

T. TYNIEC

PEGMATYT TURMALINOWY Z ZACHODNICH PRAKARPAT

Турмалиновый пегматит из западных Пра-Карпат

Tourmaline Pegmatite From The Western Pre-Carpathians

Streszczenie. Została wykonana analiza chemiczna turmalinu ze skał prakarpackich, występujących we fliszu. Przeprowadzono porównanie jej z analizami turmalinów tatrzańskich i wykazano, że w zależności od wyższej temperatury krystalizacji wzrasta w turmalinie ilość MnO oraz zwiększa się udział glinki zastępującej SiO₂, względnie MgO w budowie cząsteczki i w ustroju wewnętrznym.

Zmienności składu chemicznego minerałów skałotwórczych w zależności od składu chemicznego skał macierzystych poświęca się obecnie większą uwagę w badaniach mineralogicznych. W Zakładzie Mineralogii U. J. podjęto również i w tym kierunku szereg opracowań, z których niniejsze jest poświęcone zagadnieniu zmienności składu chemicznego turmalinów.

Znane jest występowanie turmalinów w różnych skałach tatrzańskich. Z powodu jednak niedostępności terenu tatrzańskiego, zwłaszcza leżącego poza granicami państwowymi, ograniczyłem się do turmalinu ze skał pegmatytowych, występujących w postaci egzotyków w zlepieńcach fliszu karpackiego.

Studium chemiczne tych turmalinów jest też i z tego powodu interesujące, że przyczynia się do scharakteryzowania petrograficznego i mineralogicznego prowincji tatrzańskiej oraz pobliskiej prowincji prakarpackiej, zachowanej obecnie jedynie w postaci egzotyków we fliszu.

Materiał wzięty do analizy pochodzi z egzotyków zebranych i opisanych przez Dr T. Wiesera. Znaleziony został w górnych warstwach istebniańskich Karpat Zachodnich (miejscowość Siekierczyna na SW od Ciężkowic). Za użyczenie mi próbek pegmatytu turmalinowego oraz za informacje co do natury petrograficznej skały, składam w tym miejscu p. Dr Wieserowi koleżeńskie podziękowanie.

W opracowaniu chemicznym przeprowadzonym w Zakładzie Mineralogii U. J. i w ustawieniu zagadnień kierowałem się wskazówkami prof. Dr A. Gawła. Korzystałem również z urządzeń laboratoryjnych Katedry Złóż Surowców Skalnych A. G. H., kierowanej przez prof. Dr M. Kamińskiego.

Panom profesorom Dr A. Gawłowi i Dr M. Kamińskiemu dziękuję za wprowadzenie mnie w plan i metodykę pracy naukowej.

Opis skały

Na białym tle badanej skały zaznaczają się liczne, ciemne słupki turmalinu. Makroskopowo rozeznaje się w niej dużą ilość skałeni barwy kremowo-szarej, tworzących ziarna 2—3 cm średnicy. Wśród nich szarą barwą wyróżnia się kwarciec. Czarne kryształki turmalinu rozsiane są mniej więcej równomiernie w całej skale. Nadto dają się zauważyć skąpe blaszki muskowitu. W myśl podziału E. N. C a m e r o n a (1949) można określić badany pegmatyt jako drobnoziarnisty, gdyż wielkość jego ziarn leży poniżej 2,5 cm.

Pod mikroskopem skała ujawnia strukturę panallotriomorficznie-ziarnistą i teksturę masywną. Oznaki kataklazy widoczne są zarówno w ziarnach skałeni jak i kwarcu.

Wśród skałeni przeważa albit. Tworzy on prawie izometrycznie wykształcone ziarna, w wyniku pokroju grubopłytkowego. Wyjątkowo gęste zbliźniczenie ziarn, typu wyłącznie albitowego, przemawia za syntektoniczną krystalizacją magmy. Prążki bliźniacze wykazują deformacje mechaniczne w postaci zgiętych lamelek i falistego ściemniania światła.

Z kątów znikania światła w osobnikach gruboziarnistych oznaczyłem zawartość anortytu na 4—8% An. Nadto widoczna jest w skale i druga generacja albitu, chemicznie czystego, na podstawie oznaczeń optycznych. Gromadzi się on w szczelinkach i na obwodzie albitu gruboziarnistego, zachowując z nim identyczną orientację optyczną. Jest on zupełnie pozbawiony wrostków, w przeciwieństwie do albitu grubopłytkowego, w którym widzi się duże ilości serycytu, kaolinu, słupki apatyty i rud uszeregowanych zwłaszcza wg płaszczyzn łupliwości, głównie (010).

Ortoklaz, dość silnie skaolinizowany, jest bardzo rzadkim składnikiem skały. Nie wykazuje zbliźniczeń. Wielkość jego ziarn dochodzi do 2 mm.

Kwarciec posiada postać ziarn pozbawionych jakiegokolwiek pokroju. Bardzo często przenika żyłkami, lub wrasta zatokowo w plagioklasy i turmaliny. Zawiera wrostki cieczy. Są one rozrzucone bezładnie, bądź też uszeregowane w kilku kierunkach, co może być spowodowane zmieniającym się kierunkiem działania stressu. Prócz tych wrostków posiada jeszcze rzadkie apatyty i rudy. Niezbyt wyraźnie zaznacza się budowa mozaikowa oraz faliste znikanie światła. Wielkość ziarn ok. 9 mm i więcej.

Turmalin jest częstym i charakterystycznym składnikiem tego pegmatytu. Posiada postać wyraźnie idiomorficznych słupków. Szczelinki przełamowe przebiegają rozbieżnie, częstsze są jednak w kierunku wydłużenia. W turmalinach tych widoczne są obok normalnych inkluzji ciekłych także wrostki rutyli i radioaktywnego minerału, przypuszczalnie cyrkonu, wywołującego pojawienie się dużych pól pleochroitycznych. Izomorficzna budowa pasowa bardzo wyraźnie zaznacza się dzięki kontrastom w barwach absorbcyjnych. Jest ona niewątpliwie wywołana substytucją jonów Na w zewnętrznej strefie kryształów, jak o tym świadczy zagęszczenie żyłek kwarcowo-albitowych w partiach o szaro-zielonkawo-niebieskich barwach absorbcyjnych. Wybitny pleochroizm zaznacza się w barwach blado-różowawo-żółtawych dla ϵ i szaro-zielonkawo-niebieskich dla ω . Na granicy pasowych obwódek nie powstają zjawiska w postaci linii Beckiego, oparte na różnicach współczynników załamania światła.

Na podstawie składu mineralnego skały i jej struktury widocznej pod mikroskopem, mimo nieznaności jej występowania in situ, możemy uważać badany odłamek za pegmatyt drobnoziarnisty według C a m e r o n a, względnie za skałę będącą końcowym produktem dyferencjacji magmy granitowej prowincji alkalicznej. To stadium końcowe charakteryzuje się koncentracją sodu i potasu w magmie, powodującą krystalizację albitu (4—8% An) i ortoklaz, obok kwarcu. Koncentrację wywołały niewątpliwie gromadzące się w partii stropowej zbiornika magmowego pary i gazy. Obecność wśród nich pierwiastków Li i B doprowadziła do krystalizacji turmalinu, w którym skoncentrowały się znajdujące się jeszcze dość licznie w magmie drobiny magnezu i żelaza.

Jednakowoż tak wytworzona skała uległa dalszym procesom, a to o charakterze metasomatycznym, wywołanym przez czynniki pneumatolityczne z udziałem sodu. Jej rezultatem jest utworzenie obwódek czystego albitu na plagioklazach albitowych z domieszką 4—8% An. Proces albityzacji pneumatolitycznej nie był zbyt intensywny, gdyż poza obwódkami na plagioklazach nie doprowadził ani do pertytyzacji w ortoklazu ani do przeobrażenia go w mikroklin.

Duże słupki turmalinu dowodzą spokojnej krystalizacji, odbywającej się jeszcze przed fazą albityzacji metasomatycznej, gdyż ta zaznacza się powstaniem drobnych żyłek kwarcowo-skalieniowych w pęknięciach turmalinu. Ze względu na to, że skała zawierająca turmalin wykazuje co najmniej dwa etapy jej obecnego wykształcenia, należy przypuszczać, iż powstała ona dość wcześnie, a więc i w wyższych temperaturach. Również i wielka masa tej skały, sądząc z ilości jej bloków egzotycznie nagromadzonych w fliszu karpackim, przemawia za krystalizacją w temperaturach wyższych niż np. krystalizacja cienkich żyłek pegmatytowych, znanych z Tatr środkowych.

B a d a n i e t u r m a l i n u

Turmalin jak było podane wyżej jest barwy czarnej. Wymiary jego kryształów są bardzo zmienne: szerokość ich waha się od 0,5 do 8 mm, a długość od 20 do 40 mm. Wydłużenie słupków jest największe u małych osobników; one też wykazują większą zwięzłość. Większe kryształki, przy wyluskiwaniu ich ze skały, bardzo łatwo kruszą się, co spowodowane jest większym stopniem przeobrażenia. Twardość badana na kryształkach małych dała wartość około 7 w skali Mohsa. Kryształy odznaczają się dużą kruchością. Dla przeprowadzenia analizy chemicznej wyosobiłem turmalin ze skały, krusząc ją, a następnie wybierając okruchy, które przebieierałem jeszcze pod lupą binokularną. Ażeby dostać turmalin bez jakichkolwiek domieszek, których trudno byłoby uniknąć z uwagi na liczne przerosty albitu i kwarcu, wybrane ziarna rozkruszyłem w moździerzu Abicha i poddałem je kilkakrotnemu rozdzielaniu w bromoformie. W ten sposób otrzymałem około 15 g czystego proszku turmalinowego.

Turmaliny są bardzo odporne na działanie czynników chemicznych. Dla przeprowadzenia rozbioru chemicznego stopiałem doskonale utarty proszek z KHCO_3 . Po 3-godzinym prażeniu stopu turmalin ulegał kompletnemu rozkładowi. Odporność turmalinu przy rozkładzie daje się we

znaki podczas oznaczenia FeO, gdyż turmalin nie rozkłada się pod działaniem H_2F_2 .

Oznaczenie żelaza dwuwartościowego przeprowadziłem w następujący sposób: w rurce ze szkła trudnotopliwego umieszczałem próbkę w stęż. H_2SO_4 . Po dodaniu Na_2CO_3 , w celu wyparcia powietrza przy pomocy wywiązującego się CO_2 , zatapiałem rurkę i ogrzewałem ją przez kilka godzin aż do całkowitego rozkładu substancji. Po otwarciu rurki oznaczałem FeO, jak zwykle.

Wyniki analiz

	Analiza I	Analiza II	Średnia	Stos. Mol.
Li_2O	0,43%	0,36%	0,39	0,0130
Na_2O	3,35	3,28	3,31	0,0534
K_2O	0,43	0,42	0,43	0,0046
MgO	2,37	2,37	2,37	0,0592
MnO	1,45	1,36	1,40	0,0197
FeO	12,18	12,07	12,13	0,1685
Al_2O_3	33,46	33,47	33,46	0,3271
Fe_2O_3	0,38	0,32	0,35	0,0022
B_2O_3	8,20	8,19	8,20	0,1177
SiO_2	35,56	35,56	35,56	0,5927
TiO_2	0,66	0,66	0,66	0,0082
$H_2O +$	2,20	2,21	2,21	0,1228
F_2	0,18	0,19	0,19	0,0100
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
	100,85	100,46	100,65	
$-O=F_2$	-0,07	-0,07	-0,07	
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
	100,78	100,39	100,58	

Wzór sumaryczny wyliczony z udziałów cząsteczkowych wyraża się w następujących stosunkach:



W porównaniu ze wzorem strukturalnym Machatschki turmalin analizowany zawiera za mało B_2O_3 . Inną cechą charakterystyczną analizowanego turmalinu jest duża zawartość FeO, która wraz z MnO, przewyższa trzykrotnie zawartość MgO. Turmalin ten nie zawiera wcale wapnia, zaś w alkaliach poważną pozycję zajmuje Li_2O .

Trudność ustalenia wzoru chemicznego dla turmalinu leży w tym, iż zwykle turmaliny tworzą bardzo skomplikowane mieszaniny izomorficzne, przy czym poszczególne pierwiastki wchodzące w ich skład, mogą ulegać zastąpieniu przez inne, o podobnych średnicach jonowych. Badania rentgenograficzno-strukturalne napotykają z powyższych względów na wielkie trudności i dotychczas nie dały jasnego poglądu na budowę wewnętrzną turmalinu.

Podział turmalinów do dzisiejszego dnia stosowany, opiera się na rozmaitej ich barwie. Kolor bowiem tych minerałów zmienia się znacznie wraz ze zmianą składu chemicznego. Turmaliny magnezowe, wapniowe i litowe są zwykle bezbarwne lub żółtawe. Turmaliny sodowo-magnezowe z pewnymi domieszkami tworzą osobniki o pięknych i czystych barwach

i wtedy mają zastosowanie jako kamienie ozdobne, zwane turmalinami szlachetnymi. Turmaliny brunatno-czarne lub czarne posiadają w swym składzie dużą ilość żelaza i noszą nazwę skoryłów. Na podstawie barwy oraz analizy chemicznej należy nazwać badany turmalin skorylem, chemicznie przedstawiającym się jako mieszanina izomorficzna turmalinu żelazawego, sodowego i magnezowego. Skoryle są bardziej rozpowszechnione, niż inne odmiany i występują nadzwyczaj często w pegmatytach.

Turmaliny występują w granitach i łupkach krystalicznych, lecz najczęściej w pegmatytach granitowych. Ma to swoje geochemiczne uzasadnienie. Po wykryształizowaniu bowiem głównej masy granitowej pozostaje magma, wzbogacona w składniki lotne, oraz alkalia, która następnie daje początek całemu szeregowi minerałów rzadkich. Między innymi najczęściej występuje turmalin. Występowanie jego świadczy o wzbogacaniu się magmy resztkowej w bor, lit, fluor i wodę, względnie w grupę hydroksylową.

Porównanie turmalinu egzotycznego z Prakarpat z turmalinami tatrzańskimi.

W trzonie krystalicznym tatrzańskim, jako najbliższym położonym w stosunku do pogrążonych trzonów prakarpackich, turmalin jest znany z pegmatytów występujących w okolicach Czuby Goryczkowej i Kopy Kondrackiej.

Analizy wykonane przez W. Pawlicę (1915) przytaczam dla porównania z moją analizą.

	Analiza I	Stos. mol.	Analiza II	Stos. mol.
Li ₂ O	0,10%	33	ślady	
Na ₂ O	3,03 „	489	2,40%	387
K ₂ O	0,18 „	19	0,09 „	10
MgO	5,31 „	1317	6,23 „	1545
CaO	1,29 „	230	1,83 „	333
MnO	0,31 „	44	0,15 „	21
FeO	10,96 „	1525	10,85 „	1510
Al ₂ O ₃	31,72 „	3104	30,85 „	3019
Fe ₂ O ₃	—		—	
B ₂ O ₃	10,10 „	1442	9,05 „	1292
SiO ₂	35,26 „	5847	35,61 „	5905
TiO ₂	0,38 „	47	1,02 „	127
H ₂ O +	2,37 „	1315	2,87 „	1593
H ₂ O —	0,00 „		0,21 „	117
F ₂	0,20 „	108	0,27 „	145
	<u>101,21 „</u>		<u>100,85 „</u>	
— O = F ₂	—0,08 „	50	—0,10	60
	<u>101,13%</u>		<u>100,75%</u>	

I) Turmalin z pegmatytu oligoklazowo-ortoklazowego z Czuby Goryczkowej.

II) Turmalin z pegmatytu kwarcowego z Kopy Kondrackiej.

Zauważyć można większą zawartość B₂O₃, a zwłaszcza MgO, w turmalinach tatrzańskich. Maleje natomiast zawartość Li₂O, co pozostaje

w pewnej sprzeczności z wynikami badań geochemicznych V. M. Goldschmidta i L. W. Strocka wykazującymi korelację między Li₂O a MgO. Z zestawienia analiz turmalinów można natomiast ustalić korelację między litem a żelazem, jaką obserwuje się w alkalicznych piroksenach i amfibolach. Nadto turmalin prakarpacki odznacza się stosunkowo dużą zawartością MnO.

Dla przejrzystego uwidocznienia różnic podajemy wartości obliczone na sposób Niggliego:

$$li = \frac{Li_2O}{alkalia}; \quad mg = \frac{MgO}{FeO + MnO + MgO};$$

$$b = \frac{B_2O_3}{B_2O_3 + Al_2O_3}; \quad mn = \frac{MnO}{MnO + FeO};$$

Wartości te przedstawia następująca tabelka:

Turmalin:	li	mg	mn	b
Prakarpaty, Siekierzyna, skała pegmatytowa	0,18	0,23	0,10	0,27
Tatry (I): pegmatyt oligoklazowo-ortoklazowy	0,06	0,45	0,03	0,31
Tatry (II): pegmatyt ortoklazowo-kwarcowy	0,00	0,50	0,01	0,30

Z tabelki tej widoczne jest, że ilość litu w odniesieniu do alkaliów maleje w turmalinach od skały pegmatytowej Prakarpat, poprzez pegmatyt oligoklazowo-ortoklazowy do pegmatytu kwarcowego Tatr. Lit jako pierwiastek lekki koncentruje się w magmach resztkowych, pneumatolitycznych, bogatszych także i w inne składniki lotne. Należało by zatem sądzić, że koncentracja litu będzie największa w minerałach pegmatytów, najbogatszych w składniki lotne, a więc skał zbliżonych do utworów hydrotermalnych. W naszym zestawieniu utworem takim może być pegmatyt tatrzański ortoklazowo-kwarcowy (II). Powstał on przeto w temperaturze niższej niż pegmatyt (I). O skale natomiast prakarpackiej z Siekierzyny powiedzieliśmy przy jej opisie petrograficznym, iż musiała powstać w temperaturach wyższych, niż pegmatyty tatrzańskie. Stwierdzimy więc, na podstawie parametrów li, że lit zawarty w turmalinach jest wskaźnikiem wyższych temperatur panujących przy krystalizacji minerałów w fazie pneumatolitycznej.

Wartość mg zachowuje się w badanych turmalinach odmiennie, niż wartość li. Wzrasta ona ze spadkiem temperatur fazy pneumatolitycznej. Podobnie zresztą dzieje się i w fazie magmowej, kiedy w jej wyższych temperaturach wydzielają się naprzód minerały zawierające żelazo, potem dopiero, już w niższych temperaturach minerały magnezowe. Ta zależność od temperatury w fazie magmowej jest zaciemniana inną zależnością, mianowicie od zawartości SiO₂. W magmach zasadowych bowiem istnieje przewaga magnezu nad żelazem, która w magmach kwaśnych przechyla się na korzyść żelaza. W przypadku rozważanych turmalinów obserwujemy dla mg jedynie zależność od temperatury ich powstania.

Z tabelki przytoczonej powyżej zaznacza się jeszcze wyraźnie związek między litem a żelazem.

Wartość m_n wskazuje nam na wzrost MnO w turmalinie powstającym w wyższych temperaturach. Jest to spostrzeżenie zgodne z wynikami badań F. Leutweina (1951) nad wolframianami żelaza i manganu oraz z niepublikowanymi danymi A. Gawła nad zawartością manganu w granatach wytworzonych w różnych temperaturach.

Zawartość boru, wyrażona parametrem b , nie wykazuje w badanych turmalinach prawidłowości rozdziału w zależności od temperatur ich tworzenia się. Pierwiastek bor, wchodząc w ścisły związek rodnika glinokrzemianowego musi odpowiadać zawartości krzemionki. Wiadomo jednak, że w ustrojach sieciowych glinokrzemianów glin może zastąpić pozycje krzemu, przy czym sód jest zastępowany przez równy co do rozmiarów wapń. Ponieważ w turmalinie prakarpackim brak wapnia, przeto słuszną jest koncepcja F. Machatschki, iż we wzorze turmalinu glin zastępuje część magnezu. To nam wyjaśnia, dlaczego parametr b , jednakoży w turmalinach tatrzańskich, maleje w turmalinie z Siekierczyny, wskazując na wzrost glinki. Wzrost glinki przypada na równoczesne obniżenie zawartości magnezu w tym turmalinie.

Możemy zarazem skonstatować, że podstawianie przez glinę innych atomów, względnie nawet grup, w sieciach przestrzennych krzemianów i glinokrzemianów jest także zależne od temperatury. Do podobnych zresztą wyników doszedł W. B. Harry (1950), stwierdzając, że w temperaturach wyższych takie zastąpienie SiO_2 przez Al_2O_3 w piroksenach, amfibolach, biotytach i innych minerałach jest tym większe, im wyższa była temperatura krystalizacji magmy.

Możemy więc ustalić, że w turmalinie prakarpackim, powstałym w temperaturach wyższych, niż turmaliny tatrzańskie, jest wyższa zawartość MnO , oraz większy udział glinki, zastępującej inne pierwiastki.

LITERATURA

1. Cameron E. N., Jahns R. H., McNair A. H., Page L. R. (1949): Internal structure of granitic pegmatites. *Econ. Geol.* (tłum. rosyjskie). — 2. Harry W. B. (1950): Aluminium replacing silicon in some silicate lattices. *Miner. Mag.* Vol. XXIX. no. 209. — 3. Leutwein F. (1951): Die Wolframit-Gruppe (Mineralogisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen). *Freyberger Forschungshefte*. Nr 8. — 4. Pawlica W. (1915): (Północna wyspa krystaliczna w Tatrach) — Die nördliche kristallinische Insel in der Tatra. *Bull. Acad. Polon. des Sc. Sér. A.*, Cracovie.

РЕЗЮМЕ

Между экзотиками встречаемыми во Флишевых Карпатах, попадают во многих местах аплитовые граниты с турмалинами. Один из образцов собранных в поле Д-ом Т. Визером был исследован, принимая во внимание главным образом химический характер его турмалина, целью провести сравнение с турмалинами известными из Татр.

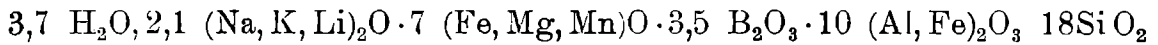
Порода мелкозернистая, белого цвета, усеяна многочисленными столбиками черного турмалина на фоне полевых шпатов, кварца и спорадически выступающего мусковита. Из полевых шпатов имеет перевес альбит с малым

содержанием Аи; двойники чрезвычайно часты по альбитовому праву. Кроме того выступает чистый альбит без примеси Аи, правильно обрастающий зернами крупнозернистого альбита. Этот альбит более поздней генерации не имеет чуждых включений в противоположность к крупнозернистому альбиту. Менее многочисленно встречается ортоклаз, зерна которого не превышают 2 мм в диаметре. Ксеноморфический кварц создает последнюю фазу кристаллизации и часто проникают полевые шпаты и турмалины в форме жилок. Зерна его достигают до 9 мм в разрезе, проявляют волнистые затемнения света и имеют большое количество включений апатита, руд, а также жидких и газовых инклюзий. Турмалин имеет форму вытянутых в длину (20—40х 0,5—8 мм) идиоморфически образовавшихся столбиков с сильным плеохроизмом бледно-розовато-желтой окраски и серо-зеленовато-синей. Окраска размещается иногда очень ясно полосато. Среди жидких включений и руд встречаются также включения радиоактивные, дающие плеохроические кольца.

Порода была определена как конечный продукт дифференциации гранитной магмы, принадлежащей к щелочной провинции обогащенной в натрий, литий и бор. Порода эта кроме того указывает начальную стадию пневмомалитической метасоматозы в форме альбитизации, ведущей к образованию колец на полевых шпатах. Следует принять для нее более высокую температуру образования чем для татровых тонких пегматитовых жилок содержащих турмалин.

Исследование турмалина

Выделенные из породы при помощи бромформа турмалины были химически проанализированы. Содержащийся в нем бор был определен методом Розенблята (Rosenblat) и Гооха (Gooch), а двувалентное железо — методом Мичерлиха (Mitscherlich). Результаты анализа поданы в польском тексте на стр. 280. На основании анализа высчитана следующая суммарная формула турмалина:



По сравнению с формулой Махатшки (Machatschki), исследованный турмалин содержит слишком мало B_2O_3 . Поражает тоже большое содержание Fe_2O_3 , которое вместе с MnO превышает трижды величину MgO . Характерным признаком этого турмалина есть полное отсутствие CaO .

Для сравнения сопоставлены анализы турмалинов из Татр, произведенные Павлицей (Pawlica). (См. польский текст, табл. II стр. 281). Турмалины Татр содержат более B_2O_3 а также MgO , а между тем меньше Li_2O . Отсутствие простой корреляции между MgO и Li_2O уклоняется в турмалинах от права, установленного Гольдшмидтом (Goldschmidt) и Штроком (L. W. Strock). Пракарпатский турмалин содержит значительно более MnO чем турмалин Татр. Чтобы установить корреляцию между отдельными составными частями в зависимости от рода, сопоставлены рядом параметры численные способом Ниггли (Niggli):

$$li = \frac{\text{Li}_2\text{O}}{\text{щелочи}}, \quad mg = \frac{\text{MgO}}{\text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO}}, \quad b = \frac{\text{B}_2\text{O}_3}{\text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3},$$

$$mn = \frac{\text{MnO}}{\text{MnO} + \text{FeO}}$$

Величины этих параметров представляет следующая таблица:

Турмалин

Турмалин				
Прекарпаты, Секерчина, пегматитовая порода	0,18	0,23	0,10	0,27
Татры (I) олигоклазево-ортоклазовый пегматит	0,6	0,45	0,03	0,31
Татры (II) ортоклазево кварцевый пегматит	0,00	0,50	0,01	0,30

В таблице сопоставлены турмалиновые породы соответственно падению температуры, сопровождающей их генезис: от самой высокой для породы из Секерчины, к самой низкой для пегматитовой ортоклазево-кварцевой жилы, приближенной к образованиям пегматитово-гидротермальным. Констатируем, что литий входящий в состав турмалина есть показателем высших температур господствующих при кристаллизации минералов пневматической фазы. Это наблюдение согласное с описанием пегматитов содержащих сподумен, где литий сконцентрирован всецело в раньше выделенном сподумене, а между тем отсутствует он в позже образовавшемся мусковите.

Величина „mg“ возрастает в турмалинах с падением температуры в пневматической фазе. подобно как это происходит в минералах магновой фазы.

Величина „mn“ указывает возрастание MnO в турмалинах образовавшихся в более высоких температурах исследованиями Л. Левтвейна (L e i t w e i n) вольфрамитами, а также согласно неопубликованным данным Гавла (A. G a w e l) с другими минералами.

Из величины „b“ видно, что возрастание глинки соответствует равномерному обнижению содержания магния в исследованных турмалинах. Следует принять, что согласно формуле Махачки (M a c h a t s c h k i) алюминий в турмалинах замещает часть магнезия.

SUMMARY

Abstract. A tourmaline from exotic rocks of the Carpathian flysch has been analysed. It has been found that in relation to high temperature the amount of MnO and Al₂O₃ replacing SiO₂ or MgO in tourmaline increases.

Among the exotics encountered in the Flysch Carpathians, aplite-granites with tourmalines occur at many places. One of the specimens collected during field-work by Dr T. Wieser was examined chiefly on account of the chemical character of its tourmaline, with the aim of drawing a comparison with the tourmalines known from the Tatras.

The fine-grained rock, of a white colour, is spotted with numerous prisms of black tourmaline on a background of feldspars, quartz, and sporadically occurring muscovite. The dominating feldspar is an albite with a low An content, twinned in an extremely dense manner, in accordance with the albite law. Moreover, there occurs a pure albite without any An admixture, overgrowing according to rule the granules of coarse-grained albite. This albite of a later generation has no alien inclusions, in contradistinction to coarse-grained albite. Less numerous encountered is orthoclase, in grains that do not exceed 2 centimetres in cross-section. Xenomorphic quartz represents the last phase of crystallization and it frequently pervades the feldspars and tourmalines in the form of small

veins. Its grains in cross-section attain 9 millimetres; they display an undulating extinction of light and they have numerous inclusion of apatite and ores, as well as liquid and gaseous inclusions. The tourmaline has the form of elongated (20—40 x 0.5—8 mm), idiomorphically developed prisms with strong pleochroism in the pale pinkish-yellowish colour for ϵ , and in the grey-greenish-blue colour for ω . The colouring is frequently arranged zone-like in a very distinct manner. Among the liquid inclusions and ores, radio-active inclusions also occur, producing pleochroitic rims.

The rock was determined to be the final product of differentiation of granitic magma belonging to the alkaline province, enriched in sodium, lithium and boron. Moreover, the rock displays the initial phase of pneumatolytic metasomatism in the form of albitization leading to the production of rims on the feldspars. It must be accepted that the rock originated at a higher temperature than the thin pegmatite veins in the Tatras, containing tourmaline.

The tourmalines, isolated from the rock with the aid of bromoform, were subjected to chemical analysis. The boron content was determined by the Rosenblatt-Gooch method, and bivalent iron by Mitscherlich's method. The results of the analysis are given on page 280 of the Polish text. On the basis of the analysis, the following general formula was calculated for the tourmaline:



In comparison with Machatschkó's formula, the examined tourmaline is deficient in B_2O_3 . Also striking is the high content FeO ; together with MnO it exceeds three times the value of MgO . A characteristic feature of this tourmaline is the complete absence of CaO .

For the purpose of comparison, listed are the analyses carried out by W. Pawlica on Tatra tourmalines (Table II on page 281 of the Polish text). The Tatra tourmalines contain more B_2O_3 and MgO , while their Li_2 content is lower. The lack of a simple correlation between MgO and Li_2O deviates in the tourmalines from the rule determined by V. Goldschmidt and L. W. Strock. The Pre-Carpathian tourmaline contains considerably more MnO than the ones from the Tatras. In order to determine the correlations existing between the various constituents with regard to the kind of rock, the following parametres, calculated by Niggli's method, are listed side by side:

$$\text{li} = \frac{\text{alkalis}}{\text{Li}_2\text{O}}, \quad \text{mg} = \frac{\text{MgO}}{\text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO}},$$

$$\text{b} = \frac{\text{B}_2\text{O}_3}{\text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3}, \quad \text{mn} = \frac{\text{MnO} + \text{FeO}}{\text{MnO}}.$$

The values of these parametres are shown in the following table:

Tourmaline				
Pre-Carpathins, Siekierzyna, pegmatite rock	0.18	0.23	0.10	0.27
Tatras (I), oligoclase-orthoclase pegmatite	0.06	0.45	0.03	0.31
Tatras (II), orthoclase-quartz pegmatite	0.00	0.50	0.01	0.30

In the table the tourmaline rocks are listed according to the temperature-drop accompanying their genesis: from the highest for the rock from Siekierzyna, to the lowest for the orthoclase-quartz pegmatite vein which is similar to pegmatite-hydrothermal formations. It is stated that the lithium containing tourmaline is an indicator of higher temperatures prevailing during the crystallization of minerals in the pneumatolytic phase. This observation agrees with the description of pegmatites containing spodumene, where the lithium is concentrated entirely in the spodumene which was separated earlier, while it is absent in later muscovite.

The value of mg increases in tourmalines as the temperature drops in the pneumatolytic phase, similarly as it does in minerals of the magmatic phase.

The value of mn indicates an increase of MnO in tourmalines produced at higher temperature, in accordance with the results of studies carried out by L. Leutwein on wolframites and the unpublished data collected by A. Gaweł with regard to other minerals.

It is noticeable from the value of b that the increase in aluminium coincides with a simultaneous decrease in the magnesium content of the examined tourmalines. It must be accepted that, in accordance with Machatschko's formula, the aluminium in tourmalines replaces part of the magnesium.