

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

**FIZIKA FAKULTETI
“5140200 – FIZIKA” TA'LIM YO'NALISHI
“Umumiy fizika” kafedrası**

EGAMQULOV TOLIBJON KOMILJON O'G'LI

**“TARKIBIDA MAGNEZIOFERRIT, MAGNETIT VA
FERRIMOLIBDENIT MINERALLARI MAVJUD BO'LGAN TOG'
JINSLARINI TERMOMAGNIT VA DIFFERENSIAL TERMIK TAHLIL
QILISH”**

**“5140200 – Fizika” ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr
darajasini olish uchun**

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Ilmiy rahbar: dots. Shodiyev Z. M.

Bitiruv malakaviy ish “Umumiy fizika va magnetizm” kafedrasida bajarildi. Ish kafedraning 2016 yil _____ iyundagi majlisida muhokama qilindi va himoyaga tavsiya etildi (_____ -bayonnoma).

Kafedra mudiri:_____ dots. Rajabov R. M.

Bitiruv malakaviy ish YaDAK ning 2016 yil “_____” _____dagi majlisida himoya qilindi va _____ball bilan baholandi (_____ -bayonnoma).

YaDAK raisi:_____

A'zolari:_____

Samarqand - 2016

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
I BOB. MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI	6
§1.1. Magnetitning magnit xossasi.....	6
§1.2. Minerallar qattiq fazasining magnit xossalari.....	8
§1.3. Paramagnetizmning Van-flek zariyasi.....	17
§1.4. Minerallarning fazaviy termik tahlilini o'rganishda differensial termik tahlili usulining qo'llanilishi.....	21
§1.5. Tadqiqot muammosining qo'yilishi.....	29
I-bobga doir xulosalar.....	30
II BOB. TADQIQOT USULI VA QURILMASI.....	31
§2.1. Magnit qabul qiluvchanlikni o'lchash usullari.....	31
§2.2. Yuqori temperaturalarda magnit qabul qiluvchanlikni o'lchash qurilmasining tuzilishi va ish prinsipi.....	33
§2.3. Magnit qabul qiluvchanlikni o'lchash xatoliklari.....	39
§2.4. Darajalash egri chizig'i. Differensial termik tahlilning termograviometrik usuli.	40
II-bobga doir xulosalar.....	44
III BOB. TADQIQOT NATIJALARI VA ULARNING MUHOKAMASI....	45
§3.1. Magnezioferritning yuqori temperaturalardagi magnit qabul qiluvchanligi..	45
§3.2. Ferrimolibdenit va magnetitning yuqori temperaturalardagi magnit qabul qiluvchanligi.....	46
§3.3. Magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitni differensial termik tahlil qilish natijalari.....	49
§3.4. Magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning asosiy magnit xarakteristikalarini aniqlash.....	52
III-bobga doir xulosalar.....	54
XULOSALAR.....	56
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	57

KIRISH

Mavzuning dolzarbligi. Minerallarning fizik xossalarini, shu jumladan magnit xossalarini o'rganishga bo'lgan qiziqish ularning elektron tuzilishining o'ziga xosligi va amalda mineral xom ashyo sifatida keng qo'llanilishi bilan ham bevosita bog'liqdir. Bu minerallar tarkibida 3d- qobiq elektronlari kechikib to'ladigan temir guruhi metallarining mavjud bo'lishi, ularning kinetik, optik, magnit va boshqa fizikaviy va ximiyaviy xossalarining o'ziga xosligiga sabab bo'ladi. Minerallarning magnit xossalarini o'rganish ilmiy jihatdan ham ahamiyatlidir. Chunki, bu minerallarda amal qiluvchi almashinuv o'zaro ta'sir tabiati xali to'la aniqlanmagan. Ularning o'ziga xos magnit xossalarini 3d-energetik sathlar bilan bog'lab tushuntiradigan yangi nazariy modellar yaratilishi zarur. Ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan bu masalani xal etish uchun ularning elektron kristall va magnit tuzilishi haqida to'la malumotga ega bo'lish kerak bo'ladi. Hozirgi kunda mavjud bo'lgan bunday malumotlar yetarli emas. Kechikib to'ladigan 3d-elektron qobiqli minerallarning magnit xossalari (qabul qiluvchanligi) shu qobiqlarning elektronlar bilan to'lish darajasini va bu elektronlarning kristall panjara tugunlarida o'troqlashish darajasini bevosita o'ziga aks ettiradi. Bundan tashqari bu minerallar magnit qabul qiluvchanligining temperaturaga bog'lanishi ularning kristall panjarasida yuz beradigan strukturaviy allotropik va magnit fazaviy o'tishlarni xam sezadigan fizik xossalaridan biri hisoblanadi. Bunday fazaviy o'tishlar, odatda, ekzotermik (issiqlik ajraladigan) va endotermik (issiqlik yutiladigan) deb ataladigan issiqlik effektlari bilan bog'liq holda yuz beradi. Bunday fazaviy o'tishlar temperaturalarini (issiqlik effektlarini) differensial termik tahlil (DTT) qilish usuli yordamida mineralarni tadqiq qilish bilan tajribada aniqlash mumkin. Bugungi kunda minerallarning yuqori temperaturalardagi magnit xossalari va ularning DTTi haqidagi tajribaviy malumotlar yetarli emas. Shulardan kelib chiqib ushbu malakaviy bituruv ishida quyidagi asosiy maqsad qo'yildi.

Tadqiqotning maqsadi: Tog' jinslari tarkibiga kiradigan mineralar-magnezoiferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning magnit qabul qiluvchanligining

temperaturaga bog'lanishini $[\chi(T)]$ ($20-1200^{\circ}\text{C}$) o'lchash, o'lchash natijalaridan foydalanib ularning asosiy magnit xarakteristikalarini aniqlash va ularni DTT qilish.

Tadqiqot vazifalari: 1. Mineriallar-magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning magnit qabul qiluvchanligini ($20-1200^{\circ}\text{C}$) temperaturalar oralig'ida paramagnit holatda o'lchash va o'lchash natijalarni tahlil qilish;

2. O'rganilgan mineralarning tajribaviy $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish grafigidan foydalanib ularning asosiy magnit xarakteristikalari - paramagnit Kyuri temperaturasi (θ_p), Kyuri-Veyss doimiysi (C) va ximiyaviy formula birligiga to'g'ri keluvchi magnit momenti (μ_{form}) ni aniqlash;

3. O'rganilgan mineralarni DTT qilish va shu DTTning egri chizig'idan foydalanib, ularda yuz beradigan fazaviy o'tishlarning temperaturalarini aniqlash, hamda DTT va MTT o'rtasidagi bog'lanishni aniqlash;

4. Olingan natijalarini chuqur tahlil qilib tegishli xulosalar chiqarish.

Tadqiqot obyekti: Tog' jinslari tarkibidagi mineralar-magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenit.

Tadqiqot pretmeti: Tog' jinslari tarkibidagi mineralar-magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning $\chi(T)$ bog'lanishi, bu bog'lanishdan aniqlanadigan asosiy magnit xarakteristikalar (θ_p , C, μ_f) va temperatura o'zgarishi bilan yuz beradigan fazaviy o'tishlar.

Tadqiqod usuli: Magnit qabul qiluvchanlikni o'lchashning Faradey usuli, differensial termik tahlil va fazaviy o'tish temperaturasini aniqlashning MTT usuli.

Ilmiy yangilik: 1. Tog' jinslari tarkibidagi mineralar-magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning $\chi(T)$ bog'lanishlari ularning paramagnit holatida, ya'ni yuqori temperaturalar oralig'ida ($20-1200^{\circ}\text{C}$) o'lchandi va ular birinchi marta DTT qilindi.

2. Mineriallar-magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning tajribaviy $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish grafiklaridan foydalanib ularning asosiy magnit xarakteristikalari (θ_p , C, μ_{form}) aniqlandi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati: Ushbu bitiruv malakaviy ishida olingan natijalar tog' jinslarida uchraydigan minerallarning paramagnit holati, ularda amal qiladigan almashinuv o'zaro ta'sir nazariyalarini yuqori temperaturalarda takomillashtirish va minerallarning DTT natijalari haqidagi malumotlarni boyitish va yangi magnit materiallari yaratishda qo'llaniladi.

Himoya qilinadi: 1. Tog' jinslari tarkibidagi mineral-lar-magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning $\chi(T)$ bog'lanishlarni yuqori temperaturalarda o'lchash va ularni DTT qilish natijalari;

2. Namunalarning tajribaviy $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishlaridan foydalanib, ularning asosiy magnit xarakteristikalarini (θ_p, C, μ_{form}) aniqlash natijalari.

Bitiruv ishining tuzilishi va hajmi. Malakaviy bitiruv ishi kirish, uchta bob, xulosalar va 43 ta nomdagi foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan tashkil topgan bo'lib, 58 - bet lotin alifbosida bosma shaklda bayon qilingan. Uning mazmuni 23 ta rasm va 5 ta jadval yordamida ko'rgazmali bayon qilingan.

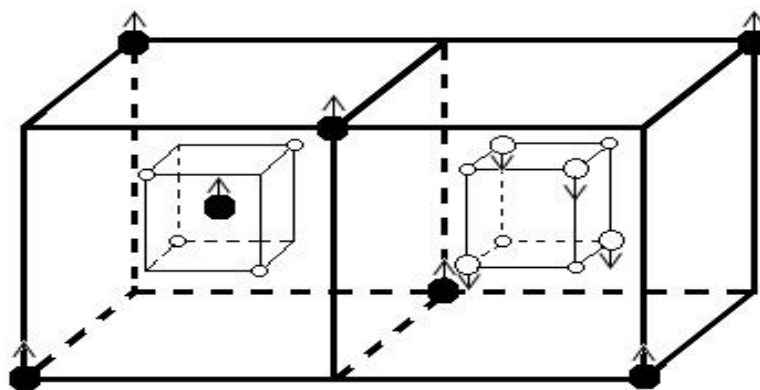
I BOB. MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Ushbu bobda tog' jinslari minerallardan- magnezioferrit, magnetit va ferrimolbdenitlarning kristall tuzilishi, differensial termik tahlili va termomagnet xossalari qaraladi. Atom (ion) paramagnetizmining Van-Flek nazariyasi, skanerli kalorimetriya usuli yordamida olingan termik tahlil hamda termograviametriya va nihoyat yuqori temperaturalarda tajribada tekshirilgan magnet xossalari shahar beriladi.

§1.1. Magnetitning magnet xossasi

Magnetit - tog' jinslari ichida kuchli magnet xossani namoyon qiluvchi mineral hisoblanadi. Magnetitning magnet xossasi past temperaturada yetarlicha o'rganilgan bo'lib, oxirgi vaqtlarda esa ferromagnet xossasini o'rganish davomida magnetitning kristall va magnet strukturasi haqida ma'lumotlar to'plangan.

Magnetitning kristall strukturasi shpinel strukturasi ga mansub bo'lib, har bir panjara yacheykasi 8 ta (Fe_3O_4) dan tashkil topgan. Ferri- va ferroionlar hamda kislorodning panjarada joylashishi ko'rsatilgan [1].



Rasm-1.1. Magnetitning teskari shpinel strukturasi.

Magnetitning kristall panjara tugunlarida temir ionlari oktaedrik va tetraedrik qurshovda antiparallel joylashuvi neytronlar difraksiyasi yordamida aniqlangan. Shuning uchun magnetit ferrimagnetik hisoblanadi.

Tabiiy magnetitning panjara doimiysi Bisperg va Basta tomonidan aniqlangan bo'lib, $a=8.396\pm0.0005\text{\AA}$ ga teng va sintez qilingan magnetitning Fe_3O_4 (Tombs va Ruksbi) va Abagams va Kalboun [1,2] lar tomonidan

hisoblangan. Panjara doimiysi esa $a=8.394\pm0.0005\text{\AA}$ ga teng chiqqan. Magnetitning Kyuri temperaturasi 578°C ga teng. Tabiiy ferromagnet oksid minerallarning kimyoviy tahlili shuni ko'rsatadiki, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ti^{4+} , Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} kationlardan tashqari boshqa elementlar ishtirok etishi mumkin, masalan, Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , V^{3+} , Si^{4+} . Bu kationlarning miqdori kam bo'lishiga qaramasdan, minerallar kristallografiyasi va magnet xossalariga sezirarli ta'sir ko'rsatadi. Magnetit Fe_3O_4 ga temir ionining bir valentli Me^+ ion bilan almashishi masalan, ishqori element bilan joy almashishi quyidagi formula ko'rinishida yozishimiz mumkin: $[\text{Fe}_{2+x}^{3+} \text{Fe}_{1-x} \text{Me}_x^+] \text{O}_4$, $\text{X}^{(100)}$ ning oshishi bilan bir valentli metall qo'shilgan magnetit Kyuri temperaturasi kamayadi, masalan, $[\text{Fe}_{2.15}^{3+} \text{Fe}_{0.7}^{2+} \text{Na}_{0.15}^+] \text{O}_4^{2-}$ uchun 535°C ni tashkil qiladi. Ikki valentli ion qo'shilgan magnetitning kristall panjarasi va Kyuri temperaturasining o'zgarishi.

Jadval. 1.1

(Fe ₂ O ₃ Me) aralashmali magnetit	Co		Ni		Mg		Cu	
	$\theta, ^\circ\text{C}$	a, Å	$\theta, ^\circ\text{C}$	a, Å	$\theta, ^\circ\text{C}$	a, Å	$\theta, ^\circ\text{C}$	a, Å
0	570	8.38	570	8.38	570	8.38	570	-
10	-	-	-	-	-	-	570	-
20	-	-	-	-	555	-	-	-
25	555	8.375	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	560	-
40	-	-	575	8.36	-	-	550	-
50	540	8.37	-	-	-	-	-	-
60	-	-	580	8.35	530	8.37	420	-
70	-	-	-	-	-	-	445	-
75	530	8.36	-	-	490	-	-	-
85	-	-	-	-	-	-	460	-
100	520	8.355	585	8.34	315	8.37	480	-

Magnetitda ikki valentli temir ioni singari ikki valentli metal ioni Me^{2+} ioni ham joylashadi, ya'ni $[Fe_2^{3+} Fe_{1-x}^{2+} Me_x^{2+}] O_4^{2-}$. Jadvalda magnetit tarkibida Mg^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} va Cu^{2+} ionlari joylashishi natijasida konsentratsiyadan bog'liq holda Kyuri temperaturasi va kristall panjara ulchamining o'zgarishi keltirilgan. Ba'zan Me^{3+} uch valentli ionlar egallagan holda magnetit kimyoviy formulasining umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi: $[Fe_{2-x}^{3+} Me_x^{3+} Fe^{2+}] O_4^{2-}$, Fe_3O_4 magnetitning kristall panjarasi tarkibidan Al^{3+} va Cr^{3+} uch valentli ionlarning joy egallashi natijasida yuz beradigan o'zgarishlar quyidagi jadvalda keltirilgan [3].

Magnetit tarkibidan uch valentli ionlar joy egallashi natijasida kristall panjara va Kyuri temperaturasi o'zgarishi. Jadval. 1.2

x	Al		Cr	
	$\theta, ^\circ C$	a, Å	$\theta, ^\circ C$	a, Å
0	575	8.41	575	8.41
0.09	560	8.39	-	-
0.135	-	-	569	8.38
0.15	548	8.38	-	-
0.21	545	8.37	-	-
0.30	535	8.36	563	8.34
0.36	-	-	560	8.31

§1.2. Minerallar qattiq fazasining magnit xossalari.

Mineral moddalar tuproq namunasining asosiy qismini tashkil etganligi sababli, uning magnit xossalari ko'p hollarda tuproq mineralining magnetizmi bilan aniqlanadi. Kimyoviy tarkibiga ko'ra, ko'pgina minerallar bu kislorodli birikmalardir. Hamma jins hosil qiluvchilardan asosiysi oksidlar va silikatlar bo'lib, bular temir ionlarini kristall tuzilishida ham, sirtidagi birikmalar va ionlar guruhi ko'rinishida bo'lishi mumkin. Tuproq namunasining ko'pgina magnit xossalari oksidlar va gidrooksidlarning miqdori va magnetizmi bilan aniqlanadi. Tuproqdagi asosiy magnitofaol elementlar Fe, Mn, Ni va Co ionlaridir. Tabiatda tarqalishi bo'yicha temir qolgan elementlarni ancha orqada qoldirib ketadi va

shuning uchun temir oksidlari va gidrooksidlarining magnit xossalari alohida e'tiborga molik.

Temir tuproqning qattiq fazalari bilan turli birikmalarida ikki yoki uch valentli (Fe^{3+} , Fe^{2+}) ko'rinishda uchraydi va odatda yuqori spinli holatda. Eng soddasi Fe^{3+} ionini hisoblanadi, uning elektron konfiguratsiyasi $3d^5$ bo'lib, bu $3d$ qobig'i yarmi to'ldirilgan va zichligining sferik taqsimotiga ega. Ushbu ionning spin momenti $h\sqrt{S(S+1)}$ ega, bu yerda $S=5/2$. Bunday holda $I=S=5/2$, $g_j=g_s=2$ va spin kvant soni $m_s=\pm 5/2; \pm 3/2; \pm 1/2$ spin-panjarali o'zaro ta'siri Fe^{3+} ionni elektroni bo'lgan moddalarda spin-panjarali relaksatsiya vaqti katta (10^{-6}) bo'ladi. Fe^{2+} ionining yuqori spinli holati $3d^6$ elektron konfiguratsiyasi bilan xarakterlanadi, bu Xund qoidasiga ko'ra $S=2$ spinga mos keladi. $3d$ -qobiqdagi oltinchi elektronning bo'lishi orbital momenti $L=2$ ga, erkin ionning to'liq momenti esa $J=L+S=4$ ga olib keladi [4]. Turli xil o'zaro ta'sirlar oqibatida hosil bo'lgan kristall maydoni Fe^{2+} ionning orbital momentini "muzlatadi", u holda kristall panjaradagi ionning magnit momenti yana faqat spin bilan aniqlanadi. Ikki valentli temir ionni uchun spin-spin o'zaro ta'sir bilan birgalikda elektron zichligining nosimmetrikligi sababli spin panjarali o'zaro ta'sir ancha sezilarli bo'lib qoladi. Bu shunga olib keladiki, Fe^{2+} ionining g-faktori $g=2$ qiymatidan ko'pincha oshib ketadi. Bunday holda moddaning magnit xarakterlash (χ va J) anizotrop bo'lib qoladi. K_p -panjaradagi temir ionlarining almashinuv o'zaro ta'siri, odatda, O^{2-} yoki OH^- ionlarini o'rab turgan elektronlar vositasida bilvosita amalga oshiriladi. Bunday bilvosita almashinuv xarakterli bog'lanish burchagiga (Fe-O-Fe) bog'lanishdagi yo'nalishlari orasidagi burchak) va ionlar o'rtasidagi masofaga bog'liq bo'ladi. Magnit xossalari ko'ra, kvarslar kabi toza dala shpatlari diamagnit moddalar hisoblanadi (1.3-jadval). Dala shpatlari kvarsqa qaraganda izomorfli almashtirishlarga ko'proq moyilroq bo'ladi. Dala shpatidagi Fe^{3+} ning aralashmalarini EPR – tadqiq o'tkazish bilan ularni tiplarga bo'lish mumkin. EPR – spektrlari nafaqat kaliyli va natriyli dala shpatlarini farqlaydi [5], balki ular uchun tartiblanish turlilgini ham xuddi kvarsdagi kabi, dala shpatida temirning ishtiroki uni ham paramagnetizmga olib kelishi mumkin. Bunday holda

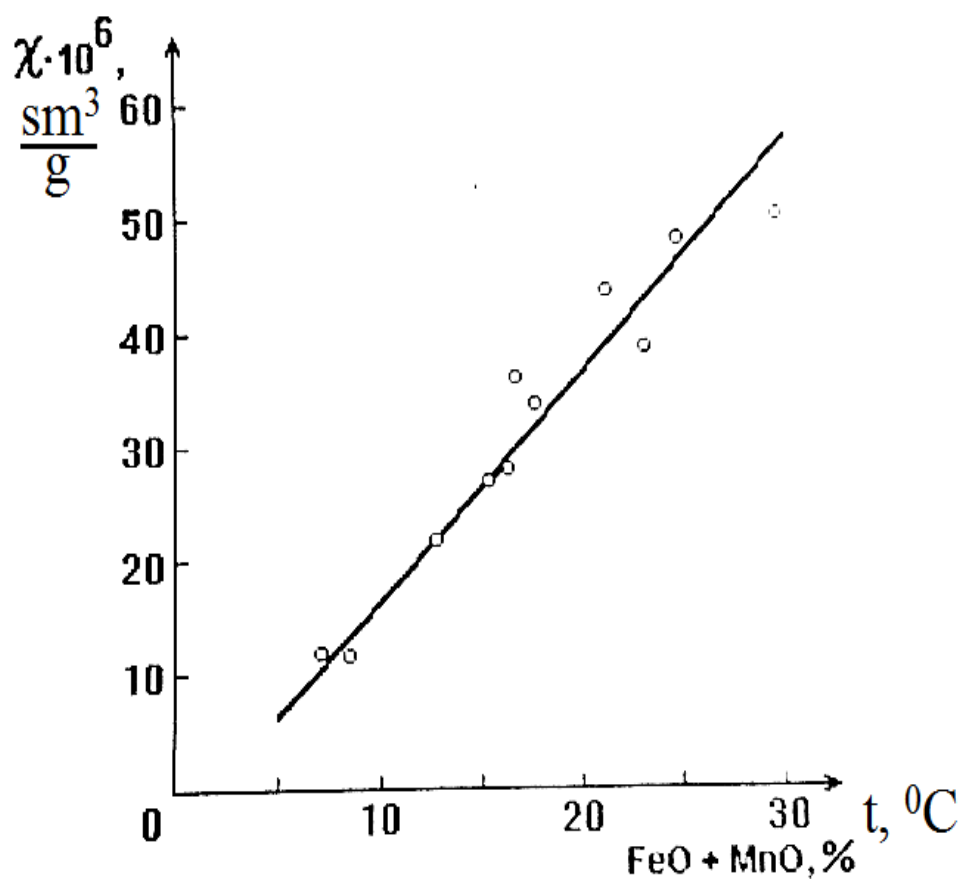
namunaning magnit qabul qiluvchanligi silikatlar tuzilmasidagi Fe^{3+} ionlar konsentratsiyasiga proporsionaldir. (1.3-jadval). Shuni ta'kidlab o'tish mumkinki, Al^{3+} ionini o'lchash bo'yicha katta bo'lgan temir ioniga almashtirish faqat yetarlicha katta bosimda sodir bo'lishi mumkin.

Kvars va dala shpatlaridan farqli ravishda, slyudalar (ayniqsa trioktaedrik) ancha miqdorda tuzilishli temirni o'ziga olishi mumkin va shuning uchun, o'zining ko'p holda paramagnetiklar hisoblanadi (1.3-jadval). Bundan ma'lumki slyudalarning qabul qiluvchanligi bunday holda namunadagi temir konsentratsiyasga bog'liq bo'ladi. [4, 5] ishda xona haroratida magnitli o'lchashlar yordamida kristall panjarasidagi Fe^{2+} va Fe^{3+} ionlarining turli miqdorlaridagi 11 ta biotitlar o'rganildi. Tadqiqotlar magnit qabul qiluvchanlik va namunadagi marganets bilan birgalikdagi temir miqdori o'rtasida yuqori darajadagi korrelyatsiya mavjudligini ko'rsatdi.

Ba'zi bir moddalar va minerallarning magnit xossalari. 1.3- jadval

Moddaning nomi	$\chi, 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$	Magnit tartiblanish temperaturasi	$J_s, \text{Gs} \cdot \text{sm}^3/\text{g}$	$H_c, \mathcal{O}$
1	2	3	4	5
Diamagnetiklar va paramagnetiklar				
Suv	-0.72	$T_N \sim 7K (z = 4.8)$		
Ammiyak	-1.06			
Karbonat angdriq gazi	-0.48			
Sirka kislotasi	-0.53			
Shakar	-0.57			
Kalsiy	-0.38			
Silvin	-0.52			
Korund	-0.34			
Kvars	-0.46 ÷ -0.10			
Ortoklaz	-0.38 ÷ -0.10			
Albit	-0.40 ÷ 0.36			
Muskovit	0.42 ÷ 12			
Flogolit	5 ÷ 23			
Biotid	12 ÷ 62			
Piroksinlar	8 ÷ 246			
Avgit	13 ÷ 133			
Amfibollar	18			
Olivin	-0.48 ÷ 8.6			
Montmorillonit	1.30			
Bentonit	13			
Vermikulit	20			
Nontronit		$T_C \sim 3K (z = 3.4)$		

Kaolinit Gidroslyudalar Glaukonit	-0.43 ÷ 1.72 9 ÷ 63 33	- - $T_C \sim 1 - 7K(z = 2.8)$		
Ferromagnetiklar va antiferromagnetiklar				
Ferrigidrit	150 ÷ 200	$T_N = -265^\circ C$	0.4/1.2	-
Gyotit	120 ÷ 430		0.20/0.25	-
Akaganeit	-	$T_N = 120^\circ C$	-	-
Lepidokrokit	163 ÷ 245	$T_N = 17^\circ C$	0.25/0.32	-
Ferroksigit	2440 ÷ 27500		7/9	-
Vyustit	-	$T_N = -196^\circ C$	-	-
Magnetit	300000 ÷ 2000000	$T_N = 177^\circ C$	97/92	20
Maggemit	300000 ÷ 2000000	$T_N = -75^\circ C$	88/83	15/20
Gematit	80 ÷ 260	$T_C = 578^\circ C$ $T_C = 675^\circ C$ $T_N = 675^\circ C$ $T_M = -20^\circ C$	0.36	360/7600



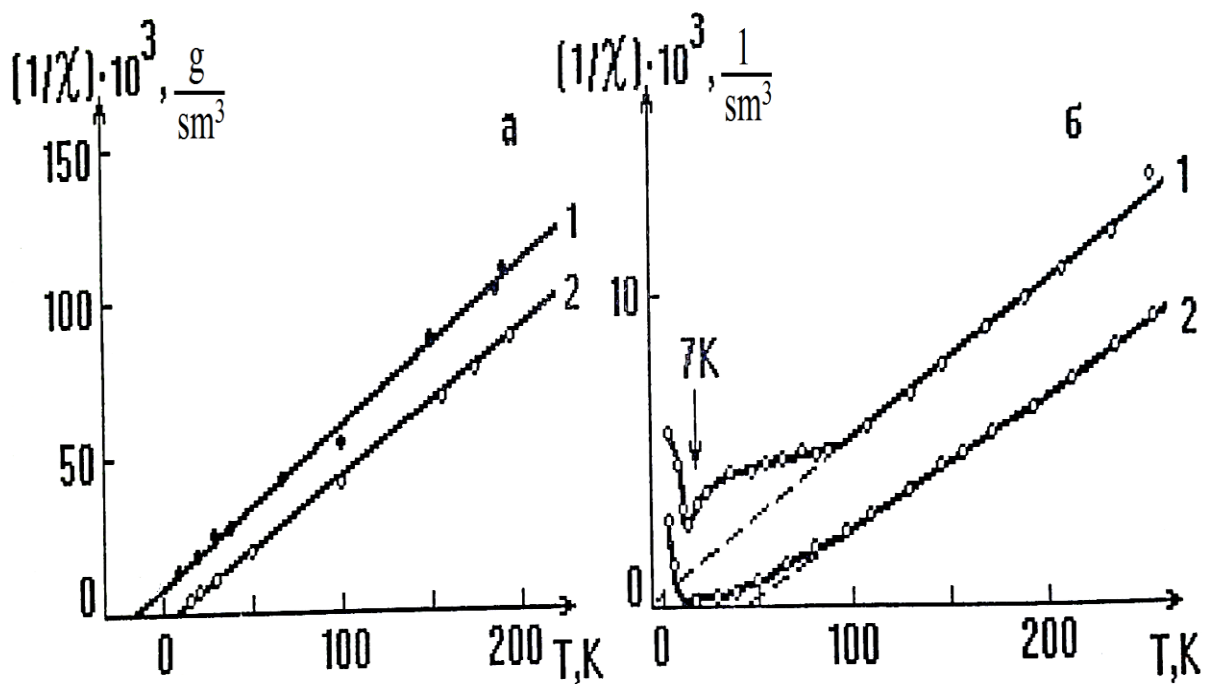
1.2-rasm. χ ning biotitlardagi FeO+MnO umumiy miqdorga bog'liqligi

$C_{Fe} = 1.15 + 0.53 \cdot \chi \cdot 10^6$, bu yerda C_{Fe} - namunadagi FeO ning vaznli % i.

Past temperaturalarda o'tkazilgan magnit o'lchashlari [6] ko'rsatadiki, slyudalar

va gidroslyudalar tuzilmasidagi katta miqdorda temir bo'lganida, temir ionlari o'rtasidagi almashinuv o'zaro ta'sir yetarlicha sezilarli bo'lib qolar ekan. Bu past temperaturalarda mineral magnit tartiblangan bo'lib qolganligi sababli yuzaga chiqadi. Biotitning magnit qabul qiluvchanligi anizotrop va bu tuzilmadagi Fe^{2+} ionlarining katta miqdori bilan bog'liq (1.2-rasm). Hisoblashlar ko'rsatadiki, Fe^{2+} - Fe^{2+} almashinuv o'zaro ta'siri ferromagnetizm hisoblanadi va yetarlicha anizotrop. Glaukonitda χ anizotropiya aniqlanmagan. Bu faktni bunda biotitga nisbatan uch valentli temir ionlarining yuqori miqdorda bo'lishi sababli Fe^{2+} - Fe^{3+} elektron almashinuv bilan tushuntirish mumkin. O'lchash natijalariga ko'ra, Fe^{3+} - Fe^{3+} o'zaro ta'sir antiferromagnitli hisoblanadi.

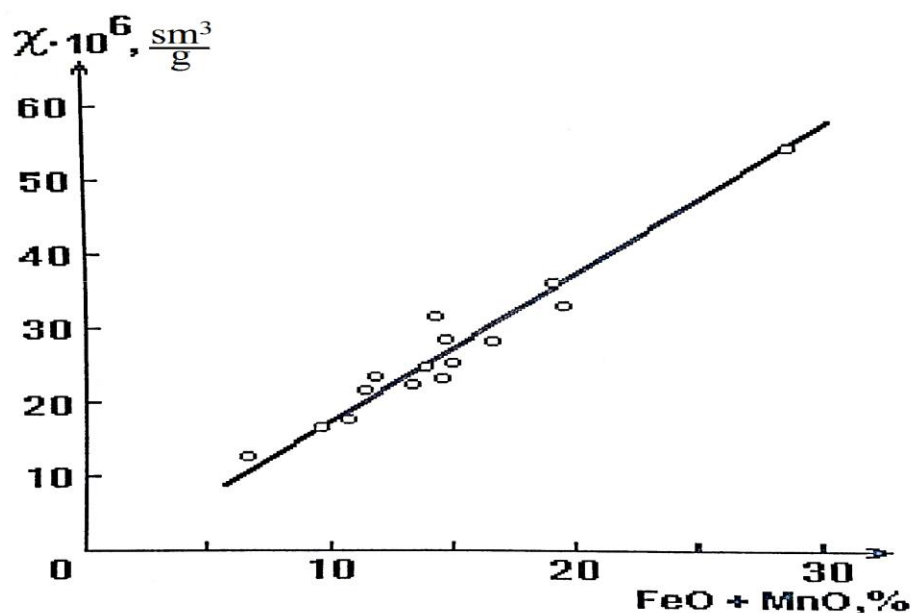
Magnit o'lchashlari natijalari bo'yicha mualliflar tomonidan o'tkazilgan hisoblashlarga ko'ra, biotit va glukonitda antiferromagnetizmli fazaviy o'tishlar $T_M = 7$ K va $T_N = 1/7$ K temperaturalarda mos holda sodir bo'ladi. Ularning magnit tuzilmasi ferromagnit tartiblangan qatlamlardan tashkil topgan bo'lib, ularning magnit momenti qatlamlar tekisligida yotadi. Bu qatlamlar o'zaro antiferromagnitli o'zaro ta'sir bilan bog'langan. Xuddi shunga o'xshash tartiblanish 1:1 qatlamli silikatlarda suyuqlangach [7]. Xuddi shu mualliflar xuddi shu temir miqdoridagi 2:1 tipidagi silikatlarda 1:1 nisbat tipidagi silikatlarga nisbatan ancha past ekanligini ko'rsatdi. Minerallning temir bilan to'yinishining ko'rsatkich sifatida mualliflar mazkur temir ionini o'rab turuvchi yaqin temir ion soni Z ni kiritishdi. Z yoki O bo'lganida almashinuvchi o'zaro ta'sir bo'lmaydi, silikat Kyuri qonuniga mos holda temperaturaning butun diapazonida paramagnetik hisoblashadi. Agar $Z=1$ bo'lsa u holda mineral paramagnetik bo'lib qoladi, ammo magnit parametrlarining temperaturaviy bog'liqligi sezilarli darajada o'zgaradi. Magnit qabul qiluvchanlikning temperaturaviy bog'liqligi chetlashadi. $Z > 2$ bo'lganida jamoaviy magnit o'zaro ta'sirlar mineralni past temperaturalarda ham magnitli tartiblanishiga olib keladi. Muskovit va biotitning temperaturali va magnitli o'lchashlari natijalari 1.3- rasmda ko'rsatilgan.



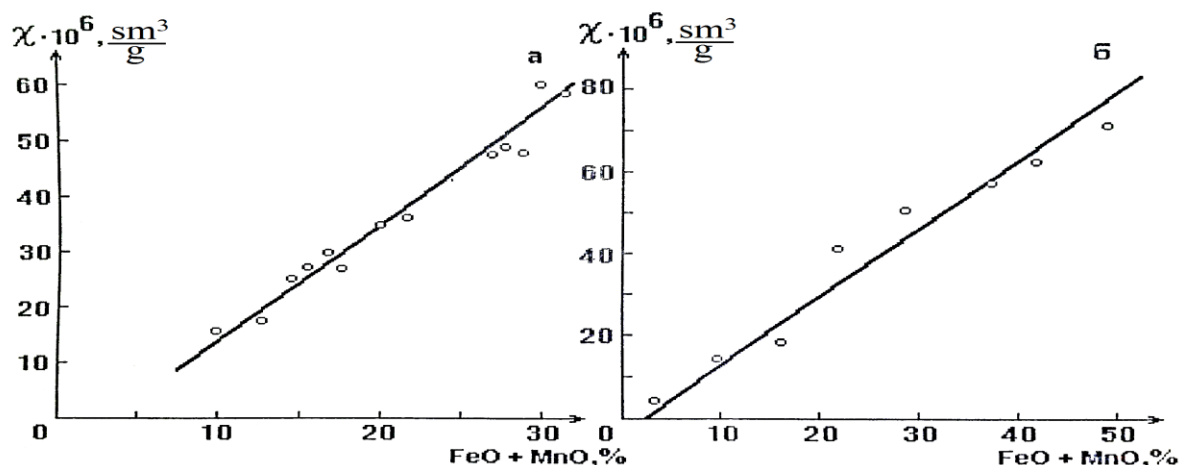
1.3-rasm. Muskovit (a) va biotit (b) lar temperaturasi qabul qiluvchanlikga bog'liqligi

Silikatlarning keyingi guruhini piroksanlar va amfibollar hosil qiladi. Turli tartibli piroksinlarning kristallik formulasi quyidagicha ifodalanishi mumkin $R_2 [Si_2 O_6]$. Bu yerda: R-metall ioni. Amfibollarning tuzilish formulasi – $R_2[Si_4O_{11}](OH)_2$. Shamollatish jarayonlarida amfibollar piroksinlarga nisbatan ancha turg'un. Bundan tashqari ular temirning tuzilishli katta miqdoriga ega va paramagnit modda hisoblanadi (1.3-jadval). Demak past temperaturada piroksin va amfibollarda ham slyuda va sliktitlardagi kabi magnit tartib o'zaro yuzaga kelishi mumkin ekan. Mazkur muammo bo'yicha tadqiqotlar adabiyotlarda chop etilmagan va shuning uchun juda ham qiziqarli ilmiy muammo hisoblanadi.

Turli amfibollarning magnit xossalari xona temperaturasida [8] - ishda o'rganilgan. Tadqiqotlar natijalariga ko'ra bu yerda ham magnit qabul qiluvchanlik namunadagi temir va marganetsning umumiy miqdoriga proporsional ekan. (1.3-rasm, 1.4-rasm) va silikatlarining temirlanishi o'lchami bo'lib qolishi mumkin.



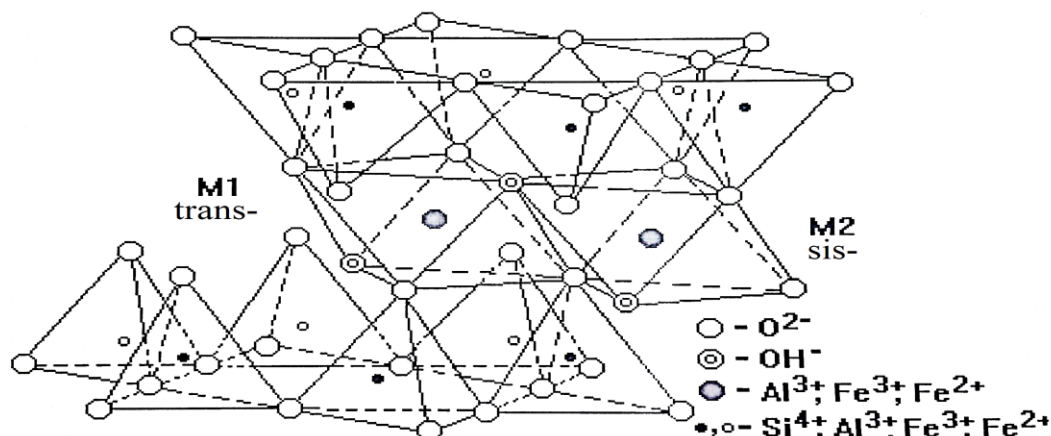
1.4-rasm. Amfibollarda $C_{Fe} = 1.63 + 0.50 \cdot \chi \cdot 10^6$ χ ning FeO+MnO umumiy miqdoriga bog'liqligi



1.5-rasm. Klinopiroksenlarda (a, $C_{Fe} = 0.43 + 0.44 \cdot \chi \cdot 10^6$) va ortopiroksenlar (b, $C_{Fe} = 2.53 + 0.57 \cdot \chi \cdot 10^6$) larda χ ning FeO+MnO umumiy miqdorga bog'liqligi

Ikkilamchi minerallar ichida—silikatlar tuproqlarda loysimon ko'rinishda alohida tarqalishga ega. Ko'pchilik loysimon minerallarning tuzilishi ikkita tashqi kremniy kislorodli tetraedrik qatlamlardan va oraliq alyumo-kislorodli oktaedrik qatlamdan iborat tarzda taqdim qilingan. Minerallar uchun ancha qiziqarlisi montmorillonit (sliktit) guruhi minerallari hisoblanadi [9, 10]. Montmorillonitning

tuzilish formulasi $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ haqiqatdan ham, tabiiy montmorillonitlar o'zlarining tuzilishida ko'plab izomorfli almashinishlarga ega. Tetraedr qismidagi kremniy Al^{3+} va Fe^{3+} ga almashtirishi mumkin, oktaedrlardagi alyuminiy esa Fe^{3+} , Fe^{2+} yoki Mg^{2+} ga (1.6-rasm). Bitta uch qatlamli paketdagi kislorodli sirti boshqasining kislorodli sirti bilan tegib turishi mumkin, buning oqibatida paketlar o'rtasidagi bog'lanish kuchsiz bo'ladi. Shuning uchun suv molekullari va boshqa qutbli molekullar paketlar o'rtasidagi fazoga erkin kirib borishi mumkin va mineral shishadi. Kristall panjarasidagi izomorf almashinishlar sababli montmorillonit har doim elektr nomuvozanat bo'ladi. Bunday holda hosil bo'lgan manfiy zaryad almashinuvchi kationlar bilan muvozanatlashadi va ular tuzilmali paketlar o'rtasidagi suv bilan birgalikda adsorbsiyalanadi. Ko'picha bu ionlar: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} .



1.6-rasm. Montmorillonitning 3 qatlamli paketi tuzilmasi.

Tabiiy montmorillonitlar izomorfli almashinuvi sababli magnit xossalariga ko'ra, paramagnetiklar hisoblanadi tadqiqot o'tkazilishidan montmorillonitning solishtirma magnit qabul qiluvchanligi xona temperaturasida $\chi = 2.5 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$ ni tashkil qilar ekan. Ushbu paytdan qazib olingan montmorillonitning umumiy temir miqdori Fe_2O_3 bo'yicha 4% ni tashkil qilar ekan. [1, 9] ishlarda o'tkazilgan temperaturaviy tadqiqotlardan ko'rinadiki, montmorillonitlardagi almashinuvchi o'zaro ta'sir juda ham kuchsiz ifodalangan va asosan antiferromagnitli hisoblanadi. Montmorillonitning temirli bir turi–nontronit – yanada yuqori qabul qiluvchanlikka

ega, oktaedrlarga kiruvchi temir ionlarining almashinuvchi o'zaro ta'sir esa kuchliroq ifodalangan. $T=300\text{K}$ bo'lganida $Z=3.4$ bo'lgan nontronitlar uchun $\chi = 20 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$, $Z=0.4$ bo'lgan montmorillonitlar uchun $\chi = 7.6 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$.

Shuni ta'kidlab o'tish lozimki, silikatlarning magnit xossalari almashinuvchi kation turiga sezilarli darajada bog'liq bo'lar ekan [11, 12]. Masalan temirning umumiy miqdori 4.6% (Fe_2O_3 bo'yicha) bo'lgan montmorillonit uchun $T=300\text{ K}$. da solishtirma magnit singdiruvchanlik: H_2 uchun $\chi = 3.5 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$, Na-shaklda $\chi = 1.6 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$, Ca – shaklida $\chi = 2.2 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$.ni tashkil etadi. Bunday farqlanish, balki, temirning almashinuvchi ionlarini boshqa ionlar tomonidan qisib qo'yishi bilan bog'liqdir.

Bunday namunalarning kichik singdiruvchanlikli paramagnet xossalari ega ($T=300\text{K}$. da; $\chi = 0.46 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$). Temperaturaviy tadqiqotlarda magnitli tartiblanish aniqlanmagan.

Tuproqda xloritlar guruhining loyli minerallari kamroq tarqalgan. Ular 2:1:1 tipidagi strukturali karkasga ega bo'lib, unda slyudaga o'xshash uch qatlamli paketlari (tetraedrlar–oktaedrlar–tetraedrlar) alyumo kislorodli oktaedrlarning brusitli qatlami bilan ajralgan. Bunday qatlamli tuzilmasi sababli xloritlar katta miqdordagi izomorfli kationlarga ega. Slyudaga o'xshash qatlamdagi oktaedrlarda Al^{3+} ionlari Mg^{2+} va Fe^{3+} larga almashadi, tetraedrlarda Si^{4+} ionlari Al^{3+} va Fe^{3+} ga. Buning natijasida xloritli paket o'zida manfiy zaryad tashiydi. Brusitli qatlamning oktaedrlarida Mg^{2+} ionlari $\text{Al}^{3+}(\text{Fe}^{3+})$ ionlariga almashadi, bu esa bu qatlamda ortiqcha musbat zaryad to'planishiga olib keladi. Xloritlarda $\text{Fe}^{3+}(\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ bo'yicha})$ miqdori 1 dan 3% gacha, Fe^{2+} niki esa 5% dan 40% gacha tebranadi. Magnit xossalari bo'yicha xloridlar paramagnetiklar hisoblanadi (28% FeO bo'lganida $\chi = 80 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$ ga teng). Temirli xloridlarda past temperaturalarda, ehtimol, temir ionlarining almashinuvchi o'zaro ta'siri bo'lishi mumkin va magnit xossalarining anizotropiyasi yuzaga chiqadi. Bu masala, balki, past temperaturalarda qo'shimcha magnit tadqiqotlarini talab qilishi mumkin.

§1.3.Paramagnetizmning Van-flek nazariyasi

Ionlardagi kechikib to'ladigan elektron qobiqdagi elektronlarning energetik sathlari energiyasi E -ni bilgan holda Van-Flek tomonidan ishlab chiqilgan paramagnetizmning kvant-mexanik nazariyasi natijalaridan [13-15] foydalanib, shunday erkin ionlar sistemasidagi paramagnit qabul qiluvchanlikning temperaturaga bog'liqligini hisoblash mumkin.

Sistema og'ir KYeM ionlaridan tashkil topgan deb faraz qilaylik. Sistemadagi har bir ionning asosiy va birinchi uyg'ongan holat energiyasi farqi issiqlik energiyasidan juda katta bo'lganda ($\Delta E \gg k_B T$) Van-Flek nazariyasi shu sistemaning solishtirma magnit qabul qiluvchanligi uchun quyidagi ifodani beradi:

$$\chi = \frac{N_A}{M} \frac{g_J^2 \mu_B^2 J(J+1)}{3k_B T} + \frac{N_A \alpha_J}{M}. \quad (1.1)$$

Bunda, N_A -Avagadro soni; M -berilgan KYeM ning atom massasi; k_B -Boltsman doimiysi; T -Absolyut temperatura; μ_B -Bor magnetoni; g_J -Lande faktori.

Lande faktori quyidagicha aniqlanadi:

$$g_J = 1 + [S(S+1) + J(J+1) - L(L+1)] / 2J(J+1). \quad (1.2)$$

(1.1) dagi ikkinchi qo'shiluvchi temperaturaga bog'liq bo'lgan Van-Flek paramagnetizmi. Undagi α_J quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha_J = \frac{\mu_B^2}{6(2J+1)} \left[\frac{F_{J+1}}{E_{J+1} - E_J} - \frac{F_J}{E_J - E_{J-1}} \right]. \quad (1.3)$$

Bu ifodadagi F quyidagicha aniqlanadi:

$$F_J = \frac{1}{J} [(S+L+1)^2 - J^2] \cdot [J^2 - (S-L)^2]. \quad (1.4)$$

(1.1) ifodadagi birinchi qo'shiluvchi magnit qabul qiluvchanlikning temperaturaga bog'liq qismini $\chi(T)$ aniqroq qilib aytganda KYeM ning kristall panjarasi tugunlarida o'rtoqlashgan 4f-qobiq elektronlarining magnit qabul

qiluvchanligini, ikkinchi qo`shiluvchi  $\frac{N_A}{M}\alpha_J = \chi_0$  temperaturaga bog`liq bo`lmagan qismini ifodalaydi. Demak (1.1) fodadan ko`rinadiki $\Delta E \gg k_B T$ shart bajarilganda yuqori temperatura va kuchsiz magnit maydonda $\left(\frac{\mu_B H}{k_B T} \ll 1\right)$ KYeM ning erkin ionlari sistemasining magnit qabul qiluvchanligi, ionlar asosiy holatining to`la mexanik moment kvant soni  $J$  ga temperaturasi  $T$  bilan aniqlanar ekan.  $\chi_0 = \frac{N_A \alpha_J}{M} = 0$  bo`lganda (1.1) ifoda quyidagi klassik Xund formulasiga aylanadi:

$$\chi = \frac{N_A}{M} g_J^2 J(J+1) \mu_B^2 / 3k_B T \quad (1.5)$$

Agar

$$C = \frac{N_A}{M} g_J^2 J(J+1) \mu_B^2 / 3k_B = \frac{N_A}{M} \frac{\mu_{eff}^2}{3k_B} \quad (1.6)$$

belgilash kiritilsa, (1.5) ifoda Kyuri empirik qonuninig analitik ifodasiga aylanadi:

$$\chi = \frac{C}{T}. \quad (1.7)$$

(1.6) ifodada belgilangan μ_{eff} kattalik

$$\mu_{eff} = g_J [J(J+1)]^{\frac{1}{2}} \mu_B \quad (1.8)$$

KYeM erkin ioni effektiv magnit momentining nazariy qiymatini aniqlaydi. Bu kattalikning tajribaviy qiymatini aniqlash uchun (1.6) dan quyidagi ifodani olish mumkin:

$$\mu_{\phi\phi} = \frac{1}{\mu_B} \left(\frac{3k_B}{N_A} \right)^{1/2} (MC)^{1/2} \mu_B = 2,83 (MC)^{1/2} \mu_B. \quad (1.9)$$

KYeM ionlarning magnit o`zaro ta`siri, energiyaga proporsional bo`lgan, Kyurining paramagnit temperaturasi deb ataladigan, θ_p kattalikni (1.1) ifodaning birinchi hadi maxrajida $T \rightarrow (T - \theta_p)$ almashtira olish bilan hisobga olish mumkin [13,14]. Buni hisobga olganda (1.7) ifoda Kyuri-Veyss qonunining analitik ifodasiga aylanadi:

$$\chi = C / (T - \theta_p). \quad (1.10)$$

Yengil kamyob yer metallari uchun χ_0 ning qiymatini hisobga olmasligi mumkin emasligini hisobga olsak (1.1) dan Kyuri-Veyss qonunining umumlashgan ifodasini olamiz:

$$\chi = \frac{C}{(T - \theta_p)} + \chi_0. \quad (1.11)$$

Temir guruhi metallari atomlari(ionlari)ning 3d-qobiq elektronlarining uyg'ongan va asosiy energetik sathlar energiyalarining farqi ($\Delta E \ll k_B T$) (T- absolyut temperatura) bo'lgani uchun Van – Flek nazariyasidan bu elementlar magnit qabul qiluvchanligining temperaturaga bog'lanishini hisoblash uchun quyidagi ifodani olish mumkin [5]:

$$\chi = \frac{N_A}{M} \frac{\mu_B^2}{3k_B T} [4S(S+1) + L(L+1)], \quad (1.12)$$

bu ifodada ham quyidagicha belgilash kiritamiz:

$$C = \frac{N_A}{M} \frac{\mu_B^2}{3k_B T} [4S(S+1) + L(L+1)] = \frac{N_A}{M} \frac{\mu_{ef}^2}{3k_B}. \quad (1.13)$$

$$\text{Bundagi} \quad \mu_{ef} = [4S(S+1) + L(L+1)]^{\frac{1}{2}} \mu_B. \quad (1.14)$$

(1.13) ga asosan (1.12) dan (1.10) ko'rinishdagi quyidagi Kyuri-Veyss qonunining empirik ifodasini olish mumkin.

Shuni alohida qayd etish kerakki, (1.14) ifoda bo'yicha nazariy hisoblangan μ_{ef} ning qiymati, TGM bitta atomiga to'g'ri keladigan magnit momentning tajribaviy qiymatidan ancha katta bo'lib chiqadi. Buning sababi quyidagicha: temir guruhi elementlarining kristall holatida panjara tugunidagi 3d elektronlar, shuningdek ularning orbital magnit momenti, qo'shni tugunlardagi ionlarning kuchli elektr maydoni ta'siridan yaxshi himoya qilinmagan. Shu ta'sir natijada ionlar magnit momentlarining orbital tashkil etuvchisi, kristallda aniq bir yo'nalish olib, qotib („muzlab“) qoladi. Orbital momentning kristall maydoni bilan o'zaro ta'sir energiyasi ion ichidagi spin – orbital bog'lanish energiyasidan ancha katta bo'ladi. Shu tufayli magnit momentning (1.14) ifodadagi orbital tashkil

etuvchisini hisobga olmaydigan darajada kichik deb qarash mumkin ($L \approx 0$). U holda (1.14) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\mu_{ef} = 2[S(S+1)]^{\frac{1}{2}} \mu_B. \quad (1.15)$$

Agar multipletlik - $2S+1$, yoki 3d qobiqdagi juftlashmagan elektronlar soni - N aniq bo'lsa, μ_{ef} ning qiymatini (1.15) dan kelib chiqadigan quyidagi ifoda

1.4 – jadval

TGM (Fe, Co, Ni) ionlarining asosiy magnit xarakteristikalari [1].

Ion	3d elektronlar soni	N	μ_{eff}, μ_B , nazariy		μ_{eff}, μ_B tajr.	Spin orbital yoyilish parametri, $(E_{3d}) \text{ sm}^{-1}$
			$\sqrt{N(N+2)}$	$g_J \sqrt{J(J+1)}$		
Sc^{3+}	0	0	0	0	diam.	-
Ti^{3+}	1	1	1.73	1.55	1.8	154
Y^{3+}	2	2	2.83	1.63	2.8	105
Cr^{3+}	3	3	3.87	0.77	3.8	91
Mn^{3+}	4	4	4.9	0	4.9	88
Mn^{2+}	5	5	5.92	5.92	5.9	0
Fe^{3+}	5	5	5.92	5.92	5.9	0
Fe^{2+}	6	4	4.9	6.7	5.4	-103
Co^{2+}	7	3	3.87	6.63	4.8	-178
Ni^{2+}	8	2	2.83	5.59	3.2	-325
Cu^{2+}	9	1	1.73	3.55	1.9	-829
Cu^{1+}	10	0	0	0	diam.	-

yordamida ham topish mumkin ($s = \frac{N}{2}$):

$$\mu_{ef} = \sqrt{N(N+2)} \mu_B. \quad (1.16)$$

TGM bitta atomiga to'g'ri keladigan magnit moment-effektiv magnit momentining tajribaviy qiymatini ham (1.13) dan olinadigan (1.9) ifodada foydalanib topiladi. Shuni alohida qayd etish lozimki, TGM ionlari uchun (1.15) yoki (1.16) ifodalar bo'yicha hisoblash natijalar tajriba natijalari bilan yaxshi mos tushadi. TGM ionlarining asosiy magnit xarakteristikalari 1.4–jadvalda keltirilgan.

§1.4 Minerallarning fazaviy termik tahlilini o'rganishda differensial termik tahlili usulining qo'llanilishi.

Tog' jinslari va minerallarni DTT usuli orqali o'rganish samarali imkoniyat beradi: a) termik tahlil uchun tanlangan va tayyorlangan nomalum mineralni sifatli fazali tahlildan o'tkaziladi; b) sonli tahlil o'tkaziladi ya'ni polimineral topilmalarda bir yoki bir nechta mineral prosentini aniqlaydi.

Mineral va ularning tabiiy qorishmasini sifatli fazali termik tahlili. DTT metodi sifatli fazali termik tahlili deganda DTT egri chizig'i termik xarakteristikasi bo'yicha tabiiy agregatli yig'ilmalar yoki monofraktsiyalar tarkibidagi minerallar turlarini aniqlash nazarda tutiladi. Tahlil shunga asoslanganki moddada yuz beradigan ko'pchilik issiqlik effektlari va ularda xarakterli temperaturalar o'zgarishsiz qoladi. Har bir mineral issiqlik effektlari bilan o'ziga xos reaksiyaga kirishadi.

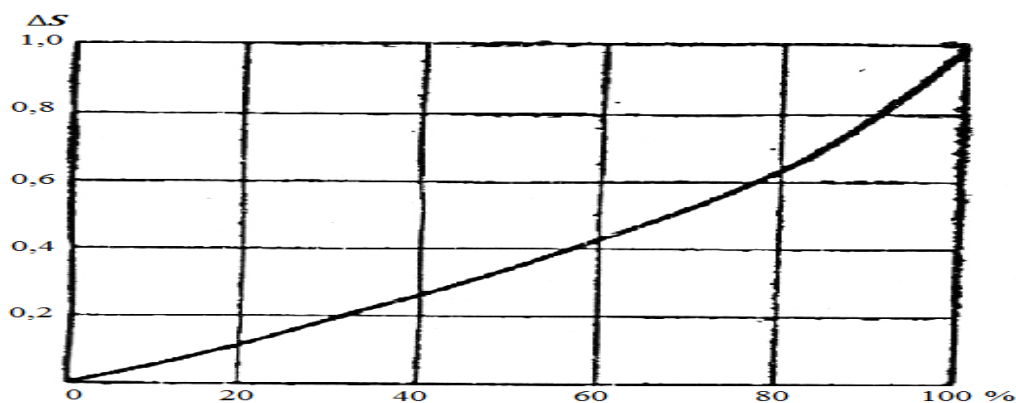
Nomalum mineral diagnostikasi DTT mineral fazasining egri chizig'i etalon bilan solishtirish usuli orqali aniqlanadi. Tahlil qilinayotgan DTT egri chizig'i etalon DTT egri chizig'i bilan solishtirganda ikkala egrini tashqi o'xshashligiga etibor berish zarur analogik effektlar temperaturasi va ular maydoni razmeri mosligiga etibor kerak [15]. Monomineral namunani termogrammasini xarakter va belgi bo'yicha etalonli DTT egri chizig'i bilan to'liq mos kelishi o'rganilayotgan mineralni bir xil deb aytishga asos bo'ladi. Polekomponentli topilmalarni tahlilida bunday asos keltirish qiyin. Bu holatda minerallar qorishmasining umumiy termogrammasi har bir fazaga bo'linadi. Bunda termik effektlar kattaligi tahlil qilinayotgan namunaning minerallari o'rtasida bo'ladi. Bu ko'p hollarda termik effektlar temperaturasi turli minerallarga bo'linishiga olib keladi.

Murakkab polimineral qorishmada alohida minerallar sonini aniqlashda termik effektlar kattaligi mineral og'irligiga teng degan bog'liqlik mavjud.

$$\Delta S = km \quad (1.17)$$

Termik effekt kattaligi o'lchami sifatida nol chiziq va differensial egri chiziq orasidagi soha kengligi qabul qilinadi. Sohaning kengligi termogrammada turli metodlar bilan planimetr yordamida o'lchanadi.

Darajalash egri chizig'ining tuzilishi quyidagicha. Mineralogo – petrografik tarkibli qorishma etaloni tayyorlanadi. O'rganilayotgan namunalarda ma'lum komponentni o'sishi kuzatiladi. 10, 20, 30 % eksprementni bir xil sharoitida har bir etalon uchun termogramma olinadi [16]. Unda ma'lum termik effekt sohasi aniq o'lchanadi. Sonli termik tahlilning boshqa metodlari ham ishlab chiqilgan. DTT egri chiziqlari yordamida sonli fazali termik tahlil metodlari qiyin va nisbatan noaniq bo'lishiga qaramasdan tezligi va arzonligi sababli ko'pchilik geologik obyektlarda mineralogik tarkibni o'rganish uchun amalda qo'llaniladi.



Rasm-1.7. Minerallarda kristallangan fazolarning hosil bo'lishi va o'sishi.

Kristallangan fazalarning hosil bo'lishi va o'sishi. Kristallangan moddalar turli yo'llar: a) suyuqliklarning (qizib erib turgan yoki eritma) kristallanishi, b) chiqayotgan gazsimon mahsulotlarning bo'shliq devorlarida kristall holida yotqizilishi va v) qattiq massalardan (jumladan kolloidlardan) qayta kristallanish yo'li bilan yuzaga kelgan bo'lishi mumkin. Tabiiy kristallangan jinslarning asosiy massasi erib turgan silikat qotishmalarning va suvda erigan moddalarning kristallanishi natijasida yuzaga kelgandir. Bunga kristallangan magmatik jinslarning katta – katta massalari, foydali qazilma konlarining juda ko'pchili, sho'r suvli havzalarning kristallangan cho'kindilari va boshqalar kiradi.

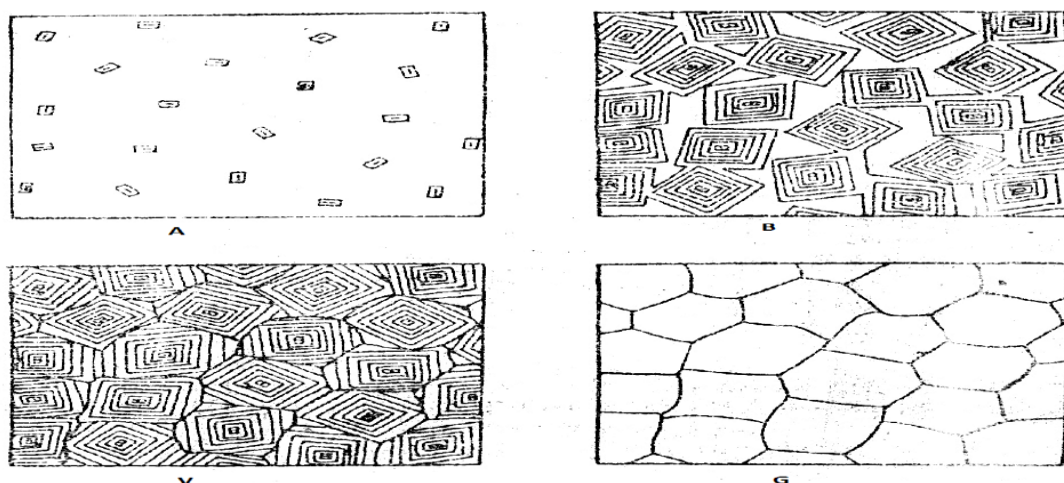
Har qanday sovib borayotgan qotishmaning kristallanishi nazariy jihatdan shu moddaning erish temperaturasi mos keladigan muayyan temperaturada

boshlanishi kerak. Xuddi shuningdek eritmaning kristallanishi ham erituvchini o'sha modda bilan to'yinishi bilanoq boshlanishi kerak edi [17,18]. Biroq tajribalarning ko'rsatishicha, suyuq fazaning kristallanishi birmuncha o'ta soviganidan keyin yoki o'ta to'yinganidan keyin boshlanadi.

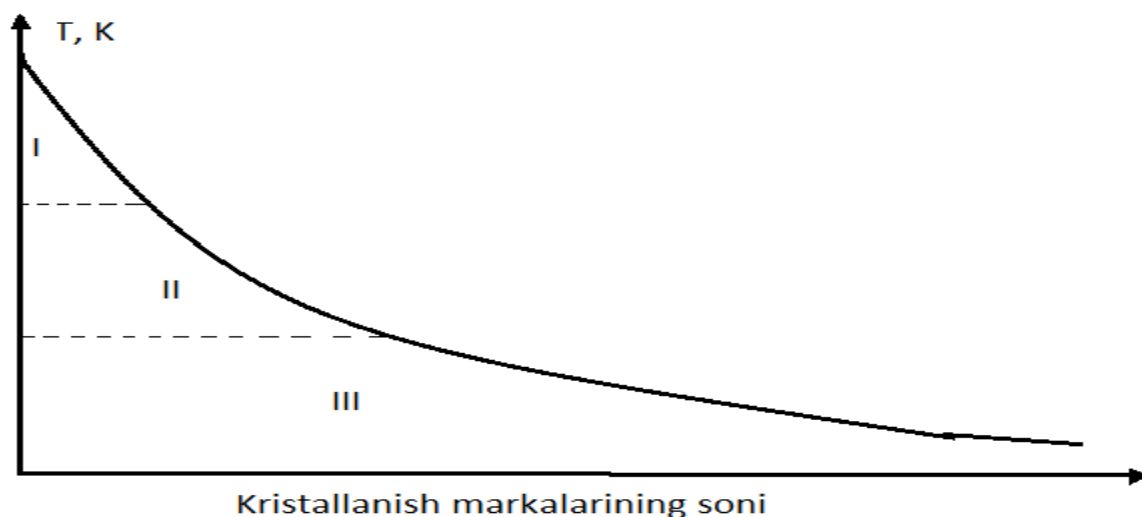
Suyuq muhitning o'ta sovushi yoki o'ta to'yinish darajasi kristallanayotgan suyuqlikning kimyoviy tarkibiga va ma'lum darajagacha bosimga ham bog'liqdir. Kristallarning sovib borayotgan gazlardan hosil bo'lishi paytida bosimning o'zgarishi muhim ahamiyatga ega.

O'ta sovugan suyuq qotishma bilan o'ta to'yingan eritmalaridagi kristallarning o'sish proseslari mutlaqo bir xildir. Kristallarning hosil bo'la boshlashi, agar eritmaning o'zining kristallokimyoviy xususiyatlari bilan <<achitqilik>> vazifasini o'tay oladigan biron zarracha yoki jism parchasi tushib qolgan bo'lsa, majburan yoki shunday <<achitqis i>> bo'lmagan o'ta to'yingan, yoki o'ta sovigan eritmalar bilan erigan moddalarda o'z – o'zidan boshlanishi mumkin.

O'z– o'zidan kristallanishda erigan modda yoki eritmalarining turli nuqtalarida kristallanish markazi deb ataladigan kristallangan kurtakchalardan iborat markazlar yuzaga keladi. Kristallanish prosesining dastlabki paytlarida (faraz qilaylik, qandaydir bir komponentli suyuqlikda bo'lsin) erkin taraqqiy etish mumkin bo'lgan sharoitlarda shu kristallanish markazlari atrofida to'g'ri tuzilgan kristallchalar kristallografik shaklning keyingi taraqqiy etish uchun yetarli sharoit qolmaguncha o'saveradi [19]. Kristallanishning bundan keying davom etishida qolgan bo'shliqni ishg'ol etish uchun shu kristallchalar orasida kurash boshlanadi va nihoyat tashqi chegaralari notekis bo'lgan kristallangan donalardan iborat agregatga ega bo'lamiz (1.8 - B va G rasmlar). Ba'zi hollarda shunday donalarning ayrimlarida, xattoki ularning asta – sekin o'sishidan dalolat beruvchi zonal (yo'l – yo'l) kristallangan tuzilishini ko'rish mumkin.



1.8 – rasm. gomogen suyuqlikning kristallanish sxemas i.



1.9– rasm. O'ta sovush yoki o'ta to'yinish darajasi bilan kristallanish markazlari soni orasida bog'lanish.

Suyuqlikning o'ta sovush yoki o'ta to'yinish darajasi bilan boshlang'ich qotish paytida o'z-o'zidan yuzaga kelgan o'sha suyuqlikdagi kristallanish markazlarining soni orasida to'g'ri mutonosiblik borligi aniqlangan: suyuqlik qanchalik ko'p o'ta sovigan yoki o'ta to'yingan bo'lsa, uning ma'lum hajmida muayyan vaqt birligi ichida shunchalik ko'p kristallanish markazlari yuzaga keladi (1.9–rasm), binobarin, suyuqlikning qotib qolishi natijasida yuzaga kelgan kristallangan donalar shunchalik mayda bo'lib qoladi.

Agar kristallanish birmuncha kam darajada o'ta to'yingan eritmada, faraz qilaylik k_1 nuqtada boshlangan bo'lsa (1.9–rasm), u holda shunday sharoitlarda

yuzaga kelgan nisbatan kam sonli kristallanish markazlaridan, nihoyat, ancha yirik donalari agregatlar hosil bo'ladi. Agar kristallanish ancha o'ta to'yingan (yoki o'ta sovigan) paytlarda, masalan, k_2 nuqtasida (1.9–rasm) sodir bo'lsa, u holda tabiiyki, biz natijada kristallangan donalardan iborat mayda donador agregatga ega bo'lamiz [20-22]. Eritmaning kristallanishi natijasida eritma juda ko'p o'ta to'yingan sharoitlarda yashirin kristallangan yoki kolloid jinslar olamiz.

Suyuqlikda kristallarning yuzaga kela boshlash payti eksperimental tekshirishlardan olingan ma'lumotlarga qaraganda juda ko'p sabablarga: moddaning kimyoviy tabiatiga; kristall kurtaklarning paydo bo'la boshlashini tezlashtiruvchi yoki sekinlashtiruvchi aralashmalarga; mexanik kuchga (eritmani tebratish – chayqatish, idish devorlariga ishqalanishiga); ba'zan tovush, yorug'lik tasiriga va x. k. ga bog'liqdir.

Tajribalarning ko'rsatishicha, erkin muhitda o'sayotgan kristallar atrofida konsentrasion oqimlar yuzaga keladi: kristallga yondoshib – tegib turgan o'ta to'yingan eritma o'zining ortiqcha erigan moddasini o'sha kristallga berib ancha yengil bo'lib qoladi va yuqoriga ko'tarilib o'ta to'yingan eritmaning yangi qismi oqib kelishi uchun joy bo'shatadi. Eritma qanchalik ko'p o'ta to'yingan bo'lsa, kristallning o'sish tezligi ham shunchalik ortiq bo'ladi.

Agar o'sayotgan kristall yonlarining har biri uchun o'sish sharoitlari u yuzaga kelgan paytdan boshlab bir xilligicha qolaversa, u holda kristallning shakli o'sish bilan birga o'zgarmasdan faqat kattalashar edi. Biroq har bir kristall yonlarining vaqt birligi ichida o'sish tezligi ko'pincha bir xil bo'lavermaydiki, bu kristall yonlari sonining kamayishiga olib keladi. SHunisi ham ma'lumki, kristallarning shakliga shu eritmada erigan boshqa moddalar ham ancha o'zining tasirini ko'rsatadi. Masalan, natriy xlorid odatda kub shaklida kristallanadi, biroq tarkibida $NaCl$ dan boshqa $CaCl_2$ va $MgSO_4$ ham ishtirok etuvchi eritmalaridan esa oktaedr shaklidagi kristallar bo'lib cho'kadi.

Tez o'sish paytida noto'g'ri shaklli kristallar hosil bo'ladi. Bu asosan ma'lum sabablarga ko'ra ta'minlab turuvchi eritma oqimining (masalan, yopishqoqligi

ortib ketgan muhitda, kolloid eritmalarida va boshqa sharoitlarda) bir tekis kelib turishi buzilgan paytlarda yuz beradi. Bunday paytlarda o'sayotgan kristallning uchlari va qirralari, yani kristall strukturaning valentligi eng kam to'yingan qismlari modda bilan ko'proq tamin etiladi. Bu ba'zan kristall yonlarida voronkaga o'xshash chuqurchalar hosil qilish bilan uning egri, ko'pincha esa kristallchalarning ustma – ust (asosan uchlarida) bo'lib o'sishga olib keladi [23,24]. Buning natijasida shoxchalari fazoda muayyan tartib bilan joylashgan kristall skeletlari yoki dendritlar deb aytiladigan kristall shakllari hosil bo'ladi. Ko'pincha shu kristallangan shoxchalarning uchlari yo'g'onlashgan bo'lib, shu joyda birmuncha yirik ham ancha to'g'ri tuzilgan kristall donalari yuzaga keladi. Extimol bu kristallanish paytida kristallanayotgan moddaga tegib turgan eritma konsentratsiyasining kamayib ketishi va shuning natijasida o'sha kristallning o'sishi uchun normal sharoit yaratilishi bilan bog'liq bo'lsa kerak.

SHuni ham aytib o'tish kerakki, kristallar faqat suyuq muhitda, yana o'ta to'yingan eritmalar bilan diffuziya orqali taminlanish hisobiga emas, balki to'yingan eritma va kapillyar kanallar orqali taminlangan hollarda havo yoki gazsimon muhitda ham o'sa olishi mumkin. Quyidagi tajriba buning ishonchli dalilidir. Agar osh tuzining to'yingan eritmasi solingan stakanga eritmani yaxshi shima oladigan paxta ipining uchi tishirilib qo'yilsa, ma'lum vaqt o'tgandan keyin o'sha ipda kapillyar kuchlar tasirida yuqoriga ko'tarilayotgan eritma hisobiga havo muhitida kristallangan agregat hosil bo'ladi. Xavo muhitida shu eritma suvning bug'lanishi hisobiga juda tez o'ta to'yinadi, bu eritmadagi moddani ip ustida kristallanishi uchun sabab bo'ladi.

Hech shubha yo'qki, shunday yo'l bilan erituvchining sekin-asta bug'lanishi paytida to'g'ri tuzilgan kristallarning ham yuzaga kelishi mumkin. SHuningdek bulutsiz sovuq tunlarda ham tuproqli yerda o'sadigan muz kristallari ignachalarining o'sishi hollari ko'pchilikka ma'lum bo'lsa kerak. Suvda oson eriydigan tuzlarning, masalan, kalsiy xloridning shunday ignalari ham kukinning sekin – asta qurishi natijasida havoda o'sadi. Juda ko'p minerallarning

bo'shliqlarda topiladigan cho'ziq ignasimon kristallarning ham shu yo'l bilan yuzaga kelgan bo'lishi mumkin.

Nihoyat, kristallarning hosil bo'lishi gazsimon muhitda va suyuq eritma bilan taminlanmasdan, ya'ni moddaning bug' holatdan to'g'ridan – to'g'ri qattiq holatga o'tishi paytida muayyan temperatura (erish temperaturasidan past) va bosimda sodir bo'lishi mumkin. Havoda yulduzsimon kristallar shaklida hosil bo'lgan qorning yoki boshqa har xil minerallarning vulkan faoliyati davom etayotgan tumanlarda yer yuziga qo'yilgan mahsuloti sifatida hosil bo'lishi bunga misol bo'ladi.

Ko'p hollarda kristallar bilan kristallangan donalar tarkibida boshqa moddalarning (qattiq, suyuq, gazsimon) juda mayda aralashmalar bo'lib ishtirok etishi, ularning xarakterli xossalari bo'ladi. Kristallarning xira yoki shaffof emasligi ko'pincha shular bilan bog'liqdir. Yupqa qilib jilolangan shliflarni mikroskopda qaraganda ular osonlikcha bilinadi. Faqat shaffof emas minerallardagi suyuq va gazsimon aralashmalarni aniqlash ancha qiyin bo'ladi.

Shu chetdan kelib qolgan moddalarning fazoviy taqsimlanishini tekshirishdan ma'lum bo'lishicha, ular kristallning ichiga tez o'sishi paytida mexanik ravishda kirib qolgan bo'lsa kerak. Ular kristallning ichida ko'pincha muayyan kristallografik yo'nalishlar bo'ylab joylashdi. Masalan, kristallangan zonal (yo'l – yo'l) plagioklazlardagi vulkan shishasi (magmaning qotib qolgan tomchilari) yoki kvars, kalsit, topaz va boshqa minerallardagi K, Na, Ca va boshqa elementlar tuzlarining suvdagi quyuq eritmasi yoki ko'pincha suyuqlik bilan aralashgan holda bo'ladigan gaz pufakchalaridir.

Shunisi qiziqki, gaz–suyuqlik aralashmalari qizdirilganda muayyan temperaturada bir jinsli suyuqlikka aylanib qoladi (gaz suyuqlikda erib ketadi), soviganda esa gaz pufakchasi yana ajralib qoladi. Shunday yo'l bilan ko'p hollarda o'sha mayda–mayda eritma tomchilarini o'z ichiga olgan mineralning qanday temperaturalarda kristallanganligini taxminan aniqlash mumkin.

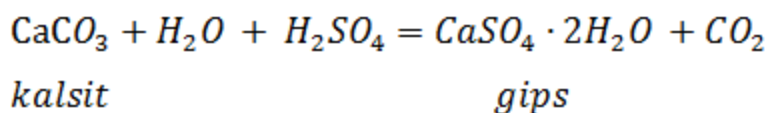
Ayrim hollarda gaz–suyuqlik aralashmalarida xattoki uchinchi–qattiq faza (masalan, NaCl kristalchalari) ham bo'ladi. Qizdirilgan paytda shu kristallchalar

N. P. Ermakovning ko'rsatishicha, suyuqlikda birinchi bo'lib erib ketadi, undan keyin gaz pufakchalari ham yo'qoladi.

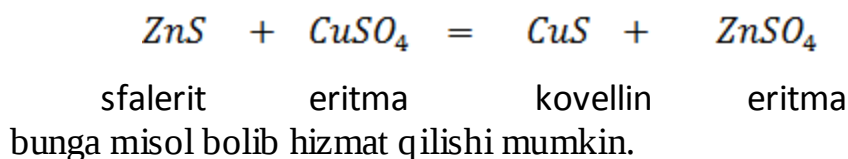
Kristallarda birlamchi gaz–suyuqlik aralashmalardan boshqa ancha keyin paydo bo'lgan kristallarning <<bitib qolgan>> darzlarida joylashgan ikkilamchi gaz–suyuqlik aralashmalari ham topiladi (G. G. Lemmleyn). Shunisi xarakterliki, ikkilamchi gaz–suyuqlik aralashmalaridagi gaz pufakchalarining qizdirilganda yo'qolishi–erib ketishi birlamchi aralashmalardagiga qaraganda avvalroq boshlanadi [25]. Bundan keying qizdirish paytida kristallangan massaning yorilib – yorilib darz ketishi boshlanadi (suyuq aralashmalarda shunchalik kuchli bosim yuzaga keladi).

Ma'lum bir jinsga shimilgan qandaydir eritma o'sha jins bilan almashib parchalanish reaksiyasi bo'yicha o'zaro tasir ko'rsatsa, u holda o'sha jins hisobiga **yoki jins tashkil etuvchi bazi bir minerallar hisobiga odatda yangi mahsulotlar**

yuzaga keladi. Bunday prosess almashinish prosessi yoki metasomatoz prosessi deb ataladi. Tarkibida sulfat kislotasi bo'lgan suv bilan quyidagicha reaksiyaga kirishgan paytda kalsitning gips bilan almashinishi:



yoki mis sulfati eritmasi bilan quyidagi reaksiyaga kirishgan paytda sfaleritning kovellin bilan almashinishi



Tanlab metasomatik almashinish (ya'ni jins tarkibidagi qandaydir muayyan mineral bilan almashinish) paytlarida yangidan yuzaga kelgan mineral eski mineralning tashqi shakli, ba'zan esa ichki tuzilish xossalarini ham o'ziga olgan bo'lib, ularni metasomalar deb ataladi. Jumladan, qandaydir kristall shunday almashinish tasiriga berilsa, psevdomorfozlar, ya'ni shu mineral uchun hos bo'lmagan kristall shakllari bilan ish ko'ramiz. Organik qoldiqlarning, masalan,

yog'ochlarning opal yoki tekir sulfidlari bilan kolloidal almashinishlari paytida ko'pincha o'sha yog'ochlarning hamma tuzilish xossalari saqlanib qoladi.

Bu bilan bir qatorda metasomatik yo'l bilan to'g'ri tuzilgan bo'lib, qattiq muhitda (jinslarda) taraqqiy etgan kristallarning yuzaga kelishi tabiatda keng tarqalgan holdir. Bunday kristallar metakristallar deb aytiladi va bu faqat ba'zi minerallar uchungina xosdir. Slanelarda, marmarlarda va boshqa jinslarda juda ham to'g'ri tuzilgan kubik kristallar bo'lib pirit buning misoli bo'ladi. Bular ko'proq jinslardagi bilinear – bilinmas nozik darzlar yo'nalishi bo'ylab yuzaga kelgan bo'ladi, bu ularning jinslarga qaraganda shubhasiz keyinroq paydo bo'lganligini ko'rsatadi.

Qattiq muhitda sodir bo'ladigan minerallarning qayta kristallanish va yangidan hosil bo'lish prosesslari sistemalar muvozanatining fizik – kimyoviy faktorlarini birmuncha o'zgarishi tasirida, jumladan regional metamorfizm deb aytiladigan sharoitlarda yuzaga keladi.

§1.5.Tadqiqot muammosining qo'yilishi

Tog' jinslari minerallari-magnezoiferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning tarkibiga magnitfaol element-temir kiradi. Bu minerallarning yuqori temperaturalarda olingan magnit xossalari haqidagi tajribaviy ma'lumotlar ularning paramagnit xossalari haqidagi nazariy ma'lumotlarni yuqori temperaturalarda yanada takomillashtirish uchun zarurdir. Tarkibida minerallar bo'lgan tog' jinslarida temperatura oshi bilan yuz beradigan fazaviy o'tishlar DTT qilinmagan. Yuqoridagi fikrlarni inobatga olgan holda ushbu bitiruv malakaviy ishida quyidagi asosiy maqsad va vazifalarni bajarish maqsad qilib qo'yildi.

Tadqiqotning maqsadi: Tog' jinslari tarkibiga kiradigan mineral-lar-magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning magnit qabul qiluvchanligining temperaturaga bog'lanishini $[\chi(T)]$ keng yuqori temperaturalarda oralig'ida (20-1000⁰C) o'lchash, o'lchash natijalaridan foydalanib ularning asosiy magnit xarakteristikalarini aniqlash va ularni DTT qilishdir.

Tadqiqot vazifalari: 1.Mineral-lar- magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning magnit qabul qiluvchanligini (20-1200⁰C) temperaturalar

oralig'ida paramagnit holatda o'lchash [magneto termik tahlil (MTT) qilish] va o'lchash natijalarni tahlil qilish;

2. Tekshirilgan mineralarning tajribaviy $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishlaridan foydalanib ularning asosiy magnit xarakteristikalar-paramagnit Kyuri temperaturasi (θ_p), Kyuri-Veyss doimiysi (C) va ximiyaviy formula birligiga to'g'ri keluvchi magnit momenti (μ_{form}) ni aniqlash;

3. O'rganilgan mineralarni DTT qilish va shu DTTning egri chizig'idan foydalanib, ularda yuz beradigan fazaviy o'tishlarning temperaturalarini aniqlash, hamda DTT va MTT o'rtasidagi bog'lanishni aniqlash.

I-bobga doir xulosalar

Bitiruv malakaviy ishida tadqiq qilinadigan obektlarga doir bo'lgan, ularning quyidagi xossalarini ilmiy adabiyotlarda o'rganilganlik darajasiga sharh berildi:

1. Temir asosidagi minerallarning qattiq fazasining magnit xossalari;
2. Paramagnetizmning Van-Flek nazariyasi;
3. Minerallarning fazaviy termik tahlilini o'rganishda differensial termik tahlil usulining qo'llanilishi;
4. Temir asosidagi minerallarining yuqori temperaturalardagi magnit xossalari.

II BOB. TADQIQOT USULI VA QURILMASI

§2.1. Magnit qabul qiluvchanlikni o'lchash usullari

Ko'rilayotgan masalaning xarakteriga qarab magnit qabul qiluvchanlikni o'lchashning bir necha xil usullari qo'llaniladi. Moddalarning magnit xarakteristikalarini tekshirishda, ularga magnit maydonning ta'siriga bog'liq ravishda, bir necha xil tekshirish usullari mavjud [26-28]. Kuchsiz magnit xossaga ega bo'lgan moddalarning paramagnit qabul qiluvchanligini tekshirish usullari ikki guruhga bo'linadi.

Birinchi guruhga o'zaro yoki o'zinduksiya koeffitsientining o'zgarishini aniqlaydigan usullar kiradi. Bu usullar o'zining eksperimental jihatidan qiyinligi sababli keng qo'llanilmaydi.

Ikkinchi guruhga kirgan usullar birjinsli bo'lmagan magnit maydoniga kiritilgan namunaga ta'sir qiluvchi mexanik kuchni o'lchashga asoslangan. Umumiy fizika kursidan ma'lumki [31], magnit maydoni bir jinslimasligi faqat χ o'qi bo'ylab yo'nalgan bo'lsa, unga kiritilgan namunaga shu yo'nalish bo'yicha quyidagi kuch ta'sir qiladi:

$$F_x = V \vec{M}_y \left(\frac{\partial \vec{H}_y}{\partial x} \right), \quad (2.1).$$

Bu yerda V – namuna hajmi, $\vec{M}_y$ - y o'qi bo'yicha namunaning magnitlanish vektori; $\left(\frac{\partial \vec{H}_y}{\partial x} \right)$ - magnit maydon kuchlanganligi gradiyentining x yo'nalishidagi tashkil etuvchisi. (2,1) dagi F_x - kuch elektromagnit o'qiga perpendikulyar deb hisoblanadi.

Ma'lumki, $\vec{M}$ - magnitlanishning maydon kuchlanganligiga nisbati **hajmiy magnit qabul qiluvchanlik** deyiladi:

$$\chi_v = \frac{M}{H}.$$

Ko'pincha magnetiklarni xarakterlash uchun hajmiy magnit qabul qiluvchanlik o'rniga solishtirma magnit qabul qiluvchanlik χ ishlatiladi:

$$\chi = \frac{\chi_v}{\rho}, \quad (2.2).$$

bunda ρ - modda zichligi. χ o'qi bo'yicha ta'sir qiluvchi kuch (2.1) ni solishtirma magnit qabul qiluvchanlik orqali quyidagicha ifodalaymiz:

$$F_\chi = m \frac{\chi_v}{\rho} H_y \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} \right) = m \chi H_y \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} \right). \quad (2.3).$$

Bu ifoda ikkinchi guruh usullari yordamida magnit qabul qiluvchanlikni aniqlashda asosiy formula hisoblanadi. Bu guruhda keng tarqalgan usullar ikkita:

1. Guining integral usuli,
2. Faradeyning differensial usuli.

Gui usulini qo'llashda katta o'lchamli namunalar ishlatiladi. Bu holda silindr shaklidagi namuna elektromagnit qutblari orasiga shunday joylashtiriladiki, bunda uning bir uchi eng kichik kuchlanishli maydonda ($H_1=0$), ikkinchi uchi esa maksimal kuchlanishli maydonda ($H_2 \neq 0$) turadi. Bu holda namunaga tas'ir qiluvchi kuch quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$F_x = \frac{1}{2} \chi S (H_2^2 - H_1^2) = \frac{1}{2} \chi S H_2^2$$

bunda S – silindrning ko'ndalang kesim yuzi.

Demak, Gui usulida agar H_2 ning qiymati ma'lum bo'lsa, χ ni topish, F_x ni topish bilan hal bo'ladi. Biroq Gui usuli quyidagi kamchiliklarga ega:

1. Bu usulda katta o'lchamli namunalardan foydalaniladi. Bu iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Masalan, qimmatbaho va radioaktiv metallarning ko'p miqdoridan na'muna tayyorlashga to'g'ri keladi.

2. Konteynerga (tigelga) tekshirilayotgan na'muna va etalon bir jinsli joylashtirilishi zarur.

Faradey usuli esa bu kamchiliklardan xoli. Bu usulda kichik o'lchamdagi namunalardan foydalanish mumkin va (2.3) dagi $H_y \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} \right)$ munosabatni o'zgarmas deb hisoblash mumkin. (2.3) bilan magnit qabul qiluvchanlikni hisoblash uchun maydon gradienti qiymatini bilish kerak. Buni to'g'ridan – to'g'ri aniqlash

mumkin emas. Shuning uchun Faradey usulidan odatda nisbiy usul sifatida foydalaniladi. Tajriba vaqtida magnit maydonining aynan bir sohasiga $[H_y(\frac{\partial H_y}{\partial x}) = \text{const bo'lgan}]$ na'muna va magnit qabul qiluvchanligi oldindan ma'lum bo'lgan modda-etalon navbatma – navbat joylashtiriladi. Bu shartlarni hisobga olgan holda (2.3) dan quyidagi ifodani hosil qilamiz ($F_x = F$):

$$\chi = \frac{m_{et}}{m} \chi_{et} \frac{F}{F_{et}} . \quad (2.4).$$

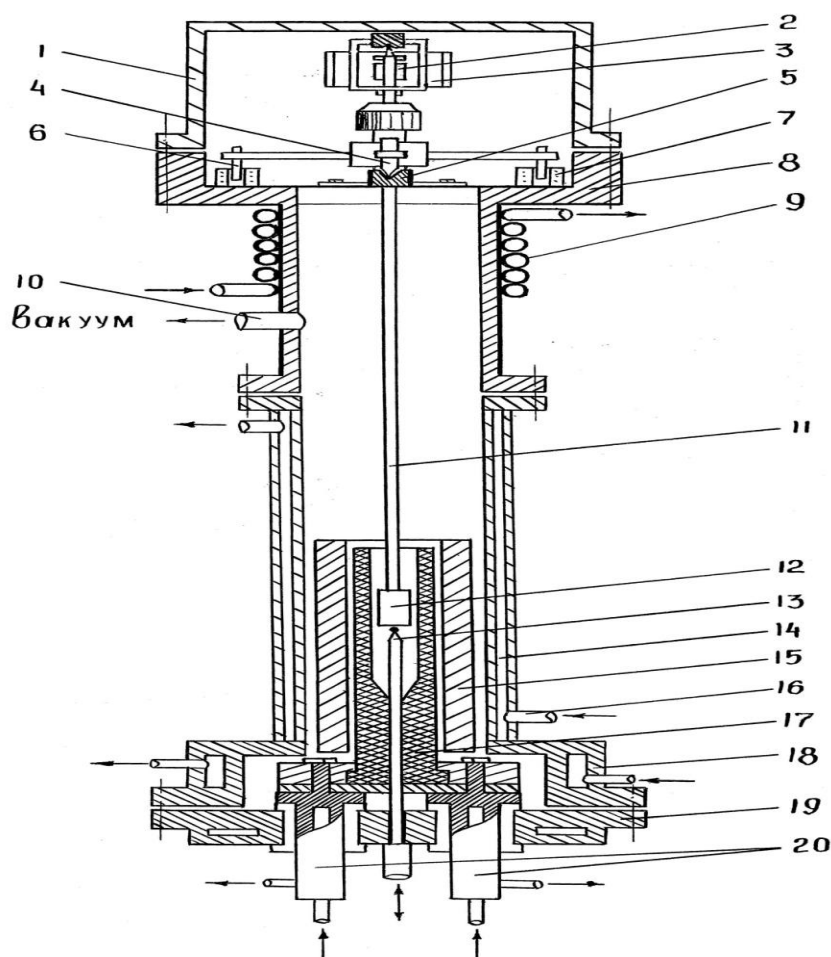
Bundagi χ, F, m va $\chi_{et}, F_{et}, m_{et}$ mos ravishda na'muna va etalonga tegishli kattaliklar. Tajriba shart –sharoitlari qulay bajarilgan holda bu usul yuqori aniqlik bilan solishtirma magnit qabul qiluvchanlikni (χ) o'lchashga imkon beradi. Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, yuqori temperaturalarda solishtirma magnit qabul qiluvchanlikni o'lchash uchun Faradey usuli qulaydir. Ushbu ishda shu sababli shu usuldan foydalanildi.

§2.2. Yuqori temperaturalarda magnit qabul qiluvchanlikni o'lchash qurilmasining tuzilishi va ish prinsipi

Tekshirilayotgan masalaning qo'yilishiga qarab xilma – xil qurilmalar yasalgan. Bu qurilmalar bir qatorda ishlarda [29-30] yoritilgan. Na'munalarning solishtirma magnit qabul qiluvchanligini o'lchashda [29-32] ishlarda bayoni keltirilgan qurilmadan foydalandik. Bu qurilma vertikal mayatnikli magnit tarozi, elektromagnit, qizdirgich va vakuum kamerasidan iborat. Qurilmaning eng asosiy qismi vertikal mayatniksimon magnit tarozidir (2.2 – rasm). Bu tarozi devoir sovitiladigan vakuum kamerasining (2.1-rasm) ichiga vertikal holatda o'rntiladi. Mayatniksimon magnit tarozi (2.2 – rasmda keltirilgan) mayatniksimon tarozining ikkita korund ignasi-4, ikkita agat chuqurchaga-5 kirib turadi (tayanadi). Odatda tarozining 11-osmasi vertikal halatda turadi. Bu osma (mayatnik) faqat χ o'qi bo'ylab, 4-ignalar uchidan o'tadigan gorizontall o'q atrofida erkin tebrana oladi. Tarozining sezuvchanligi 3-yuk yordamida o'zgartirilishi mumkin. Tarozining osmasi diametri 2mm bo'lgan molibden simdan yasalgan. U 9-sanga

yordamida 8-diskka maxkamlangan. Osmaning pastki uchida, tekshiriladigan na'muna solingan tigel joylashtiriladigan, 12-kontiner o'rnatilgan. 8-diskka 17-20 duyural sterjenlar krestavina shaklida o'rnatilgan bo'lib, ular tarozining elkasi rolini bajaradi. Krestavinaning uchlariga, 7-tokli salenoidlar magnit maydoni bilan o'zaro ta'sirlashadigan 6-doimiy magnitlar vertikal holatda mahkamlangan. Vakuum kamerasining yuqori ichki asosiga vertikal ustun o'rnatilgan. (2.1-rasm). Ustunning tepasiga o'rnatilgan ramkaning uchiga ikkita agat chuqurch-14 mahkamlangan. Shu chuqurchalariga kirib turgan ikkita korundning uchlari n o'tadigan vertikal-13 o'q (sterjen) ga 2-ko'zgu mahkamlangan. Ko'zgu shu o'q atrofida erkin aylana oladi. Ko'zgu orqasiga mahkamlangan 10-plastinka ayrisiga tarozi mayatnigining yuqori uchiga gorizonttal o'rnatilgan sterjenga mahkamlangan molibden sim kirib turadi. Shu simning uzunligi va 15-yoritgichdan 2-ko'zgugacha va ko'zgudan 16-shkalagacha bo'lgan masofa shunday tanlanganki, shkala bo'lab siljiydigan 15-yoritgich shulasi ipning siljishida, 11-osma uchidagi 12-kontrenerning magnit maydoni ta'siridagi α o'q bo'ylab siljishi 120 marta kuchaygan holda aks etadi. Elektromagnit maydonining o'lchashlarga salbiy ta'sirini yo'qotish uchun tarozining hamma qismlari nomagnit materiallardan (molibden, mis, dyuralyumen, latun) yasalgan. Tarozi sistemasi tebranishlarini tez so'ndirish uchun u moyli demfer-23 bilan ta'minlangan.

Tarozining muvozanatdan chetlanishini qayd etish prinsipi quyidagicha (2.2 – rasmga qarang). Yoritgichdan ko'zguga yorug'lik tushib va undan qaytib kuzatish shkalasiga tushadi. Magnit maydoni-24 ulanganda maydon tomonidan na'munaga ta'sir qiluvchi (2.3) kuch na'sirida osma vertikal muvozanat holatdan chetlanadi va shu'la shkala bo'yicha o'rta “nol” holatdan siljiydi. 17 – 20 solenoidlarga tok berib, tokning kuchi o'zgartirilishi bilan (P33 – qarshiliklar magazini yordamida) osmani dastlabki holatga, yani shkaladagi shu'lan “nol” holatiga qaytaruvchi moment hosil qilinadi va shu'la dastlabki “nol” nolatga qaytariladi. Solenoidlar elektr zanjirdagi etalon qarshiligidagi (Ret) kuchlanish tushuvi $U = R_e U = IR_e$ salenoidlardagi tokka (I) proporsional bo'lib, raqam ko'rsatgichli elektron voltmetr (BK – 2-20) yordamida o'lchanadi. Solenoidlarga



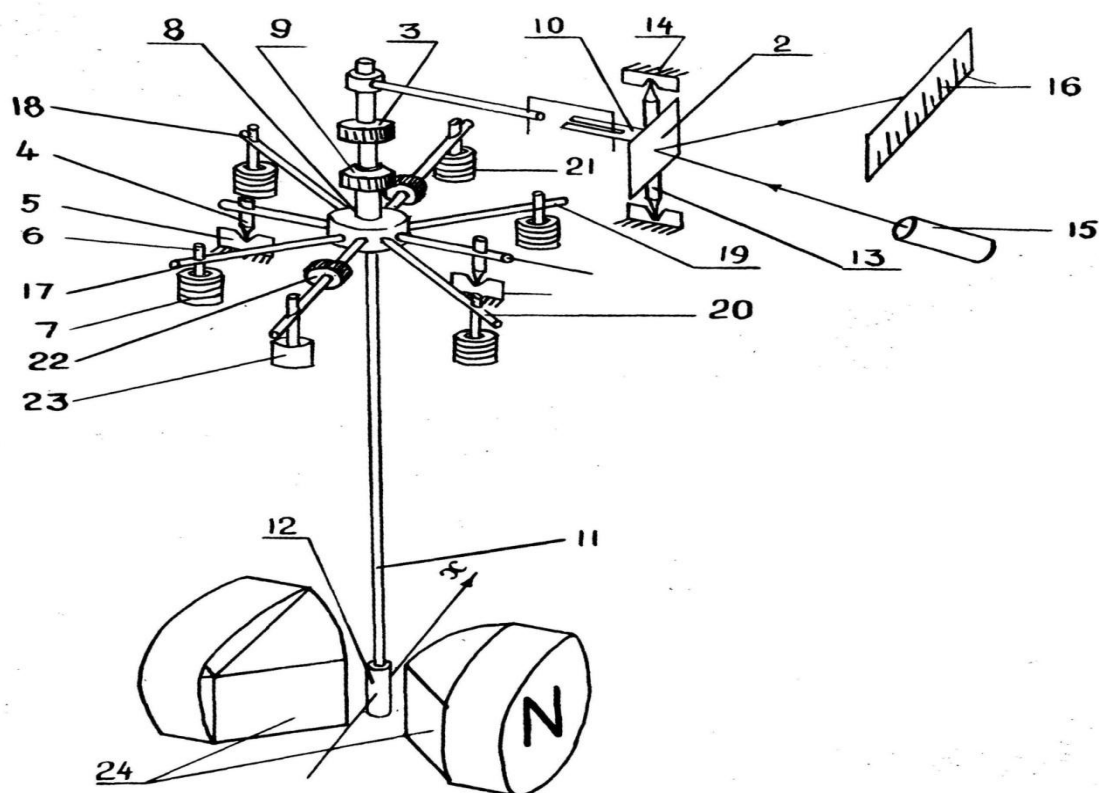
2.1 – rasm. Metallar va qotishmalarning qattiq va suyuq holatlaridagi magnit qabul qiluvchanligini o’lchash qurilmasining asosiy qismi-vakuum kamerasing kesimi (ishlash prinsipi matnda tushuntirilgan).

beriladigan tokning manbai sifatida Y1999 rusumli o’zgarmas tok stabilizatori ishlatiladi. $F_x \sim U$ bo’lganligi uchun (2.4)dan quyidagini topamiz:

$$\chi = \frac{m_{et}}{m} \chi_{et} \left(\frac{U_t - U_{tigt}}{U_{et} - U_{tig}} \right), \quad (2.5)$$

bu yerda, U_t va U_{tigt} –t mos ravishda temperaturali tekshiriladigan namunali va namunasiz tigellar uchun solenoid zanjirlaridagi etalon qarshilikda kuchlanish tushuvlari; U_{et} va U_{tig} uy temperaturasidagi etalonli va etalonsiz tigellar uchun etalon qarshilikda kuchlanish tushuvlari. Etalon sifatida Mor tuzi ($\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ishlatildi. Uning T uy temperaturasidagi solishtirma magnit qabul qiluvchanligining temperaturaga bog’liqligini quyidagicha :

$$\chi_{et} = 9500 \cdot 10^{-6} (T + 1) \text{ sm}^3 \text{ g}^{-1}. \quad (2.6).$$



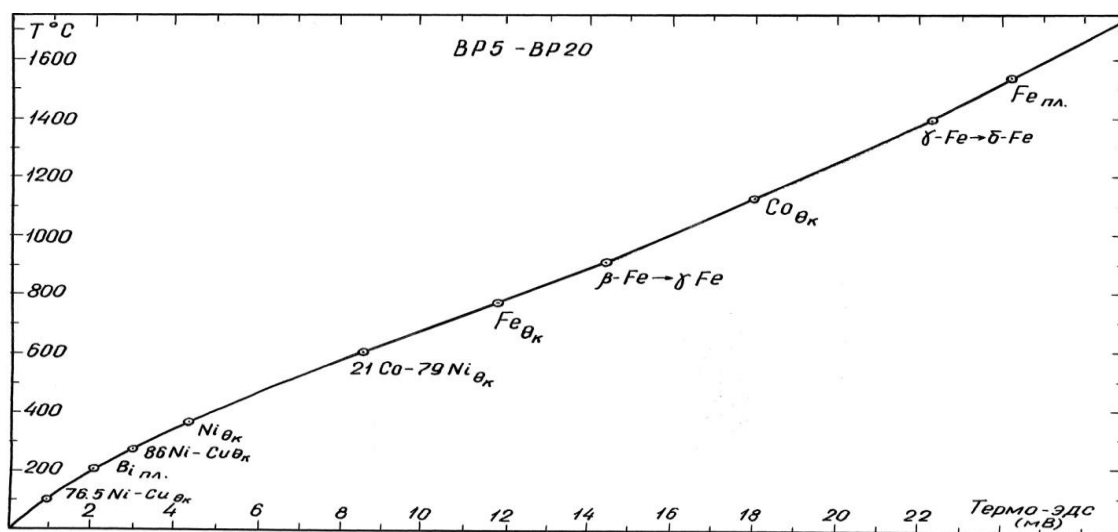
2.2 – rasm. Yuqori temperaturalarda magnit qabulqiluvchanlikni o’lchovchi mayatniksimon magnit tarozi.

Qizdirg’ich. Namuna solishtirma magnit qabul qiluvchanligining temperaturaga bog’liqligini o’rganish uchun 2.1 – rasmdagi kamera ichida kesimi ko’rsatilgan trubkasimon grafitdan yasalgan qizdirg’ichdan foydalanildi.

U bifulyar holda yasalgani uchun undan o’tgan tokning magnit maydoni na’munali konteynerga ta’sir qilmaydi. Qizdirgich ichida na’muna joylashtiriladigan o’zgarmas (izotermik) temperatura sohasini olish uchun isitgich berilliy oksididan tayyorlangan silindr ekran (15) bilan o’ralgan. Shunday holda isitgich ichida (o’rtasida) uzunligi 25 mm bo’lgan bir jinsli temperatura sohasi hosil bo’ladi. Isitgich suv bilan sovutiladigan va tok ulanadigan mis taglik (20)ga mahkamlangan. Qisqichlarga quvvati 40 kVt bo’lgan Tammon transformatorning ikkinchi o’ramidan tok beriladi. Qizdirgich ichidagi temperatura shu transformatorning birinchi o’ramiga ulangan THH – 40 kuchlanish rostlagichi

yordamida o'zgartirildi. Qizdirgichning quvvati uning temperaturasi 1700°C bo'lganda 8 kVt ni tashkil etdi. Temperaturani o'lchashda, volfram – reniy BP – 5 va BP – 20 tarkibli simlardan differensial holda tayyorlangan, 13 – termoparadan foydalanildi.

Termoparaning sovuq kavshari “ Ноль – В “ rusumli termostat ichidagi 0°C sharoitda, issiq kavshari esa na'munali konteyner ostiga undan 2 mm pastda joylashtirildi. Termo EYUK ni qayd etish bir vaqtda BK – 2-20 rusumli elektron voltmeter va ПП – 63 rusumli potensiometri vositasida amalga oshirildi. Tajriba

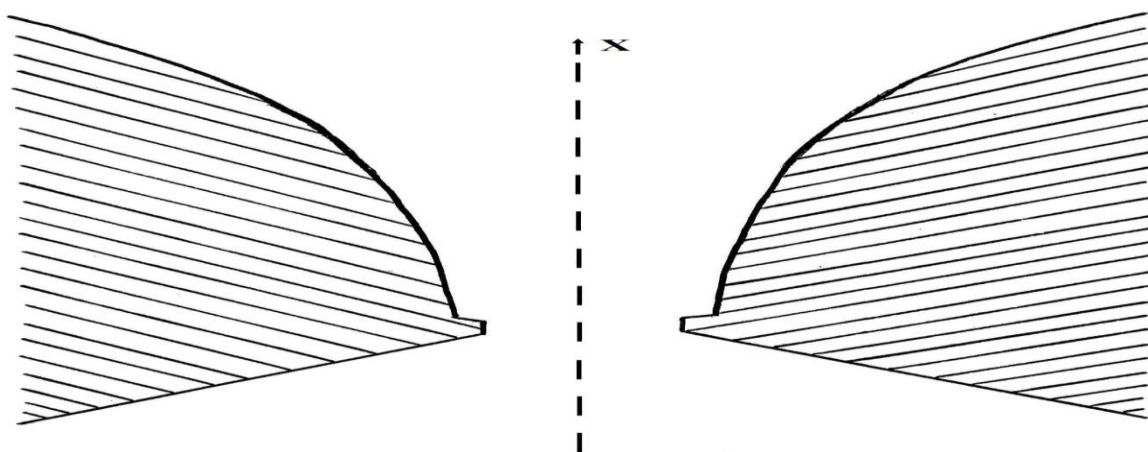


2.3 – rasm. Volfram – reniy termoparasining darajalash chizig'i.

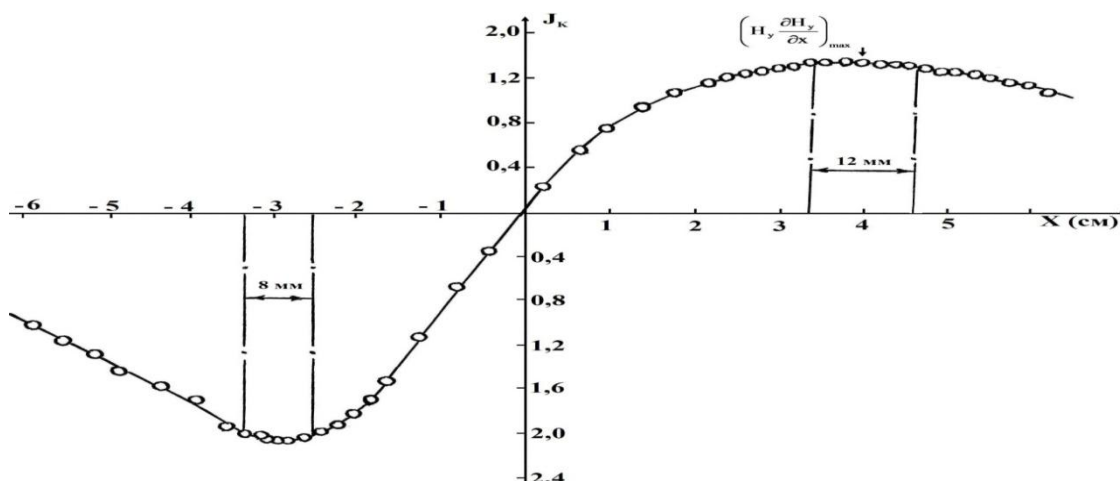
sharoiti uchun termoparani darajalash temirning erish temperaturasi (1540°C) va polimorf o'tishlar temperaturalarini [$\alpha - \gamma(910^{\circ}\text{C})$, $\gamma - \beta(1392^{\circ}\text{C})$]; Buning erish Ni temperaturasi (270°C); ba'zi qattiq eritmalarning Kyuri temperaturalarini [Cu 14 - Ni 86 at % ($2,95^{\circ}\text{C}$), Cu 25,5 - Ni 74,5 % (95°C) va Co 21 – Ni 79 at % (595°C)] hamda Co, Fe va Ni larning Kyuri nuqtalari (Co – 1130°C , Fe – 768°C , Ni – 358.1°C) bo'yicha amalga oshirildi. Namuna temperaturasi termopara termo-EYuK bilan, shu tartibda aniqlangan, bog'lanishi (darajalash egri chizig'i) 2.3 – rasmda keltirilgan.

Magnit maydoni qiymatini nazorat qilish elektromagnit zanjiriga ketma ket ulangan etalon qarshilikdagi kuchlanish tushishini BK – 2-20 rusumli elektron voltmeter yordamida o'lchash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Bir jinsli bo'lmagan magnit maydoni hosil qilish uchun elektromagnit o'zagiga, 2.4 – rasmda vertikal kesimi ko'rsatilgan, maxsus shkaladagi qutblar mahkamlangan. Bunday shkaladagi qutblar orasiga x o'qi bo'ylab 12 mm sohada $H_y \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} \right)$ ifodaning qiymati o'zgarmas bo'lib qoldi. O'lchashlarda xuddi mana shu sohaga etalon va na'muna (konteyner) joylashtiriladi. Bunday soha kompensatsiya g'altaklari -7 dan oqadigan (2.2-rasm) tok kuchi J_k qiymati bilan tigelning elektromagnit qutblari orasidagi holati (x koordinatasi) orasidagi bog'lanishi ko'rinishida 2.5 – rasmda keltirilgan.



2.4 – rasm. Elektromagnit qutblarining gorizontall kesimi.



2.5 – rasm. Kompensatsiya g'altaklaridan o'tayotgan tok kuchi bilan bo'sh tigelning maydondagi holatiga bog'liqligi.

Vakuum kamerasi. Magnit tarozi va isitgich suv bilan sovitiladigan

vakuum kamerasi ichida joylashtirilgan. Kamera quyidagi qismlardan iborat (2.1 – rasm). 1-qalpoq darchali, 3-darchasi organik shisha (ko'zguga tushgan va qaytgan nur o'tadigan) bilan yopilgan bo'lib, u 8 – taglikka asosga mahkamlanadi. Ichidan suv oquvchi 9-sovutgich (emeyevik) taglik ostiga o'ralgan. Kameraning 10 – nay orqali kameradan havo so'rib olinadi, yoki unga geliy gazi kiritiladi. 14 – suv kuylagi, 18 – flanes, 19 – taglik, 17 – qizdirgich va 20 – tok ulagichlar suv yordamida sovutiladi.

Kameradagi vakuum BH – 2 MΓ rusumli forvakuum nasosi va BA–01–1 rusumli vakuum agregat yordamida hosil qilinadi. Kamerada vakuum (10^{-4} mm simob ustuni) hosil qilingandan so'ng, tekshirilayotgan namunaning bug'lanishini oldini olish uchun, unga 0,1 – 0,2 atm ortiqcha bosimdagispektral jihatdagi sof geliy solinadi.

§2.3. Magnit qabul qiluvchanlikni o'lchash xatoliklari

Tajriba asosida magnit qabul qiluvchanlikni (2.5) ifoda yordamida hisoblanadi. Bu ifoda asosida yo'l qo'yiladigan o'lchash xatoligini topish uchun uni logarifmlash va differensiallashdan so'ng nisbiy xatoni topish uchun quyidagi ifodani topamiz:

$$\frac{\Delta\chi}{\chi} = \left| \frac{\Delta m_{et}}{m_{et}} \right| + \left| \frac{\Delta m_{\chi}}{m_{\chi}} \right| + \left| \frac{\Delta\chi_{et}}{\chi_{et}} \right| + \left| \frac{\Delta U_1}{U_1} \right| + 2 \left| \frac{\Delta U}{U} \right|, \quad (2.7)$$

Bundagi har bir xatolikni baholaymiz : $\left| \frac{\Delta m_{et}}{m_{et}} \right|$ -analitik tarozining tortish aniqligi

bilan aniqlanadi va xatolik 0.02 – 0.03 % dan oshmaydi; $\left| \frac{\Delta\chi_{et}}{\chi_{et}} \right|$ -etalonning xona temperaturasidagi magnit qabul qiluvchanligini aniqlanishi darajasiga bog'liq bo'lib, 0,2 % dan oshmaydi;

Etalon qarshilikda kuchlanish tushishini o'lchashdan xatolik “BK 2-20” voltmetrning aniqlik sinfi va kompensatsiya vaqtida shkaladagi shu'la chizig'ini ko'z bilan kuzatishdagi noaniqlik ($\pm 0,2$ mm) bilan bog'liq bo'lib,

$\left| \frac{\Delta U_1}{U_1} \right|, \left| \frac{\Delta U_{et}}{U_{et}} \right|, \left| \frac{\Delta U}{U} \right|$ -larning maksimal qiymati mos ravishda 0,3 %, 0,4 % va 0,6 %

dan oshmaydi. Shunday qilib, (2.7) bo'yicha nisbiy xatolik $\left| \frac{\Delta \chi}{\chi} \right|$ 2% dan oshmaydi.

Ikkinchi tomondan quyidagi sabablar ham o'lchash xatoligini oshiradi.

1. Konteynerning har safar elektromagnit qutblari orasidagi, aynan

$H_y \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} \right) = const$ bo'lgan sohaga aniq tushmasligi ($\pm 0,2\text{mm}$); Bunda χ ni

o'lchashdagi maksimal xatolik 0.1 % dan oshmaydi.

2. Elektromagnit orqali bir xil tok berishdagi xatolik; Bu sabab tufayli xatolik 0.05 % ni tashkil qiladi.

3. Namunalarning yuqori temperaturadagi bug'lanishi; Bu tufayli xatolik 0.3 % dan oshmaydi.

4. Namuna temperaturasini o'lchashdagi xatolik ($\pm 0,5^0\text{C}$) . Bu tufayli xatolik 0.01 % ni tashkil qiladi.

5. Kuzatuv shkalasidagi sho'la ichidagi vizir chizig'ini kompensatsiya paytida shkalaning no'l holatida joylashganligini ko'z bilan payqashdagi xatolik ($\pm 0.2\text{ mm}$). Bu tufayli xatolik 0.4 % ni tashkil qiladi.

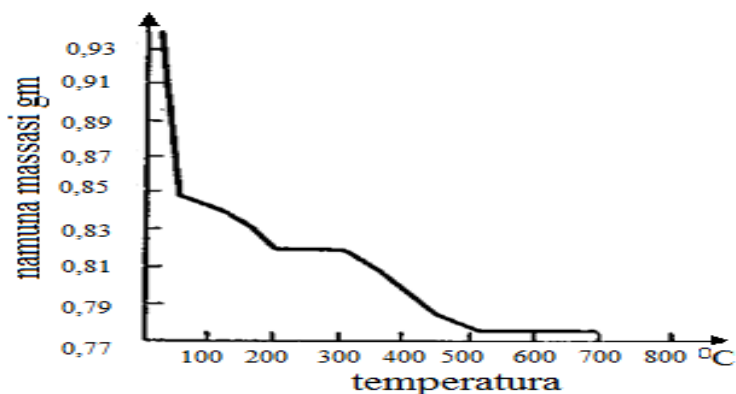
Shunday qilib, umumiy nisbiy xatolik 2,5 – 3 % dan oshmaydi.

§2.4 Darajalash egri chizig'i. Differensial termik tahlilning termograviometrik usuli.

O'rganilayotgan moddalarni og'irligini inobatga olib yuqori temperaturalarda qizitib o'rganiladigan fanni turli sohalarida keng qo'llaniladigan metodlardan biri termograviometrik tahlil. Qizitish vaqtida minerallar og'irligi o'zgarishi ulardan suvni yo'q qilinishi bilan tushuntiriladi. Gazoobrazli (degidratsiya) fazalar (CO_2 , SO_3 , F, Cl) ajralib chiqishi mahsulotlarni oksidlanishi (Fe^{2+} , Fe^{3+}) og'irligini kamayishiga olib keladi.

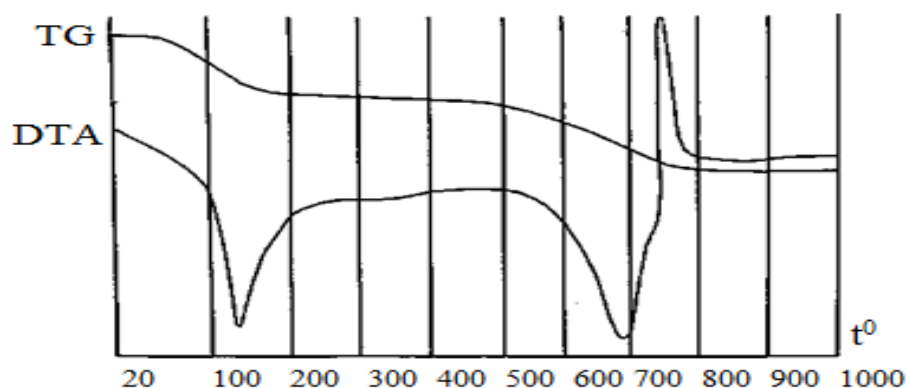
Olingan jadvalli ma'lumotlar asosida massa o'zgarishini o'lchashning egri chizig'i (2.6–rasm) chiziladi: abscissa o'qiga – temperatura, ordinate o'qiga esa –

namuna massasining o'zgarishi qo'yiladi [33]. Termik tahlil amalyotida bunday egri chiziqni tinimsiz qizdirish jarayonida dinamik o'lchash yordamida olish mumkin. Massa o'zgarishining uzluksiz qayd qilib borilishi yuqori aniqlik darajasida ko'pchilik fizik–kimyoviy jarayonlarning moddalarda kechuvchi xarakterini belgilashda yordam beradi.



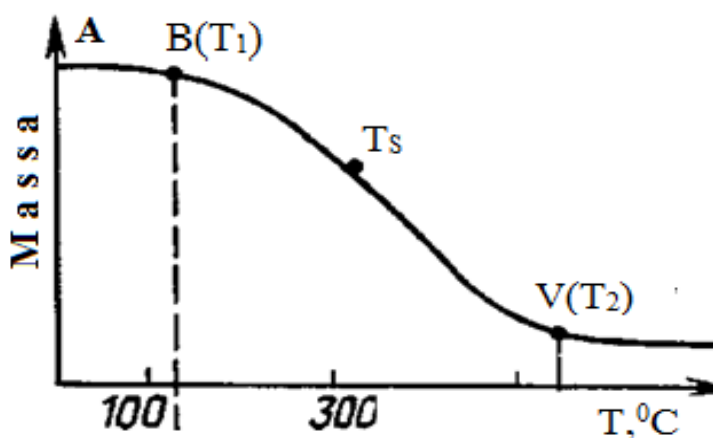
2.6-rasm. Massa egriligini o'rganish.

O'rganilayotgan moddani qizdirish egri chizig'i boshidan oxirigacha massasi o'zgarishini ko'rsatadigan bunday TG egri chizig'i normal yoki integral deb nomlanadi. Ba'zan uni massaning yo'qolish egri chizig'i ham deb ataladi. Termograviometriya egri chizig'i bilan DTA egri chizig'i parallel tarzda bitta fotog'ozga yozib boriladi (2.7–rasm). Integral TG egri chizig'i tashqi ko'rinishi o'rganilayotgan moddani stabil yoki barqarorligi haqida fikr yuritishga imkon beradi.



2.7 – rasm. Namuna massasi o'zgarishining egriligi (TG) va differensial qizdirish egri chizig'i (DTT).

O'rganilayotgan modda massasining o'zgarish egri chizig'i (TG) va differensial egri chizig'i (DTT) bir bosqichli bo'linishli geometrik (2.9 – rasm) elementlardir. B nuqtada bo'linish boshlanadi, ya'ni bunda massani umumiy o'zgarishi seziladi: C nuqtada massa o'zgarishi maksimal qiymatga yetadi va T_2 temperatura reaksiyaning tugashiga mos keladi. T_s – nuqta BV sohaning egrilanish sohasi hisoblanadi. Tegishli reaksiyada yuz berayotgan temperatura intervali boshlang'ich va oxirgi temperatura farqini aniqlaydi ya'ni $T_1 - T_2$. Bo'linishni endotermik reaksiyalari uchun $T_1 - T_2$ qizitish tezligi oshishi bilan oshib boradi. $T_2 - T_1$ ga nisbatan o'sadi.

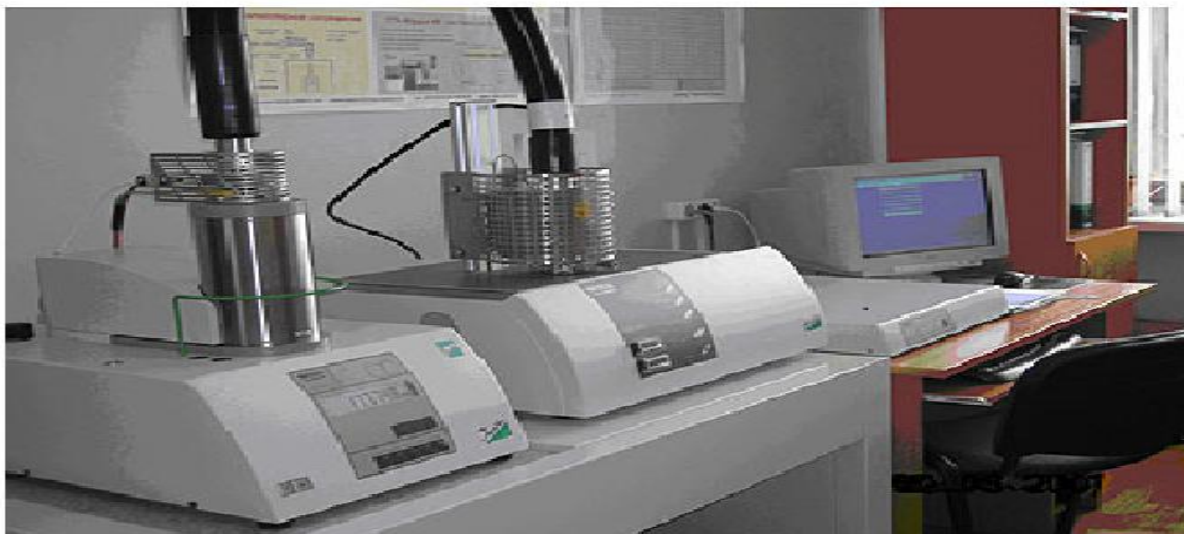


2.8 – rasm. Ideal termograviometriya egriligi (TG).

Bu o'rganilayotgan moddalarning massa o'zgarish funksiyasidan hosil bo'luvchi temperatura bo'yicha grafik hisoblanadi. $\frac{dp}{dT} = f(T)$

Hozirgi vaqtda shunday termografik qurilmalar mavjudki (Derivatograflar) ular TG egri chizig'i bilan bir vaqtda elektron – mexanik yoki signallarni elektro differensiallash yo'li bilan DTG – ni avtomatik tarzda yozib boradi [34]. TG va DTG ni bir vaqtda yozilishi qator ko'rinishlarga ega: yaxshi hosil bo'lishi bilan birga ajralib turuvchi DTG egri chiziqlari bo'yicha termik bo'linish sharoitini boshlanish va oxirgi temperaturasini aniqlaydi. DTG egri chizig'i cho'qqisi bo'yicha reaksiyalar maksimal tezligi temperaturasini o'rganadi. DTG egrilarida jarayonlar ochilishi yaxshi farqlanadi. Mineral va tog' jinslari komponentalari sonini aniqlaydi [16].

§2.4 STA 409 PC Luxx differensial termik tahlil qurilmasining ish prinsipi.



2.9 – rasm. STA 409 PC Luxx differensial termik tahlil qurilmasining umumiy ko'rinishi

Termograviometriya va DSK egri chizig'ini xarakterlovchi faktorlarga quyidagilar kiradi.

1.Pechning qizdirish tezligi; 2.Yozib olish tezligi ; 3.Qizdirgich va namunani tutib turish formasini; 4.Qizdirgich muhitning atmosferasi; 5.Yozib olish qurilmasining sezgirlik darajasi; 6.Joylashtiriladigan namuna uchun konteyner materialining kimyoviy tarkibi. Namunaning xarakteristik belgilari: 7. Namunaning massasi ;8. Namunaning gazda eruvchanligi; 9.Namuna zarrachalarining o'lchami; 10. Reaksiya issiqligi; 11.Namunalarda zarrachalar joylashish zichligi; 12. Namuna tarkibi; 13. Namunalar issiqlik o'tkazuvchanligi.

Termik tahlil uchun namunalarni tayyorlash. Tadqiqot maqsadiga qarab turli yo'llar bilan geologik xizmat mutaxassislari tomonidan amalga oshiriladi. Agar tahlil vazifasi mineralni ba'zi tipogen xususiyatini yoki diagnostika bo'lsa uning toza bir xil konsentrat – monofraksiyasini olish talab qilinadi. Mineral monofraksiyani tanlash ko'p vaqt va moddiy xarajat talab (qiladi) etadi, shuning uchun kichkina namunani tahlil qilish maqsadga muvofiq. Bu holatda zamonaviy termoanalitik asbobsozlik samarali hisoblanadi 10 mg dan kam emas, odatda 50 – 60 mg gacha turli tarkibli mineral qorishmalarining sonli va sifatli tahlil qilishda namunaning minimal o'g'irligi 1 – 2 gr bo'ladi. Termik tahlil uchun namuna

tayyorlashning muhim elementi tanlangan blok oxirigacha maydalash hisoblanadi. Amalyotda shu narsa aniqlanganki mineralni termik holatiga kam tasir qiluvchi blok 0,074 mm hisoblanadi. Bundan katta mineral DTT va TG egrilarida yolg'on effekt berishi mumkin. Juda mayin maydalangan namunalarni o'rganishda 0.001 mm bo'lakli namunalardan ishlatish maqsadga muvofiq.

Namunalarning mineral tarkibidan kelib chiqib namunalarni maydalashni bir necha usuli mavjud: ishqalash, qaychilash va kesish.

Termik tahlil qilinayotgan barcha namunalar bir xil namlikka ega bo'lishi kerak. Shuning uchun ular bir necha kun vakuumli eksikatorida $Mg(NO_3)_6 \cdot 6H_2O$ yoki $Ca(NO_3)_4 \cdot 4H_2O$ qorishmalarida ushlab turiladi.

II bobga doir xulosalar.

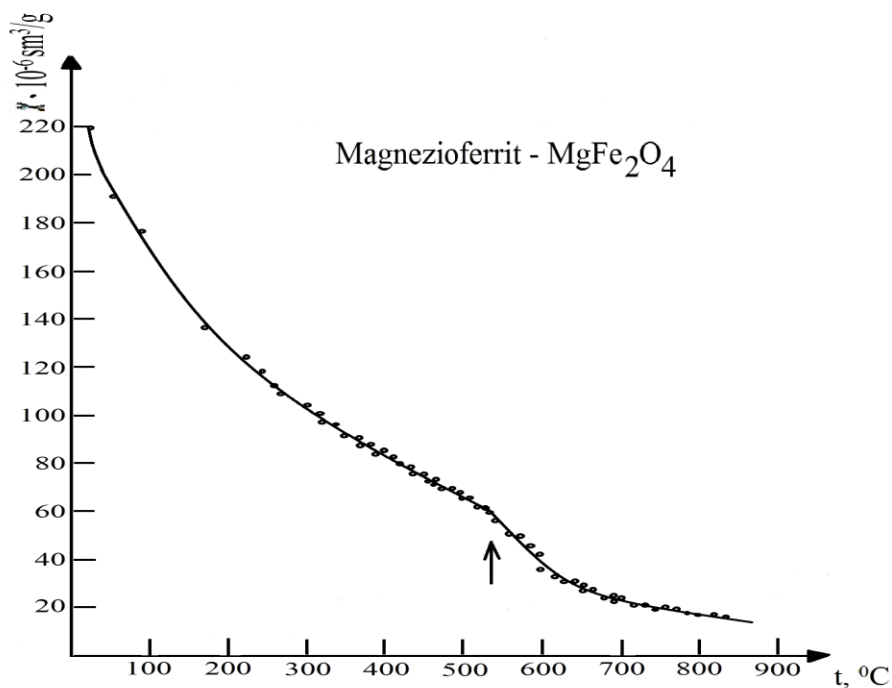
1. Tadqiqod ob'ektlarining DTT va TG egri chizig'ini olish qurilmasining o'lchash usullari, xususan ushbu ishda foydalanilgan STA 409 PC Luxx differensial termik tahlil qurilmasining mohiyati bayon qilindi.
2. STA 409 PC Luxx differensial termik tahlil qurilmasida tajriba o'tkazish uchun talab qilinadigan chora tadbirlar haqida bayon qilingan.
3. Namunalarni tayorlash usuli barafsil yoritilgan

III BOB. TADQIQOT NATIJALARI VA ULARNING MUHOKAMASI

§3.1. Magnezioferritning yuqori temperaturalardagi magnit qabul qiluvchanligi.

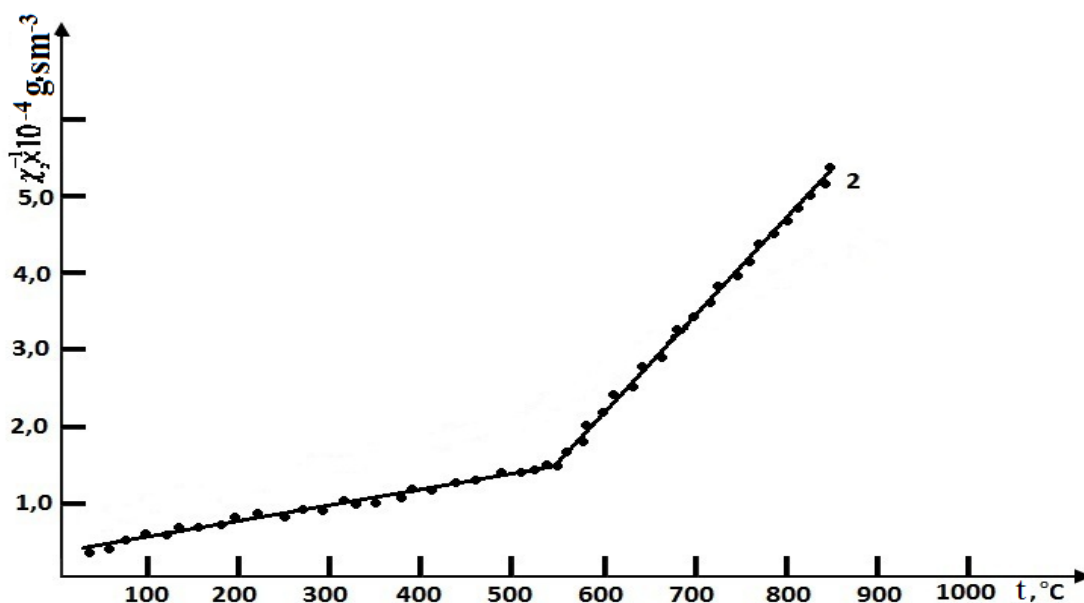
Magnezioferrit magnit qabul qiluvchanligining temperaturadan bog'lanishi $\chi(T)$ keng temperatura oralig'ida (20-850°C) o'lchandi. Tajriba natijalari $\chi(T)$ va $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish grafigi 3.1- va 3.2- rasmlarda tasvirlangan.

$\chi^{-1}(T)$ bog'lanish 20-540°C temperaturalar oralig'ida temperatura oshishi bilan chiziqli ortadi, 540°C da esa sinish kuzatiladi va nihoyat 550-850°C temperaturalar oralig'ida yana chiziqli ortadi [35,36,37]. Bu tajribaviy dalil magnezioferrit uchun ham $\chi(T)$ bog'lanish 20-540°C va 550-850°C temperaturalar oralig'ida chiziqli Kyuri-Veyss qonuniga bo'ysinishidan dalolat beradi.



3.1-rasm. Magnezioferritning $\chi(T)$ bog'lanish grafigi.

Magnezioferritning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishida 540°C temperaturada yuz beradigan sinish shu temperaturada namunada yoqlari markazlashgan kubdan – hajmi markazlashgan kubga (YoMK → HMK) polimorf fazaviy o'tish bilan tushuntirish mumkin.

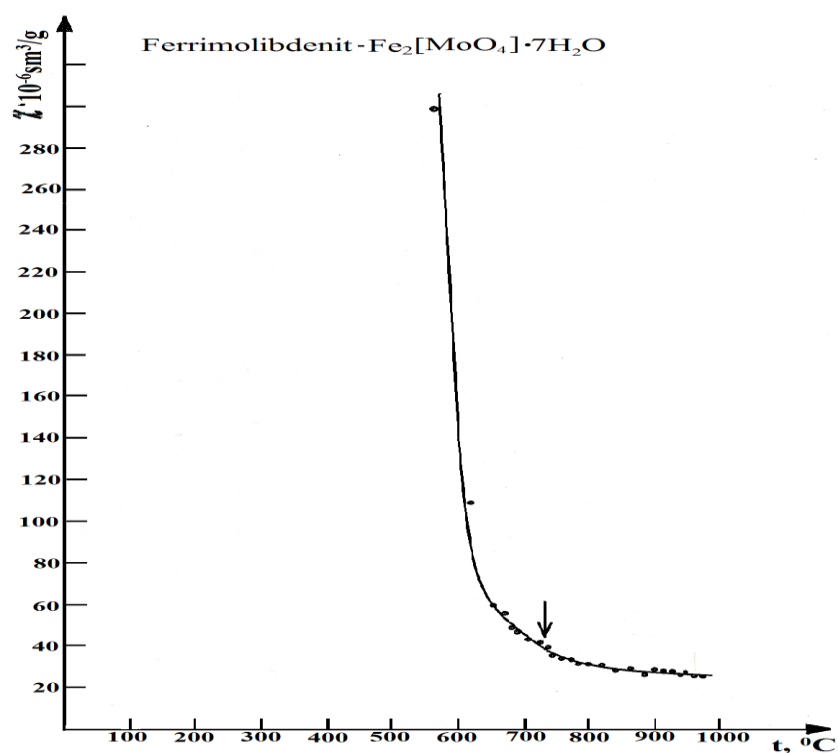


3.2-rasm. Magnezioferritning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish grafigi.

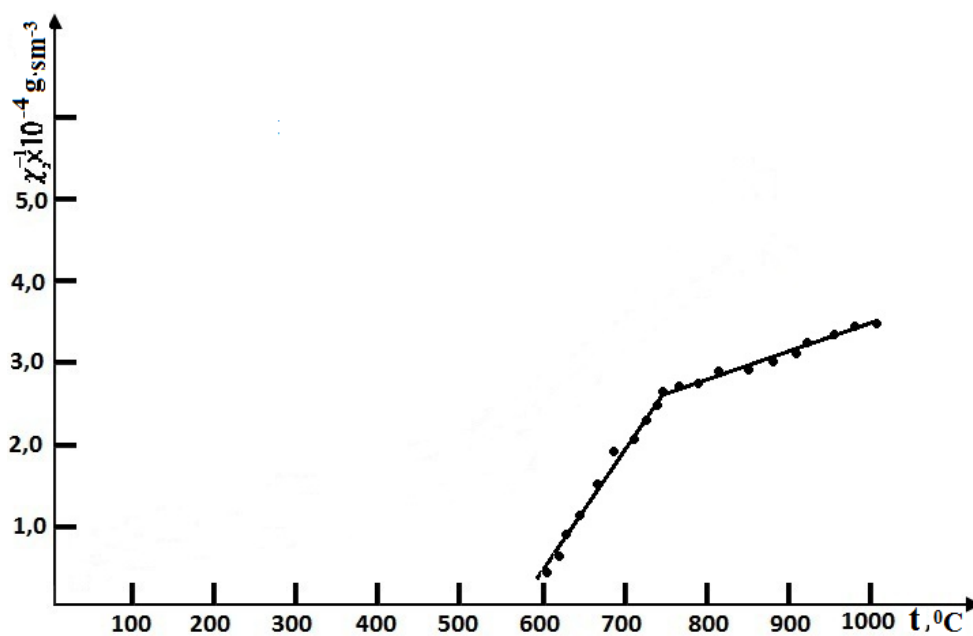
Namuna $\chi^{-1}(T)$ tajribaviy bog'lanish grafigidan ularning paramagnit xarakteristikalarini: paramagnit Kyuri temperaturasi - θ_p , Kyuri-Veyss doimiysi C , birlik kimyoviy formula birligiga to'g'ri keluvchi - μ_{for} magnit momenti va namunaviy bitta temir atomiga to'g'ri keluvchi effektiv magnit momenti μ_{eff} hisoblandi. Hisoblash natijalari 3.1-jadvalda keltirilgan.

§3.2. Ferrimolibdenit va magnetitning yuqori temperaturalardagi magnit qabul qiluvchanligi.

Ferrimolibdenit magnit qabul qiluvchanligining temperaturadan bog'lanishi $\chi(T)$ va $\chi^{-1}(T)$ keng temperaturalar oralig'ida (600-1000°C) o'lchandi. Tajriba natijalari $\chi(T)$ va $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish grafigi ko'rinishida 3.3 va 3.4 – rasmda tasvirlangan. $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish 600-1000°C temperaturalar oralig'ida temperatura oshishi bilan chiziqli ortadi, 730°C da χ^{-1} ning temperatura o'qiga nisbatan qiyaligi keskin kamayadi, 730-1000°C temperatura oralig'ida yana chiziqli ravishda ortadi [38,39,40]. Bu tajribaviy dalil ferrimolibdenit uchun ham $\chi(T)$ bog'lanish 600-730°C va 740-1000°C temperaturalar oralig'ida Kyuri-Veyss qonuniga bo'ysinishidan dalolat beradi.



3.3-rasm. Ferrimolibdenitning $\chi(T)$ bog'lanish grafigi.

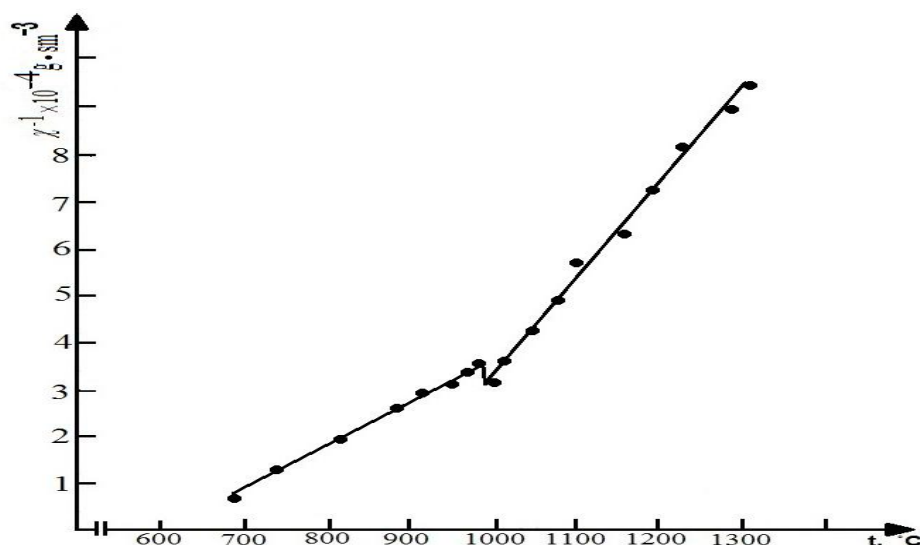


3.4-rasm. Ferrimolibdenitning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish grafigi.

Ferrimolibdenitning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishida 730°C temperaturada yuz beradigan sinish shu temperaturada unda yuz beradigan polimorf fazaviy ($\text{Y}_0\text{MK-HMK}$) o'tish bilan bog'lab tushuntiriladi.

Magnetit magnit qabul qiluvchanligining temperaturadan bog'lanishi $\chi(T)$ keng temperatura oralig'ida (660-1200⁰C) o'lchandi [38-40]. Tajriba natijalari $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish ko'rinishida esa 3.5-rasmda tasvirlangan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, bu bog'lanish arsenopiritning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishiga nisbatan, xuddi rodonit singari oddiyoqdir.

$\chi^{-1}(T)$ 690-960⁰C temperaturalar oralig'ida temperaturalar oshishi bilan chiziqli ortadi, 960⁰C da esa sakrab kamayadi va nihoyat 960-1200⁰C temperaturalar oralig'ida yana chiziqli ravishda ortadi. Bu tajribaviy dalil magnetit uchun ham $\chi(T)$ bog'lanish 690-960⁰C va 960-1200⁰C temperaturalar oraliqlarida chiziqli Kyuri-Veyss qonuniga bo'ysinishidan dalolat beradi.



3.5-rasm. Magnetitning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanish grafigi.

Magnetitning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishida 960⁰C temperaturada yuz beradigan sakrab kamayishi shu temperaturada unda yuz beradigan YoMK dan HMK polimorf fazaviy o'tish bilan tushuntirish mumkin.

Namuna $\chi^{-1}(T)$ tajribaviy bog'lanishiga eng kichik kvadratlar usulini qo'llab ularning paramagnit xarakteristikalarini C , θ_p , va birikma ximiyaviy formula birligiga to'g'ri keluvchi (μ_{form}) magnit momenti hisoblab topildi. Hisoblash natijalari 3.1-jadvalda keltirilgan.

§3.3. Magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning asosiy magnit xarakteristikalarini aniqlash.

Tog' jinslari magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning asosiy magnit xarakteristikalarini ularning §3.1 va §3.2 da bayon qilingan tajribaviy $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishlaridan foydalanib aniqlandi. Bu quyidagicha amalga oshirildi. Kyuri-Veyss qonunining ifodasiga eng kichik kvadratlar usuli (EKKU) qo'llaniladi [41,43]. Shu maqsadda ishlarda bayon qilingan tavsiyalardan foydalanib ifoda quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\chi^{-1} = \frac{T - \theta_p}{C} = \frac{T}{C} - \frac{\theta_p}{C} \quad (3.1)$$

Bu bog'lanishda

$$\gamma = \chi^{-1}, \quad x = T, \quad A = \frac{1}{C}, \quad B = \frac{\theta_p}{C} \quad (3.2)$$

Belgilashlar kiritib quyidagi chiziqli tenglamani olamiz.

$$\gamma = AX + B \quad (3.3)$$

Bu tenglamaning A va B koeffitsiyentlarini EKKU ning normal tenglamalarini yechishdan kelib chiqadigan quyidagi ifodalar yordamida hisoblanadi.

$$A = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (3.4)$$

$$B = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (3.5)$$

Bu ifodadagi n, y kattalakni x ga bog'liq ravishda o'lchashlar soni A va B koeffitsiyentlarini (3.4) va (3.5) ifodalar bo'yicha EHM da hisoblash dasturini tuzish uchun quyidagi algoritm tuziladi.

1. O'lchashlar soni va tajribada o'lchangan x_i va y_i kattaliklarni mashina xotirasiga kiritish.

2. $\sum_{i=1}^n x_i, \sum_{i=1}^n y_i, n \sum_{i=1}^n x_i^2, \sum_{i=1}^n x_i y_i$ yig'indilarni hisoblash.
3. A va B koeffitsiyentlarni (3.4) va (3.5) ifodalar bo'yicha hisoblash.
4. C va θ_p kattalikni $C = \frac{1}{A}, \theta_p = -BC$ ifodalar bo'yicha hisoblash.
5. Hisoblangan kattaliklarni chiqarish.

Shu algoritm asosida hisoblash dasturini tujishdan oldin (3.4) va (3.5) ifodalarda quyidagicha belgilashlar (operasiyalar) kiritamiz.

$$xx = \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad yy = \sum_{i=1}^n y_i^2, \quad xy = \sum_{i=1}^n x_i y_i, \quad x2 = \sum_{i=1}^n x_i^2,$$

(3.4) va (3.5) ifodalarni shu operatorlar bo'yicha yozamiz:

$$A = \frac{nxy - xxxy}{nx2 - (xx)^2} \quad (3.6)$$

$$B = \frac{x2yy - xxxy}{nx2 - (xx)^2} \quad (3.7)$$

Shunday algoritm asosida Turbo Paskal Beyosk tilida tuzilgan hisoblash dasturi ushbu bob oxirida ilova qilinadi.

Hisoblab topilgan Kyuri-Veyss doimiysining qiymatidan foydalanib tog' jinslari minerallarning ximiyaviy formula birligiga to'g'ri keluvchi $\mu_{\phi op}$ va birikmalar bitta atomiga (magnitfaol) to'g'ri keluvchi ($\mu_{\phi \phi}$) magnit momentlar hisoblandi. Toza temir uchun ($\mu_{\phi \phi}$) (1.9) bo'yicha hisoblanadi,

ya'ni:
$$\mu_{\phi \phi} = 2,83\sqrt{CM} \quad (3.8)$$

bunda μ - temirning atomlar massasi.

Birikmalar ximiyaviy formula birligiga to'g'ri keladigan magnit momenti quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$\mu_{\phi \phi} = 2,83\sqrt{C(nM_1 + mM_2)} \quad (3.9)$$

Bunda M_1 va M_2 mos ravishda temir va nomagnit elementlarning atomlar massalari. Agar birikma komponentalaridan biri nomagnit element bo'lsa. Ya'ni

magnit momentiga ega bo'lmasa birikmadagi bitta magnit faol metall atomiga to'g'ri keladigan effektiv magnit momentini hisoblash maqsadga muvofiqdir.

O'rganilgan tog' jinslari minerallarining asosiy magnit xarakteristikalarini hisoblash natijalari mos ravishda 3.1 jadvallarda keltirilgan.

Magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning magnit xarakteristikalari:

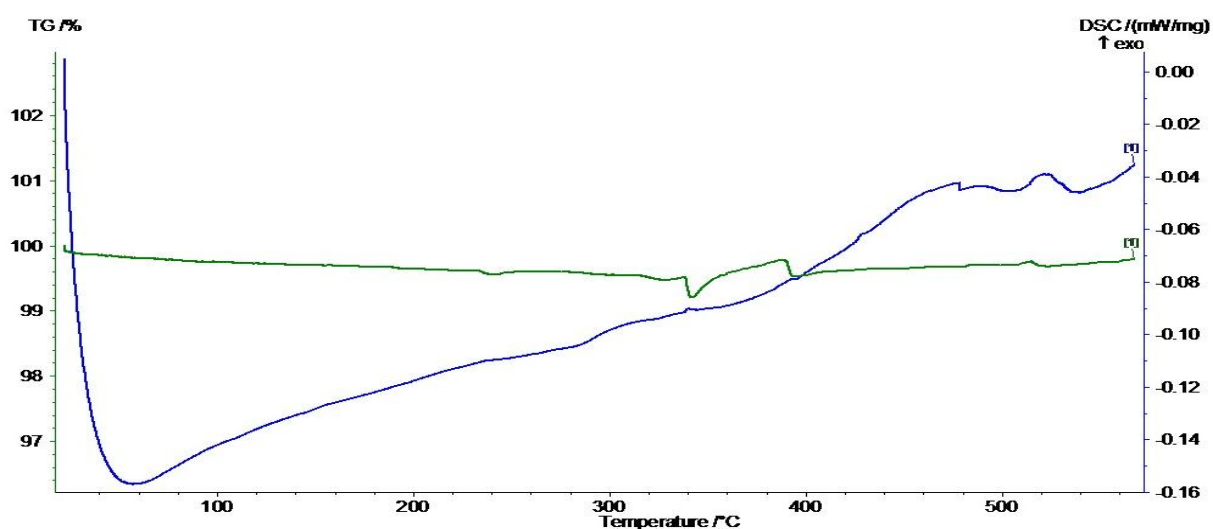
Jadval- 3.1

Minerallar	Temperatura oralig'i t, °C	θ_p , K	C, $\times 10^4$	μ_{for} , μ_B
Magnezioferrit- $MgFe_2O_4$	20-540	73	500	8.95
	550-850	698	77,35	3,5
Ferrimolibdenit- $Fe_2[MoO_4]_3$	600-730	848	64.9	5.55
	740-1000	523	204	9.8
Magnetit- Fe_3O_4	680-960	873	105.2	4.42
	970-1200	1083	49.4	3.03

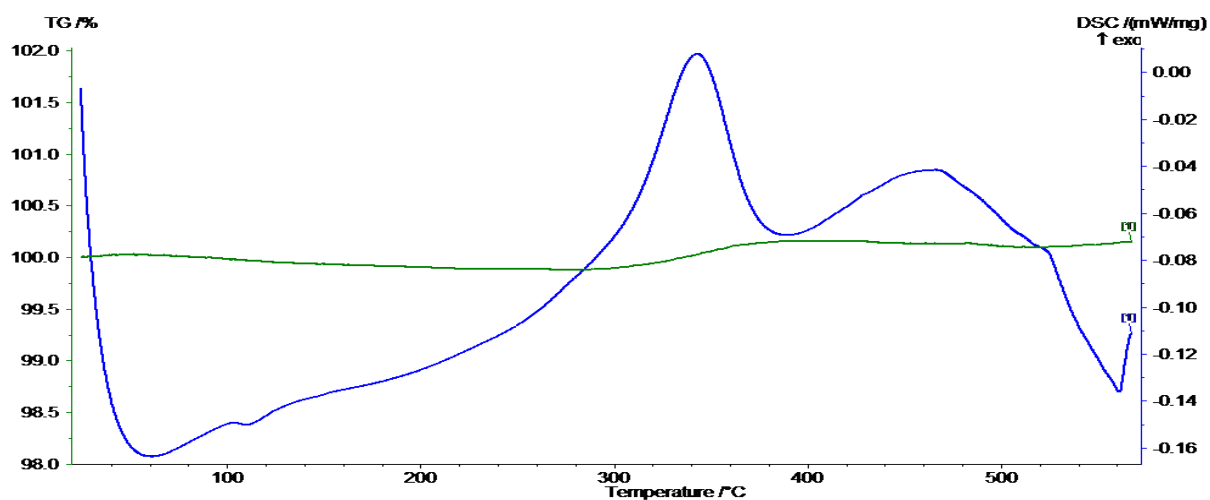
Jadvalning tahlili shuni ko'rsatadiki, o'rganilgan namunada magnit xarakteristikalar (θ_p , μ_{for}) qiymati toza temirnikiga nisbatan taqqoslaganda 550-850°C temperatura oralig'ida μ_{for} ning qiymati kichik. Buni o'rganilgan namuna magnezioferritning kristall panjara tugunlarida joylashgan temir ionlari orasidagi masofaning kattalashishi bilan tushuntirish mumkin. θ_p almashinuv magnit o'zaro ta'sirining energetik o'lchovi bo'lganligi sababli, masofaning kattalashishi namunalarda magnit tartib hosil bo'lishiga sababchi bo'lgan temir ionlari 3d-qobig'idagi elektronlarning bevosita almashinuv o'zaro ta'sirini kamaytiradi.

§3.4. Magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitni differensial termik tahlil qilish natijalari

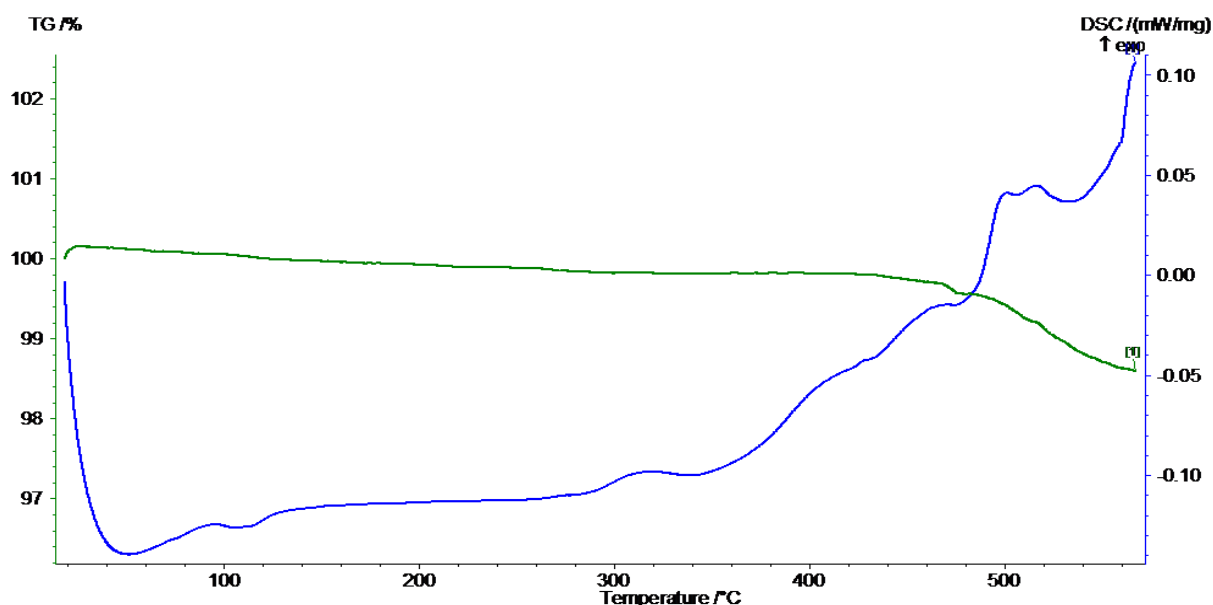
Yuqoridagi namunalarning termoanalitik tadqiqoti Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG (Germaniya) asbobida o'tkazildi [16,33,24,42]. Asbobning termoparasi K-turli (Low RG Silver) va alyumen tigllari mavjud. Barcha o'lchovlar azot oqimining tezligi 50 ml/min bo'lgan inertli azot atmosferasida o'tkazildi. O'lchashlarning temperatura diapazoni 20-600°C ni tashkil etadi. Kuzatish tezligi 10K/min ga teng. Namunalarni bir o'lchovdagi miqdori 20-30 mg ni tashkil etadi.



3.6-rasm. magnezioferritning termografi.



3.7-rasm. magnetitning termografi.



3.8-rasm. ferrimolibdenitning termografigi.

Tog' jinslari minerallar-magneziferrit, magnetit va ferrimolibdenitlarning DTT egri chiziqlari, mos ravishda, 3.6, 3.7 va 3.8 rasmlarda keltirilgan. Bu rasmlardagi DTT egri chiziqlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, uchala mineralda ham temperatura oshishi bilan endotermik (issiqlik yutilishi) effekt yuz beradi. Bu effekt magnezioferritda, magnetitda va ferrimolibdenitda mos ravishda, 540°C, 960°C va 730°C temperaturalarda sodir bo'ladi (magnetit va ferrimolibdenitning DTT ida 300-500°C temperaturalar oralig'ida yuz beradigan endotermik effektlarni, unda yuz beradigan qandaydir kimyoviy o'zgarishlar bilan izohlash mumkin). Bu effektlarni strukturaviy fazaviy o'tishlar bilan bog'lash mumkin. Minerallardagi fazaviy o'tishlarda atomlari zich joylashgan kristall strukturadan, atomlari siyrak joylashgan kristall strukturaga o'tish yuz beradi. Bu o'tishlar yuqorida qayd qilingan temperaturalarda yuz beradi. Masalan: magnezioferritda 540°C temperaturada YoMK→HMK strukturaviy fazaviy o'tish yuz beradi. Bu tajribaviy dalil §3.1da magnezioferritning $\chi^{-1}(T)$ tajribaviy bog'lanishlarini tushuntirishda bayon qilingan fikrlar bilan mos tushadi. Demak, namunalarning TMM va DTT natijalari bir-biri bilan qoniqarli darajada mos keladi.

III-bobga doir xulosalar

1. Minerallari-magnezioferrit, magnetit va ferrimolibdenitning $\chi(T)$ -bog'lanishi 20-1200°C, temperaturalar oralig'ida o'lchandi. Bu bog'lanishlar ma'lum temperaturalarda sakrab o'zgaradigan murakkab tabiatga egaligi aniqlandi. $\chi(T)$ -bog'lanishlarning chiziqli sohalari Kyuri-Veyss qonuniga bo'ysinishi ko'rsatildi.
2. O'rganilgan minerallarning $\chi^{-1}(T)$ -bog'lanishlaridagi murakkab (anomal) o'zgarishlarni, ularning kristall pajarasida ma'lum temperaturalarda yuz beradigan magnit va polimorf (strukturaviy) fazaviy o'tishlar bilan bog'lab tushuntirildi: magnezioferritda 540°C temperaturada mos ravishda $\text{HMK} \rightarrow \text{YoMK}$ ga polimorf fazaviy o'tish yuz beradi; magnetitda 960°C temperaturada mos ravishda, $\text{HMK} \rightarrow \text{YoMK}$ ga polimorf fazaviy o'tish yuz beradi; ferrimolibdenitda esa 730°C temperaturada $\text{YoMK} \rightarrow \text{HMK}$ polimorf fazaviy o'tish yuz beradi.
3. Minerallarning tajribaviy $\chi^{-1}(T)$ -bog'lanishlari yordamida ularning asosiy magnit xarakteristiklari-Kyuri-Veyss doimiysi (C), paramagnit Kyuri temperaturasi (θ_p), minerallarning kimyoviy formula birligiga to'g'ri keladigan magnit moment (μ_f) hisoblandi. Hisoblash natijalariga ko'ra minerallarning asosiy magnit xarakteristiklari toza temirning asosiy magnit xarakteristikasiga nisbatan kichikligi aniqlandi. Bu minerallar kristall panjarasida temir ionlari orasidagi masofaning nomagnit atomlarning (Mg,Mo,O) panjarada mavjud bo'lishi tufayli kamayishi bilan, bu esa o'z navbatida 3d-qobiqlar elektronlari orasidagi almashinuv o'zaro ta'sirning kamayishiga olib kelishi bilan tushuntirildi.
4. Namunalarning DTT egri chiziqlari olindi va ular tahlil qilindi.

XULOSALAR

Ushbu bitiruv malakaviy ishida qo'yilgan maqsad va vazifalar bo'yicha bajarilgan ishlarni umumlashtirib quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Tog' jinslari minerallar- magnezioferrit ($20-850^{\circ}\text{C}$), magnetit ($600-1000^{\circ}\text{C}$) va ferrimolibdenitning $\chi(T)$ -bog'lanishi $20-1200^{\circ}\text{C}$ temperaturalar oralig'ida o'lchandi. Bu namunalarning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishlari chiziqli Kyuri-Veyss qonuniga bo'ysinishi aniqlandi.
2. O'rganilgan minerallarning $\chi^{-1}(T)$ bog'lanishlaridagi murakkab o'zgarishlarni, ularning kristall pajarasida ma'lum temperaturalarda yuz beradigan magnit va polimorf (strukturaviy) fazaviy o'tishlar bilan bog'lab tushuntirildi: magnezioferritda 540°C temperaturada; magnetitda 960°C temperaturada va ferrimolibdenitda esa 730°C temperaturada $\text{YoMK} \rightarrow \text{HMK}$ polimorf fazaviy o'tish yuz beradi.
3. Minerallarning tajribaviy $\chi^{-1}(T)$ -bog'lanishlaridan ularning asosiy magnit xarakteristiklari-Kyuri-Veyss doimiysi (C), paramagnit Kyuri temperaturasi (θ_p), minerllarning kimyoviy formula birligiga to'g'ri keladigan magnit moment (μ_f) hisoblandi.
4. Hisoblash natijalariga ko'ra minerallar kristall panjarasida temir ionlari orasidagi masofaning nomagnit atomlarning ($\text{Mg}, \text{Mo}, \text{O}$) panjarada mavjud bo'lishi tufayli kamayishi bilan, o'z navbatida bu 3d-qobiqlar elektronlari orasidagi almashinuv o'zaro ta'sirning kamayishiga olib kelishi bilan tushuntirildi.
5. Namunalarning DTT tajribaviy egri chiziqlari olindi va ular asosida namunalarda strukturaviy fazaviy o'tishlar yuz berishi aniqlandi. DTT natijalari TMM natijalari bilan qoniqarli darajada mos keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Нагата Т. Магнетизм горных пород. - М.: Мир, 1965.
2. Костов И. Минералогия.-М.: Мир, 1971.
3. Шолпо Л.Е. Использование магнетизма горных пород для решения геологических задач. Л., Недра, 1977.
4. Vernon R.H. Magnetic susceptibility as a measure of total iron plus manganese in some ferromagnesian silicate minerals.-Am.Miner., 1961.V.46. sept.-oct., p.1141-1153.
5. Трухин В.И., Гаранян В.К., Жияева В.А., Кудрявцева Г.П. Ферримagnetизм минералов. М.: МГУ, 1983.
6. Осипов Ю.Б. Магнетизм глинистых грунтов. М.: Недра, 1978.
7. Бабанин В.И., Трухин В.И., Карпачевский Л.О., Иванов А.В., Морозов В.В. Магнетизм почв. Ярославл: ЯГТУ, 1995.
8. Шолпо Л.Е. Использование магнетизма горных пород для решения геологических задач. Л., Недра, 1977.
9. Дубинчик Э.Я., Розенталь И.В. Петромагнитные исследования при изучении гранитоидных комплексов. Л., Недра, 1980.
10. Селвуд П. Магнитохимия. – М.: ИЛ, 1958. - 460 с.
11. Трухин В.И. Введение в магнетизм горных пород. М., 1973.
12. Пара- и ферромагнетизм магматических пород / Н. Б. Дортман, Э. Я. Дубинчик, И.В. Розентал, А.С. Никифорова, Киев, Наукова Думка, 1974, вып. 60. с. 86-91.
13. Вонсовский С.В. «Магнетизм». – М.: Наука, 1971 – 1032с.
14. Van Flack J.H. The theory of electric and magnetic suscrtibilities. – Oxford: Univ. pess, 1932 – 384p.
15. Чепуштанова Т.А., Луганов В.А. Кинетическая модель термического разложения пирита// Доклады академии наук МОН РК. –2007.–№5. –С.76-80.
16. Емелина А. Л. Дифференциальная сканирующая калориметрия. МГУ, 2009.
17. Волков С.А., Косьяненко Е.С., Подгородецкая А.В., Пономарева М.А. Термокинетический анализ окисления угля в кислороде воздуха// Изв. вузов. Физика. Т. 56, №9/3. 2013. С. 144–146.

18. Калориметрия. Теория и практика: Пер. с англ./ В. Хеммингер, Г. Хёне. М.: Химия, 1990. -. Пер. изд.: ФРГ, 1984. - с. 176
19. А.Г. Бетехтин. Минералогия курси. “Ўқитувчи” нашриёти, Тошкент-1969.
20. Методы минералогических исследований: Справочник/Под ред. Л.И. Гинзбурга - М.; 1985. - С. 275-277, 310-323.
21. Топор Н.Д. Дифференциально-термический и термовесовой анализ минералов. -М.: Недра, 1964. - 160 с.
22. Л.Берри, Б. Мейсон, Р.Дитрих, Минерология, Издательство. “Мир”, Москва, 1987.
23. Чепуштанова Т.А., Мамырбаева К.К., Луганов В.А. Изучение термического разложения Халькопирита // Комплексное использование минерального сырья. – 2011. - №2(275). – С. 91-97.
24. www.Science-education.ru/117-13389
25. Чепуштанова Т.А., Луганов В.А. Кинетическая модель термического разложения пирита// Доклады академии наук МОН РК. –2007.–№5. –С.76-80.
26. Сельвуд П.И. Магнетохимия. – М.: ИЛ. 1958 – 460с.
27. Чечерников В.И. Магнитные измерения.–М.:Изд-во МГУ.– 1969.-388с.
28. Вертман А.А. Смарин А.Н. «Измерение магнитной восприимчивости жидких металлов». // Завдск. лаб. 1958, с. 309-310.
29. Кувондигов О.К., Шакаров Х.О. Методы измерения некоторых физических величин в общем курсе физики.// Руководство для НИРС и УИРС. – Самарканд. Изд. СамГУ, 1984. – 45с.
30. Кувондигов О.К., Шакаров Х.О., Иргашев К.М. Высокотемпературная установка для измерения магнитной восприимчивости 3d и 4f – металлов в твердом и жидком состояниях.//В.Сб.:Оптико-акустические, электрические, магнитные исследования конденсированных сред. – Самарканд, Изд. СамГУ, 1982. – с.122-130.
31. О.К.Кувондигов Магнитные и кинетические свойства конденсированных сплавов и соединений на основе переходных и редкоземельных металлов. Тошкент. Издательство «Фан», АН РУз. 2009.
32. Х.О.Шакаров Магнитная восприимчивость интерметаллических соединений лантаноидов с индеем при высоких температурах. Канд. дисс. Самарканд, 1983.

33. Топор Н.Д., Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. –М.: Издательство МГУ, 1987. — 190 с.
34. Лапин В.В. Термический анализ минералов. – М.: Наука, 1978, – 142 с.
35. Кувандиков О.К., Шакаров Х.О., Шодиев З.М., Убайдуллаева С.Ш.. Изучение парамагнитных свойств пирита, арсенопирита и халькопирита при высоких температурах //Горный вестник Узбекистана, 2005. -№3(22). -С.92-94.
36. О.К.Кувандиков, Х.О. Шакаров, З.М.Шодиев, С.Ш. Убайдуллаева. Изучение парамагнитных свойств пирита, арсенопирита и халькопирита при высоких температурах. Горный вестник Узбекистана . 2005, №3 (22), с.92-94.
37. Kuvandikov O.K., Shakarov, K.H., Shodiev Z. M. and G. R. Rabbimova. Analysis of the Paramagnetic Properties of Pyrite, Arsenopyrite, and Chalcopyrite at High Temperatures // J of communications technology and electronics. - V.52. - №9. September 2007. - PP. 1062-1064.
38. Kuvandikov O.K., Shakarov H.O., Shodiev Z.M., Muzaffarov A., Amonov B.U., Nurimov U.E., Karimov O.I. Study of the magnetic properties of rocks (pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite and magnetite) at high temperatures. Book of Abstracts. Moscow International Symposium on Magnetism. Moscow. 29 June – 3 July 2014. p.597.
39. Х.О. Шакаров, З.М. Шодиев, Б.У.Амонов, У.Э.Нуримов, М.К.Салохиддинова. Темир асосидаги минералларнинг магнит хоссаларини юқори температураларда ўрганиш. “Физика ва экология”. В «Сборнике материалов Республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных учёных». Посвященной 60-летию профессора кафедры общей физики Ажимурата Жумамуратова. с. 218-219. Нукус, 2013, 11-12 декабрь.
40. О.К.Кувандиков, Х.О.Шакаров, З.М.Шодиев, Х.Б.Хасанов «Магнитные свойства минералов при высоких температурах» Тошкент, 5-6 ноябр, 2014.
41. www.ziyonet.uz
42. www.edu.uz
43. www.lex.uz