

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

Выпуск 2

Редакторы: акад. Д. С. Белликин и д-р геол.-мин. наук Г. П. Барсанов

В. А. КОРНЕТОВА

О РОЗОВОМ ТОПАЗЕ С РЕКИ КАМЕНКИ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Кристаллы розового топаза с р. Каменки (приток р. Санарки, Кочкарский район) известны уже около 100 лет, с тех пор, как горный инженер Ахматов (1853) передал Н. И. Кокшарову два маленьких кристалла топаза из б. Оренбургской губ. Эти топазы известны так же, как топазы с р. Санарки.

Н. И. Кокшаров [3] описал эти два кристалла, измерил их удельный вес и затем в последующие годы измерил и вычертил еще четыре экземпляра, из которых один имеет необычную и странную форму. Простые формы, отмеченные Н. И. Кокшаровым в буквенных обозначениях Гольдшмидта,¹ следующие: M, l, u, i, x, f, c, a.

В 1887 г. Еремеев П. В. [2] измерил три кристалла, но изображения их не дал; при этом он открыл новые простые формы d, s, a также описал оптические аномалии, свойственные этому розовому топазу.

В 1914 г. Сабо [8] описал и измерил еще два кристалла, ошибочно названные им кристаллами розового топаза с р. Токовая. Вычисленное им отношение: $a : b : c = 0.5285 : 1 : 0.9539$. Новых форм он не открыл. Сабо измерил плотность розового топаза и установил точные оптические константы его для разных цветов монохроматического света.

В 1926 г. Смирнов С. С. [6] дал геологическое описание месторождения, описал оптические аномалии топаза и провел сравнение розового топаза р. Каменки с розовыми топазами Бразилии.

Таким образом, почти за 100 лет, прошедших с тех пор, как стал известным розовый топаз с р. Каменки, описано всего десять кристаллов, а измерено и вычерчено только шесть.

В Минералогическом музее АН СССР имеется собрание кристаллов розового топаза, насчитывающее около 1000 экземпляров (коллекции И. Н. Крыжановского, В. И. Крыжаповского, И. Л. Шейнцвит, Денисова-Уральского, Китаева, Повелева, В. Воробьева, А. Е. Ферсмана и большая коллекция Шишковского). Изучение кристаллов этого собрания и послужило материалом для данной статьи.

Большинство кристаллов имеет небольшой размер (в среднем 0.3×0.8 см), розовый и желтый цвет. Из 1000 просмотренных и изученных кристаллов большинство имело простые формы и тип развития, отмеченный и изображенный Н. И. Кокшаровым (табл. 1).

¹ Эти и все последующие буквенные обозначения простых форм даются по Гольдшмидту.

Таблица 1

Автор	Простые формы
Н. И. Кокшаров, 1853	М i u i x f c a (110) (120) (112) (113) (123) (011) (001) (100)
П. В. Еремеев, 1887	М i u i x f c d s (110) (120) (112) (113) (123) (011) (001) —(101) (136)
Измерения 1949 г.	М i u i x f c d o h y (110) (120) (112) (113) (123) (011) (001) —(101) —(111) (010) (021)
	h z p ι O π (103) (7415) (102) (131) или (2103) (560) (250) (7716) близкая к (327) (5514)

Следует заметить, что общий облик кристаллов прост и появление грани с новым индексом легко фиксируется глазом; последнее обстоятельство, а также характер поверхности определенных граней, часто матовых, чрезвычайно облегчили задачу подсчета количества кристаллов того или другого типа развития. Было измерено несколько кристаллов, обладающих наиболее сложными головками (рис. 1—4), при этом установлены следующие новые для розового топаза р. Каменки простые формы:

$$\begin{matrix} o & b & y & h & z & p & \iota & O & \pi \\ (111) & (010) & (021) & (103) & (7415) & (102) & (131) & (560) & (250) \end{matrix}$$

и новые простые формы для топаза вообще

$$\begin{matrix} (7716) & \text{близкая (327)} & (5514) \\ \text{(между u, i)} & \text{(между h и u)} & \text{(между i и призмой)} \\ \rho = 42^{\circ}00' & \rho = 41^{\circ}00' & \rho = 37^{\circ}02' \\ \varphi = 62^{\circ}10' & \varphi = 68^{\circ}16' & \varphi = 62^{\circ}08' \end{matrix}$$

Последние простые формы встречаются очень редко и представлены грани-полосочками, узкими и блестящими.

Измерения производились на двукружном гониометре системы Флинта и результаты сравнивались с данными таблиц «Winkeltabellen» Гольдшмидта. Последние три новые формы были вычислены (табл. 2).

Простые формы, отмеченные Н. И. Кокшаровым, нами были встречены все, за исключением формы а (100). Форма s (136), отмечаемая П. В. Еремеевым, также нами не наблюдалась. Сделанное замечание отнюдь не имеет целью поставить под сомнение наличие простых форм а и s, а лишь свидетельствует о редкости их развития.

Грани z, p встречены на трех кристаллах; ι — на одном и матовая. Ее индекс, возможно (2103), который ранее отмечался Кокшаровым-сыном (рис. 3).

Примерный подсчет кристаллов, принадлежащих тому или другому типу развития, т. е. такому типу, в котором развитие определенной

простой формы создает облик кристалла или является характерным для него, дал следующие результаты (из 1000 кристаллов, в %):

С развитием формы f (011), часто одностороннее развитие	1.3
Тип «коневых зубов» (Адун-Чолон), т. е. двустороннее развитие почти одних f (011)	1.1
С формой y (021)	4
С формой d (101)	4
С боковым пинакоидом b (010)	1.1
С верхним пинакоидом c (001)	1.3
Со сложными головками	3
Двуконечных	2
Параллельных сростков	7.5
Со следами растворения на гранях	0.2
С фигурами роста	1
С включениями других минералов	0.6

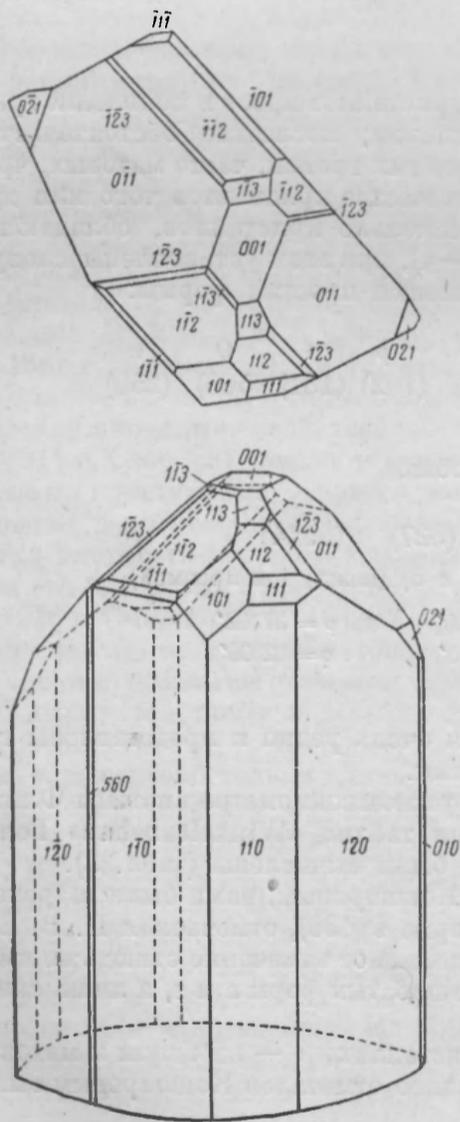


Рис. 1. Чертеж кристалла розового топаза.

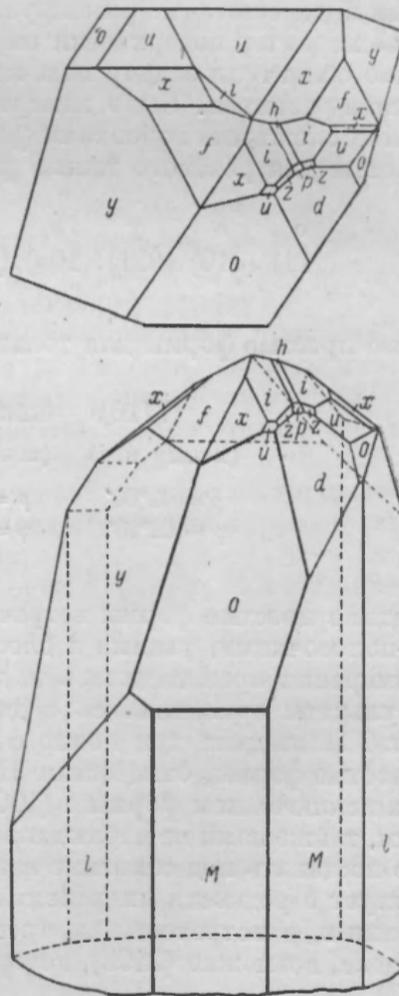


Рис. 2. Чертеж кристалла розового топаза.

Таким образом, кристаллы с формами, не описанными Кокшаровым, составляют около 10%.

По своему облику кристаллы топаза с р. Каменки чрезвычайно напоминают розовые и желтые топазы провинции Минас Жераес в Бразилии, хотя для последних характерно развитие и некоторых других простых форм, тогда как форма x (123) встречается сравнительно редко.

Поверхность граней призм, параллельных оси z , у кристаллов топаза р. Каменки редко гладкая. Обычно она сильно исптрихована, но грани призмы всегда блестящие.

Поверхность граней ромбических дипирамид и призм, параллельных оси y и x , часто матовая и шероховатая. Так, грани d (101), y (021) часто грубо шероховатые и покрыты углублениями. Грани f (011), o (111) — часто матовые, но имеют более гладкую по сравнению с d и y поверхность.

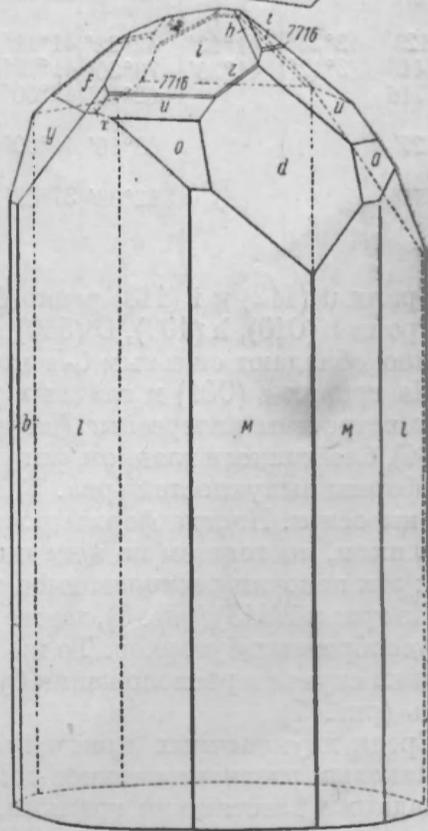
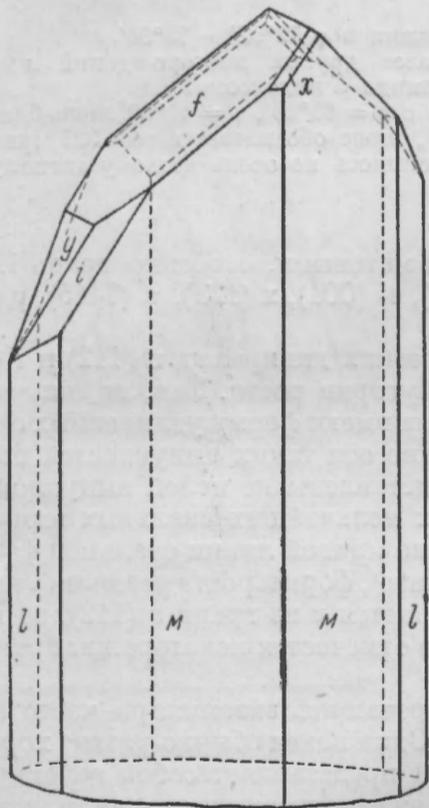
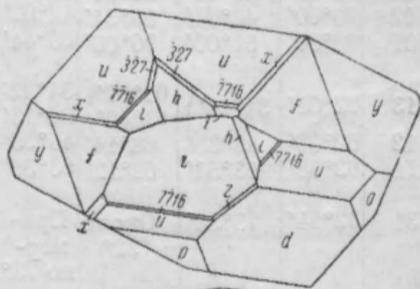
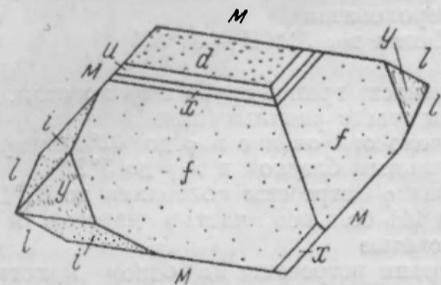


Рис. 3. Чертеж кристалла розового топаза.

Рис. 4. Чертеж кристалла розового топаза.

Таблица 2

Индексы	Гольдшмидт		Результаты измерения (средние)		Примечание
	φ	ρ	φ	ρ	
с 001	—	0°00'	—	0°03'	
h 010	0°00'	90°00'	0°00'	90°00'	
M 110	62°08'	90°00'	62°7'	90°00'	Колебания в измерениях φ 62°2' — 62°13'
O 560	57°37'	90°00'	57°33'	90°00'	Встречена один раз
l 120	43°25'	90°00'	43°27'	90°00'	Колебания в φ 43°21' — 43°29'
π 250	37°07'	90°00'	36°51'	90°00'	Встречена один раз
f 011	0°00'	43°39'	0°06'	43°20'	Колебания в ρ 43°20' — 43°11'. Матовые грани. Большой частью расплывчатые сигналы
y 021	0°00'	62°20'	0°04'	62°33'	Поверхность граней большей частью матовая и шероховатая
h 103	90°00'	31°02'	89°54'	31°05'	Колебания в ρ 31°02' — 31°09'
p 102	90°00'	42°04'	89°54'	42°02'	
d 101	90°00'	61°00'	90°06'	60°44'	Поверхность граней грубо шероховатая. Сигналы часто расплывчатые
i 113	62°08'	34°14'	62°07' } 34°22' 63°40' } 34°13'		Встречено отклонение в φ до 62°40' у граней с сильным блеском и в ρ до 3°22'
u 112	62°08'	45°35'	62°14'	45°35'	В углах φ встречены колебания до 62°19'
o 111	62°08'	63°54'	62°12'	63°36'	Грани 111 большей частью матовые и шероховатые
t 131	32°14'	73°32'	Около 32°	Примерно 73°	Две грани встречены на одном кристалле, измерения произведены по отблеску, возможно, что эта грань 2.10.3, описанная Кокшаровым-сыном (рис. 3)
x 123	43°25'	41°12'	42°22'	41°11'	
z 7415	73°12'	41°20'	73°20'	41°19'	Колебания в φ 72°52' — 73°35'
7716			62°10'	42°00'	У топазов других месторождений имеется пирамида с индексом 7.7.1
327			68°16'	41°00'	Форма с φ = 68°16', ρ = 41°00, лишь близка к 3.2.7, ниже обозначается как 327 (рис. 4)
5514			62°08'	37°02'	Определялось по очень четкому сигналу

Грани u (112) и i (113) редко бывают матовыми, особенно грань i.

Грани h (010), h (103), O (560), π (250), с (001), x (123), z (7415), p (102) обычно обладают сильным блеском.

На гранях с (001) и главных ромбических дипирамид u (112) и i (113) были встречены интересные фигуры — бугорки роста. Так, на пинакоиде с (001), блестящем и гладком, фигуры роста имеют форму удлиненных овальной формы выпуклостей (рис. 5). Большие оси таких выпуклостей параллельны оси x. Иногда формы роста представлены не целой выпуклостью, а валиком, состоящим из цепочки таких мельчайших овальных выпуклостей; эти цепочки располагаются также по кривой линии овальной формы.

На грани i (113) (рис. 6), также блестящей, формы роста развились в виде конусообразных бугорков. То же наблюдается и на грани u (112), но в последнем случае в расположении бугорков отмечается некоторая направленность (рис. 7).

Среди двуконечных кристаллов встречаются экземпляры часто с неодинаковым развитием концов-головок. Один конец обычно развит хорошо, с гладкими блестящими гранями, другой представляет собой головку, состоящую из кривых граней u (112), окруженных мелкими кристалликами (также состоящими из граней u) на границе этой грани с призмой M (110), т. е. почти на ребре (рис. 8).

Такое неравномерное развитие концов кристалла, возможно, свидетельствует о том, что образование их происходило в разное время, причем хорошо развитые головки образовались раньше, а концы с плохо развитыми

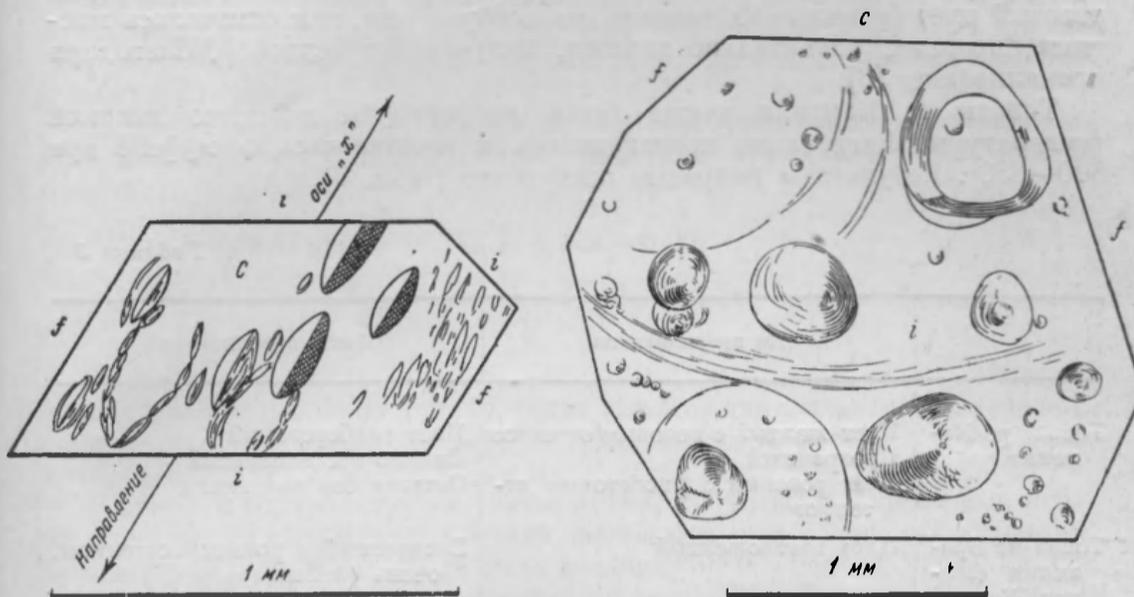


Рис. 5. Изображение фигур — бугорков роста на пинакоиде с.

Рис. 6. Изображение фигур — бугорков роста на грани i.

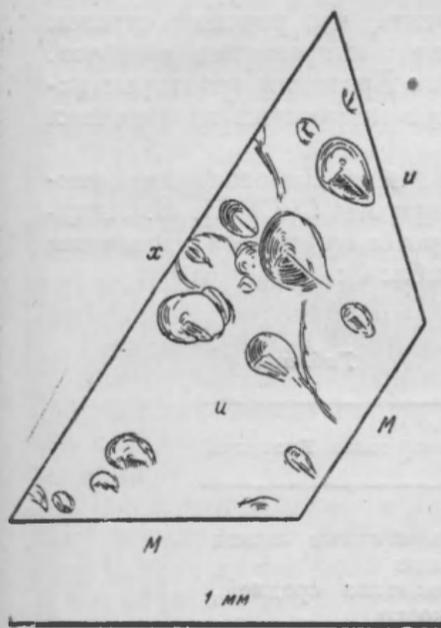


Рис. 7. Изображение фигур — бугорков роста на грани u.

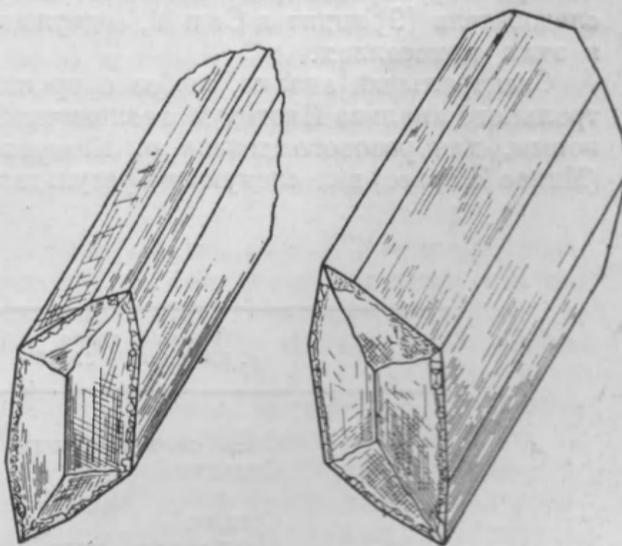


Рис. 8. Изображение разных концов двух кристаллов розового топаза.

головками представляют собой более поздние образования («залеченные» концы). На рис. 7 представлены противоположные концы двух разных кристаллов, но одинаково «залеченных».

Как уже отмечалось выше, кристаллы топаза р. Каменки бывают розового и желтого цвета, причем бывают также кристаллы, окрашенные во все промежуточные между этими двумя цветами тона; все они неизменно прозрачны. Розовый цвет топазов р. Каменки природный, в то время как розовый цвет бразильских топазов, на которые они, как отмечалось многими авторами, удивительно похожи, получен искусственно, благодаря прокаливанию [6].

Топазы р. Каменки также были подвергнуты действию высокой температуры. Нагревание производилось в течение часа в муфеле при 800—850°. Результаты получены следующие (табл. 3).

Таблица 3

	До прокаливания	После прокаливания
Топаз р. Каменки	Цвет желтый с розовым оттенком Прозрачный Цвет розовый с фиолетовым оттенком	Цвет слабозеленоватый Сильно трещиноватый Остался без изменения
Топаз из Бразилии (Минас Жераес)	Цвет светложелтый	Бесцветный с розовым оттенком, очень слабым

Из приведенного описания следует заключить, что розовый оттенок устойчив при высокой температуре, желтый же с нагреванием исчезает.

Причину окраски розовых и желтых топазов Бразилии некоторые исследователи [9] видят в Cr и V, содержащихся в ничтожных количествах в этих кристаллах.

Спектральный анализ, любезно произведенный в Лаборатории спектрального анализа Института геологических наук АН СССР Н. В. Лизуновым, для розового топаза р. Каменки и розового топаза Бразилии (Минас Жераес) дал следующие результаты (табл. 4):

Таблица 4

	Розовый топаз р. Каменки № 25366	Розовый топаз Бразилии
Al	Очень сильные линии	Очень сильные линии
Si	Сильные	Сильные
Cr	»	Линии выше средней яркости
V	Средние +	»
Fe	Ничтожные следы	Слабые линии +
Mg	Слабые +	Очень слабые
Ti	Слабые	Слабые
Ca	»	Следы
Cu	Ничтожные следы	»
Ge	Нет	»
Ga	»	Очень слабые
Mn, Pb(?),		»
Ag (?),	—	Ничтожные следы

Исследование окраски кривых поглощения в видимой части спектра, произведенное С. В. Грум-Гржимайло, дает возможность предположить, что розовая окраска топазов вызывается Cr^{+3} .

Наличие Cr в топазе не случайно, так как Cr содержится и в других минералах, с ним ассоциирующих или встречающихся в этом же месторождении (хромсодержащая кумингтонитового типа роговая обманка, фуксит [5]).

В розовом топазе р. Каменки встречен турмалин, прорастающий кристалл розового топаза насквозь; кристалл турмалина темнозеленый тонкий.

n_o — яркозеленый $n_o = 1.666 \pm 0.002$ $n_o - n_e = 0.036$ (для
 n_e — желто-зеленый $n_e = 1.630 \pm 0.002$ белого света)

Турмалин в некоторых зернах аномально двуосен, $2V=3-5^\circ$. Высокий показатель преломления для n_o , очень высокое для турмалина двупреломление — все это свидетельствует о том, что этот турмалин, очевидно, хромсодержащий.

В розовом топазе встречен также рутил, пронизывающий своими иглами кристалл в разных направлениях, наподобие «волос Венеры» в кристаллах горного хрусталя. Встречены мохоподобные сростки кристалликов рутила, также включенные в розовый прозрачный кристалл топаза. Оптические исследования топаза р. Каменки (табл. 5), определение удельного веса и содержания фтора приводят к выводу, что топаз данного месторождения отличается крайне низким содержанием фтора и соответственно более высокими показателями преломления и более низким удельным весом.

Топазы, обладающие сходными свойствами, известны лишь в Бревер Майн около Джефферсона в Южной Каролине (мельчайшие кристаллы) и в Mugla (или Mughla) в Малой Азии (розовые кристаллы).

В табл. 5 для сравнения помещены данные о топазе из Забайкалья.

Процентное содержание F в розовом топазе р. Каменки определяла химик Минералогического музея АН СССР Н. В. Воронкова. Ход анализа: сплавление с углекислым K и Na, выщелачивание $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$ и перегонка в виде H_2SiF_6 при $120-150^\circ$. В дальнейшем фтор определялся обычным способом — титрованием.

Геологические условия месторождения в Mugla совершенно неизвестны.

Месторождение в Южной Каролине своими геологическими особенностями напоминает месторождение на Южном Урале. Как в первом, так и во втором случае топаз связан с кварцевыми жилами, т. е. с гидротермами.

Чрезвычайно низкое содержание фтора можно, повидимому, объяснить гидротермальными условиями образования, в которых концентрация F, естественно, ниже, чем в пневматолитах. Вероятно, в структуре таких топазов фтор замещается гидроксидом. Содержание фтора 10.35% для розового топаза р. Каменки является самым низким из известных на сегодняшний день.

В заключение автор считает необходимым поблагодарить Г. П. Барсанова за указания и советы и А. Н. Лабунцова за помощь при кристаллографических исследованиях кристаллов.

Таблица 5

Месторождение	Автор, год	Цвет	Удельный вес	Показатели преломления	Содержание F в %	Примечание
Река Каменка, Южный Урал	Кокшаров, по Данилову, 1853	Розовый Желтый	3.529 3.515			
	Сабо, 1914	Розовый	3.3489 (плотность)	Для D: Ng = 1.637 Ng - Np = 0.0086 Nm = 1.630 2V = 49°22' выч. Np = 1.6293 2V = 48°52' изм.		Определение плотности про- изводилось на 1.4676 г
	Корнетова, 1949	Розовый	3.5107 для 20° 3.5174 для 20°	Для белого света: Ng ≤ 1.640 Nm = 1.630 ± 0.002 Np ≤ 1.630	10.35 (аналитик Н. В. Воронкова, 1949)	Определение уд. веса в воде В спирте с уд. весом 0.8088
Бразилия, Минас Жераес	С. Hintze, по Брейтгаупту		3.520 — 3.559	Для D: Ng = 1.63747 Ng - Np = 0.00811 Nm = 1.63077 2V = 49°31'5'' выч. Np = 1.62936 2V = 49°37' изм.	15.48 13.01, 14.23; 14.02	Желтый Цвет?
	Кокшаров, 1853		3.522			
Малая Азия, Мугла	С. Hintze, по Брейтгаупту, 1811	Розовый	3.501 3.511			
Южная Каролина, Бревер Майн	Pardee и др.		3.509 ± 0.001 для 25° 3.499 (плотность)	Для белого света: Ng = 1.638 2V = 45 — 48° Nm = 1.631 Np = 1.629	13.23	+ H ₂ O = 2.67
Забайкалье	С. Hintze		3.561 3.565	Ng = 1.622 Nm = 1.6159 Np = 1.6132 2V = 65°41'	17.6	

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Н. В ы с о ц к и й. Месторождения золота Кочкарской системы на Южном Урале. Тр. Геол. ком. 1904, т. XIII, № 3, стр. 98.
2. П. В. Е р е м е е в. О кристаллах топаза розового цвета и о колумбите из россыпей Южного Урала. Зап. Мин. общ. (2), 1887, 23, стр. 350—351.
3. Н. И. К о к ш а р о в. Материалы к минералогии России, 1853, т. II, стр. 258; т. III, стр. 203; т. X, стр. 235.
4. Е. Е. К о с т ы л е в а. О формах разъедания кристаллов топаза из Монголии. Изв. Росс. Акад. Наук, 1919, 1255.
5. С. С. С м и р н о в. Кочкарское месторождение розовых и золотистых топазов на Южном Урале. Зап. Росс. мин. общ., 1925, ч. LIV, вып. 1.
6. С. H i n t z e. Handbuch der Mineralogie, III, I.
7. I. T. P a r d e e, J. G e w e l l, G l a s s a. R. S. S t e v o n s. Massive low-fluorine topaz from the Brewer Mine, South Carolina. Amer. Miner., 1937, v. 22, No 10.
8. R. C. S a h o t. Etude cristallographique et optique d'un certain nombre de minéraux des Pegmatites de Madagascar et de minéraux de l'Oural. Genève, 1914.
9. G. O. W i l d u n d B. K l e m m. Centralbl. f. Min., 1925, A. 321.