

Турмалин кристаллын бүтэц

Г.Буянцэцэг, Ш.Мөнхжаргал, Ч.Баярхүү, Л.Ням-Очир, Д.Отгонбаяр

МУИС, Физик Электроникийн сургууль,
Онол Туршилагын Физикийн тэнхим

Товч: Бид энэ ажлаараа турмалин кристаллын 2 дээж авч харьцуулан кристалл бүтцийг рентген бүтцийн аргаар судалсан. Судалгааны үр дүнгээс турмалины кристаллын агуулгыг тодорхойлж бүтцийг дүрслэв. Туршилтаар турмалин кристалл байгаль дээр туйлширсан бүтэцтэй болох нь батлагдав.

1. ОРШИЛ

Бидний энэ ажилд турмалин кристаллын бүтцийг судлав. Турмалин бол боросиликат бүлгийн минерал ба ферроэлектрик ба фезоэлектрик гэсэн өвөрмөц шинж чанарыг үзүүлдэг юм.



Зураг.1 Турмалины кристалл

Үүнийг саяхныг болтол үнэт чулуу гэж үзэж байсан, хэдий тиймч орчин үед, түүний олон төрлийн хэрэглээ, цахилгаан шинж чанарыг шинээр нээж байна [1]. Энэ кристалл цахилгаан үйлдвэрлэх шинж чанартай. Тиймээс ч “электрон чулуу” гэж ч хэлдэг. Турмалин нь байнгын электрон шинж чанартай цорын ганц эрдэс юм [2]. 1986 оны үед Японы судалгаагаар, турмалин нь жижиг хэсгүүдэд хуваагдсан ч талстын аль ч төгсгөлд зэрэг сөрөг электрод оршин байдаг бөгөөд, 1000⁰-д буцалгах хүртэл алга болдоггүй байна. Турмалин нь амьтан ургамлын метаболизмыг идэвхжүүлдэг нь судлагдаж ирсэн [3]. Турмалин гэдэг нь байгалийн силикат эрдэсийн бүлгийн нэр юм.

Химийн ерөнхий томъёо нь:



X=Na, Ca, K;

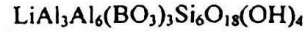
Y=Mg, Fe, Mn, Li, Cr⁺³, V⁺³, Ti, Al;

Z=Al, Mg, Fe, V⁺², Cr⁺².

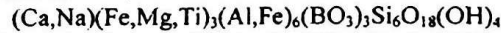
Хамгийн түгээмэл турмалинууд:

Elbaite	Na(Li,Al) ₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH) ₄
Dravite	NaMg ₃ (Al,Fe) ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH) ₄
Schorl	NaFe ₃ (Al,Fe) ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH) ₄
Uvite	Ca(Mg,Fe) ₃ Al ₃ Mg(BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH) ₄
Buergerite	NaFe ₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH) ₃ F
Foitite	Na(Fe,Al) ₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH) ₄
Liddicoatite	Ca(Li,Al) ₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH,F) ₄

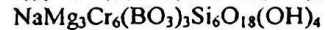
Rossmannite



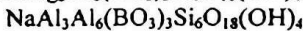
Feruvite



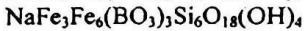
Chromdravite



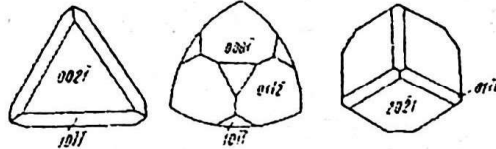
Olenite



Povondravite



Турмалин кристалл паралель группд харагддаг (ургахдаа), ба ромбохедрал (тригональ) кристалл бүтэцтэй огторгуйн групп нь $R3m$ [6]. Талст хэлбэр нь $(3m)$ бүтэцтэй ромбохедрал торон бүтэцтэй. Ихэнхдээ ромбохедрал системийн талстууд нь гексагонал кристалл торыг агуулж байдаг. Ромбохедрал гексагонал бүтцийн өөрчлөлтийн нарийвчилсан мэдээлэл өгөгдсөн. Энэ нь давхар пирамид буюу тэгш хэмт талстат тооцогддог [4].



Зураг.2 Турмалины кристаллын хабитс

It cleaves very poorly on planes {1120} and {1011}. Tourmaline varies in colour from transparent to opaque as in black schorl [4].

2. X-RAY ДИФРАКТОМЕТР D500

SIEMENS D500 рентген диффрактометр бүрэн компьютержсан, олон төрлийн мэдээлэлийг боловсруулж, шинжилгээ хийлэг MDI программ ашигладаг. Программ нь хайлт, тохируулга, алгоритм, тоон анализ, дүрс тохируулагч, XRD-ийн шинж чанарыг тооцоолох зэрэг үр дүн болон ойролцоо талстын мэдээлэл ба кристаллын хэмжээг агуулдаг.

3. ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

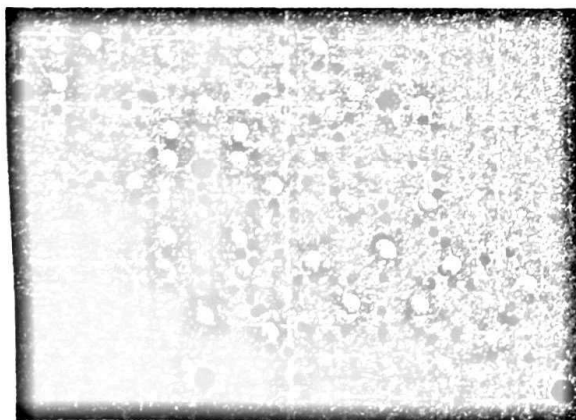
Our samples of tourmaline were measured on and on D500 siemens diffractometer.

Турмалины бүтцийн параметруудийг доор үзүүлэв.

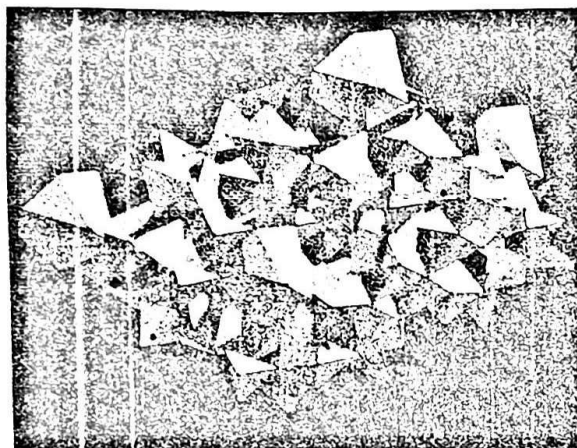
Бүтцийн хэлбэр	Гексагонал
Кристаллын өгөгдөл	
Огторгуйн групп Хэмжээсүүд	$R\bar{3}m$ (no. 160) $a = 15.9510 \text{ \AA}$ $c = 7.2400 \text{ \AA}$
Wyckoff sequence	$c^5b^6a^2$ $\alpha = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$ $Z = 3$

Атомуудын координат[7]

Atom	Wyckoff	x	y	z
X	3a	0	0	0.8408
Y	9b	0.06148	0.93852	0.4269
Z	18c	0.26126	0.29749	0.4534
Si	18c	0.18986	0.19175	0.0640
B	9b	0.8904	0.1096	0.6113
H	9b	0.1264	0.8736	0.6876
O(1)	3a	0	0	0.2929
O(2)	9b	0.93958	0.06042	0.5795
O(3)	18c	0.13052	0.86948	0.5538
O(4)	9b	0.90697	0.09303	-0.0087
O(5)	9b	0.09146	0.90854	-0.0292
O(6)	18c	0.18417	0.19430	0.2874
O(7)	18c	0.28499	0.28554	-0.0137
O(8)	18c	0.26962	0.20899	0.6249



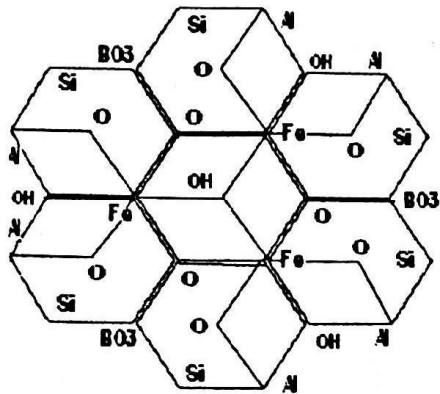
Зураг. 3а Турмалины атомууд



Зураг. 3б Турмалины кристаллжилт

4. ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Турмалины кристалл бүтцийг судлан атомын холбоосын урт, агуулагдаж байгаа элементүүдийн байршилыг тодорхойлсон байдаг. Верделит турмалиныг гамма-резонансаар судалж, төмрийн ионууд нь тодорхой зайд шилжсэн байдагч, түүний кристалл бүтцэд ямарч өөрчлөлт гардаггүй нь тогтоогдсон. Налуу гадаргуу маш бага тул талстын гадаад байдалд нөлөөлдөггүй, босоо бүслүүр хэлбэрүүд үүссэнээр гадаад байдлаар нь салгаж ангилах боломжтой болдог. Энэ нь Гексагональ-призм, тригональ-призм, ба цилиндр гэх мэт. Бидний судалсан хоёр дээж гексагональ-призмд талсжсан. Турмалины бүтцийн рентген судалгаа нь урьд нь хийгдэж байгаагүй тул бидний үр дүн хязгаарлагдмал тооны турмалины мэдээлэлтэй харьцуулагдсан. Үндсэн холбоонууд дээр үндэслэн бид агуулагдаж байгаа элементүүдийн координатыг тодорхойлсон дүнг туршилтын үр дүнгүүдтэй харьцуулсан. Бид Na-Fe-Al, B-O-Si, ба Al-O-B [7] гэсэн үндсэн холбоосууд болон туршилтын үр дүнд тулгуурлан турмалины кристаллын кристалл бүтцийг 4-р зурагт дүрслэн үзүүлэв.



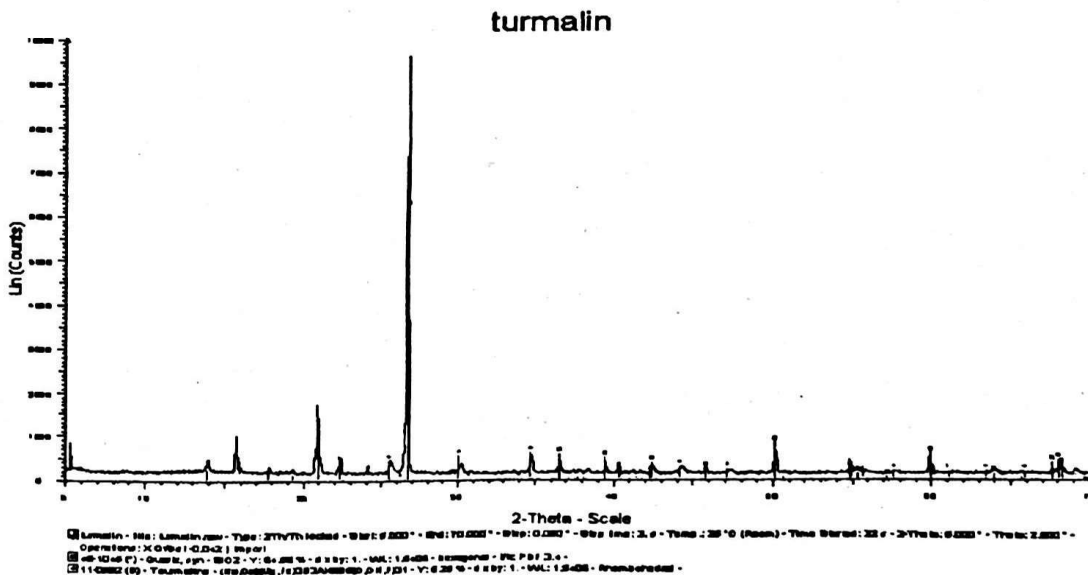
Зураг.4 Турмалины кристалл бүтэц. On the upper hexagonal surface. Na-Fe-Al, B-O-Si үндсэн холбоосууд.

5. ДҮГНЭЛТ

1. Турмалин кристалл нь байгаль дээр туйлширсан бүтэцтэй байдаг болохыг батлав.
2. Туршилтанд авсан хоёр дээжний кристалл бүтэц адил байна. Учир нь агуулагдаж байгаа элементүүд өөр боловч атомын байрлалууд нь өөрчлөгддөггүй байна.
3. Турмалин кристаллын бүтэц, шинж чанаруудыг гүнзгийрүүлэн судлах шаардлагатай юм.

6. НОМЗҮЙ

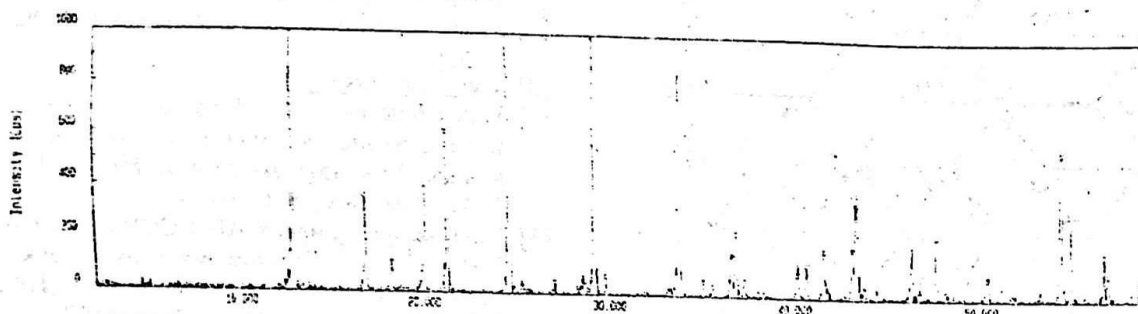
- [1] www.holistichealthsecrets.com
- [2] www.sonaki.biz/accessories/showerbar/showerbar.php
- [3] www.ionizers.org
- [4] Н.Агафонова, Кристаллографическое исследование турмалинов борщовочного кряжа, Доклады Академии НАУК СССР, 1949, Том LXV, №2, 207-209
- [5] Член-корреспондент АН СССР Н.В.Белов и Е.Н.Белова, Кристаллическая структура турмалина, Доклады Академии НАУК СССР, 1949, Том LXIX, №2, 185-187
- [6] В.Ф.Белов, Т.А.Химич, М.Н.Шипко, Е.Н.Окулов и И.Е.Воскресенская, Гамма-резонансные исследования железистых турмалинов, Кристаллография, 1973, Том 18, №1, 192-194
- [7] <http://www.geol.lsu.edu/henry/Research/tourmaline/TourmalineStructure.htm>



Хавсралт. А D500 дифрактограммаар Эрдэнэтийн дээжинд хийсэн фазын анализын үр дүн: SiO_2 болон $(CaNa)(Fe,Mg)_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$

Qualitative analysis (Verification) - CGI XRD 2005

Sample : T-01 File : X-273.D166 Date : 29-11-05 15:16 Operator : Baya
Comment : MIN 057 Memo



Peak data

43-1454

Na Fe3 Al6 (BO3)3 Si6 O18(OH)4
Schott

Хавсралт.Б D500 дифрактограммаар Ховдын дээжэнд хийсэн фазын анализын үр дүн:
 $NaFe_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$