

М. П. ГЛЕБОВ, М. Г. ПЕТРОВА, В. А. ШИРЯЕВА,  
В. А. ГРИГОРЬЕВА

### ТУРМАЛИН — КАК МИНЕРАЛ-ИНДИКАТОР РУДНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ПЕГМАТИТОВ

В 1969 г. в пределах одного из редкометальных пегматитовых полей Сибири был обнаружен новый для этого региона тип лепидолит-альбитовых пегматитов фосфор-фтор-тантал-литиевого ряда (Глебов, 1974). Отличительной чертой упомянутых пегматитов Сибири является развитие вблизи них цезиевых слюдитов (Гинзбург, 1972), что поставило лепидолит-альбитовый тип пегматитов в ряд перспективных источников комплексного тантал-литий-цезиевого сырья (Овчинников, 1972). Главным концентратором цезия в них, при полном отсутствии поллуцита, являются слюды как самих пегматитовых тел, так и их экзоконтактных ореолов. В связи с этим в настоящей статье на основе изучения состава отдельных минералов предпринята попытка выяснить геохимические критерии различия жил с цезиевыми слюдитами от собственно поллуцитоносных.

В данной работе приводится характеристика типохимических особенностей турмалина, который в редкометальных пегматитах является «сквозным» минералом, обладающим широким диапазоном выделения. Типоморфные и типохимические особенности этого минерала, как отмечается многими исследователями, оказываются весьма информативными при решении различного круга вопросов (Гинзбург, 1955; Барсанов, 1964).

Анализ турмалинов выполнен в лаборатории геохимии пегматитов Института геохимии СО АН СССР по методике, сочетающей в себе два метода: дифференциальной спектрофотометрии ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и атомной абсорбции ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Rb}_2\text{O}$  и  $\text{Cs}_2\text{O}$ ) (Ширяева, 1973). В ходе анализа использовался атомноабсорбционный спектрофотометр «Perkin — Elmer — 303». Измерения производились в пламени ацетил — воздух и пропан — бутан — воздух. Достоинства такого подхода: минимальный расход анализируемого вещества, простота и экспрессность. Остальные элементы определены согласно существующим руководствам (Книпович, 1959).

*Турмалины жил с цезиевыми слюдитами (поле I).* В качестве эталона для сравнения с жилами поллуцитсодержащих пегматитов из пегматитовых жил Сибири (поле I) выбрана одна, строение и состав которой описаны ранее подробно (Глебов, 1974). К числу ее наиболее характерных особенностей относится широкое развитие крупнопластинчатого клеветандита, блоковых обособлений амблигонита, цезийсодержащих слюд (в пегматите — лепидолита, в экзоконтакте — цезиевого флогопита) и отсутствие сподумена и поллуцита. Она уникальна по числу выделенных

в ней генераций турмалина: от верделита через все промежуточные разности до ахроита.

Жила отчетливо зональна, чему способствовало формирование ее в относительно спокойной тектонической обстановке. Каждая из разновидностей турмалина пространственно и генетически связана с определенной зоной.

Обычно в редкометалльных пегматитах наиболее ранним из турмалинов является шерл, который приурочен, как правило, к мелкозернистой эндоконтактной кварц-альбитовой оторочке. В данной жиле он отсутствует, но в пределах рассматриваемого поля встречается в безрудных наименее альбитизированных слабозамещенных существенно микроклиновых телах (обр. 14, табл. 1). Он близок по составу к турмалину из участка перекристаллизации в гранитах (обр. 13, табл. 1), с которыми предположительно генетически связаны все жилы этого пегматитового поля. В шерле из пегматитов лишь содержания алюминия и лития несколько выше, а содержания кальция и титана немного ниже, чем в турмалине из гранита.

Первым из турмалинов в жиле с цезиевыми слюдитами является верделит (обр. 15, табл. 1), слагающий вместе с альбитом, кварцем и мусковитом маломощную, но крупнокристаллическую приальбандовую часть тела. То есть, стадия образования мелкозернистой кварц-полевошпатовой оторочки с характерным для нее шерлом в этой жиле не проявлена. Процесс кристаллизации начинается на качественно ином уровне, свидетельствующем об особом составе исходного расплава. Случаи образования верделита в начальные этапы формирования редкометалльных пегматитов отмечены в литературе (Гарновский, 1961; Окулов, 1973). Основными чертами состава изученных верделитов являются преобладание  $Fe^{+3}$  над  $Fe^{+2}$  и более высокие, по сравнению с шерлами, содержания марганца, калия, лития, фтора и более низкие — титана.

Разновидность турмалина, переходная от верделита к прозрачному светло-голубому индиголиту (обр. 16, табл. 1), фиксируется в участках существенно кварц-альбитового состава — следующей по времени образования зоны, которая сложена кварцем, клевеландитом, реликтивными блоками микроклина, амблигонитом, петалитом (незначительные количества), лепидолитом и агрегатом онкозина. По сравнению с предыдущим, в этом турмалине еще выше содержание  $Fe^{+3}$ , но несколько понижены содержания натрия и лития.

Следующие разновидности турмалина образуются в участках альбитизации, пространственно тяготеющих к границе кварцевого ядра с промежуточными зонами. Последовательность их образования по полевым наблюдениям такова: сначала кристаллизуется необычный светлый серовато-голубой непрозрачный фарфоровидный турмалин (обр. 17, табл. 1), а затем — рубеллит (обр. 18, табл. 1) и сменяющий его ахроит (переход одного в другой наблюдался в отдельном кристалле).

Для этой серии турмалинов характерны преобладание окисного железа над закисным, пониженные содержания титана и магния и повышенные — калия и лития. В рубеллите, кроме того, повышены содержания рубидия и цезия.

В секущих кварц-альбит-лепидолитовых зонах тоже присутствует рубеллит, который (по Макагону; 1973) образуется последним из турмалинов, но его состав отличается незначительно от выше упомянутого.

*Турмалины поллуцитоносных жил (поле II).* Состав турмалинов собственно поллуцитоносных жил изучен на примере одного из пегматитовых полей Европейской части СССР (поле II, табл. 1), описанного в известных работах (Солодов, 1962; Соседко, 1961). В пределах этого поля, формировавшегося в неспокойной тектонической обстановке, отме-

Таблица 1

Типы жил	Номер образца	Цвет турмалина	X <sub>2</sub>					
			Na	K	Rb	Cs	Ca	Σ
Европейская часть								
Кварц-микроклин-альбитовые со сподуменом	1	Черный	0,493	0,004	—	—	0,016	0,513
То же, с единичными вкраплениями поллуцита	2	Розовый	0,547	0,032	0,002	—	0,040	0,621
	3	Черный	0,580	0,016	—	—	0,052	0,648
	4	Розовый	0,593	0,012	—	0,002	0,044	0,651
	5	Зеленый	0,684	0,012	—	—	0,034	0,790
	6	Розовый	0,596	0,012	—	—	0,046	0,654
	7	Зеленый	0,648	0,008	—	—	0,042	0,700
	8	Розовый	0,550	0,021	0,001	—	0,048	0,620
	То же, с блоковым поллуцитом	9	Черный	0,491	0,012	—	—	0,018
10		Розовый	0,417	0,012	—	0,006	0,074	0,509
Рубеллит-кварц-альбитовые с поллуцитом	11	Розовый	0,465	0,115	0,006	—	0,074	0,560
	12	То же	0,473	0,008	—	—	0,084	0,565
Сибирь								
Зоны перекристаллизации в безрудных пегматитах и гранитах	13	Черный	0,612	0,075	—	—	0,078	0,765
	14	То же	0,465	0,078	—	—	0,050	0,593
Лепидолит-альбитовые жилы с цезиевыми слюдитами	15	Зеленый	0,759	0,145	—	—	0,038	0,942
	16	То же	0,546	0,132	—	—	0,065	0,743
	17	Серовато-голубой	0,388	0,221	—	—	0,036	0,705
	18	Розовый	0,416	0,457	0,001	0,001	0,061	0,936

чается закономерная смена безрудных жил дифференцированными телами с тантал-цезиевой минерализацией со всеми промежуточными типами между ними.

В каждом из типов этих жил, в зависимости от их минерального состава, степени альбитизации и редкометального замещения устанавливаются, практически, все те же основные разновидности турмалина, что и в жилах поля I.

Типичные шерлы участвуют в сложении безрудных пегматитовых жил или фиксируются наряду с кварцем, альбитом и микроклином в мелкозернистых эндоконтактных оторочках (обр. 1, табл. 1) жил, содержащих сподумен.

Ранние турмалины (черновато-синие) с повышенной ролью окисного железа (обр. 3, 9, табл. 1) встречаются в краевых зонах интенсивно альбитизированных жил с редкометальной минерализацией. По сравнению с шерлами им свойственны более высокие содержания Mg, K, Li, F и более низкие — Ti.

Верделиты, следующая по времени образования разновидность, установлены в участках существенно альбитового пегматита в ассоциации с кварцем и сподуменом (обр. 5 и 7, табл. 1).

Рубеллиты во всех жилах фиксируются в зонах редкометального замещения в ассоциации с лепидолитом, сподуменом и поллуцитом (обр. 2, 4, 6, 8, 10, табл. 1).

Y <sub>8</sub>								Z <sub>8</sub>	B <sub>3</sub>	Si <sub>4</sub>	O <sub>27</sub>	[O]	(OH,F) <sub>4</sub>
Fe <sup>iv</sup>	Fe <sup>iii</sup>	Mn	Mg	Li	Ti	Al	Σ	Al	B	Si	O	O	(OH,F)

С С С Р (поле II)

1,267	0,379	0,055	0,033	0,047	0,064	1,317	3,120	6	3,150	6,17	27	1,26	2,74
—	0,024	0,220	0,002	0,727	0,006	2,257	3,236	6	3,181	5,962	27	1,07	2,93
0,922	0,757	—	0,044	0,206	0,012	1,461	3,202	6	3,225	5,992	27	2,347	1,653
—	0,003	0,244	0,002	0,913	0,002	1,622	2,791	6	3,414	6,251	27	0,926	3,074
0,321	0,231	0,201	0,002	0,826	0,005	1,473	3,190	6	3,183	5,966	27	0,835	3,165
—	0,018	0,216	0,002	0,900	0,002	2,092	3,330	6	3,149	6,118	27	0,782	2,218
0,260	0,012	0,256	0,009	0,734	0,005	1,659	2,936	6	3,231	6,031	27	1,577	2,423
—	0,012	0,170	0,004	0,848	0,006	2,135	3,175	6	3,414	6,035	27	1,822	2,178
1,178	0,793	0,048	0,104	0,041	0,029	1,185	3,333	6	3,194	5,901	27	2,491	1,509
—	0,012	0,098	0,012	0,985	0,002	2,083	3,190	6	3,214	6,087	27	0,759	3,241
—	0,018	0,226	0,004	0,535	0,003	2,239	3,075	6	3,145	6,170	27	1,627	2,373
—	0,012	0,234	0,007	0,544	0,005	2,472	3,274	6	2,839	6,272	27	2,902	1,038

(поле I)

1,670	0,464	0,027	0,131	0,021	0,072	0,478	2,913	6	3,124	6,194	27	1,445	2,555
1,754	0,033	0,029	0,192	0,068	0,038	0,988	3,102	6	3,153	6,151	27	1,939	2,061
0,074	0,941	0,054	0,223	0,641	—	0,571	2,503	6	3,169	6,332	27	1,904	2,096
0,038	1,290	0,047	0,207	0,334	—	0,676	2,595	6	3,113	6,503	27	3,035	0,965
0,145	0,074	0,004	0,061	0,760	—	1,913	2,953	6	3,002	6,334	27	0,314	3,686
—	0,086	0,004	0,048	0,771	0,003	1,635	2,544	6	3,147	6,370	27	1,968	2,032

В рубеллит-кварцево-полевошпатовых жилах, представляющих собой по составу редкометалльные зоны в чистом виде без предшествующих стадий, залегающие непосредственно в амфиболитах (Куликов, 1974), рубеллит является первым из турмалинов (обр. 11, 12, табл. 1).

Рассмотренная последовательность смены во времени одних разновидностей турмалинов другими (каждая разновидность отвечает определенной зоне пегматитового тела) согласуется со сменой ранних зон более поздними также и в пределах одного кристалла. Но в ряде случаев зональность единичных кристаллов оказывается более сложной. Чаще всего наблюдается чередование зон с окраской зеленая-розовая или розовая — бесцветная. По-видимому, это может свидетельствовать об изменении путей миграции питающих растворов, приоткрывании одной системы трещин и закрывании — другой, а в целом — о некотором нарушении спокойных тектонических условий формирования жильного тела. Поступающие растворы при этом обогащаются или объединяются теми или иными элементами.

Отсутствие кристаллов турмалина со сложной (или обратной) зональностью в пегматитовых жилах поля I является дополнительным подтверждением сохранения относительно спокойного тектонического режима на всем пути их формирования. Наоборот, случаи развития верделита по рубеллиту в ряде жил поля II наталкивают на мысль о пульсирующем характере поступления растворов или даже о существовании

Таблица 2

Номер образца	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O	Rb <sub>2</sub> O	Cs <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F	H <sub>2</sub> O+	Σ	F <sub>2</sub> =O	Σ	Mn/Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>
1	35,75	36,00	8,79	2,92	0,38	0,50	0,09	0,15	0,02	1,48	0,07	—	0,001	10,59	0,08	3,40	100,22	0,03	100,19	0,03	1,00
2	36,25	42,60	—	0,20	1,58	0,05	0,23	0,01	0,16	1,72	1,10	0,015	0,002	11,21	0,44	4,40	99,96	0,19	99,77	8,7	1,17
3	35,00	35,50	6,45	5,87	0,56	0,10	0,15	0,09	0,08	1,75	0,30	—	0,001	10,92	0,13	3,50	100,40	0,05	100,35	0,05	1,00
4	38,75	40,10	—	0,07	1,79	0,02	0,26	0,01	0,06	1,90	1,41	0,001	0,02	11,89	0,83	3,40	100,51	0,35	100,16	35,00	1,03
5	36,25	38,54	2,34	2,27	1,44	0,04	0,27	0,004	0,06	2,15	1,25	0,001	0,001	11,21	0,50	3,40	99,72	0,21	99,51	0,3	1,06
6	36,75	41,25	—	0,15	1,55	0,02	0,26	0,01	0,06	1,87	1,36	0,001	0,002	11,08	0,44	5,20	100,00	0,18	99,82	1,1	1,12
7	36,75	39,61	1,90	0,10	1,85	0,05	0,24	0,004	0,07	2,04	1,19	0,004	0,002	11,81	0,39	3,80	99,80	0,17	99,63	0,9	1,08
8	36,25	42,55	—	0,09	1,24	0,05	0,28	0,020	0,11	1,75	1,30	0,01	0,003	11,89	0,66	3,80	100,00	0,28	99,72	16,0	1,17
9	34,35	35,50	8,21	6,18	0,34	0,23	0,10	0,41	0,06	1,48	0,06	0,001	—	10,78	0,05	3,00	100,75	0,02	100,73	0,02	1,03
10	37,50	42,26	—	0,11	0,72	0,02	0,43	0,05	0,06	1,33	1,51	0,001	0,064	11,48	0,67	3,80	100,00	0,28	99,72	7,0	1,13
11	37,95	43,00	—	0,15	1,65	0,03	0,43	0,02	0,56	1,48	0,82	0,05	0,005	11,21	0,04	2,40	99,79	0,02	99,77	11,6	1,13
12	37,95	43,50	—	0,11	1,68	0,04	0,48	0,03	0,04	1,48	0,82	0,001	0,001	10,13	0,04	3,20	99,50	0,02	99,48	16,2	1,15
13	35,63	31,65	11,49	3,54	0,19	0,55	0,42	0,70	0,34	1,82	0,03	0,001	—	10,42	0,60	2,89	100,27	0,25	100,02	0,01	0,88
14	35,78	34,50	12,21	0,26	0,20	0,30	0,28	0,75	0,36	1,40	0,10	0,001	—	10,64	0,45	2,81	100,04	0,19	99,85	0,01	0,96
15	37,57	32,83	0,53	7,37	0,38	0,004	0,21	0,90	0,67	2,31	0,94	0,001	—	10,82	1,08	4,67	100,28	0,45	99,83	0,05	0,87
16	37,36	32,55	0,61	9,86	0,32	0,002	0,35	0,80	0,60	1,62	0,48	0,001	—	10,37	0,95	4,80	100,67	0,40	100,27	0,03	0,87
17	30,14	41,16	1,07	0,60	0,03	—	0,28	0,25	1,07	1,23	1,16	0,001	—	10,67	0,60	2,86	100,12	0,25	99,87	0,01	1,05
18	38,81	39,47	—	0,70	0,03	0,03	0,35	0,20	2,19	1,31	1,17	0,01	0,01	11,12	0,46	3,82	99,68	0,19	99,48	0,04	1,02

1—12—Европейская часть СССР (поле II); 13—18—Сибирь (поле I)

начало главного этапа рудообразования, с которым может быть связано появление основных количеств редкометалльных минералов в пегматитах.

Оценивая в целом уровень содержаний отдельных компонентов в турмалинах сравниваемых пегматитовых полей и тенденции в изменении их составов от ранних генераций к поздним, можно отметить общие и особенные черты.

Общим для обоих регионов в последовательном по времени образования ряду шерл — рубеллит является постепенное увеличение содержания алюминия и лития, менее значительное — рубидия и цезия и уменьшение содержаний титана и закисного железа с резким возрастанием роли окисного железа. При этом величина отношения  $Al_2O_3 : SiO_2$  в турмалинах поля I изменяется от 0,88 до 1,02, а в турмалинах поля II — от 1,00 до 1,17. Величина отношения  $Mn : Fe$  в турмалинах поля I изменяется от 0,01 до 0,06, а в турмалинах поля II от 0,02 до 35 (табл. 2). Немаловажным оказывается сравнение отдельных генераций турмалина двух рассматриваемых пегматитовых полей по абсолютным содержаниям компонентов.

Представляется целесообразным сравнение типохимизма турмалинов редкометалльных и мусковитовых пегматитов.

Наиболее ранними, как уже указывалось выше, в изученных редкометалльных пегматитах являются типичные шерлы. В том и другом районе от турмалинов мусковитовых пегматитов (Ширяева, Шмакин, 1969) они отличаются более высокими содержаниями  $Li_2O$ ,  $H_2O^+$ ,  $MnO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $Na_2O$  и более низкими —  $TiO_2$ ,  $CaO$  и  $MgO$ .

В мусковитовых пегматитах (Барсанов, 1964, 1965) турмалины должны быть отнесены к ряду шерл — дравит. Принадлежность их к ряду дравит — бюргерит, установленную Макагоном (Макагон, 1972), следует признать ошибочной. Наш повторный анализ тех же образцов по усовершенствованной методике дал иные результаты в соотношении  $FeO$  и  $Fe_2O_3$  (табл. 3).

Таблица 3  
Содержание  $FeO$  и  $Fe_2O_3$  в турмалинах мусковитовых пегматитов

Номер образца	1973 г.			1969 * г.		
	$Fe_{общ.}$	$FeO$	$Fe_2O_3$	$Fe_{общ.}$	$FeO$	$Fe_2O_3$
Г-683 <sup>A</sup>	10,60	7,59	12,18	12,84	1,86	10,78
Г-1013	6,66	5,03	1,08	7,05	2,45	4,33
Г-1028 <sup>A</sup>	6,91	4,31	2,13	7,02	1,73	5,12
Г-1367	11,21	7,18	3,24	10,46	2,73	7,43

\* Номера образцов и данные анализа из статьи Ширяевой В. А., Шмакина В. М. (Ширяева, 1969).

При зарождении редкометалльных пегматитов роль железа и магния невелика, но генерирующий расплав относительно богат бором. В процессе продвижения через вмещающую толщу расплав мог, по-видимому, избирательно заражаться железом. В результате на начальных этапах кристаллизации редкометалльных пегматитов, благодаря «характерной особенности пегматитового расплава геохимически «самоочищаться» (Барсанов, 1965), образуются типичные шерлы ( $FeO \gg Fe_2O_3$ ) при минимальном содержании  $MgO$ . В процессе альбитизации в них затем увеличивается роль окисного железа. Последняя тенденция и образование шерлов в ранних краевых безрудных зонах или в незамещенных жилах являются общими чертами сравниваемых пегматитовых полей.

Наряду с этим, шерлы поля I заметно отличаются от шерлов поля II повышенными содержаниями Ca, Mn, K и пониженными — Mg и Al.

Верделиты сравниваемых полей отличаются по составу наиболее резко. В поле I верделит содержит много окисного железа и ему свойственны повышенные содержания Mn, K, F и H<sub>2</sub>O. Важно отметить, что различия в составе верделитов повторяют различия в составе шерлов.

Из сопоставления составов рубеллитов полей I и II отчетливо видно, что первые от вторых отличаются повышенными содержаниями окисного железа, марганца, калия и пониженными содержаниями алюминия и особенно — марганца. Содержания фтора и воды в рубеллитах того и другого поля примерно одинаковы. В рубеллитах поля II несколько выше содержания цезия. Аналогично повышенные содержания цезия отмечаются и в турмалинах другой поллуцитоносной провинции (Филипова, 1971). Наблюдается различие в составе рубеллитов сравниваемых полей по тем же компонентам, что и в случае шерлов и верделитов.

Повышенные в целом содержания кальция, магния, калия, фтора, воды и пониженные — алюминия и марганца во всех разновидностях турмалина поля I удачно подчеркивают геохимические условия образования лепидолит-альбитовых жил с цезиевыми слюдами. Более высокие содержания кальция и магния свидетельствуют о широком проявлении контаминационных явлений, как следствии особой агрессивности расплава. Повышение содержания калия, фтора, воды говорит о первоначальной насыщенности расплава этими компонентами, что является непрерывным условием образования лепидолит-альбитовых жил с новым типом цезиевого оруденения.

Кроме того, значение турмалина как минерала типоморфного для пегматитов заключается в том, что по высокому или напротив низкому уровню содержания в шерлах MnO, Li<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>, Na<sub>2</sub>O, F и пониженным или напротив высоким содержаниям TiO<sub>2</sub>, CaO и MgO можно судить о принадлежности пегматитовых жил к редкометальному или мусковитовому типу. Некоторые вариации в содержаниях CaO, MgO и в меньшей мере TiO<sub>2</sub> связаны и с различной степенью заимствования этих компонентов из вмещающих пород.

Следовательно, составом турмалина фиксируется не только изменение условий минералообразования во времени, но и отражается геохимическая специализация как отдельных отщепившихся порций пегматитового расплава, так и в целом магм гранитоидного состава.

Авторы выражают искреннюю благодарность В. А. Корнетовой за постоянные консультации и помощь в работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Барсанов Г. П., Яковлева М. Е. О турмалине дравитового состава.— «Новые данные о минералах СССР».— Труды Минералог. музея АН СССР, вып. 15, 1964.
- Барсанов Г. П., Яковлева М. Е. О турмалине шерлового состава.— Труды Минералог. музея АН СССР, вып. 16, 1965.
- Барсанов Г. П., Яковлева М. Е. Эльбаит и некоторые редкие разновидности турмалина.— «Новые данные о минералах СССР». Труды Минералог. музея АН СССР, вып. 17, 1966.
- Гинзбург А. И. Минералого-геохимическая характеристика литиевых пегматитов.— «Новые данные о минералах СССР». Труды Минералог. музея АН СССР, вып. 7, 1955.
- Гинзбург А. И., Луговской Г. И., Рябенко В. Е. Цезиевые слюдиты — новый тип оруденения.— Разведка и охрана недр, 1972, № 8.
- Глебов М. П., Глюк Д. С., Собаченко В. Н., Шмакин Б. М. Геохимические особенности процесса образования цезиевых слюдитов в амфиболитах.— Геохимия, 1974, № 9.
- Куликов И. В., Петрова М. Г., Ройзенман Ф. М., Глебов М. П. О редкометальных рубеллит-кварцево-полевошпатовых пегматитовых жилах и их поисковом значении.— Изв. вузов, серия геол. и развед., 1974, № 5.
- Макагон В. М. Изменение химического состава турмалинов в процессах формирования редкометальных и мусковито-

- вых пегматитов Сибири.— Ежегодник СибГЕОХИ—1972. Иркутск. Изд-во «Наука», 1973.
- Мелентьев Г. Б., Мартьянов Н. Н., Алексеева Е. А.* Новые данные о пегматитовых полях Средней Азии и особенности концентрации в них тантала, цезия и прозрачного турмалина.— Докл. АН СССР, 1971, 200, № 6.
- Книпович Ю. Н., Морачевский Д. В.* Анализ минерального сырья. Госхимиздат, 1956, 1959.
- Овчинников Л. Н., Полетаев И. А., Рябенко В. Е., Солодов Н. А., Хвостова В. А.* О цезиевом биотите как возможном источнике промышленного получения цезия и других щелочных металлов.— Докл. АН СССР, 1972, 206, № 3.
- Окулов Е. Н.* Цинксодержащий турмалин в одном из месторождений пегматитов Средней Азии.— Узбекский геохимический журнал, № 2, 1973.
- Соседко А. Ф.* Материалы по минералогии и геохимии гранитных пегматитов. Госгеолтехиздат, 1961.
- Тарновский Г. Н.* Кристаллографическое исследование турмалинов из пегматитовых жил Сибири.— «Новые данные о минералах СССР». Труды Минерал. музея АН СССР, вып. 12, 1961.
- Филиппова Ю. И.* Геохимия редких элементов в слабодифференцированных поллцитонных пегматитах Сибири.— Пегматитовые редкометалльные месторождения, вып. 4. М., 1971.
- Ширяева В. А., Шмакин Б. М.* О составе турмалинов из мусковитовых пегматитов Восточной Сибири.— Записки Всесоюзн. минералог. общ-ва, ч. 98, 1969.
- Ширяева В. А., Новиков В. М., Григорьева В. А.* Рациональная схема анализа турмалинов с применением методов дифференциальной спектрофотометрии и атомной абсорбции. Ежегодник СибГЕОХИ—1972. Иркутск, 1973.