рис. 4). Рост крупного кристалла турмалина начался с образования в лепидолито-альбитовом замещающем комплексе на расстоянии около 15 см от стенки занорыша монокристалла темно-розового турмалина, который в процессе своего роста в направлении к занорышу образовал конический пучок кристаллов, упирающийся своим основанием в стенку занорыша. Таким образом, этот пучок кристаллов, достигавший в диаметре у основания около 5,5 см, явился своеобразной затравкой для крупного кристалла турмалина, продолжавшего свой рост в занорыше. Вполне вероятно, что шестоватое строение крупного кристалла в какой-то степени унаследовано от затравки — конического пучка кристаллов турмалина.

Большая по длине часть описываемого кристалла окрашена в розовый цвет, причем интенсивность розовой окраски в направлении к головке кристалла (антилогичному полюсу) ослабевает и розовая окраска сменяется синевато-зеленой. У самой головки кристалла наблюдается тонкая бледно-розовая зона, параллельная граням  $r$  ( $10\bar{1}1$ ) с  $\rho = 27^\circ 33'$ .

<sup>1</sup> Измерения производились на двукружном гониометре системы Е. Е. Флинта.

<sup>2</sup> Кристалл хранится в коллекции П. М. Большакова.

Основные окраски турмалина описываемого типа — яркая синева-зеленая и розовая. Закономерности в распределении окраски хорошо прослеживаются в двухконечных кристаллах. Преобладает синева-зеленая окраска; розовая зона составляет лишь 32—43% по отношению к общей длине кристаллов.

Нижняя часть кристаллов окрашена в бледно-розовый цвет, лишь в двухконечных кристаллах у моноэдра, ограничивающего аналогичный полюс кристалла, наблюдается усиление окраски — более интенсивно окрашенная, темно-розовая полоска, параллельная моноэдру. Розовая окраска в направлении к антилогичному полюсу сменяется синева-зеленой. Границы между двумя различно окрашенными зонами обычно расплывчаты; в некоторых случаях плоскости разграничения зон резко выражены и параллельны граням  $r$  ( $10\bar{1}1$ ) с  $\rho = 27^\circ 33'$ . Интенсивность зеленой окраски по направлению к антилогичному полюсу постепенно ослабевает и у самой головки опять сменяется тонкой бледно-розовой зоной, параллельной граням  $r$  ( $10\bar{1}1$ ).

Указанная последовательность в смене окраски от аналогичного полюса к антилогичному противоречит нормальной схеме изменения окраски в кристаллах полихромного турмалина: черный — синий — зеленый — бесцветный — розовый. По всей вероятности, различно окрашенные зоны в этом турмалине представляют собою зоны II порядка, для которых характерна обратная последовательность, а также выпадение бесцветной (ахроитовой) зоны.

Для синева-зеленой и розовой зон были измерены показатели преломления: для розовой зоны  $N_o = 1,640$ ,  $N_e = 1,625$ ,  $N_o - N_e = 0,015$ ; для синева-зеленой зоны  $N_o = 1,648$ ,  $N_e = 1,625$ ,  $N_o - N_e = 0,023$ . Плеохроизм отсутствует.

Для турмалина II типа весьма характерна тесная парагенетическая связь с турмалином IV типа, с которым он встречается совместно и который в отдельных случаях вырастает в кристаллы турмалина II типа.

Облик кристаллов турмалина II типа — призматический. Отношение поперечника кристаллов к их длине колеблется в пределах от 1 : 4 до 1 : 5. Габитусными формами (табл. 2) являются: призма  $m$  ( $10\bar{1}0$ ) и тригональная пирамида  $r$  ( $10\bar{1}1$ ) с  $\rho = 27^\circ 33'$ . В меньшей степени развиты формы: моноэдр  $s$  ( $0001$ ) и дитригональные пирамиды  $t$  ( $21\bar{3}1$ ) с  $\rho = 54^\circ 04'$  и  $V$  ( $13\bar{4}1$ ) с  $\rho = 61^\circ 47'$ . Все перечисленные формы характерны для головок антилогичного полюса; на аналогичном полюсе наблюдался лишь моно-

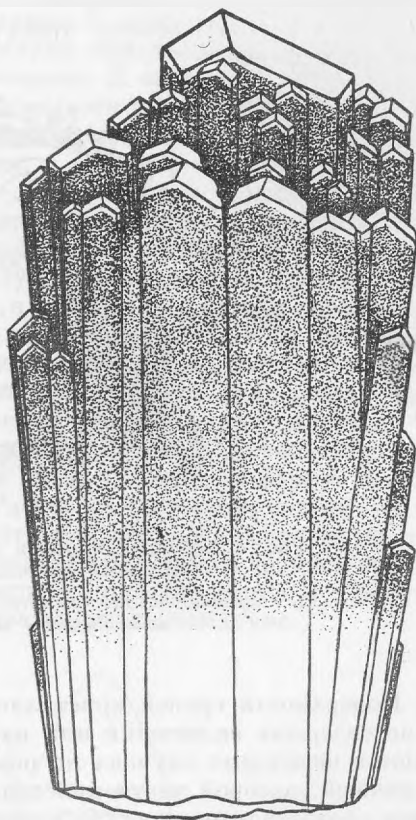


Рис. 3. Кристалл полихромного турмалина II типа. Синева-зеленая окраска показана точками, розовая — белым

эдр  $c$  (0001) с подчиненным развитием тригональной пирамиды  $e$  (011 $\bar{3}$ ) с  $\rho = 14^{\circ}29'$ .

На кристаллах описываемого турмалина из дитригональных пирамид  $t$  (2131) и  $V$  (1341) обычно присутствует лишь не более одной пары граней этих форм.

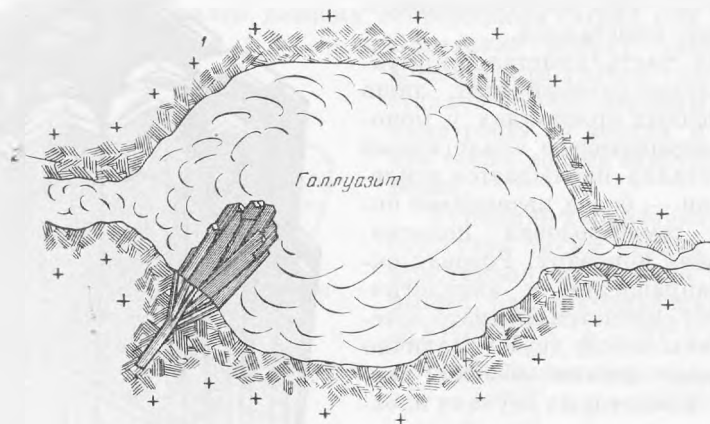


Рис. 4. Схема построения запорыша, в котором был найден крупный кристалл турмалина II типа:

1 — крупнозернистый пегматит; 2 — участки развития лепидолито-во-альбитового замещающего комплекса

Поверхности граней кристаллов турмалина этого типа обычно чисты и не содержат включений или выросших кристаллов других минералов; лишь в некоторых случаях на поверхностях граней вертикального пояса в нижней, розовой части кристаллов (у аналогичного полюса) наблюдаются гроздевидные агрегаты светло-сиреневого лепидолита.

III тип — полихромный турмалин. По всей вероятности, наиболее распространен среди выделенных нами типов. Встречен

Таблица 2

Результаты измерения на гониометре

| Индексы<br>и буквенные<br>обозначения | Ранее известные |        | Измеренные |        | Примечания  |
|---------------------------------------|-----------------|--------|------------|--------|---|
|                                       | $\varphi$       | $\rho$ | $\varphi$  | $\rho$ |   |
| $m$ (1010)                            | 60°00'          | 90°00' | 60°15'     | 30°10' | Грани призм богаты виципалами                                       |
| $a$ (1120)                            | 30              | 90     | 30 15      | 90 10  |   |
| $c$ (0001)                            | —               | 0      | —          | 0 10   |   |
| $r$ (1011)                            | 60              | 27 33  | 60 13      | 27 20  | На всех гранях наблюдаются многочисленные бугорки и пирамидки роста |
| $e$ (0113)                            | 0               | 14 29  | 0 13       | 14 12  |   |
| $t$ (2131)                            | 19 06           | 54 04  | 19 17      | 54 25  |   |
| $V$ (1341)                            | 13 54           | 61 47  | 14 03      | 61 56  |   |

в ряде занорышей в ассоциации с дымчатым кварцем, в который он нередко врастает, а также с микроклином, гребенчатым альбитом, лепидоли- том, бериллом и полихромным турмалином V типа.

Обычный размер кристаллов турмалина описываемого типа 2—3 см по длинной оси и 0,5—0,7 см в поперечнике. В занорыше, вскрытом автором, был обнаружен кристалл полихромного турмалина длиной 17 см и весом около 1 кг<sup>1</sup> (рис. 5). Поперечник кристалла в нижней части ра-

вен 3 см, в верхней, наиболее широкой части — 6 см, так что кристалл обладает ярко выраженной конусообразной формой. Этот кристалл, по существу, представляет собою лучисто-шестоватый сросток кристаллов, в котором выделяются два крупных индивидуума с наросшими на их призматические грани многочисленными более мелкими кристаллами. Угол между тройными осями симметрии двух крупных индивидуумов равен 17°, вследствие чего сросток имеет V-образную форму. К сожалению, один из индивидуумов на высоте 10 см от основания был сколот по трещине, перпендикулярно к тройной оси; эта же трещина прослеживается и в другом, сохранившемся индивидууме.

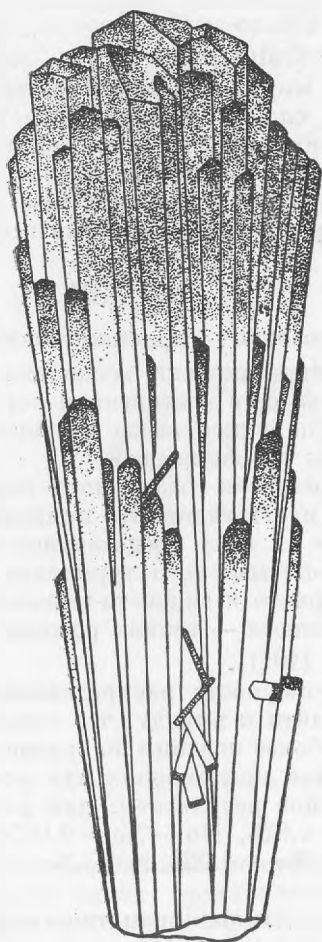


Рис. 5. Кристалл полихромного турмалина III типа. Зеленая окраска показана точками, розовая — белым

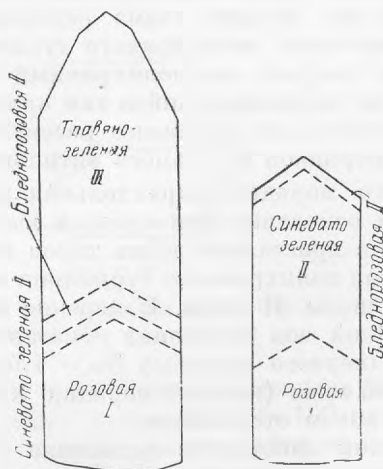


Рис. 6. Схема распределения окраски различного порядка в кристаллах полихромного турмалина

Большая по длине часть этого кристалла окрашена в розовый цвет, причем интенсивность розовой окраски в направлении к головке кристалла (антилогичному полюсу) ослабевает и на сравнительно коротком интервале (0,5—1 см) переходит в травянисто-зеленую. Головка кристалла прозрачная.

<sup>1</sup> Кристалл хранится в Минералогическом музее АН СССР.



Как показывают наблюдения над двухконечными кристаллами, в полихромном турмалине этого типа преобладает зеленая зона, которая обычно слагает 65—75% длины кристалла. Обратное приведенному соотношению между розовой и зеленой зонами в крупном кристалле является исключением.

В кристаллах турмалина III типа наблюдаются два рода зональных окрасок. Одна из них поперечно-полосатая, резко преобладает, другая, концентрическая, встречается сравнительно редко. В первом случае, розовая зона, слагающая нижнюю часть кристаллов (аналогичный полюс), сменяется тонкой (не более 1 мм) синевато-зеленой зоной, параллельной граням тригональной пирамиды  $r$  ( $10\bar{1}0$ ) с  $\rho = 27^\circ 33'$ . Зеленая зона сменяется бледно-розовой (не более 2 мм), и последняя постепенно переходит в травяно-зеленую, которая и слагает основную по длине часть кристаллов. Таким образом, если нижняя розовая часть кристаллов представляет собой зону первого порядка, то травяно-зеленая зона, слагающая большую по длине часть кристаллов, является уже зоной третьего порядка. Эту интересную закономерность можно выразить следующей схемой:

I                                  II                                  III

розовая — синевато-зеленая — бледно-розовая — травяно-зеленая

Для полихромных турмалинов с наличием окраски нескольких порядков характерно ослабление интенсивности ее с повышением порядка. Следует заметить, что зональные окраски порядков выше первого наблюдаются лишь в полихромных турмалинах из занорышей.

На рис. 6 дана схема распределения окраски различного порядка в кристаллах полихромного турмалина II и III типов. Из приведенной схемы следует, что полихромный турмалин II типа представляет собой как бы недоразвившийся тип кристаллов описываемого турмалина, так как в нем ярко выражены розовая зона первого и синевато-зеленая второго порядков и у самого антилогичного полюса — тонкая розовая зона второго порядка, параллельная граням  $r$  ( $10\bar{1}1$ ).

На основании приведенной выше закономерности распределения окраски в кристаллах обоих типов можно прийти к выводу, что описываемый тип полихромного турмалина является более поздним по сравнению с турмалином II типа. Измерение показателей преломления для розовой и зеленой зон турмалина показало следующие результаты: для розовой зоны (первого порядка)  $N_o = 1,641$ ,  $N_e = 1,626$ ,  $N_o - N_e = 0,015$ ; для зеленой зоны (третьего порядка)  $N_o = 1,640$ ,  $N_e = 1,622$ ,  $N_o - N_e = 0,018$ . Плеохроизм отсутствует.

Облик кристаллов турмалина III типа — длиннопризматический. Отношение поперечника кристаллов к их длине колеблется в пределах 1:4—1:5. Поперечные сечения кристаллов обычно дитригональные, но нередко более сложные. Вследствие преобладающего развития отдельных форм вертикального пояса, в некоторых случаях кристаллы турмалина обладают уплощенным, совершенно необычным для турмалина обликом (кристалл № 4, рис. 7).

Описываемый тип кристаллов турмалина наиболее богат кристаллографическими формами, и поэтому он был подвергнут более детальному изучению. Габитусными формами вертикального пояса являются призмы:  $m$  ( $10\bar{1}0$ ) и  $a$  ( $11\bar{2}0$ ), формами, огранивающими головку антилогичного полюса, — дитригональная пирамида  $t$  ( $21\bar{3}1$ ) и тригональная пирамида  $r$  ( $10\bar{1}1$ ).



Значительное, по сравнению с другими формами, развитие граней дитригональной пирамиды  $t$  ( $21\bar{3}1$ ) с  $\rho = 54^\circ 04'$  придает головке кристаллов (антилогичному полюсу) остроконечный облик, несколько приглушенный гранями  $r$  ( $10\bar{1}1$ ) с  $\rho = 27^\circ 33'$ .

Одна из характерных кристаллографических особенностей, отличающих описываемый турмалин, заключается почти в полном отсутствии на

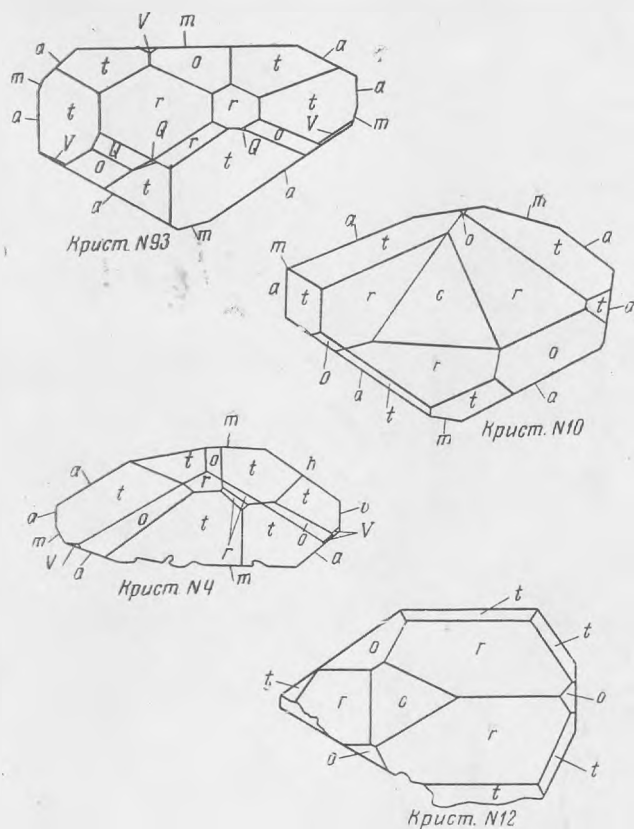


Рис. 7. Кристаллы турмалина III типа (головки антилогичных полюсов). Увел. 10

антилогичном полюсе моноэдра с  $(0001)$ , играющего первостепенную роль в других типах кристаллов полихромного турмалина. Из 100 просмотренных кристаллов этого типа лишь на одном удалось найти маленькую матовую грань  $c$  ( $0001$ ) (кристалл № 3, рис. 8). Однако такая закономерность сохраняет свою силу для описываемого турмалина лишь в пределах одного занорыша. Среди турмалинов этого типа, происходящих из других занорышей, грань  $c$  ( $0001$ ) играет важную роль, а в некоторых случаях даже определяет облик кристаллов (см. кристаллы № 10 и 12 на рис. 7).

Двухконечные кристаллы довольно редки. У 3 кристаллов на аналогичном полюсе наблюдались следующие формы:  $c$  ( $0001$ ),  $r$  ( $10\bar{1}1$ ) и  $e$  ( $01\bar{1}\bar{3}$ ) (кристалл № 99, рис. 9). Для гониометрических измерений были отобраны как типичные по развитию форм кристаллы, так и кристаллы искаженного облика с несимметричным развитием граней. Всего было измерено 13

кристаллов. Наиболее правильным по развитию кристаллографических форм и отчасти приближающимся к так называемому идеальному кристаллу, является кристалл № 64, рис. 8. По развитию граней антилогичного полюса кристалл такого облика довольно близок к бразильским турмалинам, описанным Мюллером в 1912 г. и приведенным в атласе Гольдшмидта (Goldschmidt, 1923, Bd. IX, Taf. 27, Fig. 378).

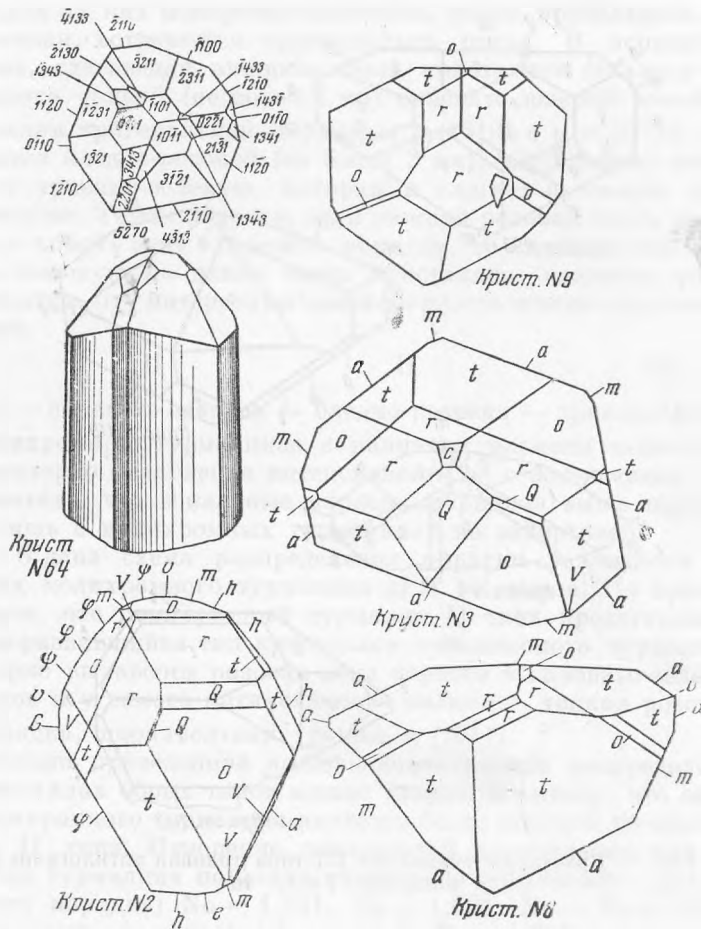


Рис. 8. Кристаллы турмалина III типа (головки антилогичных полюсов). Увел. 9

Такие второстепенные формы, как дитригональные пирамиды  $Q$  (1343) и  $V$  (1341) редко получают полное развитие, особенно последняя форма, которая обычно более одной пары граней не образует. Естественно ожидать, что нередкими должны быть кристаллы с преобладающим развитием форм:  $t$  (2131),  $r$  (1011) и  $o$  (0221) при полном отсутствии форм  $Q$  (1343) и  $V$  (1341).

Таким образом, кристаллографический облик описываемого типа полихромного турмалина может быть представлен двумя вариантами.

1)  $m$  (1010),  $a$  (1120),  $h$  (1230),  $l$  (5270),  $t$  (2131),  $r$  (1011),  $o$  (0221)  $Q$  (1343),  $V$  (1341) — крист. № 64 на рис. 8.

Полученные данные при гониометрических измерениях кристаллов турмалина III типа сведены в табл. 3.

Среди турмалина этого типа наблюдались кристаллы, в которых отдельные грани вертикальной зоны образуют входящий угол, величина которого колеблется в пределах 122—128°. Два таких кристалла (№ 55 и 65) изображены на рис. 9.

Поверхности граней головки (антилогичного полюса) разнообразны. Грани пригональных пирамид  $r$  (1011) и  $o$  (0221) обычно гладки и блестящи. Грани дитригональной пирамиды  $Q$  (1343), как правило, матовые. Поверхности граней дитригональной пирамиды  $t$  (2131) наиболее сложны. На этих гранях обычно наблюдаются многочисленные пирамидки и бугорки роста, отдельные участки этих граней матовые.

Таблица 3

## Результаты измерения на гониометре

| Индексы<br>и буквенные<br>обозначения | Ранее известные |        | Измеренные |        | Примечания   |
|---------------------------------------|-----------------|--------|------------|--------|--|
|                                       | $\varphi$       | $\rho$ | $\varphi$  | $\rho$ |  |
| $h$ (1230)                            | 19°06'          | 90°00' | 19°11'     | 89°56' | Грани призм несут тонкую вертикальную штриховку и изобилуют выпинами |
| $a$ (1120)                            | 30 00           | 90     | 30 10      | 89 56  |  |
| $G$ (8.5.13.0)                        | 37 35           | 90     | 37 42      | 89 56  |  |
| $v$ (2130)                            | 40 53           | 90     | 40 58      | 89 56  |  |
| $l$ (5270)                            | 43 54           | 90     | 43 51      | 89 56  |  |
| $\varphi$ (13.1.14.0)                 | 56 20           | 90     | 56 22      | 89 56  |  |
| $m$ (1010)                            | 60 00           | 90     | 60 06      | 89,56  | Встречена только на аналогичном полюсе                               |
| $c$ (0001)                            | —               | 0      | —          | 89 56  |  |
| $e$ (0113)                            | 0               | 14 29  | 0 08       | 14 33  | Обычная форма  |
| $r$ (1011)                            | 60              | 27 33  | 60 11      | 27 29  |  |
| $Q$ (1343)                            | ?               | ?      | 13 54      | 37 50  | Новая форма  |
| $o$ (0221)                            | 0               | 45 57  | 0 08       | 45 49  | Широко распространенная форма  |
| $t$ (2131)                            | 40 53           | 54 04  | 40 50      | 54 08  |  |
| (1341)                                | 13 54           | 61 47  | 13 56      | 61 51  | Сравнительно редкая форма  |

На головках (антилогичных полюсах) кристаллов полихромного турмалина описываемого типа была встречена новая форма — дитригональная пирамида с  $\varphi = 13^\circ 54'$  и  $\rho = 37^\circ 50'$ . Вычисленный индекс этой формы (1343).

Этой форме нами присвоена буква  $Q$ .

IV тип — полихромный турмалин. Встречен в нескольких занорышках совместно с турмалином II типа. Ассоциирует с микроклином, дымчатым кварцем, гребенчатым альбитом, лепидолитом и микробитом. Размер кристаллов турмалина этого типа колеблется в пределах 1—6 см по длине и 0,3—1 см в поперечнике.

Преобладающей окраской является бесцветная и бледно-розовая, причем наблюдается следующая закономерность: нижняя часть кристаллов (аналогичный полюс) — розовая; по направлению к антилогичному полюсу интенсивность окраски ослабевает, затем в самой верхней части кристаллов снова усиливается, образуя розовую полоску (не более 1,5 мм) с довольно резкой верхней плоскостью разграничения. Розовая полоска сменяется светло-зеленой, более широкой (до 5 мм), которая в свою очередь сменяется тонкой (обычно 0,5—1,0 мм) бледно-розовой полоской.

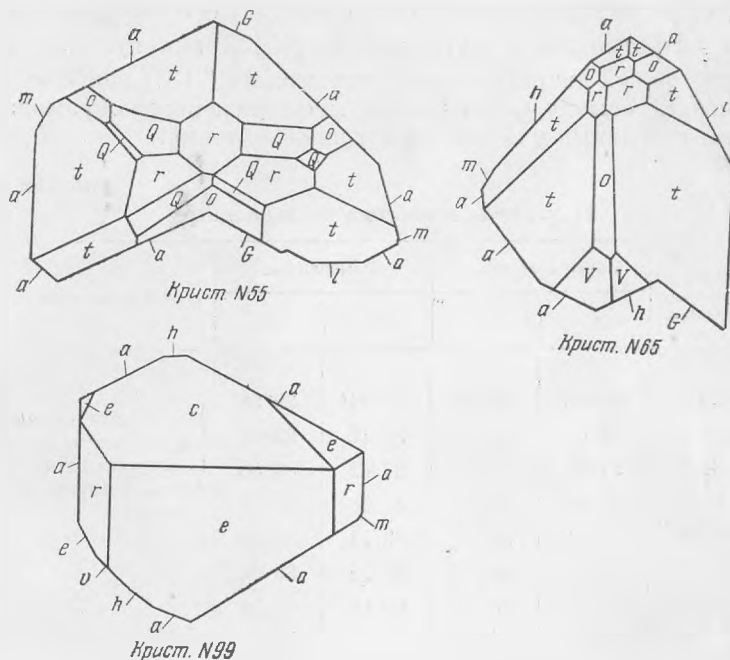


Рис. 9. Кристаллы турмалина III типа (№ 55 и 65 — антилогичный полюс, № 99 — аналогичный полюс). Увел. 6

Плоскости разграничения различно окрашенных зон перпендикулярны к длинной оси кристаллов. Кроме поперечно-полосатой зональной окраски в турмалинах этого типа наблюдается и concentрическая зональная окраска. В средней, почти бесцветной части кристаллов в поперечных сечениях окраска распределяется следующим образом: основная часть кристалла бесцветная или бледно-розовая и лишь тонкая (1 мм) периферийная зона обладает светло-зеленой окраской.

Для розовой, светло-зеленой и бесцветной зон этого турмалина были определены показатели преломления: для розовой зоны  $n_o = 1,634$ ,  $n_e = 1,625$ ,  $n_o - n_e = 0,015$ ; для бесцветной зоны  $n_o = 1,640$ ,  $n_e = 1,627$ ,  $n_o - n_e = 0,013$ ; для светло-зеленой зоны  $n_o = 1,642$ ,  $n_e = 1,625$ ,  $n_o - n_e = 0,017$ .

Облик кристаллов турмалина IV типа — длиннопризматический. Отношение поперечника кристаллов к их длине колеблется в пределах 1 : 5—1 : 6.

Описываемый тип кристаллов турмалина беден кристаллографическими формами. Из конечных форм развиты: на антилогичном полюсе — исключительно лишь моноэдр с (0001), на аналогичном полюсе — три-

гональная пирамида  $r$  ( $10\bar{1}1$ ) и  $c$  ( $000\bar{1}$ ). Преобладает обычно первая форма, но в некоторых случаях обе эти формы получают равное развитие. Был измерен один типичный по развитию форм кристалл (табл. 4).

С турмалином этого типа довольно часто ассоциирует микролит. Небезынтересно отметить, что микролит вырастает лишь в турмалин IV и V типов, образование которых, по-видимому, совпадает по времени с образованием лепидолита. Как показывают наблюдения, желтовато-зеленые октаэды микролита встречаются лишь на призматических гранях кристаллов турмалина, причем в нижней части их, тяготеющей к аналогичному полюсу.

Таблица 4  
Результаты измерения на гониометре

| Индексы<br>и буквенные<br>обозначения | Ранее известные |        | Измеренные |        |
|---------------------------------------|-----------------|--------|------------|--------|
|                                       | $\varphi$       | $\rho$ | $\varphi$  | $\rho$ |
| $a$ ( $11\bar{2}0$ )                  | 30°             | 90°00' | 29°51'     | 89°56' |
| $m$ ( $10\bar{1}0$ )                  | 60              | 90     | 59 52      | 89 56' |
| $c$ ( $000\bar{1}$ )                  | —               | 0      | —          | 0 07   |
| $r$ ( $10\bar{1}1$ )                  | 60              | 27 33  | 59 52      | 27 27  |

Примечание. Грани призм несут тонкую вертикальную штриховку и изобилуют вклинами.

V тип — полихромный турмалин. Встречен в нескольких занорышах совместно с турмалином III типа, а также микроклином, кварцем, гребенчатым альбитом, лепидолитом, микролитом и манган-танталитом.

Размер кристаллов турмалина этого типа колеблется в пределах 1—8 см по длинной оси и 0,3—3 см в поперечнике. Преобладающей окраской является розовая, причем, как правило, в направлении к антилогичному полюсу интенсивность ее слегка ослабевает. У антилогичного и аналогичного полюсов наблюдается светло-зеленая зона, ширина которой колеблется от 0,1 до 0,6 см. Плоскости разграничения двух различно окрашенных зон резки и перпендикулярны к длинной оси кристаллов. Кроме поперечно-полосатой зональной окраски наблюдается и концентрическая, которая в этом типе турмалина наиболее ярко выражена. В поперечных сечениях кристаллов турмалина окраска распределяется следующим образом: центральная часть кристалла бледно-розовая и мутная, затем следует прозрачная розовая зона, периферийная зона обладает светло-зеленой окраской. В некоторых кристаллах у самого моноэдра (антилогичный полюс) после светло-зеленой зоны наблюдается еще тонкая (0,5—1 мм) бледно-розовая зона.

Для различно окрашенных зон этого турмалина были определены показатели преломления: для розовой зоны  $N_o = 1,640$ ,  $N_e = 1,625$ ,  $N_o - N_e = 0,015$ ; для светло-зеленой зоны  $N_o = 1,642$ ,  $N_e = 1,625$ ,  $N_o - N_e = 0,017$ . Плеохроизм отсутствует.

Облик кристаллов — призматический. Отношение поперечника кристаллов к их длине колеблется в пределах 1 : 3—1 : 4,5. Кроме монокристаллов довольно обычны параллельные сростки.

Описываемый тип турмалина не богат кристаллографическими формами. На антилогичном полюсе развит лишь моноэдр  $s$  (0001), в редких случаях отмечалась тригональная пирамида  $r$  (1011). Головка аналогичного полюса, в отличие от всех предыдущих типов, более богата формами. Наибольшее развитие среди них имеет тригональная пирамида  $r$  (10 $\bar{1}$ 1); менее развиты  $Q$  (1343),  $o$  (0221) и  $t$  (2131).

Были измерены три кристалла с головками аналогичного полюса: один из них оказался довольно сложным. Данные гониометрических измерений сведены в табл. 5.

Таблица 5

## Результаты измерения на гониометре

| Индексы<br>и буквенные<br>обозначения | Ранее известные |        | Измеренные |        | Примечания   |
|---------------------------------------|-----------------|--------|------------|--------|--|
|                                       | $\varphi$       | $\rho$ | $\varphi$  | $\rho$ |  |
| $v$ (2130)                            | 40°53'          | 90°00' | 40°59'     | 89°56' | Грани призм богаты вицинальными поверхностями                      |
| $h$ (1230)                            | 19 06           | 90     | 19 10      | 89 56  |  |
| $\psi$ (7180)                         | 53 25           | 90     | 53 28      | 89 56  |  |
| $a$ (1120)                            | 30 00           | 90     | 30 07      | 89 56  |  |
| $m$ (1010)                            | 60 00           | 90     | 60 05      | 89 56  |  |
| $r$ (10 $\bar{1}$ 1)                  | 60 00           | 27 33  | 60 05      | 27 27  |  |
| $r$ (1011)                            | 60 00           | 27 33  | 60 06      | 27 29  | Поверхности грани довольно сложны, с бугорками и пирамидками роста |
| $Q$ (1343)                            | 13 54           | 37 50  | 13 48      | 37 48  |  |
| $o$ (0221)                            | 0               | 45 57  | 0 07       | 45 40  |  |
| $t$ (2131)                            | 10 53           | 54 04  | 10 38      | 53 46  |  |
| $V$ (1341)                            | 13 54           | 61 47  | 13 49      | 61 43  |  |

Как видно на рис. 10, такая форма, как дитригональная пирамида  $Q$  (1343), играющая второстепенную роль во всех описанных выше типах кристаллов турмалина, здесь может являться даже габитусной формой.

Турмалин V типа по окраске, а также по развитию кристаллографических форм довольно близок к розовым турмалинам месторождения Пала в Калифорнии.

Для описываемого турмалина весьма характерна тесная парагенетическая связь с лепидолитом, который обычно в виде мелкочешуйчатого агрегата нарастает на грани призм. Образование турмалина лепидолитом иногда проявляется настолько

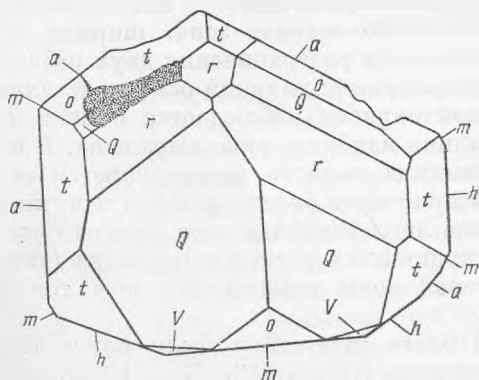


Рис. 10. Кристалл № 150 турмалина V типа (головка аналогичного полюса). Увел. 6

интенсивно, что кристаллы турмалина оказываются заключенными в довольно толстую (до 1,5—2 см) оболочку, из которой только выделяются

головки антилогичного и аналогичного полюсов. Подобные образования обычно имеют призматическую, реже сфероидальную форму; в первом случае они сохраняют тригональное поперечное сечение.

Несмотря на тесную парагенетическую связь турмалина с лепидолитом и более поздний возраст последнего, какого-либо замещения турмалина лепидолитом не наблюдается.

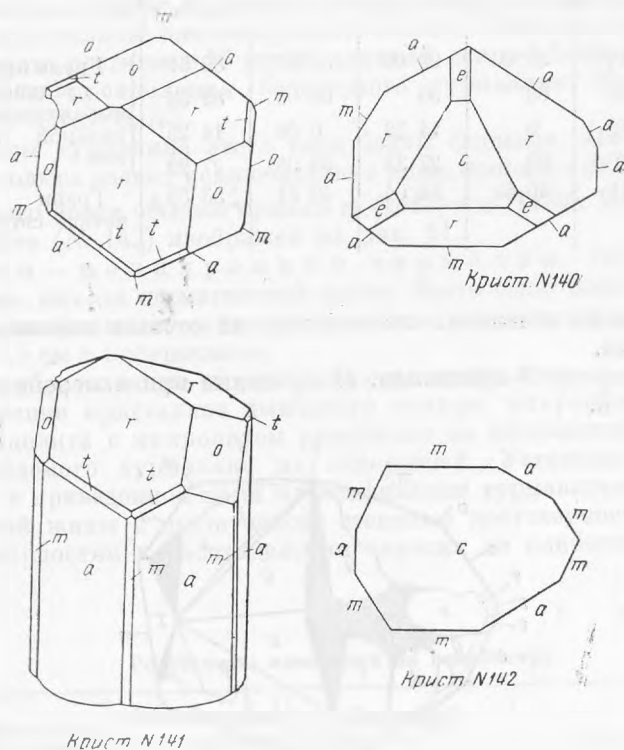


Рис. 11. Кристаллы турмалина VI (№ 140—141) и VII (№ 142) типов. Увел. 15

На кристаллах турмалина описываемого типа иногда встречались вросшие в грани призм октаэдры микролита размером до 0,5 см.

VI тип — розовый турмалин — рубеллит. Встречается исключительно редко. Ассоциирует обычно с лепидолитом и гребенчатым альбитом. Размер кристаллов турмалина этого типа обычно невелик (0,5—1,0 см по длинной оси и 0,1—0,3 см по короткой).

Турмалин равномерно окрашен в бледно-розовый цвет. Облик кристаллов — длиннопризматический. Отношение поперечника кристаллов к их длине колеблется в пределах 1 : 4,5—1 : 5.

Описываемый тип турмалина сравнительно беден кристаллографическими формами. На антилогичном полюсе развита тригональная пирамида  $r$  ( $10\bar{1}1$ ), играющая первостепенную роль, менее развиты: тригональные пирамиды  $o$  ( $02\bar{2}1$ ) и  $e$  ( $01\bar{1}3$ ), а также дитригональная пирамида  $t$  ( $21\bar{3}1$ ) (крист. № 140 и 141 на рис. 11).

Вследствие резко преобладающего развития граней гексагональной призмы  $a$  ( $11\bar{2}0$ ), большинство кристаллов этого типа обладает гексагональ-



Таблица 6

## Результаты измерения на гониометре

| Индексы<br>и буквенные<br>обозначения | Ранее известные |        | Измеренные |        | Примечания   |
|---------------------------------------|-----------------|--------|------------|--------|--|
|                                       | $\varphi$       | $\rho$ | $\varphi$  | $\rho$ |  |
| $a$ ( $1\bar{1}20$ )                  | 30°00'          | 90°00' | 31°07'     | 89°51' | Грани призм обычно гладкие со слабо выраженной вертикальной штриховкой |
| $m$ ( $10\bar{1}0$ )                  | 60              | 90     | 60 05      | 89 54  |  |
| $e$ ( $01\bar{1}3$ )                  | 0               | 14 29  | 0 06       | 14 25  |  |
| $r$ ( $10\bar{1}1$ )                  | 60              | 27 33  | 60 08      | 27 29  |  |
| $t$ ( $2\bar{1}31$ )                  | 40 53           | 54 04  | 40 51      | 53 59  | Грани гладкие, четкие сигналы  |

ным поперечным сечением, что отличает их от всех описанных выше типов турмалина.

Были измерены 3 кристалла. Полученные при измерении данные сведены в табл. 6.

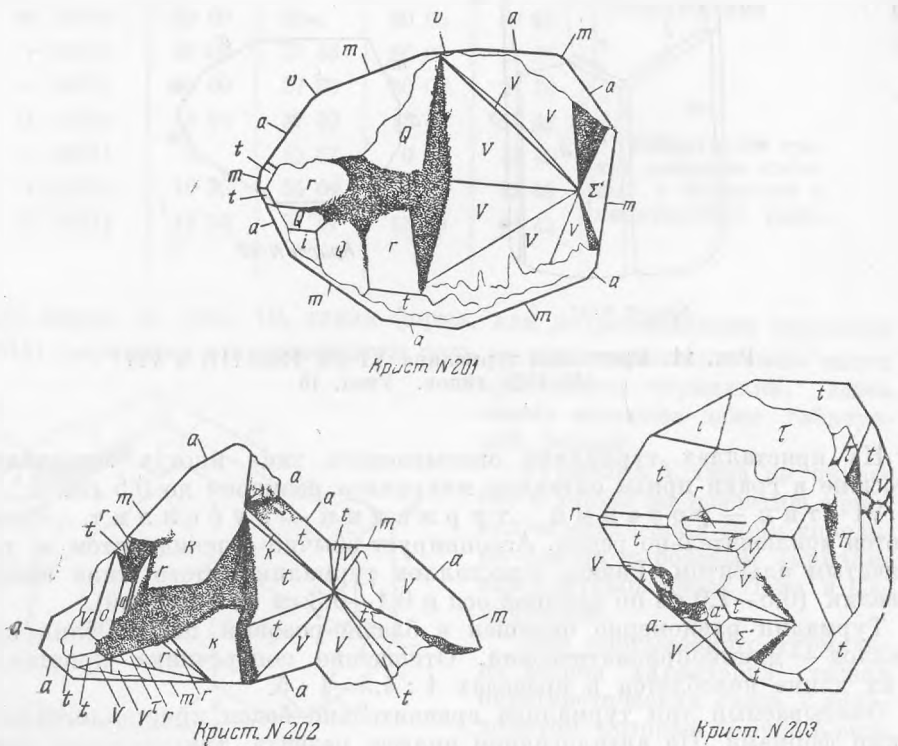


Рис. 12. Кристаллы турмалина VIII типа (головки антилогичных полюсов). Увел. 35

Характерной особенностью кристаллов турмалина этого типа является наличие на головке антилогичного полюса тригональной пирамиды  $e$

(0113) с  $\rho = 14^{\circ}29'$ , не встречавшейся на антилогичном полюсе кристаллов всех описанных выше типов.

VII тип — бесцветный турмалин (ахроит). Сравнительно редок. Представлен тонкопризматическими, а нередко и игольчатыми кристаллами, нарастающими на грани призм некоторых типов турмалина (IV, V), а также на лепидолит, микроклин, альбит и микролит.

Облик кристаллов длиннопризматический. Наиболее крупные кристаллы ахроита достигали 18 мм по длинной оси и 1,5 мм в поперечнике.

Показатели преломления бесцветного турмалина:  $n_o = 1,640$ ,  $n_e = 1,625$ ,  $n_o - n_e = 0,015$ .

Кристаллы турмалина этого типа бедны формами. На головке антилогичного полюса развит исключительно лишь моноэдр с (0001), среди форм вертикального пояса обычны призмы  $m$  (10 $\bar{1}0$ ) и  $a$  (11 $\bar{2}0$ ). Измеренный кристалл ахроита (№ 142) изображен на рис. 11.

VIII тип — полихромный турмалин. Обнаружен в делювии, ниже выхода пегматитовой жилы. Всего было найдено 6 кристаллов; размер наибольшего из них (обломанного с одного конца) 5 см по длинной оси и 2,5 см в поперечнике.

Хорошо образованные концевые формы кристаллов, а также совместное нахождение кристаллов дымчатого кварца, микроклина, берилла и щеток лепидолита с микролитом указывают на несомненное происхождение описываемого турмалина из занорышей. Установить место этого турмалина в приведенной нами классификации турмалинов из занорышей пегматитовой жилы с достаточной степенью достоверности не удалось; по закономерностям в распределении окраски он наиболее близок ко II типу.

Таблица 7

Результаты измерения на гониометре

| Индексы и буквенные обозначения | Ранее известные |        | Измеренные |        | Примечания  |
|---------------------------------|-----------------|--------|------------|--------|---|
|                                 | $\varphi$       | $\rho$ | $\varphi$  | $\rho$ |   |
| $a$ (11 $\bar{2}0$ )            | 30°00'          | 90°00' | 30°15'     | 89°55' | Грани призм несут тонкую вертикальную штриховку. Световой сигнал в виде сплошной вертикальной линии |
| $v$ (21 $\bar{3}0$ )            | 40 53           | 90     | 40 47      | 89 55  |   |
| $m$ (10 $\bar{1}0$ )            | 60              | 90     | 59 45      | 89 55  |   |
| $r$ (10 $\bar{1}1$ )            | 60              | 27 33  | 59 45      | 27 28  |   |
| $\tau$ (22 $\bar{4}3$ )         | 30              | 31 04  | 30 40      | 31 08  | Редкая форма  |
| $\pi$ (21 $\bar{3}2$ )          | 40 53           | 34 36  | 40 00      | 34 50  |   |
| $Q$ (1343)                      | 13 54           | 37 50  | 13 40      | 37 38  | Сравнительно редкие формы   |
| $K$ (7074)                      | 60              | 42 08  | 59 25      | 41 50  |   |
| $o$ (0221)                      | 0               | 45 57  | 0 15       | 46 02  | Букв. обозн. по Гольдшмидту   |
| $i$ (2021)                      | 60              | 46 13  | 59 15      | 46 07  |   |
| $G$ (2351)                      | 23 25           | 48 24  | 23 45      | 49 10  |   |
| $t$ (2131)                      | 40 53           | 54 04  | 41 30      | 54 05  |   |
| $V$ (1341)                      | 13 54           | 61 47  | 13 15      | 61 38  | Обычные формы   |
| $\Sigma$ (33.0.33.1)            | 60              | 80 01  | 59 45      | 80 09  |   |
| $a$ : (45.42.87.1)              | 31 08           | 85 36  | 31 30      | 86 15  | Букв. обозн. по Гольдшмидту   |

Преобладающей окраской турмалина описываемого типа является темно-зеленая. В большинстве случаев зеленая зона составляет до 70% от общей длины кристаллов; верхняя часть кристаллов (антилогичный полюс) окрашена в бледно-розовый цвет. В некоторых из них в пределах розовой зоны наблюдается небольшой мощности (2—2,5 мм) синева-зеленая зона, ориентированная параллельно граням  $r$  ( $10\bar{1}1$ ) с  $\rho = 27^\circ 33'$ .

Измерение показателей преломления для различно окрашенных зон турмалина дало следующие результаты: для темно-зеленой зоны:  $N_o = 1,656$ ,  $N_e = 1,634$ ,  $N_o - N_e = 0,022$ ; для розовой зоны  $N_o = 1,642$ ,  $N_e = 1,625$ ,  $N_o - N_e = 0,017$ . Плеохроизм отсутствует.

Описываемый турмалин чрезвычайно интересен развитием кристаллографических форм. Среди большого количества типов кристаллов турмалина, описанных в литературе, нет ни одного сколько-нибудь близкого нашему.

Отличительная особенность кристаллов турмалина описываемого типа — наличие на головках кристаллов (антилогичных полюсах) своеобразных пирамидальных пиков, сложенных кристаллографическими формами с большой величиной  $\rho$ , колеблющейся в пределах от  $27^\circ 33'$  до  $85^\circ 36'$ . Количество таких пиков на головках кристаллов, как правило, не превышает 3 (рис. 12).

Были измерены 3 наиболее интересных кристалла с различным количеством пиков на головке (антилогичном полюсе). Данные гониометрических измерений сведены в табл. 7.

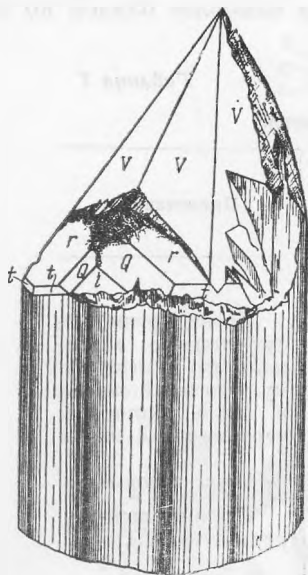


Рис. 13. Кристалл (№ 201) турмалина VIII типа. Увел. 3,5

Как видно из приведенной таблицы, всего отмечено 15 форм; среди них три —  $\tau$  ( $22\bar{4}3$ ),  $\Sigma$  ( $33.0.\bar{3}3.1$ ) и  $a$  ( $45.42.\bar{8}7.1$ ) установлены лишь в турмалине описываемого типа.

Характер строения пиков различен. В одном случае (крист. № 201, рис. 12) пик сложен преимущественно гранями одной и той же формы; в других — в строении его принимают участие грани нескольких форм, число которых может достигать 5 (крист. № 202, рис. 12).

В том случае, когда на одной и той же головке кристалла присутствует несколько пиков, строение их также различно. Это прекрасно видно на кристалле № 203 (рис. 12), где в строении первого пика участвуют грани форм  $G$  ( $23\bar{5}1$ ) с  $\rho = 48^\circ 24'$ ,  $t$  ( $21\bar{3}1$ ) с  $\rho = 54^\circ 04'$ ,  $\Sigma$  ( $33.0.\bar{5}3.1$ ) с  $\rho = 80^\circ 01'$  и  $a$  ( $45.42.\bar{8}7.1$ ) с  $\rho = 85^\circ 36'$ ; в строении второго пика —  $\tau$  ( $22\bar{4}3$ ) с  $\rho = 31^\circ 04'$  и  $G$  ( $23\bar{5}1$ ) с  $\rho = 48^\circ 24'$ ; в строении третьего пика —  $\pi$  ( $2132$ ) с  $\rho = 34^\circ 36'$ ,  $i$  ( $2021$ ) с  $\rho = 46^\circ 13'$ ,  $V$  ( $1341$ ) с  $\rho = 61^\circ 47'$  и  $\Sigma$  ( $33.0.\bar{3}3.1$ ) с  $\rho = 80^\circ 01'$ .

Наиболее обычной и преобладающей формой, определяющей остропирамидальный характер пиков, является  $V$  ( $13\bar{4}1$ ) с  $\rho = 61^\circ 47'$  (крист. № 201, рис. 13).

Поверхности граней форм, слагающих пики, как правило, гладки и блестящи; лишь на некоторых гранях наблюдались бугорки и пира-

месторождении не было найдено. На отдельных кристаллах грани тригональной пирамиды  $r(10\bar{1}1)$  полностью отсутствуют; в таком случае получают полное развитие грани  $x(21\bar{3}2)$ . По развитию граней антилогичного полюса измеренный кристалл идентичен цейлонскому турмалину, описанному Гаюи (Goldschmidt, 1923).

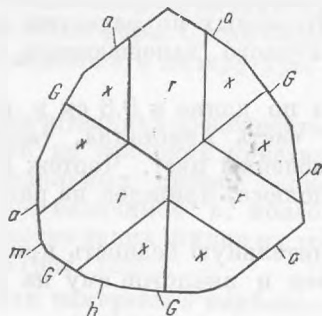


Рис. 14. Кристалл (№ 174) турмалина из лепидолитово-альбитового замещающего комплекса (головка антилогичного полюса). Увел. 5

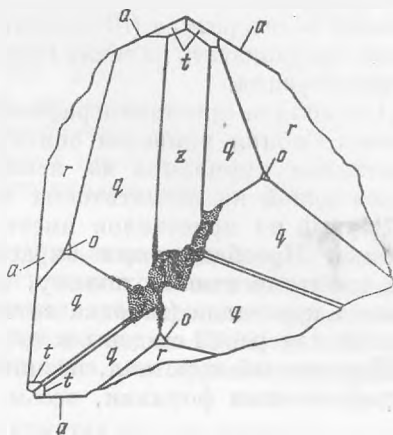


Рис. 15. Кристалл (№ 161) турмалина из лепидолитово-альбитового замещающего комплекса (головка антилогичного полюса). Увел. 8

Нами приводятся чертеж и данные измерений (табл. 9) другого кристалла прозрачного светло-зеленого турмалина. К сожалению, этот кристалл был сколот у самой головки, так что сохранилось лишь несколько граней вертикального пояса.

Поверхности граней измеренного кристалла довольно сложны и изобилуют многочисленными бугорками роста. На вершине кристалла, на участке пересечения трех граней, наблюдаются коробообразные углубления с многочисленными ступенчатыми поверхностями на стенках (рис. 15).

\* \* \*

Как видно из приведенного описания, изученные турмалины довольно разнообразны как по окраске, так и по развитию кристаллографических форм.

В литературе имеются указания на то, что турмалины крайне бедны кристаллографическими формами. Так, например, Т. Н. Агафонова (1949), изучавшая турмалины из пегматитов месторождения Савватеево, установила на них лишь 7 форм. М. М. Сливко (1952), также указывает на весьма ограниченное число простых форм, образующих головки кристаллов. Для турмалинов из занорышей он установил лишь 6 форм.

В результате детального исследования кристаллов турмалина мы установили 32 формы. В связи с этим утверждение названных выше исследователей о бедности турмалинов кристаллографическими формами кажется нам неверным.

В табл. 10 приводятся сводные данные кристаллографических форм, обнаруженных при гониометрическом изучении кристаллов турмалина.

Таблица 10

## Кристаллографические формы турмалина

| Буквенные обозначения и индексы | Координаты |        | Примечания  |
|---------------------------------|------------|--------|---|
|                                 | $\varphi$  | $\rho$ |   |
| $h$ (12 $\bar{3}0$ )            | 19°06'     | 90°00' | Сравнительно редкая форма   |
| $a$ (11 $\bar{2}0$ )            | 30 00      | 90     | Широко распространенная форма   |
| $G$ (8.5.13.0)                  | 37 35      | 90     | Редкая форма (буквенное обозначение по Гольдшмидту)                                     |
| $V$ (21 $\bar{3}0$ )            | 40 54      | 90     | Редкая форма  |
| $l$ (5270)                      | 43 54      | 90     | Сравнительно редкая форма   |
| $\psi$ (7180)                   | 53 25      | 90     | Редкая форма  |
| $\varphi$ (13.1.14.0)           | 56 20      | 90     | Редкая форма  |
| $m$ (1010)                      | 60 00      | 90     | Широко распространенная форма   |
| $c$ (0001)                      | —          | 0      | Обычная форма на антилогичных полюсах турмалинов IV—VII типов                           |
| $c$ (000 $\bar{1}$ )            | —          | 0      | Сравнительно редкая форма   |
| $e$ (01 $\bar{1}3$ )            | 0          | 14 29  | Встречается в турмалинах VI типа (антилогичный полюс)                                   |
| $e$ (01 $\bar{1}\bar{3}$ )      | 0          | 14 29  | Встречается на аналогичном полюсе в турмалинах III типа                                 |
| $r$ (10 $\bar{1}1$ )            | 60         | 27 33  | Наиболее распространенная форма   |
| $r$ (10 $\bar{1}\bar{1}$ )      | 60         | 27 33  | Сравнительно редкая форма   |
| $z$ ( $\bar{1}011$ )            | 0          | 27 33  | Очень редкая форма  |
| $\tau$ (22 $\bar{4}3$ )         | 30         | 31 04  | Редкая форма, встречается в турмалинах VIII типа  |
| $\pi$ (21 $\bar{3}2$ )          | 40 53      | 34 36  | Сравнительно редкая форма. Встречается в турмалинах I и VIII типов                      |
| $x$ (21 $\bar{3}2$ )            | 19 06      | 34 36  | Сравнительно редкая форма. Встречается в турмалинах I типа                              |
| $Q$ (13 $\bar{4}3$ )            | 13 54      | 37 50  | Новая форма. Наиболее типичная для III типа   |
| $Q$ (13 $\bar{4}\bar{3}$ )      | 13 54      | 37 50  | Сравнительно редкая форма. Встречается в турмалинах V типа                              |
| $K$ (7074)                      | 60         | 42 08  | Сравнительно редкая форма. Встречается в турмалинах I и VIII типов                      |
| $q$ (31 $\bar{4}2$ )            | 46 06      | 42 59  | Очень редкая форма  |
| $o$ (02 $\bar{2}1$ )            | 0          | 45 57  | Распространенная форма, особенно в турмалинах III типа                                  |
| $o$ (02 $\bar{2}\bar{1}$ )      | 0          | 45 57  | Сравнительно редкая форма. Встречается в турмалинах V типа                              |
| $i$ ( $\bar{2}021$ )            | 60         | 46 13  | Сравнительно редкая форма. Встречается в турмалинах III и VIII типов                    |
| $G$ (23 $\bar{5}1$ )            | 23 25      | 48 24  | Редкая форма. Встречается в турмалинах VIII типа (буквенное обозначение по Гольдшмидту) |
| $t$ (21 $\bar{3}1$ )            | 40 53      | 54 04  | Широко распространенная, нередко «габитусная» форма                                     |
| $t$ (21 $\bar{3}\bar{1}$ )      | 40 53      | 54 04  | Сравнительно редкая форма. Встречается в турмалинах V типа                              |

Таблица 10 (окончание)

| Буквенные обозначения и индексы | Координаты |        | Примечания   |
|---------------------------------|------------|--------|--|
|                                 | φ          | ρ      |  |
| V (1341)                        | 13°54'     | 60°47' | Сравнительно редкая форма. Наиболее часто встречается в турмалинах VIII типа, реже наблюдается во II и III типах |
| V (1341)                        | 13 54      | 61 47  |  |
| Σ (33.0.33.1)                   | 60         | 80 01  | Встречены лишь в турмалинах VIII типа (буквенное обозначение по Гольдшмидту)                                     |
| α: (45.42.87.1)                 | 31 08      | 85 36  |  |

Известно (Ферсман, 1940), что кристаллы зеленых турмалинов более богаты гранями по сравнению с розовыми и полихромными. В результате исследования наших турмалинов выяснилось, что эта зависимость является более сложной. В полихромных турмалинах с преобладающим развитием зеленой окраски более богатым кристаллографическими формами является антилогичный полюс, а в полихромных турмалинах с преобладающим развитием розовой окраски — аналогичный полюс.

Весьма интересно проследить роль моноэдра с (0001) в различных типах турмалина. В наиболее ранних темно-зеленых турмалинах (I тип) моноэдр полностью отсутствует; он появляется в виде маленькой грани в полихромных турмалинах II типа; в отдельных кристаллах полихромного турмалина III типа моноэдр получает уже значительное развитие и, наконец, в турмалинах IV—VII типов (представленных полихромными турмалинами с преобладанием розовой окраски и ахритами) моноэдр вытесняет остальные формы и, как правило, является единственной формой, ограничивающей головку антилогичного полюса.

Таким образом, не только окраска и облик кристаллов, но, по-видимому, концевые формы и их комбинации также являются типоморфными, на что указывала Т. Н. Агафонова (1949).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Агафонова Т. Н. Химический состав и цвет турмалинов Борщовского кряжа. Докл. АН СССР, т. 55, № 9, 1947.
- Агафонова Т. Н. Кристаллографические исследования турмалинов Борщовского кряжа.— Докл. АН СССР, т. 65, № 2, 1949.
- Грум-Гржимайло С. В. Розовая окраска турмалинов.— Докл. АН СССР, т. 60, № 8, 1948.
- Кравченко Г. Т. Турмалин 269 квартала Нижне-Исетской дачи на Урале.— Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 9, № 1, 1940.
- Матвеев К. К. Из наблюдений над многоцветными турмалинами.— Вопросы минер., геол. и петрографии. Сборник, посвященный А. Е. Ферсману. Изд-во АН СССР, 1946.
- Сливко М. М. О полихромных турмалинах. — Минер. сборник Львовск. геол. об-ва, № 6, 1952.
- Ферсман А. Е. Пегматиты, т. I. Изд-во АН СССР, 1940.
- Шафрановский И. И. Конусовидные поверхности на кристаллах минералов.— Минер. сборник Львовск. геол. об-ва, № 5, 1951.
- Шафрановский И. И., Матукапис Л. Ф. и Симонова В. А. Конусовидные образования на кристаллах турмалина.— Записки Всес. минер. о-ва, ч. 80, № 3, 1951.
- Goldschmidt V. Atlas der Krystallformen, Bd. IX. Heidelberg, 1923.