

Xələfli A.A.



BAKI- 2009

Redaktor: Əməkdar elm xadimi professor **M.İ.İsayeva**

Ali məktəb tələbələri üçün dərslik. 2009. 181 s., 53 şəkil, 7 cədvəl.

Xələfli A.A. Paleomaqnetizm.

Rəyçilər: AMEA müxbir üzvü Azərbaycanın əmək-
darelm və texnika xadimi professor **K.M.Kərimov** və
c.e.d., prof. **M.Müseyyibov**

Paleomaqnetizm süxurların yaddaşına həkk olunmuş təbii qalıq maqnitlənmə vektorunun, özünəməxsus izə malik olan qədim geomaqnit sahəni öyrənir. Bu elm fizika, geofizika və geologiya elmlərinin qovşağında yaranmışdır.

Paleomaqnetizm tədqiqat üsulu olaraq sərbəst elmi istiqamətdir, özünün tədqiqat metodikası, öyrənmə obyektinə və alınan nəticələrin tətbiq sahəsi var.

Kitabda Azərbaycanın mezokaynozoy maqnitostatigrafik şkalası əsaslandırılıb, onun qurulması prinsipinə baxılıb.

Litosfer plitlərin tektonik hadisələrinə böyük diqqət yetirilib. Azərbaycan ərazisində aparılan paleomaqnit tədqiqatları nəticələri əsasında, bu ərazidə baş vermiş tektonik hərəkətlərin kinematik parametrləri təyin edilmiş və ərazinin paleotektonik rekonstruksiyası verilmişdir.

Kitab geologiya fakültəsində təhsil alan geoloq, geofizik bakalavr, magistr tələbələrinə və paleomaqnit tədqiqatlarla məşğul olmaq istəyən geoloq və geofiziklər, həmçinin geodinamika ilə maraqlanan və məşğul olan insanlar üçün nəzərdə tutulub.

ХАЛАФЛИ А. А. Палеомагнетизм. учебник. Под ред. М.И.Исаева. 2009. 53 Ил. 7 табл. 187 с.

Настоящее учебник содержит обширные данные по методике и результатов определений магнитных и палеомагнитных свойств горных пород. Применяется при изучении истории магнитного поля Земли, решении задач стратиграфии, палеотектоники, палеогеографии и некоторых вопросов образования и дальнейшей истории горных пород.

Учебник рассчитана для студентов геологического факультета и широкий круг геологов и геофизиков.

İŞDƏ QƏBUL OLUNAN ŞƏRTİ İŞARƏLƏR

Süxurların maqnitliyi:

I_n – təbii qalıq maqnitlənmə;

I_n^o – ilkin;

I_n^h – ikinci;

I_n^a – qədim;

I_n – normal qalıq maqnitlənmə;

I_{rt} – temperatur qalıq;

I_s – doymuş;

I_{rs} – qalıq doymuş;

I_{rv} – v yazki;

H – sabit maqnitləndirən sahə;

H_s – doyma sahəsi;

H_{cs}' – doymanın dağıdıcı sahəsi;

H_c – koersitiv qüvvə;

H^{\sim} – dəyişən maqnit sahəsi;

Qütbləşmə sahəsi və süxurların maqnitlənməsi:

N, n – düzünə;

R, r – əksinə;

D – geomaqnit sahənin və maqnitlənmənin meyilliyi;

J – geomaqnit sahənin və maqnitlənmənin əyimliyi;

$Q = I / \chi H_T$ – Q faktoru, Keniqsberq nisbəti;

χ – maqnit həssaslığı;

T_c – Kuri temperaturu;

T – temperatur;

φ, λ – nümunələrin götürüldüyü Yer in coğrafi koordinatları (φ -en dairə, λ -uzunluq dairə);

F, Λ – paleomaqnit və geomaqnit sahənin en dairəsi

uzunluq dairəsinin müasir coğrafi koordinatları;

φ_m – geomaqnit en dairə;

N – statistik hesablamada istifadə olunan normallaşmış

vektorun sayı;

R – onların həndəsi cəminin mütləq qiymətidir;

K – I_n -nin sıxlıq əmsalındır (sterioqramda I_n biryerə sıx toplanma əmsalındır);

S – paleomaqnit stabillik ölçüsü;

$r=0,95$ ehtimal qiymətində dairənin inam radiusu:

α_{95} – vektorun orta qiyməti üçün;

A_{95} – qütbün orta qiyməti üçün;

θ_1, θ_2 – qütbün orta qiyməti üçün ovalın yarımox xətası.

ŞƏKİLLƏR ÜÇÜN QƏBUL OLUNAN ŞƏRTİ İŞARƏLƏR

- -vektorun aşağı yarımşferaya proyeksiyası;
- o – vektorun yuxarı yarımşferaya proyeksiyası;
- I_n vektorunun sonunun üfiqi müstəviyə proyeksiyası;
- o – I_H vektorunun sonunun şaquli müstəviyə proyeksiyası;
- - paleomaqnit istiqamət və paleomaqnit en dairə.



Düzünə maqnitlənmə zonası



Qatın öyrənilməyən hissəsi



Əksinə maqnitlənmə zona

Cədvəl 1

Sİ və SQS sistemləri arasında maqnit kəmiyyətlərinin münasibətləri

Maqnit kəmiyyətləri	İşarəsi	Vahidləri		Keçmə vuruqları	
		SQS	Sİ	SQS/ Sİ	Sİ/ SQS
Maqnit sahəsinin gərginliyi	H	E (rsted)	A/m	79,58 [$10^3 / (4\pi)$]	$12,57 \cdot 10^{-3}$ ($4\pi / 10^3$)
maqnit momenti	m	-	$A \cdot m^2$	10^{-3}	10^3
Maqnit seli	Φ	Mks	B δ (veber)	10^{-8}	10^8
Maqnit induksiya		Qs	Tl(Tesla)	10^{-4}	10^4
Maqnit həssaslığı	χ	-	-	12,57(4 π)	$79,58 \cdot 10^{-3}$ [$1 / (4\pi)$]
Maqnitliyi	I	-	A/m	10^3	10^{-3}

İ FƏSİL PALEOMAQNİZMİN FİZİKİ GEOFİZİKİ ƏSASLARI

Сұхурларын тәркибиндә olan минераллар мақнит хассәләринә гөрә диаманетикә, параманетикә, ферромаанетикә бөлүнүрләр, (хүсусилә ферромаанетикләрә, антиферромаанетикләрә вә ферритләрә).

Диаманетикләр вә параманетикләр чох киçик мақнит хассәсинә малик олдуғундан мақнитләнмә вектору садә мүнәсибәтлә тәйин edilir, $I = \chi H$ (1) бу һәмәин анда тәсир едән мақнит саһәсиндән H -дан асылыдыр. χ әмсалына мақнит қавраыçılıғи деыйлир; диаманетикләр үчүн $\chi < (10^{-5} \text{ SI vahidi hüdudunda})$, параманетикләр үчүн $\chi > 0 \cdot 10^{-2} - 10^{-5} \text{ SI vahidi hüdudunda}$ деыйшир. Бу минераллар палеомаанетизми дә әһәмиyyətли рол ойнамыр.

Сұхурларын мақнит хүсусиyyətи аксесор минералларла мүәййән олундуғундан булар феррит синфинә дахилдир, маанетит вә онун мүхтәлифликләри, һематитлә, һемоилменитлә, пирротин, һәмçинин дәмәрин һидроокситләриндән, ферритләрдән ибарәтдир. Сұхурларда раст олунан ферритләр өзүнүн мақнит хассәләринә гөрә ферромаанетик мәддәләрә яхындыр, ферромаанетикләр диаманетик вә параманетикләрдән мақнит қавраыçılıғинын үйүскәк мүсбәт қиымәтилә фәрқләнәир вә мақнитләнмәнәин мақнит саһәсиндән садә асылылығы юхдыр. Ферромаанетикләрин вә ферритин мақнит һалы тәкчә мақнитләнмәйә тәсир едән мақнит саһәсинин H , қиымәт вә истиқамәтәндән юх, еynı заманда мақнитләнмәнәин әввәлки тарихиндән асылыдыр. Белә мәддәләрин мақнитлиyi индуктив мақнитләнмә вектору илә қалық мақнитләнмәләрин сәминдән ибарәтдир. Сұхурларда қалық мақнитләнмә мүхтәлифдир, чох һалларда мүрәккәб мәншәйә малик олдуғундан буну тәбий қалық мақнитләнмә адландырырлар.

$$I = I_i + I_n = \chi H + I_n$$

Тәбий қалық мақнитләнмәнәин өйрәнилмәси палеомаанетик тәдқиқатларын яегәнә васитәсидир. Қалық мақнитләнмәнәин әмәлә гәлмәси (yәни мақнит саһәсинин олмадықда мүшәһидә олунан) яалныз ферромаанетик вә ферритләрә аиддир, она гөрә дә сұхурлар

тәбий қалық мақнитләнмәйә маликдир (yaxud laboratoriya şəraitində qalıq maqnitlənme əldə etmə qabiliyyətinə malik olması aşkar olunursa) bu süxurlarda ferromaqnit mineralların olması ilə əlaqədardır.

Paleomaqnit mühakimələr qalıq maqnitlənmənin mənşəyini dərk etməyə, ferromaqnitlərin maqnitlənməsinin müxtəlif proseslərlə baş verməsinə baxmağı tələb edir, bu da müxtəlif növ maqnitlənmələrin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Ferromaqnitlərin maqnitlənməsi təkcə onun xassəsindən və təsir edən sahənin qiymətindən asılı deyil, eyni zamanda bir sıra faktorlardan (amillərdən), o cümlədən temperaturdan, zamandan, mexaniki gərginlikdən, dəyişən maqnit sahəsindən, kimyəvi dəyişmələrdən asılıdır. Bu amillər özlüyündə sabit maqnit sahəsi olmadıqda süxurda olan qalıq maqnitlənməni dağıdaraq azaldır, onu yaratmır, əgər maqnit sahəsi təsir edirsə, bu amillərin hər biri əlavə maqnitlənmənin yaranmasına səbəb olur. Sahənin təsirlə maqnitlənmə prosesi özünə məxsus qanunla baş verir, özünəməxsus ada malikdir və hansı prosesin təsir etməsindən asılıdır.

1.1. Maqnetizm haqqında ümumi anlayış

Maqnetizm-maddənin qarşılıqlı təsirinin xüsusi formasıdır. Bu, hərəkətdə olan yüklü hissəciklərin qarşılıqlı təsiridir. Maqnit kütləsi, yaxud maqnit miqdarı adlı məfhum təbiətdə yoxdur.

Fiziki cisimin maqnit xassəsi dedikdə yüklü hissəciklərin hərəkəti zamanı müxtəlif elektrik cərəyanlarının hesabına yaranması başa düşülür (Amper fərziyyəsi). Bunu elektronun yaratdığı maqnit sahəsi ilə göstərmək olar. Mənfi yükə malik olan elektron atomda nüvə ətrafında müəyyən orbitdə fırlanaraq orbital maqnit momenti yaradır. Bunun ən kiçik qiyməti $n=1$ birinci orbitdə olur. Buna Бор maqnitonu deyilir.

$$\mu_H = \hbar e / 2m$$

\hbar -Plank sabiti, m isə elektronun kütləsi, e -yüküdür.

$$\hbar = h / 2\pi$$

Elektron həm də öz oxu ətrafında fırlanaraq spin momenti yaradır. Beləliklə, görürük ki, maqnetizm təbiətin universal hadisəsidir.

Spin momentinə bütün mikro hissəciklər, o cümlədən müsbət yüklü hissəciklər, hətta elektrik yükünə malik olmayan neytronlar da malikdir.

1.2. Maqnitli cisimin potensialı

Əvvəllər dediyimiz kimi maqnit sahəsi mənbəyi maqnitlənmiş cisimdə ola bilər. Necə olmasından asılı olmayaraq cisimin daxilində maqnitlənmənin qiyməti və paylanması onun tərəfindən yaranmış maqnit sahəsi, çoxlu sayda elementar maqnetiklərin yaratdığı maqnit sahəsinin cəminə bərabərdir. Hər bir elementar həcmdə maqnit momenti dipolun yaratdığı sahənin istiqaməti ilə eynidir. Başqa sözlə desək maqnitlənmiş cisimin elementar maqnit momentlərinin cəmi kimi baxmaq olar. Cisimin daxilində olan bütün elementar momentlərin vektoru cəminə maqnit momenti deyilir. M hərfi ilə işarə olunur. Əgər hər hansı çox kiçik $\Delta\tau$ həcmdəki maqnit momentlərini ΔM kimi işarə etmiş olsaq, onda momentin həcmə olan nisbəti

$$J = \Delta M / \Delta\tau$$

cisimin maqnitliyi olacaq. Hər-hansı P nöqtəsində hər ΔM üçün maqnit potensialı

$$dU = (dM/r) r^3$$

burada r - $\Delta\tau$ həcmnin p -nöqtəsindən olan məsafədir. Bel ki,

$$dM = J dr; \text{ onda}$$

$$dM = I d\tau; \Delta U = [(J, r) r^3] d\tau;$$

yaxud

$$\Delta U = [J \nabla(1/r)] d\tau;$$

Beləliklə cisimin p -nötəsində tam potensialı

$$U = - \int_{\tau} [J \nabla(1/r)] d\tau;$$

inteqrallama bütün həcm üzrə aparılır, qradient isə p -nötəsinin koordinatı boyunca götrülür.

$$U = - \int_{\tau} [J \nabla(1/r)] d\tau$$

burada $V = \int_{\tau} (1/r) d\tau$ kimi işarə etsək onda

$$U = - (I \nabla V)$$

olacaq. Burada V maqnitlənmiş cisimin qravitasiya potensialıdır, fərz edilir ki, sıxlıq hər yerdə qravitasiya potensialının əks qiymətinə bərabərdir. Bu tənlik Puasson tənliyi adlanır. Beləliklə, deyə bilərik ki, bircinsli maqnit

lənmiş maqnitin potensialı skalyar kəmiyyətdir, maqnitliyin I əks işarəli qiymətinin maqnitli cisimin qravitasiya potensialının həcminə V olan nisbətə bərabərdir. Maqnitli cisimin sıxlığı $\rho = 1,5 \cdot 10^7$ q/sm³ bərabərdir.

1.3. Maqnit sahəsi.

Fəzada maqnetizmin yaratdığı qüvvənin təsir etdiyi sahədir. Sükunətdə olan yüklü zərrəciklər arasında qravitasiya cazibəsi, elektrik sahəsi və itələmə sahəsi mövcud olduğundan, yüklü zərrəciklərin qarşılıqlı yerdəyişməsi mövcuddur, onda həm qravitasiya, həm də elektrik qüvvəsi dəyişəcəkdir və əlavə bir qarşılıqlı təsir- elektromaqnit sahəsi yaranacaq. Elektromaqnit sahənin ən vacib xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, elektrik sahəsi dəyişdikdə maqnit sahəsi də dəyişir və əksinə hər hansı bir elektrik yükü və sabit cərəyan axan naqıl hər hansı bir inersial sistemdə sabitdirsə, başqa bir inersial sistemdə bu dəyişəndir, nəticədə maqnit sahəsi yaranır. Ona görə də sabit maqnit sahəsində sabit cərəyan axan naqıl hərəkət edirsə, onda hər bir nöqtədə onun yaratdığı maqnit sahəsi dəyişəcək və burulğanlı elektrik cərəyanı yaranacaqdır.

Maqnit sahəsini qiymətcə xarakterizə edən kəmiyyət onun gərginliyidir.

$$dB = k_i [dlr] / r^3$$

Tarixən maqnit sahəsinin gərginliyinin həqiqi adı h maqnit induksiyası kimi adlandırılıb. Bu qiymətcə belə ifadə olunub.

$$dB = k_i dI \sin\alpha / r^2 \text{ (Tesla)}$$

Əgər maqnit sahəsi təsir edən hissəni maddə ilə doldurmuş olsaq, onda xarici h_2 sahəyə içi maddə ilə dolmuş hissənin maqnit sahəsi əlavə olunacaqdır. $B = B_0 + B'$; B' -

sahəyə daxil edilmiş cisimin fiziki xassələrindən asılı olacaq. Sahəyə daxil edilmiş cisim maqnitlənmə I və istiqaməti B istiqaməti ilə eyni olur. Maqnitlənmə A/m -lə ölçülür.

$$H = \frac{B}{\mu_0} - I; \quad B = \mu_0 H + \mu_0 I = \mu_0 (H + I);$$

Qapalı fəzada maqnit sahəsini xarakterizə etmək üçün maqnit seli məvhumundan istifadə edilir.

$$F = IB_n ds$$

Qaus teoreminə görə hər hansı qapalı səthdən keçən selin cəmi sıfıra bərabərdir.

$$F = \oint B_n ds = 0$$

1.4. Sabit maqnit

Sabit maqnit tərkibində dəmir, nikel, kobalt olan güclü maqnitlənən cisimə deyilir. Bu cisimlər digər dəmir, polad və digər dəmir filizini özünəçəkmə qabiliyyətinə malikdir. Sabit maqnitlər öz maqnitliyini uzun müddət saxlaya bilirlər. Bütün geoloji cisimlər özünə məxsus (qalıq) maqnitliyə malikdir. Sabit maqnit həm təbii, həm də süni ola bilər. Maqnitli dəmir, dəmir kolçedanı, titanomaqnetit, dəmir saxlayan filizlər nikel, kobalt və s. Maqnit iki qütbə, uclarda güclü təsirə və neytral zonaya malikdir, maqnit qüvvəsi təsir etmir. Bu qütblərdən biri şimal N, digəri isə cənub S qütb adlanır. Sabit maqnit sapdan asıldıqda üfiqi müstəvidə fırlanaraq eyni vəziyyətdə dayanır və eyni qütb istiqamətində yönəlir. Maqnitin eyniadlı qütbləri bir-birini dəf, müxtəlif adlı qütbləri isə cəzb edir. Bir qütbə malik maqnit yaratmaq mümkün deyil.

Tərkibində dəmir olan bütün geoloji cisimlər özünə məxsus maqnitlənməyə malikdir və bunlara sabit maqnit kimi baxmaq olar. Sabit maqnitlər həm süni, həm də təbii ola bilərlər.

Təbii maqnitlər qalıq maqnitliyə malik olan filizlərdir $FeO + Fe_2O_3$; $5FeS + Fe_2O_3$ dəmir kolçedan, $xFe_3O_4(1-x)$ $TiFe_2O_4$, titanlı maqnetit (bir neçə 13 dəmir saxlayan filiz).

Süni maqnit xüsusi poladdan hazırlanır və

xüsusi ərintilərdən ibarətdir. Sabit maqnitlər maqnit cihazlarında geniş istifadə olunur.

1.5. Maqnetiklər

Cisimi maqnit sahəsinə gətirildikdə maqnitlənmə qabiliyyətinə malik olan cisimlərə deyilir. Hər bir maqnetik özünəməxsus maqnit sahəsi yaradır, bu sahə müxtəlif dərəcəli olur.

Maqnetiklər dörd dəstəyə ayrılır: diamagnetiklər, paramagnetiklər, ferromagnetiklər və anti ferromagnetiklər.

Bütün cisimlər xarici maqnit sahəsində orbital və spin momentlərinə təsir edir və bu cisimlərdə diamagnetik effekti yaranır, bu Faradeyin elektromaqnit induksiya qanununa əsaslanır.

Əgər cisim sıfırdan fərqli maqnit momentinə malikdirsə xarici sahə bunu öz istiqamətində çevirir və müsbət maqnit momenti yaradır, buna paramaqnitlər deyilir.

Ferromaqnitlərdə atomlar arasında özünəməxsus qarşılıqlı təsir nəticəsində maqnit momentləri spontan olaraq nizamlı bir istiqamətə paralel olaraq düzülür və qalıq maqnitlənməyə malik olurlar.

Antiferromaqnitlərdə atomun maqnit momenti anti paralel olurlar, əks istiqamətdə yönəlmələr şahmat qaydası ilə düzülür, spontan maqnitlənməyə malik olmurlar.

Ferrimaqnitlərdə antiferromaqnitlərdə olduğu kimi atomun maqnit momenti anti paralel olur. Bu anti paralellik tam yox bir hissəsi qarşılıqlı tarazlaşır müvazinətləşir nəticə etibarlı ilə maqnitlik ferromaqnitlərə nisbətən az olur.

Fiziki cisimin maqnitliyi vektorial kəmiyyətdir və J kimi işarə olunur.

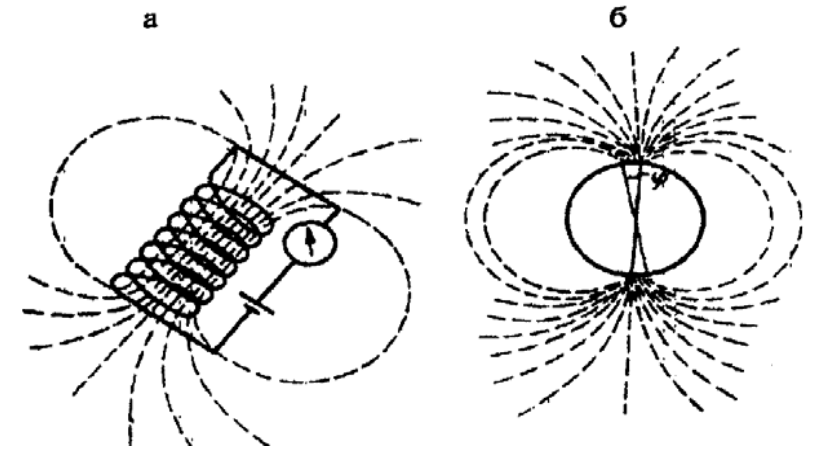
$$J_i = \chi H$$

χ -qavrayıcılıq, buna mütənəsiblik əmsalı deyilir (mənfi və müsbət qiymətə malik olur). Ferromaqnit olmayan cisimlər üçün qavrayıcılıq H maqnit sahəsinin gərginliyindən asılı olurlar, ferromaqnitlər üçün bu H - 14 dan asılı olur. İzotrop mühitdə f və H vektorları paralel olurlar, ancaq

onların istiqaməti üst-üstə düşə bilər, yaxud onun əksinə olur, bu cisimin maqnit xassəsindən asılıdır. H-maqnit sahəsinin gərginliyidir. Cisimlər aşağıdakı qalıq maqnitlənmələrə malik olurlar: izotermik (yəni sabit temperaturda ani əldə olunan maqnitlənmə), temperatur, (sabit maqnit sahəsində Küri temperaturundan aşağı temperatürə qədər soyuma zamanı əldə olunur), ideal, (sabit maqnit sahəsində dəyişən maqnit sahəsi ilə təsir edildikdə əldə olunur), kimyəvi (sabit maqnit sahəsində kimyavi reaksiya zamanı və mineralın yenidən kristallaşması zamanı əldə olunur), vıazki maqnitlənmə (uzun müddət sabit maqnit sahəsində qalmaqda əldə olunan maqnitlənmə), İstiqamətlənmiş maqnitlənmə qalıq maqnitlənməyə malik olan hissəciklərin maqnit momenti təsir edən sahə istiqamətində istiqamətlənərək qalıq maqnitlənmə əmələ gətirir və istiqamətlənmiş maqnitlənmə adlanır.

1.6. Maqnit dipol anlayışı

Elementar maqnit və ya maqnit dipolu dedikdə $+m$ və $-m$ maqnit kütləsinə malik olan iki nöqtəyə cəmlənmiş və çox yaxın məsafədə Yerləşmiş maqnetizmdir. Sxematik maqnetizm elementar maqnetizmidən qütblər arasındakı məsafə ilə fərqlənir, bu $2l$ -ə bərabərdir. Cisimin maqnit momenti maqnit kütləsinin onlar arasındakı məsafəyə vurma hasilinə deyilir: $M=2lm$. Maqnit moment-vektoru, maqnit oxu boyunca cənub qütbədən şimal qütbə doğru yönəlir (şəkil 1).



Şəkil 1. Makaradan axan cərəyanın maqnit sahəsi (a) və Yer kürəsinin sadələşmiş formada maqnit sahəsi (b).

1.7. Cərəyan keçən sistemlərin qarşılıqlı təsiri

Sabit cərəyan keçən naqilin yaratdığı maqnit sahəsinin xassələri sabit maqnitin yaratdığı sahənin xassələri ilə eynidir. Düzünə naqildə axan cərəyanın yaratdığı maqnit sahəsinin qüvvə xətlə

r_i (sonsuz naqildə) çevrə kimi qapalıdır və saat əqrəbi istiqamətində yönəlir (Maksvelin təklif etdiyi burğu qaydası).

Düz cərəyanın maqnit induksiya $B=\mu_i/2\pi r_0$, r_0 - cərəyan axan naqildən induksiya hesablanılan nöqtəyə qədər olan qısa məsafədir. Əgər düz cərəyan axan naqil birincisli xarici maqnit sahəsində Yerləşibse, onda naqilin I kəsiyinə təsir edən qüvvə

$$F=B_e I \sin(\alpha)$$

İki paralel naqildən eyni istiqamətdə cərəyan axdıqda naqillər bir-birini cəzb edir, müxtəlif istiqamətdə isə itələnilir.

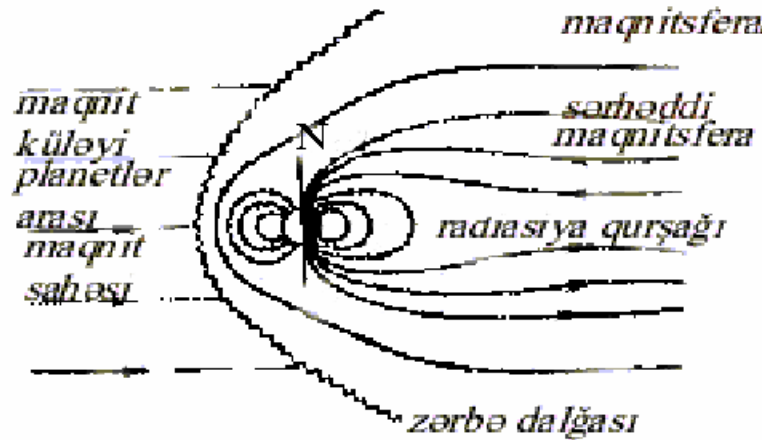
$$F=2I_1 I_2 / r_0$$

r_0 -cərəyan axan naqillər arasında ən qısa məsafədir.

Qilbert təcrübi olaraq göstərdi ki, formasından asılı olmayaraq süni, yaxud təbii maqnit həm şimal, həm də cənub qütbünə malikdir. Bu qütblər təklikdə mövcud ola bilməz. Qilbert belə hesab edirdi ki, Yer in maqnit qütbü coğrafi qütblə üst-üstə düşür, lakin bu təsdiq edilmədi. Maqnit qütbü coğrafi qütbədən fərqlənir. Sonralar aşkar oldu ki, maqnit qütbü coğrafi qütb ətrafında Yerini dəyişir. Məlum oldu ki, maqnit sahəsinin çevrəsinin sərhədi mürəkkəb formaya malikdir. Nəhəng meduzanı xatırladır, başı maqnit qüvvə xətlərinin sıxlaşdığı hissəsinə uyğun gəlir və Günəşə tərəf yönəlmişdir, quyruğu isə çox uzanmış maqnit qüvvə xətlərinin Günəş tərəfdən əsən küləyin hesabına əmələ gəlmişdir (şəkil 2).

Maqnit sahəsinin çevrəsi yerdən çox uzaq məsafələrə yayılır.

Günəşə tərəf bu 60 min km, əks istiqamətdə isə 100 min km-dən çoxdur. Maqnit sahəsinin quyruğu daha



Şəkil 2. Maqnit sahəsinin təsir dairəsinin təsviri.

böyük ölçüyə malikdir, bəzi hallarda Aya qədər çatır.

Peyklərdən ölçmə işləri göstərdi ki, Yer in maqnit sahəsi Yer in özü tərəfindən yaradılır.¹⁷Yer in maqnit sahəsinin

mənşəyi hal-hazırkı dövrə qədər tam aydın deyildir.

Yer səthində müşahidə olunan maqnit sahəsinə üç hissəyə ayırmaq olar:

1. Daxili sahə, yəni bunu yaradan səbəb Yer in daxilində. (mərkəzində) Yerləşir; 2. Xarici səbəb; 3. Burulğanlı cərəyanlar. Tədqiqatlar və hesablamalar göstərdi ki, xarici və burulğanlı elektrik sahələrinin yaratdığı sahələr Yer in mərkəzində gedən proseslər nəticəsində yaranan maqnit

sahəsi ilə müqayisədə çox zəifdirlər, bu iki sahəni nəzərə almamaq da olar. Demək olar ki, Yer in maqnit sahəsi Yer in nüvəsində gedən fiziki, kimyəvi və s. proseslərin hesabına əmələ gəlir. Bir çox nəzəriyyələr mövcuddur ki, bunların köməyiylə Yer in nə üçün maqnit sahəsinə malik olduğunu sübut etməyə çalışırlar. Hazırda bu nəzəriyyələr içərisində yeganə model Hidrodinamo modelidir ki, bunun köməyiylə Yer in maqnit sahəsinin olmasını izah etmək olur. Bu nəzəriyyədə kiromaqnit effekt əsas rol oynayır. Bu effekt ondan ibarətdir ki, hər bir fırlanan cisim fırlanma oxu boyunca maqnitlənir. Bu sahə çox zəif sahədir. Yer in maqnit sahəsinin 10^{-10} hissəsidir. Bu hipotezin köməyi ilə belə qəbul edilir ki, çox yüksək temperatur qədər qızmış Yer in nüvəsi fırlanma nəticəsində kiçik maqnit sahəsində burulğanlı elektrik sahəsi yaradır. Yaranmış burulğanlı elektrik cərəyanı və nüvədəki maddələrin yüksək temperatura malik olması həmin maddələri şaquli vəziyyətdə yuxarı hərəkətə gətirir. Bu hərəkət Yer in maqnit sahəsinin yaranmasına gətirib çıxarır. Bunu bir qədər ətraflı izah edək. Seysmik tədqiqatlar göstərir ki, Yer in nüvəsi Yer in həcmnin 1/8-ni təşkil edir, maddələr burada maye şəkillində yox, ifrat bərk cisim formasındadır. Bu maddələr böyük sıxlığa, yüksək elektrik keçiriciliyinə malikdir. Hesab etmək olar ki, nüvədə həmin metal fırlanma hərəkətində iştirak edərsə sürtünmə nəticəsində dairəvi burulğanlı elektrik cərəyanı yaradır. Digər tərəfdən məlumdur ki, maqnit sahəsində hərəkət edən elektrik keçiriciliyinə malik hissəciklər induksiya cərəyanı yaradır, beləliklə, bu induksiya cərəyanı¹⁸ əlavə maqnit sahəsi yaradır,

bu yaranmış maqnit sahəsi indi mövcud olan maqnit sahəsini müəyyən edir.

Belə güman edilir ki, nüvədə maye keçirici maddələrin yavaş konvektiv hərəkəti də baş verir, bu da nüvədə radioaktiv elementlərin parçalanmasından alınan istiliyin hesabına ola bilər. Bunlardan başqa, belə fərziyyə də var ki, Yer in daxilində termoelektrik cərəyanı axır, bunu yaradan səbəb isə Yer in qütblərində və nüvəsində olan temperatur lar fər qindən irəli gəlir. Bu temperatur lar fər q i elə bil mantiya ilə nüvə arasında termocüt yaradır.

Yer in maqnit sahəsi kimi sabit maqnit in sahəsi, yaxud Yer in mərkəzində Yer ləşdirilmiş dipolun iki qütbü mövcuddur ki, buna Yer in maqnit qütbləri deyilir. Şimal maqnit qütbü mənfi maqnitizmə malikdir, cənub qütbü isə müsbət maqnitizmə malikdir. Ona görə də maqnit qüvvə xətləri cənub qütbdən çıxıb şimal qütbə daxil olur. (şəkil 3). Yer in maqnit qütbü dipolun oxu ilə Yer səthinin kəsişdiyi Yer qəbul olunub. Müşahidələrlə müəyyən olunub ki, maqnit qütbü ilə coğrafi qütb üst-üstə düşmür; bu fər q şimal qüt bündə 6° cənub qüt bündə isə 30° -dən çox olur.

Əgər Yer in maqnit sahəsini maqnitlənmiş şara oxşatmış olsaq, maqnit gərginliyini istənilən müşahidə məntəqəsində riyazi düstürlə aşağıdakı kimi göstərmək olar.

$$T = \frac{M}{R^3} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \Omega}$$

Harada ki, M Yer in maqnit momenti, R isə Yer in mərkəzindən müşahidə məntəqəsinə qədər olan məsafədir, Ω Yer in maqnit oxu ilə məntəqə Yer ləşən istiqamət arasındakı bucaqdır.

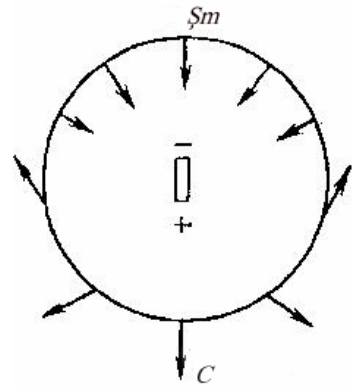
Yer in maqnit sahəsinin gərginliyi Yer səthində ən böyük qiymətə qütblərdə malikdir. Bu 65.000 nTl-dir, ekvator da isə 35.000 nTl-dir. Yer səthindən uzaqlaşdıqca maqnit sahəsinin gərginliyi azalır, maqnit dairəsinin sərhədində 5 nTl təşkil edir. Yer in süni peykindən aparılan müşahidələrlə müəyyən olunub ki, Günəşdən və kosmosdan 19arasıkəsilmədən Yerə elektron proton seli axır.

Yer in maqnit sahəsi bu yüklü hissəciklərin qarşısında bir maniyəyə çevrilir, bu hissəciklər maqnit sahəsinə düşərək oradan çıxıb bilmir. Peyk və raketlərdən alınan məlumatlara görə bu hissəciklər Yer in maqnit sahəsi ətrafında hədsiz böyük sahə yaradır. Bu yüklü hissəciklər maqnit sahəsində spiralvari maqnit qüvvə xətləri istiqamətində bir qütbdən digər qütb arasında hərəkət edir. Yer in maqnit sahəsində yaranan bu radioaktiv sahə heç bir təhlükəyə malik deyil, ancaq bu zona peyklər, raketlər və kosmik gəmilər üçün ciddi maneələr yaradır. Peyk və raketlərlə iki radioaktiv qütb aşkar edilib, yerdən uzaqlaşdıqca radioaktiv zonanın intensivliyi əvvəlcə 100 dəfələrlə artır, özünün ən böyük qiymətinə 25000 km məsafədə çatır və sonra isə azalmağa başlayır. Yer səthindən 10 Yer radiusu məsafəsində (63700 km) radioaktivlik sabit səviyyəyə çatır. Axırda qeyd etmək lazımdır ki, Yer in maqnit sahəsinin öyrənilməsi və onun nəzəriyyəsinin işlənilib hazırlanması təkcə faydalı qazıntıların axtarışı üçün deyil, bütün bəşəriyyət üçün əhəmiyyət kəsb edir. Çünki Yer in maqnit sahəsi olmasa, kosmosdan gələn şüaların qabağını almaq mümkün olmazdı, bu da bəşəriyyətin məhvinə səbəb olardı.

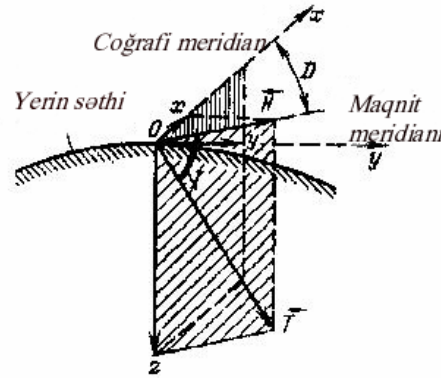
1.9. Yer in maqnit sahəsinin elementləri

Yer in ümumi maqnit sahəsi Yer kürəsinin istənilən nöqtəsində gərginlik vektoru T və (B induksiyası) ilə təsvir olunur. T -nin qiyməti və istiqaməti həmişə dəyişir. Qütblərdə T vektoru (şəkil 3) Yer in ekvatoruna perpendikulyardır, ekvator da isə şaquli istiqamətdə yönəlir, qütblərdən ekvatora kimi yavaş-yavaş düzəlirlər. T vektorunun istiqamətini maqnit qüvvə xətlərinə toxunan çəkməklə təyin etmək olur. Keçmiş SSRİ-nin ərazisində T vektoru Yer səthinə düz bucaq altında yönəlir. Yer in maqnit sahəsinin öyrənilməsində şərtləşilib ki, vahid düzbucaqlı koordinat sistemindən X, Y, Z istifadə olunsun. Hansı ki, X, Y oxları üfüqi (X oxu şimala yönəlib, Y oxu isə şərqə), Z oxu isə şaquli yönəlib (Yer in mərkəzinə doğru). Tam vektor T Yer səthinin çox²⁰ nöqtələrində heç bir oxla

üst-üstə düşür (şəkil 4). T vektorunun şaquli



Şəkil 3. Yerin müxtəlif nöqtələrində T vektorunun istiqaməti



Şəkil 4. Yerin maqnit sahəsinin elementlər

müstəviyə proyeksiyasına şaquli hissəsi (komponenti) deyilir və böyük Z hərflə işarə edilir, üfüqi müstəvi üzərinə proyeksiyasına isə üfüqi hissəsi (komponenti) deyilir və böyük H hərflə işarə edilir. N vektoru maqnit meridianı müstəvisində Yerləşir. H vektorunu x və y oxu üzrə iki komponentə ayırırlar. Ayrılan komponentlərə şimal və şərq komponentləri deyilir, böyük X və Y hərfləri ilə işarə edilir.

Coğrafi şimal qütbü (x) ilə maqnit şimal qütbü H arasındakı bucağa maqnit meyilliyi deyilir və böyük D hərflə işarə olunur və aşağıdakı düstürlə təyin edilir.

$$X = H \cos D$$

T vektoru ilə H vektoru arasındakı bucağa əyimlik bucağı deyilir və J hərflə işarə olunur.

$$H = T \cos J$$

Parametrlər arasında olan asılılıqlar aşağıdakı kimidir.

$$Y = H \sin D; \quad Z = T \sin J$$

$$\operatorname{tg} D = \frac{Y}{X}; \quad \sin J = \frac{Z}{T};$$

$$T^2 = H^2 + Z^2 = X^2 + Y^2 + Z^2;$$

$$H^2 = X^2 + Y^2;$$

Bu kəmiyyətlərə Yer in maqnit sahəsinin elementləri deyilir. Bu üç kəmiyyəti təyin etməklə Yer in tam vektorunu və əksinə, tam vektoru təyin etməklə bu üç komponenti təyin etmək olar.

Yer in maqnit sahəsinin qiymətinin şimal-cənub xətti boyunca 1 km məsafədə dəyişməsinə normal maqnit qradienti deyilir. Şimal qütbədən ekvatora qədər olan məsafə 10.000 km-dir. T vektorunun normal qradienti $T = (6 \cdot 10^4) - (3 \cdot 10^4) \cdot 10000 = 3 \text{ nTl}$. Z vektoru qütbədən T vektoruna bərabərdir, $T = 6 \cdot 10^4 \text{ nTl}$ ekvatorada isə $Z = 0$ olur, ona görə də normal maqnit qradientinin qiyməti $Z = 5 \text{ nTl}$ təşkil edir. H vektoru qütbədən sıfır, ekvatorada isə tam vektorun qiymətinə bərabərdir.

$$H = T = (3 \cdot 10^4) - (4 \cdot 10^4)$$

Beləliklə, H komponentinin dəyişməsi 3-4 nTl təşkil edir. Süxurlarda paleomaqnit məlumatların daşıyıcısı axırıncı iki dəstənin cisimləridir, ferromaqnitlər və zəif ferromaqnitlər.

1.10. Cisimlərin əsas maqnit xassələri

Məlumdur ki, bütün cisimlər özlərinin maqnit xassələrinə görə üç dəstəyə bölünürlər: diamagnetiklər, paramagnetiklər və ferromagnetiklər.

Diamagnetik cisimlərin əsas xüsusiyyətlərindən biri onun maqnit sahəsindən itələnməsidir. Məlumdur ki, diamagnetik cisimlərin atomları sabit maqnit momentinə malik deyillər, belə ki, atomun daxilində maqnit momentləri kəmiyyətcə bərabərdir və biri digərinin əksinə yönəlir, nəticədə atomun yekun maqnit momenti sıfıra bərabər olur. Belə atomu maqnit sahəsinə kətirdikdə induksiya qanununa görə atomun daxilində zəif induksiya cərəyanı yaranır. Bunun istiqaməti Lens qanununa görə maqnit sahəsinin artmasına çətinlik törədir, yəni yaranan cəhə xarici sahənin əksinə yönəlir, buradan da maqnit sahəsindən itələnmə effekti meydana çıxır.

Paramagnetik cisimlərin atomları maqnit momentinə malikdirlər. Xarici maqnit sahəsi olmadıqda bu

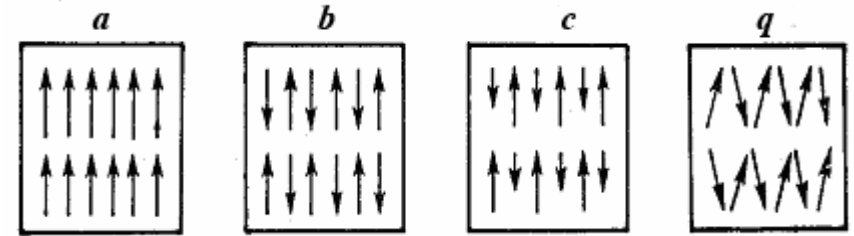
cisimlərdə yekun maqnit momenti sıfıra bərabərdir, bu oradan irəli gəlir ki, atomlar cisimin daxilində nizamsız paylanmışlar. Əkər paramaqnit cisimi xarici maqnit sahəsinə kətirmiş olsaq cisimin daxiləndəki atomlar xarici maqnit sahəsinin istiqamətində yönəlmiş olur və nəhayət cisim xarici maqnit sahəsinə paralel maqnit momenti əldə edir. Diamaqnit effekti belə cisimlərin tərkibində də olur, çünki guclü paramaqnit effektin muqabilində onu müəyyən etmək çox çətindir.

Uçuncü dəstə ferromaqnitlərdir, bu cisimlərin daxilində atomun maqnit momenti nizamsız yox, müəyyən nizamlı qaydada düzülür. Belə nizamlı düzülüş kvant mexanikasının qanunlarına əsaslanır. Belə düzülüş yalnız mubadilə enerjisinin hesabına mümkündür. Bu effektin nəzəriyyəsini ferromaqnetizmə həsir olunmuş işlərdə tapmaq olar, domenlərin düzülüş qaydasından asılı olaraq ferromaqnitlər dörd sinifə bölünür: 1. Cisimin daxilində atomların maqnit momentləri bir-birinə paralel istiqamətdə düzülüşlər. Bu düzülüş Kuri temperaturundan aşağıda mövcud ola bilər. Bu cisimlərə ferromaqnit cisimlər deyilir (şəkil 5,a). 2. Bu sinif cisimlər üçün ən əlverişli düzülüş atomların maqnit momentlərinin bir-birinin əksinə düzülüşüdür. Bu cisimlər makroskopik maqnit momentinə malik deyillər (şəkil 5,b). Nəll nöqtəsindən temperaturunda nizamlı düzülüş pozulur. Bu cisimlərə antiferromaqnitlər deyilir, elə buna üçüncü dəstə cisimlər də demək olar (şəkil 5,c)

ferromaqnit cisimlərdə maqnit momentlərinin biri digərinin əksinə yönəlməsinə baxmayaraq muxtəlif tip atomlar muxtəlif qiymətli maqnit momentlərinə malik olurlar. Bu cisimlər nəticədə maqnit momentinə malik olurlar.

Nəhayət, dördüncü sinif cisimlərdə atomların maqnit momentlərinin biri-birinin əksinə düzülüşü 180° -ə yaxındır (şəkil 5,q). Belə düzülüşün nəticəsində cisim kiçik maqnit momentinə malik olur. Bu maqnit momentinin istiqaməti antiferromaqnitin düzülüşünə perpendikulyar istiqamətdə yönəlir. Belə cisimlərə zəif ferromaqnitlər deyilir. Süxurlarda paleomaqnit²³ məlumatların daşıyıcısı

axırıncı iki dəstənin cisimləridir, ferromaqnitlər və zəif ferromaqnitlər.



Şəkil 5. Ferromaqnit cisimlərin təsnifatı.

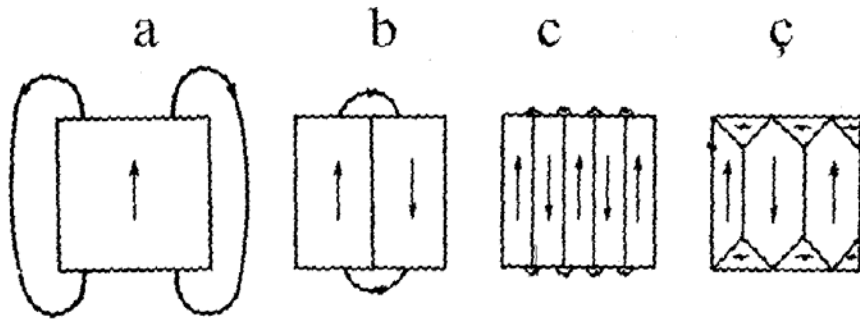
a - ferromaqnitlər; b - antiferromaqnitlər; v - ferrimaqnitlər; q - zəif ferromaqnitlər.

Qeyd olunanlardan məlum olur ki, ferromaqnit cisimlər öz-özünə (spontan) maqnitlənmədir: əkər ferromaqnit cismi Kuri temperaturasından yuxarı temperatura qədər qızdırıb sonra maqnit sahəsi olmayan yerdə soyutduqda cisim makroskopik maqnit momentinə malik olmalıdır. Əslində isə bu belə olmur. Bu ferromaqnit cisimlərin domen quruluşuna malik olması ilə izah olunur. Baxaq görək bu neçə əmələ gəlir? Bir ferromaqnit cisim götürək, fərz edək ki, cismin daxilində bütün atomların maqnit momentləri bir-birinə paralel düzülüb və nəticədə maqnit momenti (şəkil 6,a) kimi yönəlib. Enerji nöqtəyi nəzərindən belə düzülüş əlverişli deyil, çünki maqnit statik enerji çox böyükdür.

$$U = N(J_s^2) / 2$$

Buda J_s maqnitlənmənin doyma halıdır, N isə maqnitləşdirmə əmsalıdır. Bu enerji o vaxt sıfır olur ki, $N=0$ olsun, belz ki, maqnit seli cismin daxilində qapanmış olsun (şəkil 6,b). Beləliklə, biz cismin daxilində domenlərin sayını artırmış olsaq, maqnitstatik enerjini azaltmış olarıq, ancaq bunun muqabilində maqnit anizotropiyası yaranır. Bundan başqa ferromaqnetiklər və antiferromaqnetiklər də domen quruluşuna malikdirlər. Süxurlarda aparılan²⁴ maqnit tədqiqatlarını

makroskopik kiçik hissəciklərin maqnetizmi kimi qəbul etmək lazımdır. Hər bir maqnit cismi üçün kritik ölçü d_0 mövcuddur. Əgər hissəciyin ölçüsü kritik ölçüdən kiçikdirsə $d < d_0$, onda hissəcik bir domenli quruluşa malikdir.



Şəkil 6. Ferromaqnitlərin domen strukturlarının əmələ gəlməsi.
a- birdomenli; b - ikidomenli, c - çoxdomenli; ç – tamamlayıcı domenə malik coxdomenli.

Xususi kritik ölçü zəif ferromaqnitlər üçün xasdır, çünki bunların Maqnitliyi çox zəifdir. Süxurların maqnitlənməsində və paleomaqnetizmdə əsas rol oynayan minerallardan biri hematitdir, kritik ölçüsü $d_0=1,5$ mm-dir. Bu, o deməkdir ki, bütün süxurlarda rast kəldiyimiz hematitlər bir domenli quruluşa malikdir. Paleomaqnetizmdə ikinci bir zəruri mineral maqnetitdir, kritik ölçüsü $d_0 = 0,03+3$ mkm olur, ona görə də bu mineral çox domenli quruluşa malik olur.

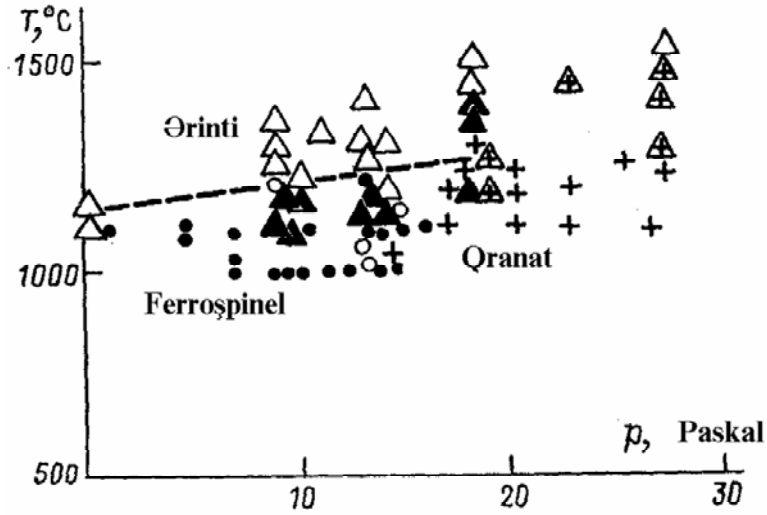
1.11. Daşıyıcı minerallar və əmələ gəlmə şəraiti

Nə qədər ki, süxur maqnetizmi və maqnit sahəsinin anomaliyası süxurların tərkibində olan maqnit minerallarının olması ilə təyin olunduğundan (başlıca olaraq ferromaqnitlərlə) maqnit minerallarının əmələgəlmə şəraitini, tərkibini, strukturunu və maqnit xassələrinə təsir edən

amillərin öyrənilməsi vacib məsələlərdəndir.

Əmələ gəlmə şəraitinə görə süxurları əsasən üç sinifə ayırırlar: maqmatik, çökmə və metamorfik. Bütün süxurlar maqnit minerallarının əmələ gəlməsi üçün tərkibində lazımı miqdarda elementlər saxlayırlar. İlk yaxınlaşmada süxurların maqnitliyi süxurun tərkibində olan dəmirlə müqayisə olunur, lakin burada bir başa uyğunluq yoxdur. Çox hallarda yaxın tərkibə malik olan süxurların tərkibində maqnit mineralları 0,1-dən 5÷10% hüdudunda dəyişir. Beləliklə, süxurun tərkibində dəmirin olması hələ maqnit mineralının əmələ gəlməsi üçün hələ şərt deyil. Maqnit minerallarının və maqnit xassələrinin əmələ gəlməsi aşağıdakı termodinamik parametrlərdən təzyiqdən P, temperaturdan T, oksigenin parsial təzyiqindən P_{O_2} , oksidləşmə və bərpa olma şəraitindən, hidrogen göstəricilərindən və s. asılıdır. Göstərilən amillərdən asılı olaraq eyni, yaxud yaxın tərkibli süxurların maqnit xassələri nəzərəcarpacaq dərəcədə fərqlənəcəkdir.

Maqnit minerallarının əmələ gəlmə şəraitini təcrübi nəticələrlə izah etmək olar. Əsasi və ultra əsasi süxurlarda müxtəlif təzyiq və oksigenin müxtəlif parsial təzyiqlərində ferrişpinelin əmələ gəlməsi üçün aşağıdakı şərtlər $T < 1200^\circ \text{ S}$ (1473 K) $p \leq 20^9$ kbar 2-10 Pa) ödəndikdə mümkündür (şəkil 7).



Şəkil 7. Ferrosphenelin stabillik diaqramı.

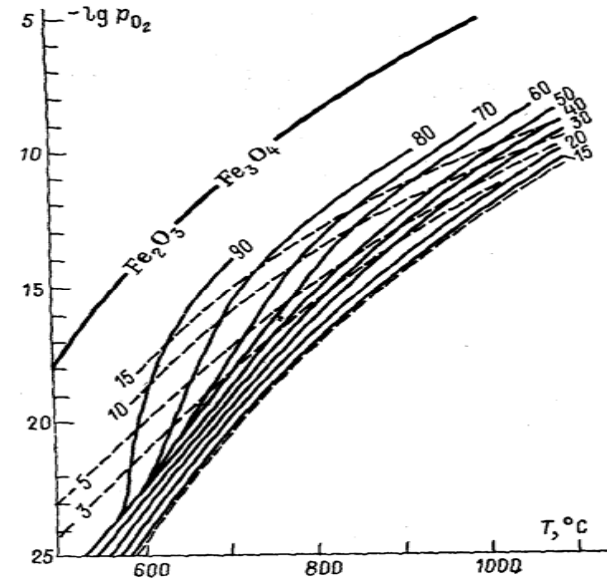
Maqmatik və metamorfik süxurlarda maqnetizmin əsas daşıyıcısı olan ferrosphenelin təzyiğin artması ilə yox olması onunla izah olunur ki, atomları böyük sıxlıqla qablaşdırılmış mineral assosiyasının əmələ gəlməsi baş verir. Bir kub sm-dəki qram atomların qablaşma sıxlığına görə minerallar aşağıdakı qaydada düzülür: titanomaqnetit (6,4-6,7), rutil (6,2), tərkibində (Mg Al, Fe) və qranatlar olan spinellər (5,7-5,8), ilmenit (6,4) pirrotin (9,5) pirit (8).

Təcrübi tədqiqatların qiymətləri: bazalt-eklogit keçidi (dairəciklər) və bazaltın əriməsi (üçbucaqlar); xaç-qranitlərin olmasını; qaralanmış nişanlar- ferrosphenelin olmasını əks etdirir. 20 kbar təziq Yer səthindən təxminən 70 km dərinliyə təsadüf edir. Beləliklə, böyük dərinliklərdə maqnit minerallarının əmələ gəlməsi qeyri mümkündür. Bu faktlar maqnit anomalialarını təhlil edəndə böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Daxilində p-T şəraiti olan mühitdə maqnit minerallarının mövcud olması və əmələ gəlməsi ilk növbədə oksidləşmə və bərpa şəraitinin olması²⁷ ilə müəyyən olunur.

Məsələn, Havay adasında lava gölündə 150°C Küri temperaturuna malik olan titanomaqnetit 1070°C-də (1343 K) kristallaşmağa başlamışdır. Bu lavadakı müvazinət T-Po₂ şəraitinə cavab verir (şəkil 8).

Bu tərkibli titanomaqnetit 800°C (1073 K)-yə qədər kristallaşma davam edir ki, bu da titanomaqnetitin əmələ gəlməsi üçün tarazlıq şəraitinin olmadığını aşkar göstərir. Yalnız 800°C-dən aşağı temperaturda titanomaqnetitin tərkibində ciddi dəyişikliklərin olması müşahidə olunur, yəni daha çox oksidləşərək fərqlər əmələ gətirir, bu da yüksək Küri temperaturuna təsadüf edir. Şəkil 9-dan görünür ki, lavanın titanomaqnitlərinin Küri temperaturu ilə vulkanın mərkəzinin dərinliyi arasındakı asılılıq düz xətləyə yaxındır.



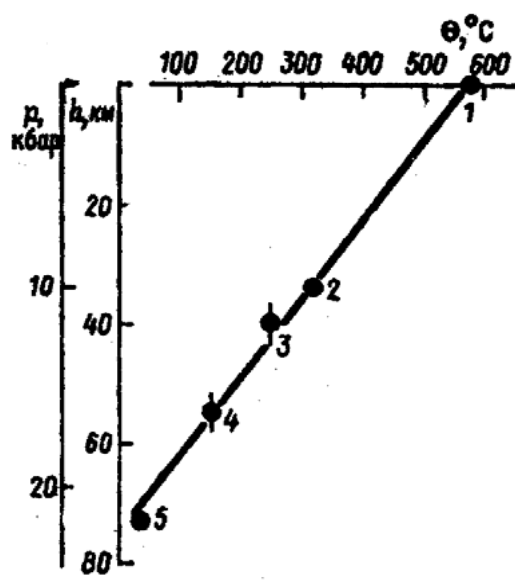
Şəkil 8. Tarazlıqlı titanomaqnitlərin (bütöv xətt) qemoilmenitlərin (qırıq xətlər) tərkibinin temperatur və oksigenin parsial təzyiqdən asılılığı.

Əyrinin sağındakı²⁸ rəqəmlər- Fe₂O₄

titanomaqnitidə miqdarı, solunda isə Fe_2O_3 gemoilmenitdə miqdarını göstərir.

Beləliklə, r - T - pO_2 diaqramında maqnit minerallarının əmələ gəlmə şəraiti üçün dörd termodinamik zona ayrılır.

«Hematit» zonası Yer səthində yüksək oksidləşmə şəraiti, yəni tərkibində maqnit minerallarından yalnız Fe^{+3} olanlar (hematit, maqnetit, dəmir hidroksidləri).



Şəkil 9. Əsasi maqmatik süxurlarda titanomaqnetitin Küri temperaturunun vulkan mərkəzinin dərinliyindən asılılığı;
1-Maqnetit (Yerin səthinə yaxın şəraitdə əmələ gəlir); 2-5 təcürbi qiymətlər (83); 3-4-Tobaçık vulkan mərkəzinin orta dərinliyi (Kamçatka) və Kilausu (Havay adaları) seysmik məlumatlara əsasən.

«**Maqnetit**» zonası - Burada tərkibində Fe^{+2} və Fe^{+3} olan minerallar əmələ gəlir, bunlardan ən başlıcası ferrosşpinellər, gemoilmenitlər, pirrotin, tərkibində Fe^{+3} olan minerallar olur.

«**Slikat**» zonası praktiki olaraq Fe^{+3} tamamilə mövcud deyil, Burada yalnız ilmenit, ulvoşpinel tərkibində Fe^{+2} sliкатları əmələ gəlir. «Metalik» zona-burada silikat minerallarından başqa dəmir metalı əmələ gəlməyə başlayır.

Çöküntülərdə və çökmə süxurlarda maqnit mineralları hematit zonasında kimyəvi reaksiyalar nəticəsində otaq temperaturunda və 1 atmosfer təzyiqdə oksidləşmə zonasında əmələ gəlir. Uyğun olaraq çöküntülərdə dəmir hidroksidləri suyu itirərək hematitə çevrilir. Çox nadir hallarda bərpa şəraitində maqnetit mineralı bəzən də dəmir sulfidi, pirit, pirrotin, qreykitə çevrilir ($Fe_3 S_4$). Belə müəyyən olunub ki, oksidləşmə və bərpa şəraitində çökmə süxurlar maqnetit və silikat zonasına yox hematit zonaya uyğundur. Bundan başqa çökmə süxurlardakı dənəciklər təklidə başqa genezisə mənsub olan maqnit minerallarının daşıyıcıları ola bilər. Bu da süxurların dağılıb parçalanması hesabına olur. Çox hallarda bu minerallar başqa termodinamik şəraitə mənsub olurlar və Yerin səthində olan şəraitə davam gətirməyib parçalanır.

Maqmatik və metamorfik süxurlar nisbətən yüksək temperatur və təzyiqdə və oksigenin kiçik parsial təzyiqində «maqnetit» və «siliкt» zonalarında əmələ gəlir. Bu süxurların maqnit mineralları Yer səthində davamlı deyillər və bərk məhlulun daxilində parçalanmaya məruz qalı (36, 85). Bu oksidləşmə nəticəsində baş verir. Bərk məhlulun parçalanması, homogen bərk məhlullarda ümumi tərkib dəyişmədən bərk məhlulun tərkibi boyunca gedir. Belə proses oksidləşmə xətti istiqamətində gedir, titanomaqnetit və gemoilmenit üçün bu nisbət $Fe/Ti = \text{const}$ sabit qalır.

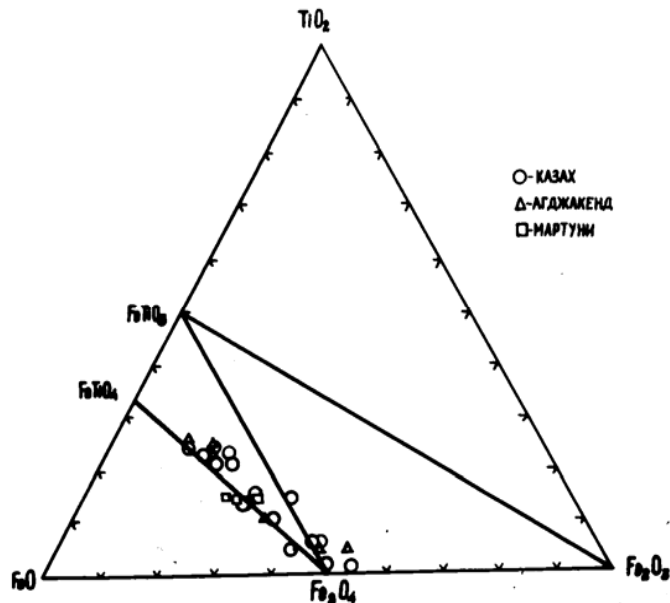
Titanomaqnetit parçalandıqda tərkibi maqnetitə və ulvoşpinelə yaxın yeni nazik mineral cücərir. Homogen (bir cinsli) titanomaqnetit yalnız tez soyuma prosesində əmələ gəlir. Kiçik temperaturda su olan yerdə oksidləşmə zamanı $200-300^\circ C$ ($473-573^\circ K$) kationu çatmayan (defektli) titanomaqnetit əmələ gəlir ($Fe^{2+} Fe^{3+}$ —ə keçir). Belə titanomaqnetit bəzi hallarda titanmahemit adlandırılırlar. Bu₃₀ minerallar $300^\circ C$ -yə qədər qızdırıldıqda asanlıqla dağılırlar, əvəzinə maqnetit, ilmenit və

parçalanmanın son axırını üzvü olan hematit əmələ gəlir. Aşağı temperaturlu oksidləşmə zamanı dənəvari maqnetit aqreqatı ayrılır. Yüksək temperaturlu oksidləşmə zamanı titanomaqnetit parçalandıqda mahhemit mərhələsində dayanmadan maqnetit ilmenit aqreqatına çevrilir. Buna görə də belə süxurlar titanomaqnetitin dəyişməsinə baxmayaraq paleomaqnit tədqiqatları aparmaq üçün ən yaxşı hədəfə çevrilir. Oksigenin parsial təzyiqi artdıqca yüksək temperaturlu oksidləşmə maqnetitin, yaxud da hematitin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır.

Regional hidrotermal metamorfizm prosesi zamanı maqnit mineralları dəmirə, yaxud da silikata keçir və maqnitliyinin kəskin dəyişməsinə səbəb olur.

Maqnit xassələri. Kimyəvi tədqiqatlarla aşkar olunub ki, maqnit mineralları əsasən Fe^{+2} , Fe^{+3} , Ti^{+4} , O^{-2} ionlarından və Mg^{+2} , Mn^{+2} , Al^{+3} , Cr^{+3} , V^{+3} , qarışıqlarından ibarətdir.

Əsas maqnit mineralları qurupunun tərkibinə üçbucaqlı diaqramda baxmaq daha yaxşı olardı (şəkil 10). Buraya



Şəkil 10. FeO-TiO₂-Fe₂O₃ üçlük diaqramı. Bütöv xətlə bərk məhlulun seriyaları, qırıq xətlərlə oksidləşmənin istiqaməti göstərilmişdir.

praktiki olaraq əsas minerallar düşür (qarışıqsız) ki, bu da süxurların maqnit xassələrinin öyrənilməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir. Buraya sulfidlər və dəmir hidrooksidləri daxil deyil. Sintez yolu ilə alınan nümunələrdə bu üçbucaq sistemdə üç böyük məhlul seriyası müəyyən olunub. 1. Fe^{+2} , Fe^{+3} O₄ – Fe^{+2} Ti⁺⁴ O₃ titanomaqnetit, şpinel struktur seriya; 2. Fe_2^{+3} O – Fe^{+2} Ti⁺⁴ O₃ hematit romboedrik struktur seriya. 3. Fe_2^{+3} Ti⁺⁴ O₅ - Fe^{+2} Ti⁺⁴ O₅ psevdobrukit ortoromboedrik struktur. Bu sistemlərin maqnit və kimyəvi xassələrinin öyrənil

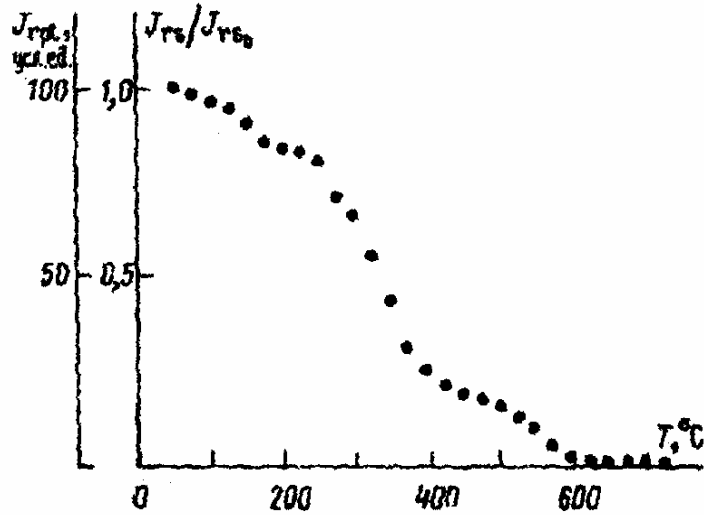
məsi ilə əvvəllər bir sıra tədqiqatçılar məşğul olublar. Məlum olub ki, üç seriyadan başqa bu üçbucaq diaqrama düşən məhdud seriyalı digər bərk məhlullar mövcuddur ki, oksidləşmə və bərpa xətti boyunca Yerləşirlər. Fe₃O₄-Fe₂TiO₄ və Fe₂O₃ - FeTiO₃. Bu titanomaqnetitlər (struktur defektə malik olan titanomaqnetitlər) aşağı temperaturlarda titanomaqnetitin oksidləşməsindən əmələ gəlir. Psevdo brukit seriya isə yüksək temperaturda ilmenit-hematit seriyasının oksidləşməsi zamanı əmələ gəlir. Psevdobrukitin süxurun tərkibində olması süxurların yüksək temperatur şəraitində əmələ gəldiyini göstərir. Bundan sonra biz yalnız titanomaqnetit və hematit-ilmenit seriyasına geniş baxacağıq. Psevdobrukit-190° C-də paramaqnit olduğu üçün bundan istifadə olunur.

Titanomaqnetit seriyası. Maqnetit Fe₃O₄-seriyasının axırını üzvüdür, tipik ferromaqnetitdir, ən çox yayılan mineraldır, bütün maqmatik və metamorfik çökmə süxurlarının tərkibində mövcuddur. Mineralın ölçüsündən və struktur quruluşundan asılı olaraq maqnetitin maqnit xassələri o cümlədən maqnetitin doyma halına kimi maqnitlənməsindən H_s sahə və qalıq maqnitlənməni dağdan H_s sahə-³²si dəyişə bilər. Maqnetit monokristal üçün H_s=1000E (796·10²A/m), H_c'=150-190

E (11542-16024 A/m) olur. Tərkibində maqnetit mineralı olan bazaltlarda $H_s \geq 1000$ E ($796 \cdot 10^2$ A/m) $H_c = 250$ E (19900 A/m) olduğunu misal göstərmək olar. Maqnit mineralları süxurların tərkibində maqnit üsulu ilə Kuri temperaturuna görə asanlıqla təyin

etmək mümkündür. $T_s = 585^\circ\text{C}$ (şəkil 11). Mahhemit $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ bu maqnetitin aşağı temperaturda oksidləşmə məhsuludur, mahhemit kristaliki quruluşa malikdir, lakin

dəmirin 1/9 vəziyyəti $\text{Fe}^{+2}-\text{Fe}^{+3}$ -ə qədər oksidləşdiyinə görə boşdur. Mineraloji tərkibinə görə mahhemit maqnetitdən çox çətinliklə fərqləndirilir.

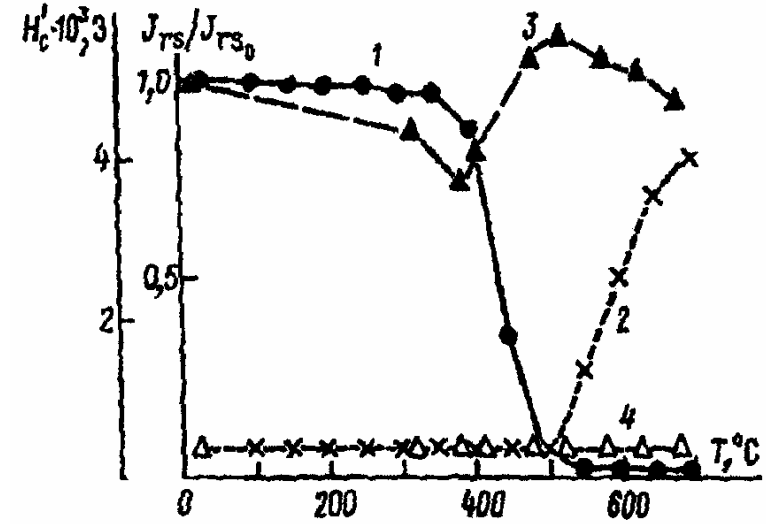


Şəkil 11. Maqnetit monokristalının doyma qalıq maqnitlənməsinin qızma zamanı dəyişməsi.

Mahhemitin qəfəs sabiti maqnetitinkindən kiçikdir.

Mahhemit maqmatik və çökmə süxurların aşınma qabığında mövcud olur. Mahhemit qızmaya davamlı olmadığına görə oksidləşərək hematitə keçdiyindən onun təyin olunması üçün maqnit³³üsulunun tətbiq olunması

çox əlverişlidir. Mahhemitin əsas hissəsinin hematitə keçməsi $250 - 450^\circ\text{C}$ hüdudunda baş verir. Bu faza keçidi J_{rs} -in doyma maqnitlənməsinin azalması və H -in artması ilə müşayiət olunur (şəkil 12).



Şəkil 12. Müəyyən temperatur qədər qızmadan sonra mahhemitin doyma J_{rs} və J_{rs0} havada qızma; 2. H_c' havada qızma; 3. J_{rs}/J_{rs0} ; 4. H_c' havasız şəraitdə $3 \cdot 10^{-2}$ mm civə sütunu

Ulvoşpinel Fe_2TiO_4 (titanomaqnetit seriyasının ikinci axırncı üzvü) Otaq temperaturunda paramaqnitdir -120°C paramaqnitdir. Süxurda titanomaqnetitin parçalanmasından sonra nazik cücərmiş təbəqə kimi rast gəlinir.

Titanomaqnetit maqnetit və ulvoşpinel seriyasının bərk məhlulunun aralıq üzvüdür. İlk dəfə titanomaqnetiti S.Akimota, T.katsuroy və M.İosidoy sintez yolu ilə almışlar. Ulvoşpinelin faizlə miqdarı artdıqca qəfəsin sabiti 0,839-dan 0,853-ə qədər artır. Kuri temperaturu 578°C -dən -120°C -yə qədər azalır. Süxur maqnetizmində titanomaqnetitin Kuri temperaturunun otaq tempera-³⁴turundan yuxarı olanı

maraq kəsb edir. Titanomaqnetit vulkanik süxurlar üçün əsas ferromaqnit mineraldır. Bundan başqa titanomaqnetitin tərkibində çox hallarda Mg, Mn, Al, Cr, V ionları olur. Bunların ümumi miqdarı adətən az olur. Bu qarışıq Kürü temperaturuna az təsir edir. Süxurda titanomaqnetitin olmasını termomaqnit tədqiqatların əyrisi ilə müəyyən etmək olur. Yuxarıda göstəriləni kimi titanomaqnetit aşağı temperaturda oksidləşərək titanomahhemitə çevrilir. Titanomaqnetiti və xüsusilə də titanomahhemiti fərqləndirən xüsusiyyət, qızma zamanı maqnetitin, yaxud da tərkibində böyük miqdarda Ti olan mineralın əmələ gəlməsidir. Mahhemit kiçik temperaturlarda böyük sürətlə parçalanır, nəticədə qızmadan sonra maqnitlənməni doyma halına gətirmək üçün lazım olan sahənin qiyməti və koerstiv qüvvə artır. İkinci dəfə qızdırıldıqda $J_{rs}(t)$ əyrisində ola bilsin bu mineral ayrılmasın.

Hematit ilmenit seriyası. Hematit $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ bu mineral hematit-ilmenit seriyasının axırncı üzvüdür, təbiətdə geniş yayılmışdır, tamamlanmış antiferromaqnit adlanır, kiçik doyma maqnitliyinə J_s malikdir. Bu maqnetitin doyma maqnitliyindən 100 dəfə kiçikdir. Hematitin Kürü temperaturu 675°C (948°K)-dir. Hematit eyni zamanda faza keçid temperaturuna -20°C (253°K) malikdir, lakin Ti^{+4} , Al^{+3} , Mg^{+2} , Mn^{+3} qarışıqda faza keçidi kiçik temperatur tərəfə Yerini dəyişir, polikristalilik hematit həddindən artıq sabit maqnitliyə malikdir, təbii qalıq maqnitliyi dəyişən maqnit sahəsinin təsirinə çox az məruz qalır, normal qalıq maqnitlənmə 7500 Ersteddə hələ doyma halına gəlib çatmır. Hematit qızma zamanı maqnetitin oksidləşməsi, yaxud mahhemitin çevrilməsi nəticəsində əmələ gəlir. Ona görə mahhemiti Kürü temperaturunun köməyiylə ayırmaq çətin olur, çünki onun miqdarı süxurun tərkibində azlıq təşkil edir. Əgər süxurun tərkibində hematitdən başqa mineral da varsa, bu üsulla hematitin olmasını heç cür təyin etmək olmur. Onda bunu normal maqnitlənmə əyrisinin köməyiylə təyin etmək olur (çünki hematit $5,6 \cdot 10^5$ A/m-ə qədər sahədə doymur).

Dəmir hidroksidləri –³⁵bu minerallar aşınan Yer qabığında və çökmə süxurlarda yayılıb. Hidroksidlərin

bir neçə müxtəlifliyi mövcuddur, təbiətdə əsasən getid və hidrogetid, (αFeOOH) və leptokrit, hidroleptokrit (γFeOOH) rast gəlinir. Getit mineralı rombik struktur quruluşu malikdir, daxili pozulmalarına görə çox hallarda qalıq maqnitlənməyə malik olur. Temperatur qalıq maqnitlənməsi çox stabildir.

1.12. Yer in maqnit sahəsinin strukturu

Maqnitli filizin maqnit xassəsi və Yer in maqnit sahəsinə malik olması insanlara lap qədim zamanlardan məlum idi. Maqnitin dəmiri özünə çəkməsi XII əsrdə məlum olmuşdur.

1269-cu ildə Pereqirin «Maqnit haqqında məktub» kitabını yazır və ilk dəfə olaraq maqnitlənmə oxun şimala tərəf yönələn ucunu şimal qütbü, əks istiqamətini isə cənub qütbü adlandırmışdır. Eyni zamanda kompası təkmilləşdirmişdir. Uzaq keçmişdə kompasın əqrəbinin şimal istiqamətində yönəlməsini qütb ulduzunun cazibə sahəsi hesabına olduğu güman edilirdi. Ancaq sonralar məlum oldu ki, Yer kürəsinin müxtəlif yerlərində kompasın əqrəbi bu istiqamətdən 10° kənara çıxır (bu ya şərqə ya da qərbə tərəfdir). Avropada ikinci bir kəşf oldu. Əvvəllər mexanik işləmiş Nyurenberq şəhərinin keşişi Qartman 1544-cü ildə öz müşahidələri ilə müəyyən etmişdir ki, kompasın şimal qütbü həmişə aşağı basılır. Həmin hadisəni bundan asılı olmayaraq ingilis dənizçisi 1576-cı ildə müəyyən etmişdir ki, kompasın əqrəbi Londonda üfiqi müstəviyə nisbətən $71^\circ 50'$ bucaq altında dayanır. Yüksək en dairələrində əyilmə daha böyük qiymətə malik olur. Müəyyən olunmuşdur ki, cənub qütbündə kompasın əqrəbinin cənub qütbü aşağı basılır. Bu kəşflə əlaqədar olaraq kompasın əqrəbinə təsir Yer in daxilində gizlənmiş maqnit mənbəyinin yerləşdiyi güman olunurdu. 1600-cü ildə ingilis krallığının həkimi Gilbert «Maqnit və maqnit cisimi və Yer böyük maqnit kimi» kitabında yazırdı ki, hər hansı sünü, yaxud təbii maqnit formasından asılı olmayaraq mütləq iki qütbə malikdir. Bu qütblər bir-birindən ayrıldıqda mövcud ola bilməzlər.

Gilbert təcrübi olaraq Yer in nəhəng iki qütblü maqnitli cisim olduğunu sübut etmişdir.³⁶ İndi bildiyimiz kimi fəzada maqnit ətrafında sahə mövcuddur. Gilbert hesab

edirdi ki, Yerin maqnit qütbü coğrafi qütbü ilə uyğunluq təşkil etməlidir. Bu fikir XX əsirdə təsdiqlənmədi, yəni paleomaqnit qütb coğrafi qütbədən 11° fərqli yerləşir. İndi məlumdur ki, bizim planetin maqnit qütbü Yer maqnetizminin variyasiyası nəticəsində coğrafi qütb ətrafında Yerini dəyişir. Müəyyən edilmişdir ki, Yerin maqnit sahəsinin elementləri sabit qalmayaraq zaman-zaman dəyişməyə məruz qalır. Əsrlik variyasiya hələ XIV əsrdə qeyd olunub və öyrənilməyə başlanıb. 1722-23-cü illərdə ingilis Qrem Yerin maqnit sahəsinin sutkalıq variyasiyasını aşkar etmişdir. Səlis variyasiya ilə yanaşı qeyri-bərabər maqnit həyacanlanması müşahidə olunur. Buna maqnit burulğanlığı deyilir. Maqnit burulğanlığı zamanı maqnit sahəsinin bütün elementləri tez dəyişməyə başlayır. Belə vəziyyət bir neçə saatdan bir sutkaya kimi davam edir.

Aşağıda göstərilənlər Yerin səthində müşahidə olunan maqnit sahəsinin müxtəlif səbəblərdən yaranan bir neçə sahələrin cəmi H_T olduğu müəyyən edilmişdir.

$$H = H_0 + H_m + H_a + H_x + \delta H$$

1. Yer kürəsinin yaratdığı bircinsli sahə H_0 dipol sahəsi.
2. Yer kürəsinin qeyri-bircinsliyi ilə əlaqədar olan H_m qeyri-dipol sahəsi (buna bəzən böyük əraziləri əhatə etdiyindən dünyəvi anomaliya deyilir).
3. Yer qabığının yuxarı təbəqələrinin yaratdığı H_a sahə.
4. Xarici təsirlərdən yaranan sahə H_x
5. Variasiya sahəsi δH , bunun da yaranma səbəbi Yer kürəsindən xaricdə olması ilə əlaqədar dipol və qeyri dipol sahələrin cəmi.

$$H = H_0 + H_m$$

buna Yerin əsas maqnit sahəsi deyilir.

$$H_a = H_a' + H_a''$$

H_a' regional anomaliya (Yer qabığının dərin qatları hesabına əmələ gəlir və böyük ərazilərə yayılır), H_a'' yerli, yaxud lokal anomaliyalar (Yer qabığının az dərinliklərindəki layların hesabına yaranır və kiçik əraziləri əhatə edir).

Çox hallarda $H_0 + H_m + H_x = H_n$ buna normal sahə deyilir. Bu əvəzləmələri nəzərə alsaq

görürük ki, Yerin tam maqnit sahəsi $H_T = H_0 + H_a$ normal və anomal sahələrin cəminə bərabərdir. Beləliklə, əgər Yerin səthində normal sahənin paylanması məlumdursa, onda maqnit sahəsinin anomal hissəsini təyin edə bilərik, bununla yanaşı maqnit planalmanın geoloji məsələlərin həllində istifadə olunması, o cümlədən Yer qabığının üst qatlarının strukturunun öyrənilməsində qarşıya çıxan suallara cavab almaq üçün fəvqəladə praktiki əhəmiyyətə malikdir. Beləliklə, normal sahə məvhumu şərti xarakter daşıyır, bunun hansı məqsədlər üçün istifadə olunmasından asılıdır.

1.13. Yerin maqnit sahəsinin Əsrlik variyasiyası və onun xüsusiyyətləri

Yerin maqnit sahəsinin ən yaxşı təsvirini dipol sahəsi verir və Yerin fırlanma oxundan $11,5^\circ$ kənara çıxır. Bu sahənin 80 % -i dipol əyilmə sahəsi hesabınadır, qalan 20 %-i isə qeyri dipol sahənin hesabınadır. Yerin maqnit sahəsinin gərginliyi və istiqaməti sabit deyildir. Bir ərazidə geo maqnit vektorun istiqaməti 20° dəyişir, digərində isə 2° . Əsrlik variyasiya dipol sahəsi hesabına baş verir, bu, Yerin fırlanma oxuna nisbətən əyilmiş dipolun rəqsi (yellənməsi) və qeyri dipol sahənin fırlanması hesabına yaranır.

Yerin maqnit sahəsinin bu və ya digər elementlərini (D, J) dəyişməsinə əsrlik dəyişmə deyilir. Əsrlik dəyişmə sabit olaraq qalmır, əsirdən-əsirə dəyişir.

Əsrlik variyasiyanı təyin etmək üçün uzun müddət yeganə material olaraq maqnit observatoriyalarının nəticələri olmuşdur. Bu materiallar yüksək keyfiyyətə malikdir, bu arasıkəsilməz dəyişmələrin orta qiymətinin nəticəsidir, bu məlumatlar stasionar cihazlarla ölçülür. Əsrlik variyasiyanı öyrənmək üçün arxeomaqnit tədqiqatlar prinsip etibarlı ilə yeni imkanlar yaratdı (36,37). Gildən hazırlanmış əşyalar bişirildiyi zamanı Yerin maqnit sahəsində otaq temperaturuna qədər soyuduqda qalıq maqnitlənmə əldə edir. Peçdə bişirilmə zamanı tarixi sənədlər vasitəsilə müəyyən edilir. Bu üsulun dəqiqliyi hələlik əşyadır. Biz ³⁸əvvəldə qeyd etdik ki, ilk

olaraq əsrlik variyasiya aşkar olunmuşdur. Bu, Yer maqnetizminin orta illik qiymətinin zamandan asılı olaraq dəyişməsidir. Maqnit sahəsinin bu və ya digər elementlərinin orta illik qiymətinin il ərzində dəyişməsinə əsrlik gediş deyilir.

Йер магнетизминин орта иллик гиймятинин дйишмясини йалныз абсерваторийалардан алмаг мцмкцндцр, бу гиймятляр чох мящдуд олдуьундан Йер сятщинин башга нюгтяляриндя əsrlik эедишин гиймятини тйин етмяк цццн бу нюгтялярдя мцяййян вахт ярзиндя элементлярин орта суткалыг гиймятиндя истафадя едилир, бу юлчмяляр цч-беш илдя бир апарылмалыдыр. Бу щалда əsrlik эедиш бу нюгтялярдя мщщадиялярдя алынан гиймятляр фяргинин юлчмяляр арасындакы кечян замана бюлмякля тйин едилир, бу илля ифадя олунур. Ахыр вахтлар əsrlik вариасийанын палеомагнит цсулла тйин олунмасына хцсуси ящямиййят верилир. Йер магнетизминин элементляринин мцяййян мцддядян сонра тькряр тйини цццн сечилмиш мянтыгяляря əsrlik эедиш мянтыгяляри дейилир. сирлик дйишмянин характеризя едилмяси цццн мейиллик буьаьынын вя əsrlik эедишин Йер кцрясинин бир нечя мянтыгясиндя бу элементин ащкар едилдийи эцндян бяри апарылан мщщадияляр нятиьясиндя алынан орта иллик гиймяти ъядвялдя верилмищдир. 37-ъи щякилдя 1912-1942-ъи илляр цццн изопор хяритяси эюстярилмищдир. Хяритядян эюрцццр ки, əsrlik эедишин Йер сятщиндя пайланмасында мцяййян ганунауйьунлуг мювьуддур. Яэяр хяритяйя нязяр салсаг, эюрярик ки, Йер сятщинин бязи нюгтяляриндя шагули компонентин гиймяти артыр, диэяр зоналарда ися бу азалыр, еля бил ки, бир зонада мцсбят, диэяриндя ися мянфи магнит кцтляси топланыр. Апарылан тядгигатлар эюстярир ки, ахырыньы йцзилликдя Йерин магнит сащяси азалмаьа башлайыб 1829-ъу илдя магнит моменти 1,047 М нисби ващиди 1970-ъи илдя ися 0,990 М нисби ващиди гядяр олуб. Еля бил ки, магнит оху Йерин фырланма оху ятрафында пресесийа едир, иллик буьаг сцряти $0,05^\circ$ -дир (ъядвял 2). Ђядвялдя эюрцццр ки, 100 ил³⁹ярзиндя Йерин магнит мо-

ментинин азалмасы 5% тьщкил едир, магнит гцтбц 5° ен даиряси бойуньа гярбя доьру уерини дйишир, магнит охунун яйимлийи фырланма охунцн яйимлийиня нисбятян

дйишмямиш-

дир, $0,1^0$ дяръя дйишмяни ися олчмөнүн дэқиqliйинин hesabına олдуьуну qeyd etmэк olar. Чохsayлы тэдқиатчылар Yer qabыgында suxurların maqnitliyinин дэyiшмэсинин сэбэбини дэқиq tahlil edэрэк гостэрмишлэр ki, on vэ ondan az muddэт эрзində bu дэyiшмэ yalnız elastiki гэргинlik hesabına ola билэр.

Maqnitlənмөнүн birtərəfli sıxılma zamanı дэyiшмэсинин mex-anizmi birtərəfli sıxılma zamanı ferromaqnit дənэлэрин maqnit xassэлэриндэ anizotropiyanın эмэлэ гэлмэсинэ асанлыр. Эгэр Yer qabыgында elastiki гэргинlik 100 kQ/sm^2 -э чатырса, onda anomal maqnit sahэсинин орта qiymэti 200-300 γ olur, belэ olan halda bu sahэnin дэyiшмэси орта hesabla bir neчэ qamm tэrtibində ola билэр.

Belэliklэ, maqnitometriyanın алдыгы нэтисэлэр Yer qabыgында elastiki гэргинliyin dinamikasını proqnozlaşdırmaq үчүн istifadэ oluna билэр. Bu üsulun ən cəlbedici тэtbiq sahəsi yəqin ki, Yer qabыgында elastiki гэргинliyin tez дэyiшмэси ilə baьgлы olan zəlzələлэрин бащ verdiyi vaxtı vэ digэр hadisэлэри proqnozlaşdırmaqdan ibarətdir.

Cədvəl 2 **London Paris və Roma-da maqnit meyilliyinin Əsirlk gedişi**

	London		Paris		Roma	
	D ⁰	δD/il	D ⁰	δD/il	D ⁰	δD/il
1540	7,2	-	8,2	-	-	-
1560	9,6	7,2	9,3	3,3	10,47	-
1580	10,93	4,0	9,6	0,9	10,61	0,4
1600	10,43	-1,5	8,8	-2,4	11,41	2,4
1620	7,26	-9,5	6,9	-5,7	9,88	-4,6
1640	3,27	-12,0	4,42	-7,4	7,29	-7,8
1660	-0,59	-11,6	0,86	-10,7	3,86	-10,3
1680	-3,89	-9,9	-3,47	-13,0	-0,01	-11,6
1700	-7,03	-9,4	-7,99	-13,6	-4,01	-12,0
1720	-10,97	-11,8	-12,27	-12,8	-7,77	-11,3
1740	-15,30	-13,0	-15,83	-10,7	-11,02	-9,8
1760	-19,57	-12,8	-18,76	-8,8	-13,63	-7,8
1780	-22,65	-9,2	-20,87	-6,3	-15,51	-5,6
1800	-24,07	-4,3	-22,12	-3,8	-16,64	-3,4
1820	-24,09	-0,06	-22,40	-0,8	-17,06	-1,3
1840	-23,22	2,6	-21,34	3,2	-16,77	0,9
1860	-21,55	5,0	-19,54	5,4	-15,84	2,8
1880	-18,73	8,5	-16,76	8,3	-14,17	5,0
1900	-16,6	6,7		6,5	-	-
1942	-10,0	9,3	-8,00	9,4	3,00	10,8

Axır vaxtlar bu istiqamətdə aparılan işlər böyük sürətlə inkişaf etdirilir, bu, xüsusilə o ölkələrdə aparılır ki, orada zəlzələlər dağıdıcı xarakterə malikdir. Əgər maqnit üsulu katastrofik hadisələrin proqnozlaşdırılmasından yayınırsa, bu üsul elastik gərginliyin dinamikasının diaqnostikasında istifadə oluna bilər, bu da öz növbəsində geotektonikaya, vulkanologiyaya və digər geofiziki fənlərə köməklik edə bilər.

1.14. Yer in maqnit sahəsinin analitik təsviri

Yer in maqnit sahəsinin elementlərinin Yer səthində koordinat nöqtəsindən analitik asılılığını tapmaq üçün təklif olunmuşdur ki, Yer in maqnit sahəsi bircinsli maqnitlənmiş şar in maqnit sahəsi kimidir və maqnit oxu Yer in mərkəzindən keçir. Bu halda

$$T = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{PR^3} \sqrt{1 + 3\sin^2 \varphi_m}$$

$$H = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{R^3} \cos \varphi_m; \quad Z = \frac{\mu_0 M}{2\pi R^3} \sin \varphi_m; \quad \operatorname{tg} I = \frac{Z}{H} 2 \operatorname{tg} \varphi_m$$

Burada R Yer in radiusu; M- Yer kürəsinin maqnit momentidir ($8,8 \cdot 10^2 \text{ A} \cdot \text{m}^2$); φ_m - hesablama nöqtəsində məntəqənin yerləşdiyi geomaqnit en dairədir.⁴² İşin uzaq keçmişdə

olmasına baxmayaraq hal-hazırda özünün dəyərini itirməmişdir. Yer maqnetizminin müxtəlif hadisələrinə baxdıqda maqnit koordinatlarından istifadə etmək çox əlverişlidir (variasiyanı, qütb parıltılarını ionosfer hadisələri və s.). Coğrafi koordinatlardan geomaqnit koordinatlara keçid formulaları aşağıdakı kimidir:

$$\sin\varphi_m = \sin\varphi \cdot \sin\varphi_o + \cos\varphi \cdot \cos\varphi_o \cos(\lambda - \lambda_o)$$

$$\sin\lambda_m = \cos\varphi \cdot \sin(\lambda - \lambda_o) / \cos\varphi_m$$

burada φ_o , λ_o geomaqnit qütbün coğrafi koordinatı; φ , λ müşahidə məntəqəsinin coğrafi koordinatı; φ_m , λ_m isə müşahidə məntəqəsinin maqnit koordinatıdır.

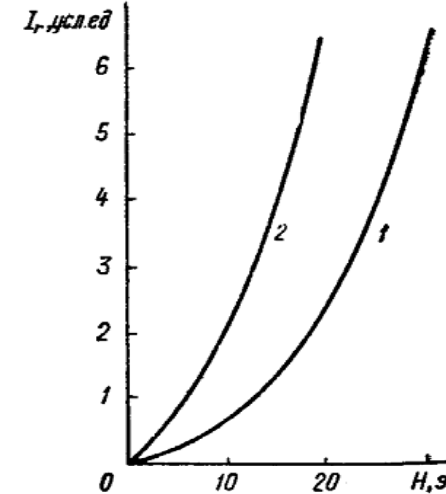
1.15. Maqnitlənmənin növü və maqnit halı

Əgər ferromaqnit nümunə qalıq maqnitlənməyə malik deyilsə, deməli, spontan maqnitlənmə oblastları (domenləri) antiparalel istiqamətdə yerləşərək qarşılıqlı kompensasiya olunmuşdur (yəni antiparalel yerləşmiş maqnit vektorları bir biri ilə müvazinətləşir və ümumi maqnit momenti sıfıra bərabər olur) və nəticədə ümumi maqnit momenti sıfıra bərabər olur. Nümunənin bu halına maqnitlənmə halı deyilir.

Ferromaqnitləri maqnitləndirmək üçün iki üsul mövcuddur (hər hansı maqnitləndirmə sabit maqnit sahəsinin olmadığı halda aparılır). Bunu aparmaq üçün nümunəni dəyişən maqnit sahəsində yerləşdirirlər və sahənin gərginliyinin amplitudunu H_s qiymətindən sıfıra qədər endirməklə, nümunə $T > T_s$ (nümunə hər bir temperatur qədər qızdırıldıqdan sonra soyudulmalıdır) temperaturundan yuxarı qızdırmaqla əldə olunur. Bu iki üsulla maqnitləndirmə halı xarici müxtəlifliyə malik deyil. Dəyişən maqnit sahəsinin köməyi ilə maqnitləndirməyə sıfır halı (SH), temperaturla maqnitləndirməyə isə mütləq sıfır halı deyilir (MSH).

Ehtimal olunur ki, çoxdomenli ferromaqnetiklərdə maqnit momentlərinin kompensasiya olunması bu domenlərin müxtəlif konfigurasiyada olması ilə əlaqədardır (bu bir başa müşahidələrlə sübut edilə bilər). Lakin təcrübə göstərir ki,

domenlərin məlum paylanması eyni üsulla maqnitləndirmə maqnitlənmə əyrisinə heç bir təsir etmir. Buna səbəb bir çox maqnit xassələrinə domenlərin paylanması yox, bu paylanmanın dayanıqlılığı, yəni domenlərin sərhədinin vəziyyətinin dayanıqlı stabilliyidir və nümunənin maqnitlənməsi prosesində məhv olur. Onu qeyd etmək lazımdır ki, domenlərin sərhədi maqnitlənməmiş halda çox mütəhərrik ola bilər və yenidən maqnitlənmə prosesi zamanı daha stabil hala keçə bilər. Bunu histerezis əyrisində görmək olur. 13-cü şəkildə maqnit saxlayan maqmatik süxurlarda sabit maqnit sahəsinin H təsiri ilə yaranan qalıq maqnitlənmənin dəyişməsi verilmişdir. Əyri ilkin maqnitlənmə prosesini nümayiş etdirir. Burada nümunəyə H sahəsi ilə bir dəfə təsir edirlər. Hər dəfə təsir etdikdə sahənin gərginliyi artırılır. Əyridən görünür ki, domenlərin sərhədlərinin yerdəyişməsi ilkin tarazlıq vəziyyətindən mütləq sıfır halına keçdikdə, sıfır halına nisbətən nəzərəçarpaq dərəcədə asandır.



Şəkil. 13. Bazalt nümunələrdə ilk qalıq maqnitlənmə əyrisində başlanğıc sıfır halı (1) və mütləq sıfır halı (2) əyri.

Əgər I_r –i ölçməmişdən qabaq təsir edən sahənin istiqamətini bir neçə dəfə dəyişdirsək onda əyridə mütləq sıfır halı ilə sıfır halı arasında fərq olmayacaq. Sahənin istiqamətinin dəyişmə prosesi histerezis siklinin sabitləşməsinə gətirib çıxarır.

Tam maqnitləşmə halı o vaxt baş verir ki, maqnitləşmənin təsirinin intensivliyi ($h < h_s$) ($T > T_s$) olmalıdır. Bu ferromaqnetikə əvvəllər təsir etmiş sahənin izini tam itirəcəkdir. Əgər sıfır halında ferromaqnetiki $T < T_s$ temperaturuna kimi qızdırıb soyutmuş olsaq ferromaqnetik parsial qalıq maqnitləşmə əldə etmiş olarıq. Mütləq sıfır halı aralıq hal kimi səciyyələnəcəkdir.

İndi ferromaqnetikin maqnitləşmə halına baxaq. Maqnitləşmə prosesi çox müxtəlif və mürəkkəb olmasına baxmayaraq aydındır ki, bunların istəniləni yalnız sabit maqnit sahənin təsiri olduqda əmələ gələ bilər. Sabit maqnit sahənin verilmiş qiymətində maqnitləşmə zamanın, temperaturun, mexaniki təsirlərin, dəyişən

maqnit sahəsinin və kimyəvi dəyişmələrin funksiyasına çevrilir. Sabit temperaturda kənar təsirlərin olmadığı şəraitdə qısa müddətli maqnit sahəsinin təsiri ilə yaranan maqnitləşməyə normal qalıq maqnitləşmə deyilir və I_r kimi işarə olunur. Yuxarıda göstərilən xarici təsirlər maqnitləşməni artırır.

Əgər əlavə xarici təsir sahəsinin rolunda zaman durursa, onda həmin sahədə zamanın artması ilə I_r - in artması müşahidə olunur, bu prosesə vyazki qalıq maqnitləşmə deyilir və I_{rv} – kimi işarə olunur.

Temperatur qalıq maqnitləşmə prosesi o vaxt baş verir ki, ferromaqnit cisim sabit maqnit sahəsində T_2 temperaturundan T_1 temperaturuna qədər soyuyub. Əgər T_1 otaq temperaturudursa $T_2 > T_1$ qalıq maqnitləşmə temperatur qalıq maqnitləşmə adlanır və I_{rt} – kimi işarə olunur. Əgər sabit maqnit sahəsi soyuma zamanı az müddətdə təsir edirsə onda parsial maqnitləşmə əmələ gəlir və I_{rpt} – kimi işarə olunur. $I_{rpt} < I_{rt}$. Kimyəvi maqnitləşmə prosesində zamanı əlavə xarici təsir rolunda cisimin paramaqnit⁴⁵ halından ferromaqnit halına

keçməsi zamanı kimyəvi reaksiya, yaxud kristalın böyümə prosesi durur, əmələ gələn maqnitləşməyə kimyəvi maqnitləşmə deyilir və I_{rc} kimi işarə olunur. Bu və ya digər mexaniki təsirlərdən yaranan maqnitləşməyə dinamik qalıq maqnitləşmə deyilir və I_{rd} kimi işarə olunur. Nəhayət, axırıncı ideal maqnitləşmə sabit maqnit sahəsində dəyişən maqnit sahəsinin təsiri ilə yaranan maqnitləşmədir, buna ideal qalıq maqnitləşmə deyilir və I_{ri} kimi işarə olunur.

Müxtəlif növ qalıq maqnitləşmələr, eyni maqnitləşmə üsulu ilə müxtəlif dərəcədə maqnitləşdirilirlər. Maqnitləşmənin dayanıqlılığı ilkin maqnitləşmənin qiymət və istiqamətinin müxtəlif xarici fiziki təsirlərdən qoruyub saxlama qabiliyyətinə malik olmasıdır, buna maqnit sabilliyi deyilir. O fakt ki, müxtəlif növ maqnitləşmə müxtəlif cür sabilliyə malikdir və bu həm nəzəri, həm də praktiki olaraq çox mühüm əhəmiyyətə malikdir. Bütün deyilənlər süxurların təbii qalıq maqnitləşməsinə I_n aiddir.

Maqmatik süxurlar Kūri temperaturundan yuxarı temperaturda Yer in H_T maqnit sahəsindən otaq temperaturuna qədər soyuduqda temperatur qalıq maqnitləşmə əldə edir, bu bir qayda olaraq eyni sahədə əmələ gələn induktiv maqnitləşmədən bir neçə dəfə çox olur. $Q_{rt} = I_{rt} / \chi H_T$ bu nisbət bəzən 100 və ondan çox olur. Süxur əmələ gəldikdən sonra müxtəlif periodlarda əldə olunan maqnitləşmələr ikinci maqnitləşmələr adlanırlar. Hazırda müşahidə olunan maqnitləşmə I_n vektorial kəmiyyət olmaqla iki ilkin və ikinci maqnitləşmənin cəminə bərabərdir, bu iki maqnitləşmələr istiqamətlərinə görə bir-birindən kəskin fərqlənirlər. Təcrübi olaraq laboratoriya paleomaqnit tədqiqatlarında I_n süxurun əmələ gəlməsi ilə sinxron olan komponentinin ayrılması vacib məsələlərdən biridir. Bu tədqiqatlar içərisində ən vacib Yerlərdən birini maqnit təmizləməsi tutur. Burada dəyişən maqnit sahəsinin amplitudunun qiymətini artırmaqla maqnitləşmənin stabil olmayan komponentlərini dağıdır, bunun nəticəsində ilkin qalıq maqnitləşmənin sabilliyi artır.

1.16. Süxurlarda ferromağnit mineralların mağnit həssaslığı

Fiziki təsəvvürlərə əsaslanaraq, demək olar ki, ferromağnitlərin mağnit xassəsi haqqında tam məlumat onun mağnitlənmə əyrisi və histerezis ilgəyidir, burada mağnit parametrləri kimyəvi tərkibdən və ferromağnetikin struktur xüsusiyyətlərindən, təsir edən xarici sahələrdən az-çox dərəcədə dəyişikliyə məruz qalırlar.

Mağnit həssaslığı mağnitlənmə əyrisində 0,5 E sahədə bir nöqtə ilə göstərilir və yuxarıda göstərilən faktorlardan asılı olaraq dəyişməyə məruz qalırlar. Doğrudur bu lap başlanğıc nöqtədir və ferromağnetikin xüsusi mağnit xarakteristikasıdır, onun mağnit xassələrini əks etdirir. Mağnit həssaslığı mineralların mağnit xüsusiyyətini kifayət qədər xarakterizə edən kəmiyyət olduğundan geniş təhlilə ehtiyacı var.

Ən çox yayılmış tipik ferromağnit minerallar (ferro, yaxud antiferromağnit) dəmir oksidləridir (mağnetit, titanomağnetit, hematit, mahhemit, ilmenit) onların bərk məhlulları və pirrotindir. $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ üçlük sisteminin kimyəvi və mağnit xassələrini öyrəndikdə adları çəkilən dəmir oksidini özündə birləşdirən minerallar üç əsas seriya bərk məhlulun mövcud olduğunu göstərir:

1. Titanomağnetit $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_2\text{TiO}_4$ (kristallik qəfəs spinel strukturaya malikdir);

2. İlmenit-hematit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-FeTiO}_3$ (romboedir strukturlu). Göstərilən seriyalardan axırıncısı maye oksigenin temperaturunda paramağnit olur və biz bu hala baxmayacağıq.

Titanomağnit seriyasının mineralları süxur mağnetizminin əsas daşıyıcısıdır və bunlar süxurun tərkibində paylanmasına və spontan doyma halına qədər mağnitlənməsi ilə fərqlənilir. Bu seriyanın axırıncı üzvü olan mağnetit üçün doyma $I_s=480$ və nəzərəcarpacaq dərəcədə başlanğıc mağnit həssaslığına malikdir (2-yə çatır). Doyma halına qədər mağnitlənmə I_s ulvoşpinelin miqdarı artdıqca xətti azalmaya yaxın olaraq dəyişir və otaq temperaturunda paramağnitə çevrilir

Yüksək temperaturda mahhemit ilkin vəziyyətinə

qayıtmadan hematitə $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ çevrilir. Bu keçid temperaturu mahhemitin əmələgəlmə şəraitindən asılı olaraq çox müxtəlif ola bilər. İlmenit-hematit seriyadan olan bərk məhlullar üçün, I_s və xüsusilə χ nəzərəcarpacaq dərəcədə kiçik qiymətə malikdir. Hematitin başlanğıc həssaslığı təxminən 10^{-4} , yəni mağnetitin həssaslığından 10 dəfə az olur. İlmenit isə normal temperaturda paramağnetikdir.

İlmenit-hematit və titanomağnetit bərk məhlulunun yaranması temperatur şəraitindən asılıdır və bərk məhlulun çoxu Yer səthində dayanıqlı deyillər. Pirrotinin FeS_{1+x} mağnit xassələri tərkibindən asılı olaraq dəyişir. Süxur mağnetizminin əsasını ferrimağnit pirrotinlər təşkil edir ($0,11 < \chi < 0,17$) χ_0 -ın qiyməti 10^{-2} -yə çatır. Beləliklə, bəzi sadələşmiş şəkilə müraciət etmiş olsaq ferromağnit mineralları iki Yerə bölmək olar:

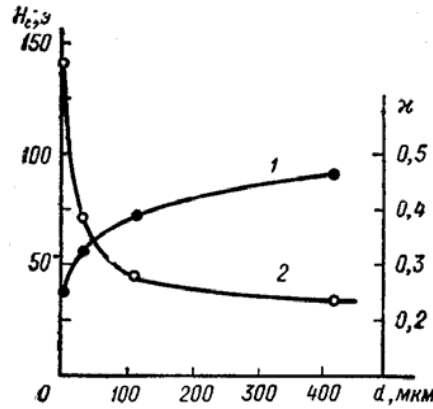
1). Kristallik qəfəsi kubik sinqoniyaya malik olanlar - mağnetit, titanomağnetit, mahhemit, (titanomahhemit).

2). Romboedirik kristallik quruluşa malik olanlar – hematit, onun ilmenitlə bərk məhlulları. Axırıncı qrupa pirrotini daxil etmək olar. Kəbud olsa da birinci qrupa mineralları güclü mağnitli, ikinci qrupa daxil olanları isə zəif mağnitli minerallar adlandırmaq olar. Süxurlarda ferromağnit mineralların ölçüsü fiziki-kimyəvi əmələgəlmə şəraitindən asılı olaraq yeni kimyəvi tərkibə malik olan minerallar χ_0 -ın qiymətinə böyük təsir göstərir. χ_0 -ın mineralın ölçüsündən asılılığını birbaşa eksperimentlə ardıcıl olaraq mineralı əzmək yolu ilə, yaxud da eyni nümunədə statistik yolla d-nin müxtəlif intervalında χ -nı müqayisə etməklə müəyyən etmək olur. Bunu T.Naqatanın nəticələrinə əsasən şəkil 14 - dəki kimi nümayiş etdirmək olar. Şəkildə dənənin ölçüsünün kiçilməsi ilə əlaqədar olaraq mağnit codluğunun artmasını, yəni koerstiv qüvvənin artmasını müşahidə etmək olar. Statistik müqayisə üsulu ilə χ və d arasında əlaqənin nəticələri cədvəl 3 - də verilib.

Təyin olunan kəmiyyətlər göstərir ki, d_0 - in nəzərəcarpacaq dərəcədə dəyişməsi dənənin ölçülərinin təxminən 60 mkm - dən kiçik qiymətlərindən 48 mkm -ə qədər, bu halda d-nin

bir tərtibdən çox dəyişməsi (bir neçə mikron) χ_o - in qiymətinin təxminən 35-40% azalmasına gətirib çıxaraq. Qeyd edək ki, həmin intervalda dənənin ölçülərinin dəyişməsi hematitdə χ_o - in qiymətini 8 dəfə azaldır.

Mineralın ölçüsünün maqnit xarakteristikasına təsirinin başqa aspektinə baxaq.



Şəkil 14. Təbii titan saxlayan maqnetitin maqnit həssaslığını (1) və koerstiv qüvvənin (2) dənələrin ölçülərindən asılılığı (T.Naqataya görə).

Biz demişdik ki, mineralın ölçüsü müəyyən kritik ölçüdən asılıdır. $D_0 = 9\omega / 2\pi I_s^2$ (1) ω domenin sərhədinin səthi enerjisinin sıxlığıdır. D-nin I_s - dən belə asılılıq o deməkdir ki, güclü maqnitli cisimlərdə birdomenli dənə, zəif maqnitli cisimlərə nisbətən az olacaqdır. Müxtəlif qiymətləndirmələrə görə hematitin ölçüsü 100-dən 200-ə qədər böyüdükdə mineral hələ birdomenli ola bilər, ancaq maqnetit dənəsinin ölçüsü 0,01 mikrometrə çatdıqda birdomenlilik pozulur. Buradan görünür ki, mineralın ölçüsü

Maqnetit dənələrinin ölçüləri mkm	Nümunələrin sayı	$\chi, 10^{-3}$
50	21	3,7
10-50	15	3,6
5-10	36	3,4
3-5	30	2,8
3	28	2,5

müəyyən kritik ölçüdən kiçik olanda energetik nöqtəyindən nəzərdən domenin sərhədi mövcud olmur və hissəciklər bir domendən ibarət olur. Maqnetit üçün hesablanmış kritik diametr birdomenli sferik dənə üçün 0,03 mkm-ə bərabərdir. Danlopa görə bu bir qədər çoxdur ($0,07 \pm 0,005$ mkm). Digər tərəfdən demək lazımdır ki, çoxdomenli mineralların strukturunun yaranmasına mineralın forması çox təsir edir. 1-1,5 mkm ölçülü iynəyə bənzər kristallaşmış maqnetit özünü birdomenli mineral kimi aparır.

Titanomaqnetit dənəsi üzərində əmələ gələn nazik ilmenit təbəqəsi bu dənənin ölçülərini böyüdür və özlərini birdomenli kimi biruzə verir. Birdomenli sferik dənələrin özünü maqnit kimi aparmasında həlledici rolunu istilik flüktuasiyası oynayır, çünki dənədə xarici sahənin təsirindən maqnit sahəsinin dayanıqlı istiqaməti çox cüzi qiymətə malikdir, yəni o superparamaqnetikdir.

Ferromaqnetizm bərabər ölçülü ferromaqnit minerallarda 0,06 mkm -dən böyük ölçüdə, yəni yalnız çoxdomenli halda mövcuddur.

Maqnetit və hematitin sərhəd enerjisinin (ω) eyni qiymətli olduğunu qəbul etsək, onda hematit üçün (1-ci) formula ilə hesablanmış bir domenli dənənin diametri $d_0 = 1500$ mkm, bu qiymət maqnetit dənəsindən 50 dəfə böyükdür. Tədqiqatçılar tərəfindən təyin edilib ki, birdomenli hematit dənəliyinin sərhədi 10-15 mkm hüdudunda dəyişir, başqa tədqiqatçılar bunu 10-100 mkm₅₀ hüdudunda olduğunu qeyd edirlər. Superparamaqnetizm hematit dənəsi üçün 0,5

Cədvəl 3

Maqnit dənələrinin ölçülərindən asılılığı	həssaslığının maqnetit ölçüsündən asılılığı
49	

mkm ölçüsündə mövcuddur. Steysin dediyi ilə razılaşmaq lazımdır, ona görə süxurların maqnetizmi birdomenli hematit və çoxdomenli maqnetitlə bağlıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, süxurun tərkibində super-paramaqnit dənənin olması özünü maqnit həssaslığında qalığ maqnitlənməyə nisbətən daha kəskin biruzə verir. Elə buna görə də çökmə süxurların çoxu nazik dispersiya olunmuş ferromaqnit dənələrə görə bir-birindən fərqlənirlər.

Ferromaqnit dənənin χ_{\equiv} qavrayıcılığına kristallik strukturunun qeyri bircisliliyi təsir göstərir. Bu qeyri-bircinsliliyə daxili gərginliyin artmasını yaradan, yəni χ_0 -ın azalmasına səbəb olan amil oksidləşmə prosesidir. Beləliklə, deyilənləri cəmləşdirsək belə nəticəyə gəlmək olar ki, maqnetit və titanomaqnetit, bütün təbii yaranmış ferromaqnetiklərdən kəskin fərqlənəcəklər. Əgər χ_0 -ın qiymətini dənənin ölçüsünün kiçilməsi, yaxud daxili gərginliyin artması ilə müşayiət olunursa, bu bir qayda olaraq struktur qeyri bircinsliliklə əlaqədardır. Buradan görünür ki, həssaslıq ferromaqnit mineralın strukturunun dəyişməsinə xarakterizə edən həssas kəmiyyətdir. Digər tərəfdən maqnit həssaslığı süxurun tərkibində bu mineral qoşma kimi iştirak etdikdə başqa mənə daşıyır. İlk növbədə bu cisimin maqnitlənmə qabiliyyətinə malik olmasının meyarıdır, yəni Yer in maqnit sahəsində cisimin özünə maqnit momenti əldə etməsidir. Maqnitlənmənin mövcud olması $I=\chi H$ və onun qiyməti bunun maqnit kəşfiyyatında istifadə olunması və alınan nəticələrin təhlili bunun əsasını təşkil edir. Demək olar ki, maqnit həssaslığının geofiziki əhəmiyyəti bununla məhdudlaşır. Süxurun maqnit həssaslığı ferromaqnitin zənginliyindən asılı olmayacaq və mineralın süxurun tərkibində olmasını əks etdirməyəcəkdir.

1.17. Elastik gərginlikli maqnit anizotropiyası

Bu növ anizotropiya ferromaqnit materiallarda xarici mexaniki gərginlikdən əmələ gəlir. Təbiətdə ferromaqnit mineralların mürəkkəb şəraitdə⁵¹ əmələ gəlməsi nəticəsində və sonra süxurların tərkibində mürəkkəb qəlibdə (matrisa)

və müxtəlif tip kristallik qəfəsdə müxtəlif cins qarışıqlara malik olması kristallik qəfəsdə müxtəlif tip defektlər yaradırlar, bu bir qayda olaraq xarici maqnit sahəsinin gərginliyindən asılı olmayaraq gərginlik yaradır.

1.18. Formaya görə anizotropiya

Ferromaqnit cisimin formasının onun магнитлямясinya təsiridir (nümunə, dənə). Maqnitləndirən sahə xarici maqnit sahəsinin və daxili maqnutsizləşdirən sahənin vektoru cəmidir. Əgər cisim izometrik deyilsə, maqnitlənmə vektoru xarici maqnitləndirici sahənin istiqamətindən cisimin uzun oxu istiqamətinə tərəf yönələcək. Maqnit vektorunun istiqamətinin kənara meyl etməsinin qiyməti maqnutsizləşdirici faktorun qısa və uzun oxlarının fərqiindən asılıdır.

Anizotropiya maddənin fiziki xassələrindən, o cümlədən maqnitliyindən və onun istiqamətindən asılıdır. Anizotropiya təyin olunan xüsusiyyətin maksimum qiymətinin minimum qiymətinə olan nisbətə miqdarca qiymətləndirilməsidir. Mənşəyindən asılı olaraq bir neçə növ anizotropiya ayrılır (kristalloqrafik, elastiki gərginlik və formaya görə). Makroskopik anizotropiya cisimin formasından asılıdır, mikroskopik anizotropiya dənənin uzununa istiqamətlənmiş (xətti anizotropiya), yaxud yastılanmış (müstəvi anizotropiya) kimi təzahür edir. Təbiətdə müşahidə olunan makroskopik maqnit anizotropiyası ferromaqnit mineralların kristallaşması zamanı təsir edən təzyiqin istiqamətindən asılıdır. Bunun nəticəsində süxurda ya müstəvi, yaxud da uzuna istiqamətdə tekstura əmələ gəlir.

Çökmə süxurlarda zəif anizotropiya süxurun sıxılması zamanı və axma hiss olunan yerlərdə baş verir, birinci halda müstəvi ikinci halda isə xətti, yaxud xətti müstəvi anizotropiya müşahidə olunur. Maqmatik süxurlar bircinsliliyə yaxındır, çünki buna hidrostatik təzyiq təsir edir. Maqmatik süxurlarda aydın görünən anizotropiya xarici təmas Yerlərində müşahidə olunur. Təcrübələr göstərir ki, süxurlarda olan ferromaqnit minerallar özlərini maqnitlənməmiş⁵² ox kimi aparırlar, bir yerə

toplanmış ferromaqnit dənələr özlərini çox mürəkkəb aparırlar, burada əsas rolu formaya görə anizotropiya oynayır (xətti, müstəvi teksturlı, yaxud da onların kombinasiyası).

1.19. Təzyiqin qalıq maqnitlənməyə təsiri

Süxurlar əmələ gəlmiş gündən başlayaraq uzun müddət bir çox dəfələrlə hərtərəfli və birtərəfli təzyiqlə məruz qalırlar. Yəqin ki, bu təzyiqlər qalıq maqnitlənməyə təsir edəcəkdir. Ş.Kume maqnetit və hematit minerallarını əvvəlcə 0,5Tl maqnit sahəsində maqnitləşdirib və sonra 10^{10} Pa təzyiqlə hərtərəfli sıxaraq göstərib ki, maqnitlik 50-90% azalmışdır (bu təzyiq Yerin 30 km dərinliyinə təsadüf edir). R.Qidler temperatur qalıq maqnitlənməni (TRM) daşıyan nümunələrdə bunun eyni olan nəticələr almışdı. Bu proses zamanı qalıq maqnitlənmənin istiqaməti dəyişməmişdir.

P.Stott və F.Steysi vulkanik süxurlardan hazırlanmış nümunəni Küri nöqtəsində və bu temperaturdan yuxarı qızdıraraq, 6 mTl xarici maqnit sahəsində $0,5 \cdot 10^8 - 1 \cdot 10^8$ Pa birtərəfli təzyiq altında soyutmuşlar. Aydın olunmuşdur ki, əldə olunan maqnitlənmənin istiqaməti, həm xarici sahənin istiqaməti ilə, həm də eyni şəraitdə təzyiqsiz soyuyan əvəzləyici nümunədə təyin olunan sahənin istiqaməti eynidir. Bundan sonra, temperatur maqnitlənmə zamanı anizotrop süxurları birtərəfli təzyiq altında sıxaraq əmələ gələn maqnitlənmənin istiqaməti ilə xarici sahənin istiqaməti arasında fərq əmələ gəlmiş də sübut olmuşdur. Digər tərəfdən sübut olunub ki, izotrop maqnitlənməmiş süxurlar birtərəfli təzyiqin təsirindən anizotrop maqnitli süxura çevrilə bilər.

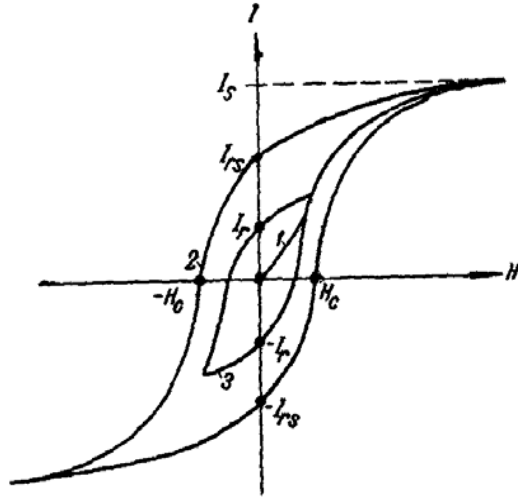
A.Vlasov, Q.V.Kovalenko və C.D.Tropin göstərdilər ki, təzyiq istiqamətlənmiş (DRM) maqnitlənməyə də təsir edir. Onlar müəyyən etmişlər ki, tərkibində 1 mkm ölçüdə maqnit mineralları çökmə süxurlarını $0,4 \cdot 10^8$ Pa təzyiqdə sıxdıqda çökmə süxurlarında əyimlik $I=6^\circ$, $3,3 \cdot 10^8$ Pa təzyiqlə sıxdıqda isə $I=10^\circ$ azalmışdır. Ölçüsü 0,02 mkm və ondan kiçik maqnit mineralları olan çökmə₅₃ süxurlarında xarici təzyiq maqnit vektorunun istiqamətinə təsir etmir.

R.Blou və H.Hamilton çox kiçik dispersiyalı çökmə süxurlarında I maqnit əyimliyi azalmasının baş verə bilməsini aşkar etdilər.

N.Domen ferromaqnit mineralları sıxaraq aşkar etmişdir ki, mineral qalıq maqnitlənmə əldə edir, buna pyezoqliq maqnitlənmə deyilir. Dəyişən təzyiq və zərbə nəticəsində digər qalıq maqnitlənmə də əmələ gəlir, buna dinamik qalıq maqnitlənmə deyilir. Dinamik və pyezoqliq maqnitlənmənin əmələ gəlməsinin əsas səbəbi odur ki, xarici təsir nəticəsində energetik səviyyənin hündürlüyü azalır. Bu maqnitlənmələrin hər ikisi mövcud ola bilər, ancaq onların əhəmiyyəti hələlik aydın deyil. Qeyd etmək lazımdır ki, bu maqnitlənmənin xarici təsirin davamlılığı çox böyük deyildir.

1.20. Normal (izotermik) maqnitlənmə

Yalnız sabit maqnit sahəsinin təsiri ilə yaranan maqnitlənmə normal maqnitlənmə adlanır. Bu prosesin əsas empirik qanunauyğunluğu, maqnitlənməni yaradan sahədən asılılığında müşahidə olunur (şəkil 15). Əgər maqnitləşdirilmiş ferromaqnetiki maqnit sahəsinə H yerləşdirsək və sonra H-ın amplitudunu yavaş-yavaş artırmağa başlasaq maqnitlənmə bu ferromaqnetik üçün müəyyən qiymətə qədər artacaqdır. Maqnitlənmənin doyma halının dəyişməsi isə olacaqdır. Bu halda maqnitlənmə (şəkil 15)-dəki birinci əyri ilə dəyişəcəkdir. Əgər biz maqnit sahəsinə azaltmış olsaq maqnit sahəsi də azalacaqdır, ancaq bu azalma yavaş gedəcəkdir, bu dəyişmə 2-ci əyriyə göstərilmişdir. $H=0$ olduqda maqnitlənmə tam itmir, bir qədər



Şəkil 15. Ferromaqnetikin maqnitlənməsinin I maqnitləndirən sahədən H asılılığı.

qiymətə malik olacaq, I_{rs} buna bir tam dövrün doyma qalıq maqnitlənməsi deyilir. Əgər biz istəsək ki, maqnitlənməni sifira endirək, onda, əvvəlki sahənin əks istiqamətində ferromaqnetikə sahə ilə təsir etməliyik. Bu sahənin gərginliyinə H_c koerstiv qüvvə deyilir. Əks istiqamətdə sahəni artırmağa davam etsək yenidən doyma halına çatacayıq. Sahəni azaltmaqla $H=0$ -da $-I_{rs}$ alacayıq.

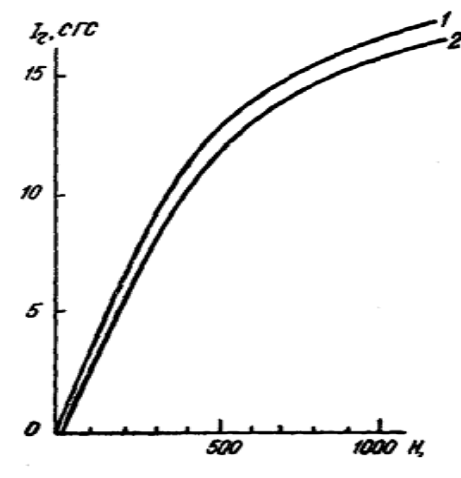
Əgər maqnitləndirici sahənin H dəyişməsi doyma halına qədər maqnitlənmə üçün kifayət deyilsə, onda bizim hal üçün histerezis ilgəyi almış olarıq (əyri 3). Bu halda alınan qalıq maqnitlənmə I_r verilmiş H sahəsi üçün normal maqnitlənmə adlanacaqdır. Həmin ferromaqneti ilkin halına gəlməsi üçün ferromaqnetiki Kuri temperaturundan sabit maqnit sahəsi olmayan yerdə soyutmaqla, yaxud da sahə sifira qədər azalan dəyişən maqnit sahəsinin köməyi ilə almaq olar. Birinci halda maqnitləndirmə halına mütləq sifir halı adlanır, ikinci isə sifir halı adlanır. Ferromaqnetin normal maqnitlənməsi zamanı maqnitlənmənin təsir⁵⁵edən maqnit sahəsinin

gərginliyindən asılılığını diamaqnit və paramaqnitlər üçün 1-ci formula ilə göstərmək olar, lakin bu halda axırıncılardan fərqli olaraq χ -nin qiyməti zəif sahələrdə maqnitləndirən sahələrin H-n funksiyasına çevrilir. Ferromaqnitlərin χ -nin maqnit sahəsindən asılılığının xarakteri şəkil 16- da verilmişdir.

Sahənin artması ilə əvvəlcə χ artmağa başlayır, sahənin H müəyyən qiymətində χ maksimum qiymətə çatır χ_{max} , və doyma maqnitlənmə sahəsinə yaxın sahədə isə azalmaqla sifira yaxınlaşır, maqnitləndirən sahənin sonrakı artımında uyğun olaraq χ nəzərəcarpacaq dərəcədə olmayacaqdır. Ferromaqnitlər üçün χ -nin qiyməti 10^6 SI qədər çata bilər.

Ən yüksək qavrayıcılıqla yanaşı, başlanğıc maqnit qavrayıcılığı χ_0 böyük əhəmiyyət kəsb edir, bu qavrayıcılıq sahənin sifira yaxın qiymətində olan hissəsidir.

Paleomaqnit təcrübələrində və digər geofiziki tədqiq



Şəkil 16. Maqnetitin qalıq maqnitlənməsinin maqnitləndirən sahədən asılılığı (1) başlanğıc sifir halı, (2) mütləq sifir halı (maqnitlənmənin əsas əyriləri).

qatlarda χ_0 Yer in maqnit sahəsinin qiyməti hüdudunda, yəni 40A/m maqnit⁵⁶qavrayıcılığı kimi təyin

edilir. Normal maqnitlənmə əyrisinin gedişi, nəticə etibarlı ilə maqnit qavrayıcılığının sahədən asılı olaraq dəyişməsinin xarakteri kimi, maqnitlənmə prosesi zamanı temperaturun T dəyişməsi ilə nəzərəcarpacaq dərəcədə dəyişir. Hər bir ferro maqnetik üçün maqnit qavrayıcılığı müəyyən temperaturda, yəni həmin mineralın Kuri temperaturunda sıfıra bərabər olur. Bu temperaturda maddə ferromaqnit xassəsini itirir, yəni qalıq maqnitlənmə əldə etmək qabiliyyətinə malik olmur.

1.21. İdeal maqnitlənmə

Əgər ferromaqnetiki dəyişən maqnit sahəsinə yerləşdirmiş olsaq görürük ki, maqnitlik dəyişir. Əgər dəyişən maqnit sahəsinin amplitudasını sıfıra qədər azaltmış olsaq və histerezis əyrisinin maksimumu koordinat başlanğıcı ilə birləşəcək və maqnitlik sıfıra bərabər olacaq. Ferromaqnetikin maqnitləşdirilməsi elə beləcə əldə olunur, bu cisimlər maqnit sahəsinə yerləşdirilmədən qabaq $-I_r$, yaxud da I_r qalıq maqnitlənməyə malik olublar. Nümunənin tam maqnitləşdirilməsi o zaman baş verir ki, təsir edən dəyişən maqnit sahəsinin amplitudası, normal qalıq maqnitlənməni yaradan sahənin amplitudasından böyük olsun. Maqnitləşdirmə prosesi sabit maqnit sahəsinin tam olmadığı halda baş verir. Əgər amplitudası səlissə azalan dəyişən maqnit sahəsi ilə bərabər ferromaqnetikə sabit maqnit sahəsi H təsir edirsə, onda maqnitləşmə baş vermir. Əksinə ferromaqnetik ideal maqnitlənmə əldə edir, bu maqnitlənmənin qiyməti normal maqnitlənmənin qiymətindən nəzərəcarpacaq dərəcədə artıq olacaq. İdeal maqnitlənmə əyrisinin sabit maqnit sahəsinin gərginliyindən asılılığı əsas maqnitlənmə əyrisindən yuxarıda gedir və onunla yalnız doyma halına çatdıqda birləşəcək. İdeal maqnitlənmə əyrisinin gedişi dəyişən başlanğıc maqnit sahəsinin amplitudasından asılıdır. Başlanğıc amplituda nə qədər çox olsa əyri daha yuxarıdan gedər.

Beləliklə, yaranan ideal qalıq maqnitlənmə I_r bir qədər sabit maqnit sahəsinə əmələ gəlir və başlanğıc dəyişən maqnit sahəsinin

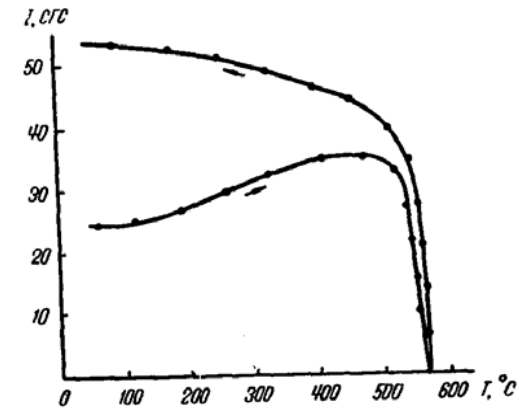
amplitudası çox olduqca yaranan maqnitlənmə normal maqnitlənmədən yüksək olacaq.

1.22. Temperatur maqnitlənmə

Bu növ maqnitlənmə paleomaqnetizm nökteyi-nəzərdən çox vacibdir, belə ki, bunun köməyi ilə müxtəlif tip süxurların əldə etdiyi təbii qalıq maqnitlənmənin düzgünlüyünü izah etməyə imkan verir.

Temperatur maqnitlənmə, sabit maqnit sahəsinə ferromaqnetikin soyuması zamanı maqnitlənmə prosesini gös tərdir.

Müəyyən amplitudaya malik sabit maqnit sahəsinə ferromaqnetikin əldə etdiyi maqnitlənmənin temperaturdan asılılığı 17-ci şəkildə göstərilmişdir, temperaturun artması ilə maqnitlənmə əvvəlcə artır, sonra maksimum qiymətinə çataraq sonra kəskin azalır və Kuri temperaturunda sıfıra



Şəkil 17. Ferromaqnitin sabit maqnit sahəsinə I maqnitlənməsinin temperaturdan asılılığı əyrisi.

yaxınlaşır. Növbəti soyuma zamanı ferromaqnetikin maqnitliyi kəskin artır və soyuma əyrisi (2-ci əyri)

birinci (1-ci əyri) əyridən yuxarıda gedir. Bir qızma siklində başlanğıc və son nöqtələr arasında maqnitlənmə fərqi soyuma zamanı ferromaqnetikin temperatur maqnitlənmə I_{rt} əldə etməsi ilə əlaqədardır. Maqnitləndirən sahənin sonrakı təsirləri zamanı qalığ maqnitlənmə bir qədər azalacaq, buna da temperatur qalığ maqnitlənmə deyilir I_{rt} .

Temperatur qalığ maqnitlənmənin qiyməti verilmiş maddə üçün ilk növbədə normal və ideal магнитляннямлярин qiyməti kimi sabit maqnit sahəsinin qiymətindən асылыдыр. 17-ci şəkildən aydın görünür ki, I_{rt} əyrisinin sahənin gərginliyindən asılı olaraq gedişi əsas əyridən yuxarıda gedir. Bu şəkildə göstərilən proses tam temperatur qalığ maqnitlənməni I_{rt} göstərir, bu halda maqnit sahəsi Kuri temperaturundan 20^0 S temperatur qədər təsir edir. Burada alınan termoqalığ maqnitlənmə I_{rt} -in verilmiş sahədə son qiyməti adlanır.

Əgər soyuma mövcud sahədə Kuri temperaturundan aşağı temperaturda baş verirsə və sahə həmişə təsir etmir, ancaq müəyyən temperatur intervalında təsir edirsə, onda əldəolunan maqnitlənməyə parsial maqnitlənmə deyilir və $I_{rt} < I_{rt}$ dən kiçikdir.

Onu qeyd etmək lazımdır ki, I_{rt} maqnitliyi maqnitləndirən sahədən asılı olaraq I_{rt} ideal maqnitlənmənin son qiymətindən yuxarıda gedirsə, bir qayda olaraq maqnitləndirən sahənin hər biri üçün aşağıdakı nisbət düzgündür.

$$I_r < I_{rt} < I_{rt}$$

Bir şərtlə ki, doyma sahəsi oblastı nəzərə alınmasın, çünki bu sahədə hər üç əyri birləşir. Kiçik maqnit sahələrində, xüsusilə Yerin maqnit sahəsində göstərilən üç növ qalığ maqnitlənmələr kəskin nəzərz çarpırlar. Belə hallarda I_{rt}/I_r nisbəti süxurlar üçün bir neçə minə çata bilər.

1.23. Vyazki (zamana görə) maqnitlənmə

Bu növ maqnitlənmə hazırda kifayət qədər öyrənilməmişdir və süxurların⁵⁹maqnetizminin öyrənil-

məsində az əhəmiyyətə malik deyildir, çünki ümumi xarakterə malikdir və özünün mövcudluğu üçün sabit maqnit sahəsində zamandan başqa hər hansı xarici sahənin ferromaqnetikə təsirinin əlavə olunmasını tələb etmir.

Birinci şəkildə göstərilən əsas əyri zamandan asılı olmayaraq ferromaqnitin sabit maqnit sahəsində saxlanması müddət ərzində əldə etdiyi normal maqnitlənmə prosesini əks etdirir. Digər tərəfdən cisim maqnit sahəsinə gətirildikdə ani olaraq maqnitlənmir, bu bir qədər gecikməklə baş verir, sahənin təsir müddəti artdıqca maqnitlənmə də artmağa başlayır. Buradan da görünür ki, təsir edən sahə nə qədər çox davam edərsə əsas maqnitlənmə əyrisi daha yuxarıdan gedər və qalığ maqnitlənmənin qiyməti sahə götürüldükdən sonra daha çox olacaq. Lakin qalığ maqnitlənmə də zaman keçdikcə sabit qalmır, zamana görə yavaş-yavaş azalır. Belə özbaşına maqnitlənmə və maqnitləşmə bütün ferromaqnitlərin maqnit xassəsinə aiddir. Bu maqnit vyazkiliyi adını alıb. Uzun müddət sabit maqnit sahəsində əmələ gəlmiş qalığ maqnitlənmə qalığ vyazki maqnitlənmə adlanır I_{rv} , kimi işarə olunur.

Vyazki maqnitlənmə, maqnitlənmə əyrisinin başlanğıcına, yəni kiçik maqnitlənmə sahəsinə təsadüf edir. Məlumdur ki, kiçik sahələrdə (buraya Yerin maqnit sahəsinə aid etmək olar) maqnitlənmə prosesi əsasən domenlər arasında sərhədlərin yerdəyişməsi ilə əlaqədardır. Domenlərin sərhədinin yerdəyişməsi maqnit sahəsi vasitəsilə təsir etdikdə də dayanmır, bu yerdəyişmə istilik hərəkət enerjisinin flüktasiyası vasitəsi ilə davam edir. Xarici sahənin təsir müddətinin artması ilə domenlərin sərhədi əlavə yerdəyişməyə məruz qalır və domenin həcmi artdıqca artır.

Vyazki maqnitlənmə prosesi həmçinin temperaturdan asılıdır, temperatur artdıqca maqnitlənmə daha intensiv gedir və proses az müddət ərzində baş verir, bu müddət ərzində həm domenin həcmi, həm də maqnitlik artmağa başlayır, maqnitlənmə maqnitləndirən sahə istiqamətində yönəlir.

Vyazki maqnitlənmə⁶⁰ prosesi eyni zamanda temperaturdan asılıdır, temperatur artdıqca proses

daha intensiv gedir və qızma intervalı aralarındakı zaman azalır. Ferromaqnitlərdə maqnit vıazkiliyinin ölçü vahidi olaraq relaksasiya zamanı götürülür, yəni R.V.Telesinin təyininə görə yeni maqnit halının yaranmasına sərflə olunan zamandır, yəni maqnitləndirən sahənin verilməsi, yaxud sahənin dəyişməsi zamanıdır. Bunu eyni zamanda vıazki maqnitlənmə halının başa çatmasına sərflə olunan zaman kimi güman etmək olar. Maqnit sahəsini qoşandan sonra τ_{max} keçdikdə qalıq maqnitlənmə e dəfə azalır. Bu vaxta qədər vıazki maqnitlənmə üçün relaksasiya zamanı heç bir süxur üçün təyin olunmayıb. Süxurlarda vıazki maqnitlənmənin artma prosesi arasında fəvqəladə böyük zaman tələb edir və bu prosesin laboratoriya şəraitində təcrübi olaraq başa çatmasının mümkün olmadığı məlum olmuşdur. Yerində maqnit sahəsində süxurların bir neçə ayda əldə etdiyi vıazki maqnitliyi bu sahədə əmələ gələn normal maqnitlənmədən yüz dəfələrlə çox olur (şəkil 5 - ə. bax). I_{rv} - ni zamandan asılı olaraq maqmatik süxurlar üçün aşağıdakı formula ilə ifadə etmək olar.

$$\sqrt{I_{rv}} - \sqrt{I_{ro}} = S(\lg t - \lg t_0) - S' \lg t' \quad (2)$$

burada I_{ro} t_0 zamanı süxurun əldə etdiyi qalıq maqnitlənmədir. t' sahənin verildiyi zamandır. Əgər vıazki maqnitlənməni sahə qoşulduqdan 1 dəqiqə sonra ölçmə aparırıqsa, onda (2) ifadə xeyli sadələşir.

$$\sqrt{I_{rv}} = \sqrt{I_{ro}} + S \lg t$$

burada t dəqiqələrlə ölçülür. Bu ifadə I_{rv} - nin son hüdudunu təyin etmir, t -nin sonsuzluğa yaxınlaşması fiziki olaraq mənasız olur.

1.24. Kimyəvi maqnitlənmə

Maddənin bütün dəyişmələrində maqnit sahəsi iştirak edirsə və yeni ferromaqnetikin yaranması ilə müşayiət olunursa, maddənin paramaqnit vəziyyətindən ferromaqnit vəziyyətinə, ferromaqnitin kristal strukturunda dəyişikliklər, normal maqnitlənmə ilə birlikdə əlavə qalıq maqnitlənmə I_{rs}

əmələ gəlsə, bu kimyəvi maqnitlənmə adını alır. Bu maqnitlənmənin qiyməti I_r - in qiymətindən xeyli az olur. Kimyəvi maqnitlənmənin əmələ gəlməsini α -hematitin maqnetitə, maqnetitin γ -hematitə, nəhayət γ -hematitin α -hematitə izotermik keçidi zamanı müşahidə olunur. Məhz kimyəvi maqnitlənmə süxurlarda hematitlə əlaqədardır.

1.25. İstiqamətlənmiş maqnitlənmə

Əgər mayədə üzən istənilən növ qalıq maqnitlənməyə malik olan kiçik hissəciklər maqnit sahəsində olduqda sakitcə çökürlər, sonrakı proseslərdə bu hissəciklərin maqnit momenti təsir edən sahə istiqamətində istiqamətlənərək qalıq maqnitlənmə əmələ gətirir və istiqamətlənmiş maqnit adlanır.

Bu maqnitlənmənin qiymətini ferromaqnit hissəciyin maqnit momentlərinin m -in orta qiymətindən, zənginliyindən σ (1sm^3 -də olan hissəciklərin sayı) maqnit sahəsinin gərginliyindən H , çökmə müddətindən t , fırlanmaya nisbətən suyun özüllüyündən λ asılıdır.

T.Naqataya görə (1962) istiqamətlənmiş maqnitlənmə I_{rv} təxminən aşağıdakı düsturla təyin edilir.

$$I_{ro} = m \sigma \text{th} \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{mH}{\lambda} t \right)$$

Həqiqətdə isə istiqamətlənmiş maqnitlənmənin qiyməti bundan nəzərəcarpacaq dərəcədə kiçik olacaq, (xüsusilə də kiçik hissəciklər üçün) bu istiqamətləri pozan braun hərəkəti hesabına olur.

I_{rv} -nin istiqaməti eyni ölçülü hissəciklər üçün H -ın istiqaməti ilə üst-üstə düşür. Əgər hissəciklər uzun nazikdirsə onda uzununa oxu m üstünlük təşkil edir, belə hissəciklərin çökməsi zamanı üfqi müstəvidə I_{rv} yaranır və istiqaməti üfqiyə daha yaxın olur, nəinki H -ın istiqamətinə. Təcrübələr göstərir ki, üfqi istiqamət ilə I_{rv} vektoru arasındakı J bucağı ilə əyilmə⁶² bucağı J_0 arasında aşağıdakı

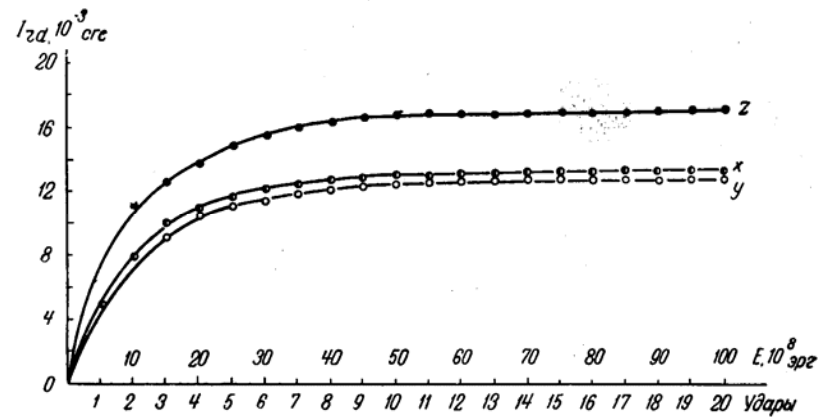
asılılıq var.

$$\operatorname{tg} J = f \operatorname{tg} J_0$$

Burada f əmsalı dənənin fırlanmasından asılıdır.

1.26. Dinamik maqnitlənmə

Əgər sabit maqnit sahəsilə birlikdə ferromaqnitlərə dəyişən mexaniki yüklə təsir edildikdə dinamik maqnitlənmə əmələ gəlir və I_{rd} kimi işarə olunur. Bu eyni zamanda normal maqnitlənmənin qiymətindən yüksək olacaq. I_{rd} - ni nümunəni burmaqla, yaxud sıxılma yolu ilə almaq olar. I_{rd} - nin qiyməti vurmanın sayından və maqnit sahəsinin gərginliyindən asılıdır və onun artması ilə artır. Bu asılılığın xarakteri 18-cı şəkildə göstərilmişdir. I_{rd} -nin



Шякил.18.Йерин магнит сациясиндя габро нцмуня-синдя зярбядян сонракы галыг магнитлянмянин артмасы (Т.А.Иванова вя В.А. Шапиройа эюря). Яйрилярин мцхтя-лифлийи нцмунянин мцхтялиф охлар цзря магнитлянмя просесиня ясаян (х,й, з), нцмунянин формасы иля ялагя-дардыр.

истигамяти тя сир едән қүввәннн истиқамәтндән асылы ол майарақ мақнит саһәсинн истиқамәти илә еynидир (V.A.Şapiro, H.A. İvanov, 1965). I_{rd} -nin 63 süxurlarda әмәлә гәлмәсинн сейизмик вә тектоник процесләрнн һесабына

olmasını deməyə əsas var. Belə maqnitlənmənin yaranması mürəkkəb proseslər zamanı mövcud olur, eyni zamanda təsir edən temperatur və dəyişən yükü və s. misal gətirmək olar. Süxurların təbii qalıq maqnitliyini öyrəndikdə bu cür amillərin təsirini nəzərə almaq lazımdır.

1.27. Süxurların təbii qalıq maqnitliyi

Süxurlarda təbii qalıq maqnitlənmə I_n bir qayda olaraq çox mürəkkəb əmələgəlməyə malikdir. Bunlardan biri fiziki-kimyəvi amillərin çox cəhətliyidir, bu amillər birlikdə süxur əmələ gəldikdə və sonrakı dövrlərdə təsir edirlər. Yuxarıda göstərdiyimiz kimi belə təsirlər müxtəlif növ maqnitlənmələrin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır, bu da süxurlarda müxtəlif nisbətlərdə eyni zamanda mövcud olur. Müxtəlif növ maqnitlənmələr süxurlarda müxtəlif dövrlərdə əmələ gələ bilər, uyğun olaraq müxtəlif maqnitlənmələr əldə edə bilər, buna uyğun olaraq Yer in maqnit sahəsinin zamana görə istiqamətinin dəyişməsinə də özündə əks etdirir. Çox hallarda süxurlarda bir neçə növ ferromaqnit dənələr olur, müxtəlif növ maqnitlənmələr ola bilsin müxtəlif dənələrlə əlaqədar olsun.

Əgər nəzərə alsaq ki, müxtəlif növ ferromaqnitlər və qalıq maqnitlənmələr bir-birindən maqnit sabilliyinə görə kəskin fərqlənirsə onda aydın olur ki, süxurlarda təbii qalıq maqnitlənmə nə qədər mürəkkəb mənşəyə malikdir. Bir qayda olaraq I_n -in öyrənilməsində biz eyni zamanda süxurlarda mənşəyinə, maqnitlənmə vektorunun sabilliyinə, bir-birindən asılı olmayan mövcud olan və müxtəlif qanunlarla dəyişən maqnitlənmələrlə işləyirik.

Tam aydındır ki, bütün süxurlar ferromaqnit minerallar saxlayırlar və Yer in maqnit sahəsində olduğundan həmin sahə ilə normal maqnitlənilirlər. Əgər Yer in maqnit sahəsi istiqamətini dəyişirsə onda normal maqnitlənmənin də istiqaməti dəyişir, onda I_n in maqnitlənməsi prinsip etibarı ilə paleomaqnitologiyanı maraqlandırmamalıdır, çünki burada I_n -in təyininə baxılır, belə ki, bu qədim maqnitlənmənin qiymət və istiqamətini yaddaşında saxlayır. Ondan başqa

Yerin maqnit sahəsində normal qalıq maqnitlənmə çox kiçik qiymətə malikdir $0,01\chi H_T$ -dən az H_T Yer in maqnit sahəsidir.

Süxurun əmələ gəlmə şəraiti v yazki maqnitlənmənin əmələ gəlməsi üçün xüsusilə əlverişlidir. V yazki maqnitlənmə kiçik sahə intervalında nisbətən intensiv yaranır, buraya Yer in maqnit sahəsini aid etmək olar. Süxurların bu sahəyə gəlməsi milyon illərlə hesablanır. Ona görə də I_n təbii qalıq maqnitlənmənin bir komponenti həmişə v yazki maqnitlənməyə malikdir, istiqaməti isə Yer in müasir maqnit sahəsinin istiqaməti ilə eyni olur. I_{rv} -nin qiyməti bir çox süxurlar üçün $0,6-0,8\chi H_T$ hüdudunda dəyişir, buna baxmayaraq, bu I_n -nin cüzi bir hissəsini təşkil edir.

Bütün süxurların əmələ gəlmə dövrü və sonrakı dövrlərdə qızmaya məruz qalır, bu süxurlar Yer in maqnit sahəsində soyuduqda temperatur qalıq maqnitlənmə əldə edir. Temperatur qalıq maqnitlənmə, xüsusilə o süxurlarda əmələ gəlir ki, süxurlar mövcud olduğu bu və ya digər dövrlərdə temperatur süxurun tərkibində olan ferromaqnit mineralların Kuri temperaturundan yüksək olsun. Buraya bütün efüziv və intruziv süxurlar aiddir. Süxurlarda tam temperatur maqnitlənmə $100\cdot\chi H_T$ qiymətinə qədər çatır,

maqnitli süxurlar ən yüksək mütləq qiymətinə 10 SQS (yaxud TI) çatır. Göstəriləndiyi kimi temperatur maqnitlənmə, maqnitlənmələrin ən stabili və xarici təsirlərə davamlısıdır. Məsələn, əgər biz Yer in maqnit sahəsində süxurda temperatur maqnitlənməyə bərabər normal qalıq maqnitlənmə əldə etmək istəyiriksə, onda süxura orta hesabla 20-dən 200 Erstedə qədər sahə ilə təsir etmək lazımdır. Demək olar ki, I_r qalıq maqnitlənməsi əmələ gəldikdən sonra Yer in maqnit sahəsinin dəyişməsi temperatur qalıq maqnitlənməyə nəzərəcarpacaq dərəcədə təsir edə bilməz.

Süxurlar soyuduqdan sonra əldə etdiyi qalıq maqnitlənməni uzun müddət saxlaya bilir, bu maqnitlənmənin istiqaməti süxur soyuduqda mövcud olan sahənin istiqaməti olacaq və Yer in indiki maqnit sahəsinin istiqamətindən kəskin fərqli olacaq. Elə püsürmə süxurların

keçmişdə əldə etdiyi temperatur qalıq maqnitlənmə faktiki olaraq bu süxurları paleomaqnit məsələlərin həllində istifadə etməyə imkan verir. Ferromaqnit dənələrin temperatur qalıq maqnitlənməsi bəzi hallarda metamorfik və çökmə süxurları paleomaqnit nöqtəyi nəzərdən öyrənməyə şərait yaradır.

Beləliklə, aydın olur ki, maqmatik süxurlar induktiv normal maqnitlənmədən χH_T -dən başqa ən azı iki növ maqnitlənmə əldə edir: temperatur qalıq maqnitlənmə süxurda əmələ gəldiyi dövrdən bəri saxlanıb gələn, (yaxud axırıncı dəfə yüksək temperatur qədər qızdığı dövrdə) və istiqamətli maqnitlənmə Yer in qədim dövrlərə malik olduğu maqnit sahəsi istiqamətində əldə olunan və v yazki qalıq maqnitlənmə istiqaməti süxurun yaşı boyunca dəyişən bu dəyişmə Yer in maqnit sahəsinin dəyişməsinə uyğundur, hazırkı, dövrdə Yer in maqnit sahəsinin müasir istiqamətinə yaxındır. I_n vektoru kimi qəbul olunmuş yekun vektorun istiqaməti bir qədər aralıq istiqamətdə yönəlir, qədim maqnit sahəsinin istiqamətindən uzaq olduqca və indiki maqnit sahəsinin istiqamətinə yaxınlaşdıqca aradakı nisbət böyük olur I_r/I_r . Lakin maqmatik süxurlarda I_n -nin istiqamətinin ilkin temperatur qalıq maqnitlənmədən I_r kənara çıxması təkcə v yazki ümumi paylanmaya malik olan maqnitlənmənin təsirindən yox, eyni zamanda ikinci əmələ gəlmiş başlanğıc maqnitlənmənin komponentindən, digər tərəfdən bu lokal səbəblərdən və süxurun tarixində baş verən digər geoloji xüsusiyyətlərindən asılı olacaq.

Maqmatik süxurlarda bunlar ikinci maqnitlənmə komponentləri içərisində xeyli çox yayılmışı kimyəvi maqnitlənmədir, çünki süxurun mövcud olduğu dövrdə bu və ya digər dərəcədə fiziki kimyəvi proseslər baş verir, bu da oksidləşmə prosesində süxurun ilkin tərkibini və strukturunu dəyişdirir, yeni mineralların yaranmasına və ilkin mineralın dağılmasına və bərpa prosesində, yenidən kristallaşma bərk məhlulun dağılması prosesi və s.-yə gətirib çıxarır.

Əgər süxurun mövcud olduğu dövrdə mineral ikinci dəfə Kuri temperaturundan aşağı

temperaturda qızmaya məruz qalırsa onda proses maqnitlənmə əmələ gətirir.

Tektonik hərəkətlər zamanı maqmatik süxurlar dəyişən mexaniki təsirə məruz qalır, bu da öz növbəsində dinamik maqnitlənməyə səbəb olur. Nəhayət, bəzi süxurlarda qalıq maqnitlənmə, digər bir komponentə əldə edə bilər, bu da ildırımın düşməsilə müşayiət olunan maqnit sahəsini göstərmək olar. Bu maqnitlənmə normal maqnitlənmə olacaq, ancaq təsir edən sahə Yer in maqnit sahəsindən 100 dəfələrlə çox olacaq.

Maqmatik süxurlarda təbii qalıq maqnitlənmənin ikinci komponenti müxtəlif dövrlərdə Yer in dəyişən maqnit sahəsində yarandığından müxtəlif istiqamətə malik ola bilərlər.

Beləliklə bu süxurlarda əmələ gələn təbii qalıq maqnitlənmələr ümumilikdə götürsək bir sıra müxtəlif geoloji dövrlərdə tədqiqata qədər əmələ gələn müxtəlif istiqamətli və qiymətli müxtəlif dərəcədə dağılıraq pozulmuş maqnitlənmələrdən ibarət olacaq.

Lakin paleomaqnit tədqiqatların təcrübəsindən görünür ki, bəzi hallarda təbii qalıq maqnitlənmə çox sadə əmələgəlməyə malikdir və maqnitlənmənin ikinci komponenti ya asanca aşkar olunur, yaxudda onun ilkin təbii temperatur qalıq maqnitlənmədən kiçik qiymətə malik olduğundan onu nəzərə almamaq olar.

Süxur maqnetizmində Q faktorunun təyini az əhəmiyyətə malik deyil, bu qalıq maqnitlənmənin induktiv maqnitlənməyə nisbəti ilə təsvir olunur. Biz atıq gördük ki, Yer in maqnit sahəsi halında bu nisbət, məsələn, normal maqnitlənmədə 0,01 v yazki maqnitlənmədə 0,6-0,8 qədər artır, temperatur qalıq maqnitlənmə üçün isə bu nisbət bir neçə on hüdudunda dəyişir. Beləliklə, Q_n in belə

$$Q_n = \frac{I_n}{\chi_0 H_r}$$

qiymətləndirilməsi I maqnitlənməsinin fiziki şəraiti haqda məlumat verə bilər.

Qırıntılı mənşəyə malik⁶⁷ olan çökmə süxurlar

aşağıdakı kimi əmələ gəlir. Ana süxurlar aşılanaq yuyulduqda bu süxurun kiçik ferromaqnit hissəcikləri su vasidəsilə yuyulur. Bunlardan lap kiçikləri malikdik, bu ferromaqnitin özünə məxsus özbaşına maqnitlənmə domenləridir. İri hissəciklər bir neçə domenlərdən ibarət olduğundan ana süxurun tərkibindəki maqnitlənməni, yəni temperatur qalıq maqnitlənməni saxlayacaq. Su hövzələrinə düşdükdə bu hissəciklərin maqnitlənmə vektoru çalışacaq, mövcud olan maqnit sahəsi istiqamətində yönələcəkdir. Bu istiqamətlənmənin dərəcəsi Yer in maqnit sahəsinin gərginliyindən, hissəciyin qalıq maqnitlənməsinin qiymətindən, onun forma və ölçülərindən su mühitinin hərəkətinin hərəkətinin xarakteri və qüvvəsindən asılıdır. Çökmə baş verdikdə ferromaqnit hissəciklər özünün istiqamətini saxlamaqla maqnitli olmayan hissəciklərlə birlikdə çökür. Çöküntülər suyunu itirərək burada olan ferromaqnit hissəciklər bərkilərək cəm vektora malik maqnitlənmə əldə edir, bu istiqamət çökmə əmələ gəldiyi dövrdə təsir edən sahənin istiqaməti ilə eyni olur. Beləliklə, çökmə süxurların təbii qalıq maqnitlənməsi temperatur, yaxud da bir, domenli mənşəyə malikdir, I_n istiqaməti hissəciklərin çökmə prosesi zamanı istiqamətlənmiş maqnitlənmə ilə yaranmışdır. Çökmə süxurlarda ikinci komponentin əmələ gəlməsinin mənşəyi maqmatik süxurlarda olduğu kimidir.

Süxurların çoxu kristallaşma, yaxud kimyəvi maqnitlənmə prosesində ilkin qalıq maqnitlənməyə malik olurlar. Bir çox hallarda I_{rs} əmələ gəlmə anı da dəqiq qeyd oluna bilər, belə süxurlarda paleomaqnit tədqiqatlarda istifadə oluna bilər. Bu cür süxurlara sintetik qədim torpaqları, lateritləri və bir neçə digər konqresiyaları, hidrotermal və çökmə mənşəyə malik olan əmələgəlmələri misal gətirmək olar. Bu qrupa hidrotermal və çökmə mənşəli bəzi dəmir filizlərini aid etmək olar. Bütün bu süxurları şərti olaraq kimyəvi çökmə süxurlar adlandırmaq olar.

Metamorfik süxurlar metamorfikləşmə prosesində qalıq maqnitlənmə əldə edə bilər, bunun mənşəyi metamorfikləşmənin növündən asılıdır,⁶⁸ yəni kimyəvi, temperatur qalıq, parsial, yaxud dinamik maqnitlənmə ilə

əlaqədardır.

Metamorfikləşmə prosesi ilkin qalığı maqnitlənməni ya tamamilə yox edir, ya da bir hissəsini pozur. Buna baxmayaraq metamorfik süxurlarda paleomaqnit tədqiqatlarında o halda istifadə oluna bilər ki, onların maqnitliyi stabildir və metamorfikləşmə zamanı haqda məlumat almaq olsun.

Beləliklə, biz təbii qalığı maqnitlənmənin ümumi halda əmələ gəlməsi nəzərdən keçirdik.

Süxur əmələ gəldikdə əldə etdiyi maqnitlənmənin I_n həmin dövrdə mövcud olan Yer maqnit sahəsinin istiqamətinin bir-birinə uyğun gəlməsinin səbəbi üzərində dayanacaq. Onu demək lazımdır ki, süxurların əldə etdiyi maqnitlənmənin istiqaməti təsir edən sahə istiqamətində olması o vaxt mümkündür ki, təsir edən sahə izotrop quruluşa malik olsun. Həqiqətdə isə çox hallarda maqnit xassələrində anizotropiya müşahidə olunur, xüsusilə o süxurlarda müşahidə olunur ki, tekstura açıq aydın görünür və süxurlar bir istiqamətdə təzyiqlə məruz qalır.

İki növ maqnit anizotropiyası mövcuddur: kristalloqrafik və formaya görə anizotropiya. Kristalloqrafik maqnit anizotropiya kristalda ferromaqnit mineralın asan və çətin maqnitlənmə oxlarının olması hesabınadır, bunu müəyyən kristalloqrafik ox adlandırmaq olar, müxtəlif minerallarda müxtəlif qəfəs yaradır. Monokristalın maqnitlənməsi zamanı maqnitlənmə vektoru maqnitləndirən sahənin istiqamətindən yaxın asan maqnitlənmə oxuna tərəf kənara çıxır. Buna görə də süxurda ferromaqnit kristalın oxu bir neçədirsə bunlarla bağlı olan ilkin qalığı maqnitlənmənin istiqaməti Yer qədim maqnit sahəsinin istiqamətilə eyni olmayacaq.

Süxurlar üçün formaya görə anizotropiya daha çox əhəmiyyət kəsb edir, çünki ferromaqnit cisimin maqnitlənməsi təkcə xarici sahədə yox, eyni zamanda həmin cisimin kütləsinin yaratdığı sahəsində baş verir. Cisimin forması izometrik deyilsə maqnitlənmə vektoru maqnitləndirən H sahənin istiqamətindən cisimin uzun oxu istiqamətinə yönələcəkdir. Maqnitlənmənin böyük⁶⁹ qiymətində və cisimin çox

uzun olması zamanı kənara çıxması müşahidə olunmasıdır.

Maqnit xassəsinin anizotropiyası forma effektinə əsaslanır, süxurlarda bu iki növ müşahidə olunur: mikroskopik və makroskopik. Makroskopik anizotropiya geoloji cisimin forması ilə əlaqədardır, mikroskopik anizotropiya isə süxurla bağlı olan ferromaqnit mineralın uzanması və yastılaşması istiqamətilə əlaqədardır.

1.28. Qalığı maqnitlənmənin stabilliyi

Bu paragrafda ferromaqnitlərin qalığı maqnitlənməsinin ümumi halda baxmaqla yanaşı, onun səciyyələndirilməsi və paleomaqnetizmin praktiki məsələlərinin həll edilməsinə baxılacaq.

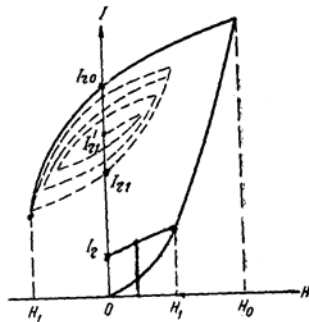
Süxurların qalığı maqnitlənməsinin stabilliyi və onun tədqiqi üsulları öz həllini kitabın növbəti bölməsində tapa bilərsiniz.

İstənilən növ qalığı maqnitlənmənin stabilliyi, yaxud xarici sahələrin təsirinə davamlılığı-onun qiymət və istiqamətinin saxlanmasıdır. Əlbəttə, qalığı maqnitlənmə bir çox faktorların təsirindən dəyişə bilər, sabit və dəyişən maqnit sahəsi, temperatur, mexaniki təsirlər, kimyəvi və mineraloji dəyişmələr, nəhayət relaksasiya hadisələri, yəni bizim saydığımız faktorların hamısı sabit maqnit sahəsinin təsiri olduq da ferromaqnitlərdə əlavə maqnitlənmə, yəni bu və ya digər növ qalığı maqnitlənmə yaradır. Sabit maqnit sahəsi olmadıqda göstərilən təsirlər istənilən qalığı maqnitlənmənin qiymətini azaldır və təsir edən amillərin intensivliyinin böyük qiymətində qalığı maqnitlənmənin tam yox olmasına səbəb olur. Hər bir faktorun təsiri ilə qalığı maqnitlənmənin qiymətinin azalmasının özünə məxsus fiziki mahiyyəti var. Buna görə də stabillik bu amillərin hər birinin təsirinə stabilliyi ilə ölçülür. Hər hansı amilin təsirinə təyin olunmuş kriteriya digər amilin təsirinə təyin olunmuş kriteriya üçün istifadə oluna bilməz.

Qalığı maqnitliyin davamlılığı maqnitləndirmə əyrisində özünü büruzə verir, bu əyri⁷⁰ qalığı maqnitlənmənin qiymətinə xarici amillərin təsirindən asılılığını

göstərir: dəyişən maqnit sahəsinin başlanğıc amplitudası, temperatur, zaman, təzyiq və s. göstərmək olar. Bu əyrilərin ümumi gedişinin xarakteri qalıq maqnitlənmənin sabilliyinin kriteriyası ola bilər.

Misal üçün qalıq maqnitlənməyə maqnit sahəsinin təsirinə baxaq. Burada qeyd etmək yerində olardı ki, sabit və dəyişən maqnit sahəsi ilə maqnitləşdirmə arasında müəyyən əlaqə mövcuddur, bunu aşağıdakı kimi nümayiş etdirmək olar. Tutaq ki, ferromaqnetik sabit maqnit sahəsində H_0 maqnitlənmə zamanı I_{r0} qalıq maqnitlənmə əldə edilir (şəkil 19). Əgər biz əvvəlki sahənin əksinə $H_1 < H_0$ sahə ilə təsir etsək qalıq maqnitlənmənin azaldığını müşahidə etmiş oluruq bunu şəkil 19 - da görmək olar I_{r0} . Əgər I_{r0} qalıq maqnitlənməyə başlanğıc amplitudu H_1 -dən dəyişən azalan maqnit sahəsi ilə təsir etsək, onda maqnitlənmənin dəyişməsi qırıq xətlə baş verir, onda maqnitləşdirmə nəticəsində maqnitlənmənin $I_{r1} > I_{r0}$ bunların fərqi $I_{r1} - I_{r0}$ qalıq maqnitlənmənin elə qiymətini təşkil edir ki, H_1 sahəsində maqnitlənmə kimi olur, yəni $I_{r1} > I_{r0} = I_r$. Elə sabit və dəyişən maqnit sahələrinin təsiri ilə maqnitləşdirmə arasında əlaqə bundan ibarətdir.



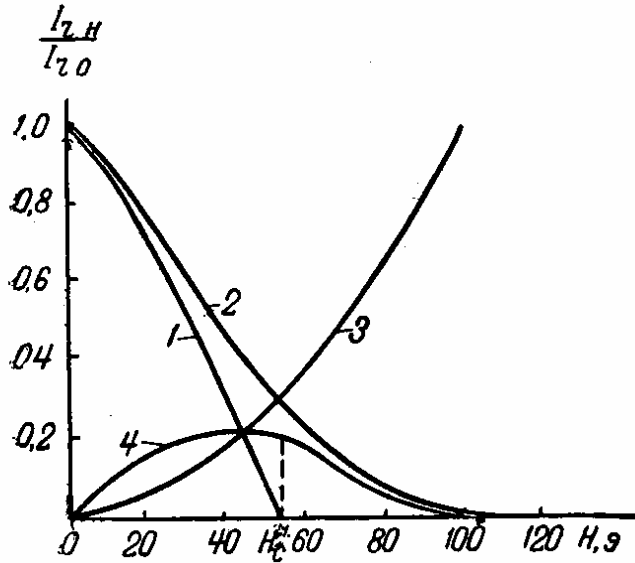
Şəkil 19. Dəyişən və sabit maqnit sahəsilə maqnitləşdirmə prosesi arasında əlaqə.

20-ci şəkildə sabit və dəyişən maqnit sahələrin təsiri ilə I_{r0} -ın maqnitləşdirilməsi-(1) sabit maqnit sahəsilə, (2) dəyişən maqnit sahəsilə, həmçinin (3) maqnitləndirən sahə ilə

asılılıq əyriləridir. Bu üç əyri normal maqnitlənmə halı üçün doyma halından kiçik sahələr üçün tənliyi ilə əlaqədardır. Dəyişən maqnit sahəsi ilə qalıq maqnitlənmənin maqnitləşdirilməsi həmişə sabit maqnit sahəsilə maqnitləşdirmədən yuxarıda gedir. Qalıq maqnitlənmənin tam dağılması üçün verilən sahə, yəni $I_{r0} = 0$ dağıdıcı sahə adlanır. H'_s kimi işarə olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, ferromaqnetik dağıdıcı sahənin təsirindən sonra maqnitləşdirmə halda olur, o maqnit fazalarının qarşılıqlı dayanıqsız tarazlıq fazasında olur. Bu tarazlıq ferromaqnetiki dəyişən maqnit sahəsilə təsir etdikdə yaxud da qızdırdıqda və ya zamanla təsir etdikdə, pozulur. 20-ci şəkildə 4-əyri ferromaqnetiki dəyişən maqnit sahəsində H' sahəsilə maqnitləşdirdikdə maqnitlənmənin dəyişməsinə göstərir. Əvvəlcə qalıq maqnitlənmə artır, $H=H'_c$ bərabər olduqda maqnitlənmə maksimum qiymətə çatır, sonra isə azalmağa başlayır, bu azalma ikinci əyridəki başlanğıc maqnitlənmə I_{r0} kimi gedir. Beləliklə, qalıq maqnitlənmənin sabilliyi sabit və dəyişən maqnit sahəsinin təsirinə nisbətən maqnitləşdirmə əyriləri ilə xarakterizə (səciyyələnilir) olunur, eyni zamanda uyğun olaraq H'_c parametri və təsir edən dəyişən H_d sahəsi qalıq maqnitlənməni sıfıra qədər azaldır.

Dəyişən sahənin qiyməti adətən məlum yaxınlaşma ilə təyin olunur, yəni $I_r(H)$ əyrisinin asimmetrik xarakterinə görə çox hallarda belə təyinetmə təcrübi tələbləri təmin edir. Qiymətlərinə görə bərabər olan müxtəlif növ maqnitlənmələr ardıcıl olaraq sabit maqnit sahəsinin müxtəlif qiymətlərində alınan maqnitlənmələr maqnit sahəsinin təsirinə nisbətən müxtəlif sabilliyə malik olacaq. Ən böyük sabilliyə temperatur qalıq maqnitlənmə malikdir. I_{r0} . Kimyəvi maqnitlənmənin sabilliyi I_{r0} çox az öyrənilmişdir, ancaq məlumdur ki, o böyük intervalda



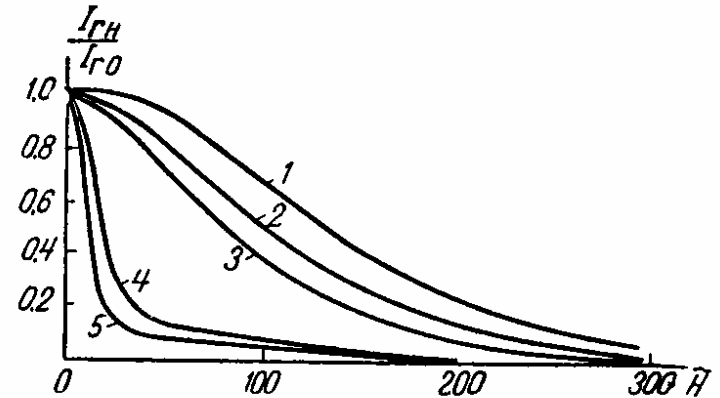
Şəkil 20. Qalıq maqnitlənmənin dəyişmə əyrisi

1- Maqnit sahəsinin əks istiqamətində təsir edən sabit sahə; 2- dəyişən maqnit sahəsilə təsir etdikdə; 3- maqnitləşdirilmiş haldən sabit maqnit sahəsinin təsiri; 4- dəyişən maqnit sahəsinin təsiri.

dəyişir bir çox hallarda stabilliyi I_{rv} -nin stabilliyinə yaxınlaşır. Ən az stabilliyə ideal qalıq maqnitlənmə I_{ri} malikdir. Vyazki maqnitlənmənin I_{rv} davamlılığı əmələ gəlmə zamanı artdıqca artır. I_{rv} -nin ən yüksək həddi təcrübi olaraq hələ qiymətləndirilməyib və I_{rv} -nin stabillik həddü hələlik təyin edilməmişdir.

Laboratoriya şəraitində mümkün olan I_{rv} -nin qiyməti bir qayda olaraq dəyişən maqnit sahəsi ilə maqnitləşdirmə I_{rv} əyrisindən aşağıda gedir. Bundan aşağıda I_{rd} dinamik I_{rn} normal maqnitlənmənin əyrisi gedir. I_{rn} -in tam maqnitləşməsi dəyişən maqnit sahəsinin başlanğıc amplitudunda, yəni bu maqnitlənməni yaradan sahənin qiymətinə bərabər sahədə baş verir. Digər növ maqnitlənmələrin dəyişən maqnit sahəsilə maqnitləşdirilməsinin qiymətindən

nəzərəcarpacaq dərəcədə yuxarı olur. 21-ci şəkildə eyni qiymətli sonluğa malik olan müxtəlif növ maqnitlənmələrin maqnitləşdirmə əyrisi başlanğıc qiymətlər vahidində verilmişdir.



Şəkil 21. Müxtəlif növ və müxtəlif qiymətli maqnitlənmələrin dəyişən maqnit sahəsi ilə maqnitləşdirilməsi: 1- temperatur qalıq; 2- ideal; 3- vyazki; 4- dinamik; 5- normal.

Maqnitlənmənin qızmaya davamlılığını temperatur maqnitləşdirmə əyrisi vasitəsilə səciyyələndirirlər. Bu keyfiyyət kriteriyası halda əyrinin gedişi ola bilər, əyrinin qabarığı absis oxunun əks istiqamətində böyük olsa tədqiq olunan maqnitlənmə çox stabildir. Ən böyük stabilliyə temperatur qalıq maqnitlənmə və kimyəvi maqnitlənmə ən az stabilliyə isə normal və vyazki maqnitlənmə malikdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, temperatur maqnitləşdirmə stabilliyi təyin etməklə bərabər ferromaqnetikin Kuri temperaturunu təyin etməyə imkan verir. Bu, temperaturdan aşağıda qalıq maqnitlənməyə səbəb olur. Qalıq maqnitlənmənin zamana görə stabilliyi təcrübi olaraq pis öyrənilib, çünki laboratoriya şəraitində zaman intervalı məhduddur, belə olan halda maqnitlənmənin özbaşına dəyişməsi çox azdır. Ferromaqnetizmin əsasnaməsinə görə qalıq maqnitlənmənin stabilliyinə təsir edən maqnit sahəsi

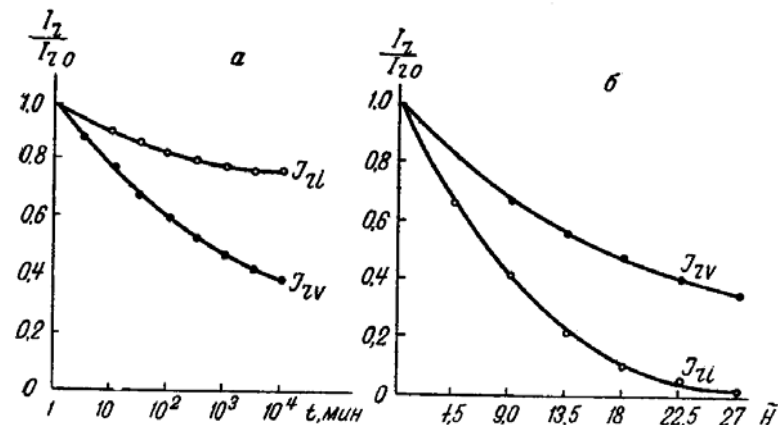
və zaman arasında asılılığın olduğu nəticəsinə gəlirik, çünki hər ikisi qismən energetik maniyə ilə səciyyələnir.

Bu ferromaqnitin maqnitli halını onun maqnitsizləşmə halından ayırır. Lakin praktiki olaraq bu energetik maneələrin çox müxtəlifliyə və bunlardan hər hansı birinin təsiri ilə asanlıqla aradan götürmək olur, digərini isə başqa bir təsirlə götürmək olur. Elə buna görə də normal maqnitlənmə I_r zamana görə vıazki maqnitlənmədən I_{rv} davamlı olur. Çox da böyük olmayan sabit maqnit sahəsinin eyni bir qiymətində əldə olunan vıazki və ideal maqnitlənmə dəyişən maqnit sahəsinin təsirinə nisbətən stabilliyi zamana görə alınan stabilliyin nisbəti ilə eynidir (şəkil 22). Buna görə də zamana görə maqnitlənmənin stabilliyi sualı indiyə qədər ümumi halda həll olunmamışdır. Relaksasiya prosesi zamanı maqnitlənmənin özbaşına dəyişməsi aşağıdakı münasibətlə təyin olunur, burada τ relaksasiya zamanıdır.

$$I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$$

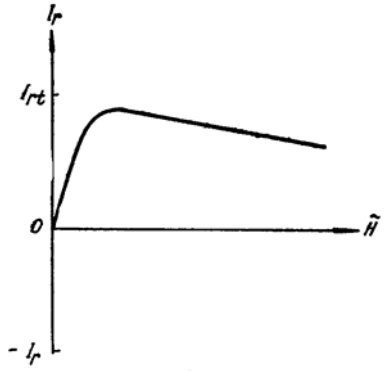
Bu, stabilliyin zamana görə müəyyən kriteriyasıdır, τ qiyməti heç bir maqnitlənmə üçün təyin edilməmişdir.

Bir ferromaqnit mineral müxtəlif növ qalıq maqnitlənməyə və istiqamətə malik ola bilər. Çünki müxtəlif növ maqnitlənmələr müxtəlif proseslərlə yaranır, nümunələrin mürəkkəb maqnitliyə malik olması additivlik nöqtəyi-nəzərdən bir neçə komponentin cəmi kimi baxıla bilər. Belə $\text{нцмуняни даяишян магнит сациясиндя уерляшдириб Ш}$



Şəkil 22. Müxtəlif qiymətli stabilliyə malik olan vıazki I_{rv} və I_{ri} maqnitlənmələrin stabilliyi: a - zamana görə; b - dəyişən sahə ilə. Vyazki maqnitlənmə vaxtı $t=1000$ dəq. $H=18 \cdot 10^{-3}$ A/m sahədə.

başlanğıc amplitudanın artması ilə əvvəlcə az stabilliyə malik olan maqnitlənmə məs, I_r , yaxud I_{rp} , sonra bir az stabil olan I_{rv} , I_{ri} , son mərhələdə isə I_{rs} və I_{rt} olacaq. 23-cü şəkildə dəyişən maqnit sahəsinin təsiri ilə maqnitsizləşdirmə əyrisi verilmişdir, nümunədə ümumi qalıq maqnitlənmə sıfıra bərabərdir, bu eyni qiymətli müxtəlif istiqamətdə maqnitlənmələrin cəmidir. Maqnitlənmələr əksinə maqnitlənmən I_{rt} - dən və normal maqnitlənmədən ibarətdir.



Şəkil 23. Eyni zamanda iki maqnitlənmə komponentinə malik olan ferromaqnetikin dəyişən maqnit sahəsi ilə maqnitləşdirmə əyrisi: temperatur qalıq maqnitlənmə I_r və qiymətcə bərabər olan, ancaq bunun əksinə maqnitlənmə normal qalıq maqnitlənmə.

1.29. Süxurların paleomaqnit stabilliyi

İstənilən paleomaqnit tədqiqatların vəzifəsi keçmiş əsrlər üçün Yerın maqnit sahəsinin istiqamətinin təyinindən ibarətdir, çünki süxurlar əmələ gəldikdə həmin dövrdə mövcud olan Yerın maqnit sahəsi istiqamətində qalıq maqnitlənmə əldə edir. Süxurların əmələ gəlməsilə bərabər əldə olunmuş temperatur, yaxud istiqamətlənmiş maqnitlənmələr bu məsələnin birqiymətli həllinə imkan verir.

Bu məsələnin həllində güclü maqnit anizotropiyaya malik olan maqnitlənmədən və onun təsirindən azad olmaq lazımdır, yəni belə süxurlardan istifadə etmək olmaz. Əgər süxur özünün mövcudluğu dövrü əldə etdiyi maqnitlənməni saxlayıbsa və başqa maqnitlənmə əldə etməyibsə bu paraqrafda baxılan problemin həll edilməsində heç bir problem olmayacaqdır. Buna baxmayaraq ilkin maqnitlənmə zaman keçdikcə maqnitliyinin bir hissəsini itirir, yəni ilkin maqnitlənmə parçalanır və daimi Yerın dəyişən maqnit sahəsində ikinci maqnitlənmə komponenti əldə edir, bu qiymət⁷⁷və istiqamətcə müxtəlif olur, eyni zamanda ilkin maqnitlənmənin In-nin isti-

qamətini müxtəlif dərəcədə fərqli edir.

Maqnitləşdirmənin təsirinə (sabit, dəyişən maqnit sahəsi, zaman, qızma və s.) nisbətən, bu və ya digər növ maqnitlənmələr stabillik dərəcəsi yuxarıda göstərilənlərin hamısı birlikdə ilkin təbii qalıq maqnitlənmənin qiymət və istiqamətinin saxlanması sualına cavab verə bilməz.

Demək lazımdır ki, müxtəlif süxurlarda ilkin qalıq maqnitlənmənin dağılması üçün müxtəlif növ təsirlər olunur, həmçinin həmin təsirlərin nəticəsində müxtəlif növ maqnit komponentləri yaranır. Əgər maqnitlənmənin növü məlumdursa stabillik kriteriyası In vektorunun saxlanıb, yaxud saxlanmadığını ehtimal edə bilərik.

Buna görə də süxurlarda ilkin qalıq maqnitlənmə vektorunun In-nin saxlandığını səciyyələndirmək üçün süxurların yeni paleomaqnit stabilliyi məfhumu daxil edilir, bu In vektorunun stabilliyindən asılı deyil. Paleomaqnitologiyada laboratoriyada təsir edən sahələr təmiz köməkçi rolu oynayır, bu süxurların ehtimal olunan paleomaqnit stabilliyini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

Paleomaqnit stabilliyi təyin etmədən əvvəl süxurlarda birinci və ikinci maqnitlənmə terminini şərtləşmək lazımdır.

1.30. Birinci və ikinci maqnitlənmə

Ümumi halda süxurlarda qalıq maqnitlənmənin əmələgəlmə prosesinə baxaq. Süxur əmələ gəlmənin birinci mərhələsində (çöküntünün əmələ gəlməsi, lavanın soyuması, məhluldan çökməsi və s.). Süxurda temperatur qalıq, istiqamətlənmiş və yaxud kimyəvi yolla maqnitlənmə əmələ gəlsə bunu ilkin, yaxud başlanğıc maqnitlənmə adlandırmaq olar I_n^s kimi işarə olunur.

Süxurların başlanğıc maqnitlənməsi zaman keçdikcə azalmağa başlayır, bu maqnit və struktur köhnəlmələrinə görə və ilkin mineralın yavaş-yavaş aşılaraq dağılması hesabına olur.

Başlanğıc maqnitlənmənin⁷⁸bir hissəsi həmin ana qədər saxlanıbsa bunu ilkin maqnitlənmə adlandırmaq

olmaz və I_n^0 kimi işarə edilir.

Süxurların əmələ gəldiyi epoxada t_0 , Yer in maqnit sahəsinin gərginliyi H_0 , onda ilkin maqnitlənmənin vektoru olaraq aşağıdakını yazmaq olar.

$$I_n^s = \xi_0(0 \dots) H_0 \quad I_n^0 = \xi_0(t_0 \dots) H_0$$

Burada $\xi_0(0 \dots)$ maqnitlənmənin növündən, tərkibindən, əmələgəlmə şəraitindən və süxurun sonrakı tarixindən, süxurun yaşından və bəzi parametrlərdən asılı bəzi tenzor funksiyasıdır, $\xi_0(0 \dots)$ $t_0=0$ anında süxurun əmələ gəldiyi anda funksiyanın qiymətidir. Mövcud dəyişən maqnit sahəsinin H_0 gərginliyində süxurlarda gedən proseslər təkcə ilkin maqnitlənmənin azalmasına yox, eyni zamanda yeni maqnitlənmənin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Yeni ferromaqnitin əmələ gəlməsi, bərk məhlulun parçalanması və v yazki maqnitlənmənin əmələ gəlməsi

Yer in dəyişən maqnit sahəsində baş verir $H(t)$. Bu mürəkkəb maqnitlənmə ilkin maqnitlənmədən sonra yaranır və ikinci maqnitlənmə I_n^h adlanır. Beləliklə, birinci və ikinci maqnitlənmələrtəbii qalıq maqnitlənmədəki maqnitlənmələrin cəmi kimi baxılır .

$$I_n = I_n^0 + I_n^h \text{ kimi göstərilir.}$$

Paleomaqnit tədqiqatın qarşısında duran məsələni belə ifadə etmək olar: məlum I_n və H_1 -ə görə süxur əmələ gəldiyi dövrdə Yer in maqnit sahəsinin qiymətini H_0 və istiqamətini təyin etməkdən ibarətdir.

Təbii olaraq sual ortaya çıxır, paleomaqnit tədqiqatlar vasitəsilə süxurlarda təbii qalıq maqnitlənmənin qiymət və istiqamətini bilərək süxur əmələ gəldiyi dövrdə Yer in maqnit sahəsinin qiymətini və sahənin gərginliyini təyin etmək olarmı.

Paleomaqnit tədqiqatların təcrübəsi göstərir ki, I_n və H_0 arasındakı asılılıq çox sadədir. Bundan başqa bir çox hallarda kifayət qədər inamla, demək olar ki, süxurlar əmələ gəldiyi dövrdə yaranan təbii qalıq maqnitlənmə müqayisədə çox az dəyiməyə məruz qalıb, bu dəyişməni düzəlişlər verməklə, yaxud da 79 maqnit təmizləməsilə

nəzərə almaq olar. Bunları aparmaqda məqsəd ikinci maqnitlənməni yox etməkdən ibarətdir. Bazalt lavalarını, qırmızı rəngli çökmə süxurları və bir çox boz rəngli gilli süxurlar paleomaqnit tədqiqatlar üçün əlverişlidir.

1.31. Qalıq maqnitlənmənin stabilliyi

İstənilən növ qalıq maqnitlənmənin stabilliyi, yaxud davamlılığı dedikdə, özlərinin qiymət və istiqamətini dəyişməz saxlama qabiliyyətinə malik olması deməkdir. Qalıq maqnitlənmə müxtəlif səbəblərdən dəyişə bilər: sabit və dəyişən maqnit sahəsinin təsirdən, temperaturun dəyişməsindən, kimyəvi və mineraloji dəyişmələrdən, mexaniki təzyiqdən, relaksasiya hadisələrindən, yəni o səbəblərdən ki, ferromaqnit minerallar əlavə olaraq bu və ya digər növ qalıq maqnitlənmə əldə edir. Bu proseslərin hamısı sabit maqnit sahəsi olmadıqda gedirsə, bu təsirlər qalıq maqnitlənməni azaldır, lakin sabit maqnit sahəsinin cüzi bir qiymətində isə maqnitlik tam yox olur. Müxtəlif növ maqnitlənmələrin olması ferromaqnit nümunələrdə energetik maneənin hündürlüyünün bir-birindən fərqlənməsi ilə yox, həmin ferromaqnit cisimlərin özünə məxsus fiziki xassələrindən asılıdır. Ona görə də potensial maneədən keçdikdən sonra bu və ya digər təsirlərə qarşı müəyyən həssaslıq meydana çıxır. Bu həssaslıq maqnitlənmə zamanı müxtəlif növ qalıq maqnitlənmələrin xarici maqnit sahəsindən asılılığı və eyni zamanda eyni xarici sahədə H müxtəlif qiymətli qalıq maqnitlənmələrin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır. (J_{rt} , J_{ri} , C_{rs} , J_{ro} və s.). Bu adları çəkilən qalıq maqnitlənmələrin müxtəlif sabitliyə malik olması ilə izah olunur. Sahənin artması ilə ən böyük qiymətə temperatur qalıq maqnitlənmə J_{rt} bir az yavaş C_{ri} ideal maqnitlənmə, ən zəif artan isə normal maqnitlənmə J_r növü malik olur. Müxtəlif amplitudalı maqnit sahəsində eyni qiymət alan müxtəlif növ qalıq maqnitlənmələr dəyişən maqnit sahəsinin amplitutundan asılı olaraq (şəkil 21 ə bax) yuxarıdakı qaydada təqdim olunub. Böyük davamlılığa tam⁸⁰ temperatur qalıq maqnit-

lənə J_{rt} malikdir.

Kimyəvi qalığ maqntlənmə J_{rs} bir az pis öyrənilmişdir və məlumdur ki, geniş hüdudlarda dəyişə bilər və bir domenli dənəcik ölçüsündə olduqda sabitliyi J_{rt} -yə yaxınlaşır. Qeyristabilliyə ideal qalığ maqntlənmə malikdir J_i . Süxurun yarandığı vaxtdan çox zaman keçdikdə vyazki qalığ maqntlənmənin (J_{rv}) sabitliyi artır.

Qalığ maqntlənmənin qızmaya davamlılığı (sabitliyi) temperaturdan asılı olaraq maqnutsizləşdirmə əyrisi ilə xarakterizə olunur. Ən böyük sabitliyə temperatur və kimyəvi qalığ maqntlənmə növü, ən zəif sabitliyə isə normal və vyazki maqntlənmələr malikdirlər. Hər bir ferromaqnetik nümunə eyni zamanda bir neçə növ müxtəlif istiqamətli qalığ maqntlənməyə malik ola bilər. Belə ki, bu və ya digər növ maqntlənmələrin əmələ gəlməsi müəyyən proses nəticəsində baş verir. Belə bir nümunəni dəyişən maqnit sahəsinə h salaraq sahənin amplitudası artdıqca əvvəlcə az sabitliyə malik olan J_r , yaxud J_{rpt} sonra J_{rv} , J_{ri} ən axırıncı növbədə isə C_{rc} və J_{rt} yox olacaqdır (şəkil 20-yə bax) dəyişən maqnit sahəsinin təsiri ilə maqnutsizləşdirmə əyrisi verilmişdir.

1.32. Süxurların paleomaqnit sabitliyi və I_n -nin əhəmiyyəti

İstənilən paleomaqnit tədqiqatlarda əmələ gələn əsas suallardan biri süxurlarda müşahidə olunan qalığ süxurun əmələ gəldiyi dövrlə Yer in maqnit sahəsi arasında əlaqə necədir? Bu suala cavab almaq üçün aşağıdakı məsələləri həll etmək lazımdır: 1. Süxurlarda I_n maqnitliyinin ilkin I_n^o qismini təyin etmək. 2. I_n^o -in qiymət və istiqamətini tapmaq. 3. İlkin qalığ maqntlənmənin təbiətini öyrənmək və onun Yer in qədim maqnit sahəsilə əlaqəsini bilmək. 4. I_n^o -in H_o ilə əlaqəsinin xarakterini bilərək H_o - in qiymət və istiqamətini təyin etmək.

Bu məsələlərdən birincisinin həlli süxurların paleomaqnit sabitliyinin təyini dır. Üçüncü məsələnin həlli təyin olunan təbii qalığ maqntlənmənin J_1 əhəmiyyəti adlanır.

Paleomaqnit sabitlik- ilkin qalığ maqntlənmənin

təmizliyidir. Bu süxurların ilkin qalığ maqntlənməsinin dağılmasını və ikinci maqntlənmənin əmələ gəlməsini, eyni zamanda həmin süxurda bu prosesin intensivliyini təyin edir. Paleomaqnit sabitlik-süxurun ilkin təbii qalığ maqnitliyinin istiqamətinin saxlanması təyin edən əsas fiziki faktordur. İlkin maqntlənmənin istiqamətinin dəyişməsi, eyni zamanda I_n^o -la I_n^h arasındakı bucaqdan da asılıdır.

Təbii qalığ maqntlənmənin əhəmiyyətinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, süxurda təyin olunan ilkin maqntlənmənin istiqamətinin süxur əmələ gəldiyi dövrdə mövcud olan Yer in maqnit sahəsinin istiqaməti ilə uyğun olmasını və bu sahənin gərginliyinin təyin edilməsindən ibarətdir.

Paleomaqnit sabitliyin ölçüsü olaraq ilkin qalığ maqntlənmənin birinci və ikinci maqntlənmənin cəminin nisbətində bərabərdir.

$$S = \frac{I_n}{I_n^o + I_n^h}$$

$S=0$ süxur tam stabil deyil, $S=1$ maqnitlik tam stabildir. Başlanğıc maqntlənmənin saxlanma ölçüsü başlanğıc qalığ maqntlənmənin ilkin qalığ maqntlənməyə nisbətində bərabərdir.

$$Q_{ns} = \frac{I_n^o}{I_n^s};$$

S -in qiyməti adətən sadəcə olaraq süxurun maqnitliyinin paleomaqnit sabitliyi adlanır. Q_{ns} isə maqntlənmənin köhnəlməsini göstərir.

Geoloji keçmişdə Yer in qədim maqnit sahəsinin gərginliyinin təyin olunma metodikası hələ tam işlənib hazırlanmamışdır və Yer in maqnit sahəsinin gərginliyinin dəyişməsinin geoloji tarixi aydınlaşdırılmayıb və problem olaraq qalır. Hələlik artıq bir həll yolu dəqiqləşdirilib, metodiki cəhətdən işlənib hazırlanmamışdır. Ona görə də hazırda paleomaqnit tədqiqatlar Yer in maqnit sahəsinin istiqamətinin

dəyişməsinin geoloji tarixini öyrənməkdir.

1.33. Süxurlarda əksinə maqnitlənmənin əmələ gəlməsi problemi

Paleomaqnit tədqiqatlarla aşkar olunub ki, çoxlu sayda süxurlarda təyin olunan qalıq maqnitlənmənin istiqaməti süxurun indi yerləşdiyi yerdə Yerin maqnit sahəsinin indiki istiqamətinin tam əksinə yönəlmişdir. Süxurların əksinə maqnitlənməsi çox yayılmış hadisədir: süxurlar içərisində stabil I_n əksinə maqnitlənmənin süxurların təxminən yarısını təşkil edir.

Çox əhəmiyyətlidir ki, kəsilişdə vulkanogen çökmə seriyalarında düzünə və əksinə maqnitlənmənin laylar müəyyən stratigrafiya səviyyələri tutur.

Süxurlarda əksinə maqnitlənmə problemi əsas problemlərdəndir və bunun həllinə paleomaqnetizmlə məşğul olan çox sayda geofiziklər ordusu cəlb olunub.

Süxurlarda əksinə maqnitlənmənin əmələ gəlməsinin iki fərziyyəsi öz vaxtında irəli sürülmüşdür. Birinci fərziyyəyə əsasən özbaşına, əksinə maqnitlənmənin bütün hallarında fiziki kimyəvi proseslərlə baş verdiyini izah etmək olar, yəni süxurların əksinə maqnitlənməsi Yerin maqnit sahəsinin əksinə maqnitlənməsi hesabına olur.

İkinci fərziyyə inversiya fərziyyəsi təsdiq edir ki, əksinə maqnitlənmənin əsas səbəbi süxurlar əmələ gəldikdə Yerin maqnit sahəsinin indiki maqnit sahəsinin əksinə yönəlməsi hesabına olması ilə izah olunur. Bu fərziyyəyə əsasən güman edilir ki, bu, Yerin maqnit sahəsinin bir çox dəfələrlə istiqamətini dəyişməsi hesabına olur.

Yerin maqnit sahəsinin qütb yerdəyişməsinə məruz qalması sualına cavab verək, hər şeydən əvvəl, Yerin maqnit sahəsinə malik olması nəzəriyyəsinin yaranmasına misilsiz kömək edir.

Bu eyni zamanda həm stratigrafiya, həm də geoxronologiya elmi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Əgər düzünə və əksinə maqnitlənmənin layların sərhədi doğrudan da Yerin maqnit sahəsinin qütb⁸³ yerdəyişməsi anı ilə

eynidirsə onda bu sərhəd Yer kürəsinin bütün səthində (nöqtələrində) sinxron olmalıdır (yəni eyni olmalıdır). Onda geoloqlar geoloji tarixdə bir-birindən min kilometrərlə uzaqda yerləşən ərazilərdə baş verən müxtəlif hadisələri eyniləşdirmək üçün güclü bir üsul əldə etmiş olurlar. Belə ki, layların (qatların) düzünə və əksinə maqnitlənmə sərhədləri bir çox hallarda 0,5 mln km² ərazidə artıq sübut olunmuşdur (Xramov 1959; 1953; Eynarson, 1957; 1962 və s.). Burada söhbət yalnız ondan gedir ki, bütün Yer səthində yaşa görə müqayisəni maqnitlənmənin işarəsinə görə aparmaq olarmı?

Əgər elə hal ola bilər ki, süxurların əksinə maqnitlənməsi Yerin maqnit sahəsinin istiqaməti ilə əlaqədar deyilsə, onda müqayisəni çox kiçik geoloji ərazinin hüduduna qədər kiçiltməliyik.

Süxurlarda özbaşına əksinə maqnitlənməsinə bir neçə hallarda laboratoriya şəraitində təcrübə yolu ilə sübut etmişlər (Naqata, 1953; Qusev 1962 və s.). Bu prosesin mexanizminə Neel (1965) tərəfindən baxılmışdır. İndi özbaşına əksinə maqnitlənmə prosesinin məğzində baxaq. Süxurlarda əksinə maqnitlənməni üç bir-birindən fərqli hala ayırırlar.

Birinci halda əksinə maqnitlənmə müəyyən növ kristal quruluşa malik ferromaqnitlərdə rast gəlinir, doyma halına qədər olan bu maqnitlənmələr müxtəlif temperatur dəyişmələrində əmələ gəlir, belə maqnitlənmə kristal qəfəsdə yüksək temperaturda əldə olunan istiqamətli cəm maqnitlənmə (təsir edən sahəyə paralel) yaradır, ancaq kiçik temperaturlarda bunun əksinə maqnitlənmə yaranır. Laboratoriya şəraitində Yerin maqnit sahəsi təsir etməyən yerdə soyuma prosesi zamanı süxur əksinə maqnitlənirsə bu yalnız müəyyən qrup kristal quruluşa və tərkibə malik olan ferromaqnitlərdə baş verir.

İkinci tip (növlü) özbaşına çevrilmə maqnetikin iki fazalılığı ilə əlaqədardır. Ferromaqnit maqnitlənmə prosesi § 1-də yazılan kimi gedir, ancaq ayrı-ayrı ferromaqnit dənələri arasında maqnit qarşılıqlı təsiri zəifdir. Əgər ferromaqnit dənələri bir-birinə çox yaxın⁸⁴ təmasda olduğu zaman

aldığı maqnitlənmə ferromaqnit dənələrin bir-birindən təcrid olunmuş halda aldığı maqnitlənmədən fərqli olacaq. Əgər süxurda ferromaqnit mineral xarici sahənin əksinə maqnitlənməsi üçün şərait olmalıdır.

1. Süxurda iki müxtəlif komponentli ferromaqnit olmalıdır. 2. Muxtəlif ferromaqnitlərin sıx əlaqəsi (bir-birinə daxil olmaları) olmalıdır. 3. Müxtəlif ferromaqnit dənələrin maqnitlənməsi eyni zamanda olmalıdır. Belə olan halda maqnitlənən dənələrdən biri kifayət qədər maqnitli olmalıdır ki, ikinci ferromaqnit dənəciyi bu sahədə maqnitləndirə bilsin, yəni birinci dənənin maqnitliyi elə böyük olmalıdır ki, ikinci dənə maqnitləndikdə bu sahə Yer in maqnit sahəsini yox etsin.

Axırıncı-üçüncü növ özbaşına əksinə maqnitlənmə -bu növ özbaşına əksinə maqnitlənmə «nizamlı- nizamsız» düzülüş. Bu növ özbaşına əksinə maqnitlənmə tərkibcə yaxın olan eyni seriyadan olan bərk məhlullarda (məs, gemoilmenit) müşahidə olunur, yəni bu bərk məhlullardan biri ferromaqnit, digəri isə antiferromaqnitdir. Qemoilmenit seriyasında özbaşına əksinə maqnitlənmə ilmanitin 45-60 mol % miqdarında müşahidə olunur.

Birkomponentli, yaxud müxtəlif komponentli təcrid olunmuş ferromaqnit dənələr yalnız təsir edən sahə istiqamətində maqnitlənir.

Yer in maqnit sahəsinin qütb yerdəyişməsinə məruz qalmasını sübut edən həlledici faktorlar aşağıdakılardır:

1. İntruziya, yaxud lava ilə yanmış süxurlar tərkibindən və əvvəlki maqnitlənmə istiqamətindən asılı olmayaraq intruziyanın, yaxud lavanın maqnitlənməsi kimi olacaq (ya əksinə, yaxud da düzünə);

2. Eyniyaşlı maqnitliyi stabil olan süxurlar hər yerdə Yer in maqnit sahəsinin bir qütbü istiqamətində təbii qalıq maqnitlənməyə malik olur;

3. Düzünə və əksinə maqnitlənən zonaların keçid zonalarında I_n - in qanunauyğun dəyişməsi özbaşına maqnitlənmə hadisəsi ilə izah edilə bilməz. Bu dörd müddəə aparılan dörd əsas tədqiqatın⁸⁵ istiqamətini təyin edir. Bu

da Yer in maqnit sahəsinin inversiyasının həllinə yönəlir. Lakin artıq bu tədqiqatlar yaxşı nəticələr verir, bu da aşağıdakılardan ibarətdir:

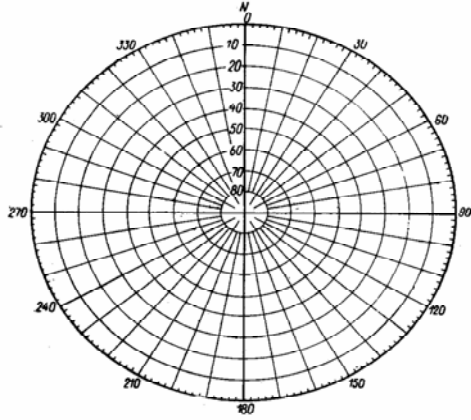
1. Minlərcə öyürən ilən orta və gec 1/4 dövr yaşlı maqmatik və çökmə süxurlarda heç bir əksinə maqnitlənən təbii qalıq maqnitlənmə müşahidə olunmayıb;

2. Alt 1/4 və üst pliosen süxurları tərkibindən və harada yerləşməsindən asılı olmayaraq hər yerdə əksinə ilkin təbii qalıq maqnitlənməyə malikdir.

1.34. I_n vektorunun Fişer paylanması funksiyasının göstərilmə üsulları

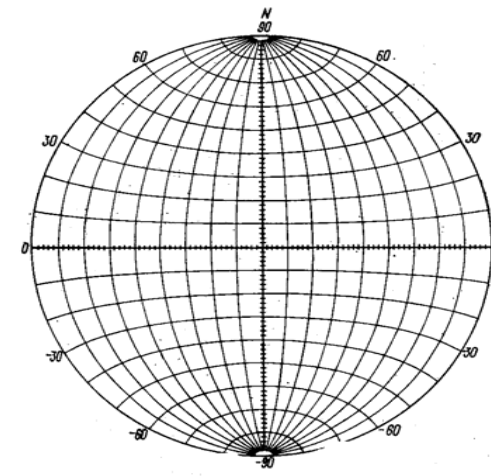
I_n vektorunun istiqamətinin statistik paylanması zamanı hər bir vektora I_n - in qiymətindən asılı olmayaraq bərabər hüquq verilir, bu hər bir I_n istiqamətinə vahid vektorun uzunluğu kimi təsvir olunur.

Təbii qalıq maqnitlənmənin istiqamətinin paylanmasını təhlil etmə imkanına malik olmaq üçün yaxşı olar ki, bərabər aralar proyeksiyasından istifadə olunsun (şəkil 24-25). Çünki bu sahələrin orta proyeksiyalarının sahədə paylanmasına çox az təsir edir. Yer in maqnit sahəsini xarakterizə etmək üçün I_n vektorunun meyillik bucağı D_i və əyimlik bucağı J_i ilə göstərilir, həmin nöktədə maqnit meyilliyi və maqnit əyimliyi əlavə olunur. I_n vektorunun paylanma sını göstərmək istəsək adətən polyar proyeksiyadan (şəkil 24) istifadə olunur, I_n bərabər meyilliyini radius şəkilində proyeksiyaya alır və bərabər əyimlik xəttini isə dairələr



Şəkil 24. Bərabər aralı polyar proyeksiya.

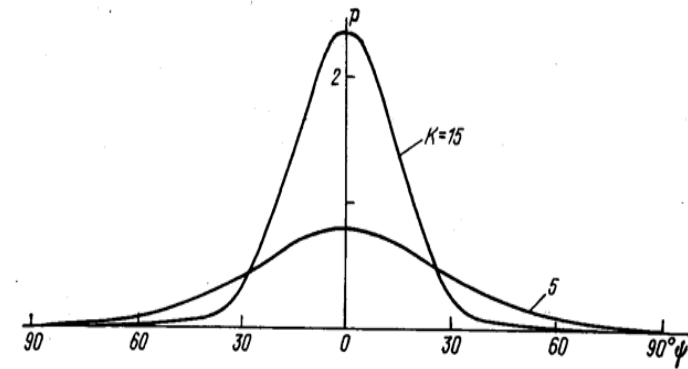
üzrə cəmləşdirirlər. I_n vektorunun istiqamətini sferada bir nöqtə kimi göstərdikdə p_0 paylanma funksiyası vahid səthə düşən nöqtələr kimi xarakterizə olunur. p_0 paylanma funksiyası bir nöqtəyə cəmlənmənin qiyməti K -dan asılıdır. Əgər K böyükdürsə onda nöqtələr orta istiqamət ətrafında cəmləşir və p_0 iti pikə malik olur, əgər $K=0$ olanda onda nöqtələr bütün sferada bərabər paylanır, p_0 qrafiki



Şəkil 25. Bərabər aralı ekvatorial proyeksiya (Kavrayski şəbəkəsi).

olaraq üfüqi düz xətt göstərir. 26-cı şəkildə $K=15$ və $K=5$ olduqda Fişer paylanma funksiyası verilmişdir.

Əgər i -ci vahid vektorun meyilliyi D_i və əyimlik bucağı J_i məlumdursa, onda orta istiqamət aşağıdakı kimi hesablanmalıdır:



Şəkil.26. p_0 funksiyasının Fişer paylanması:
1- $K=15$; 2- $K=5$ olduqda.

$$X = \sum_{i=1}^N \cos J_i \cos D_i; \quad Y = \sum_{i=1}^N \cos J_i \sin D_i;$$

$$Z = \sum_{i=1}^N \sin J_i; \quad R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2};$$

$$\sin J_R = \frac{Z}{R}; \quad \operatorname{tg} D_R = \frac{Y}{X};$$

Burada X, Y, Z vektorun komponentləridir, R onun modulu (qiyməti), D_R, J_R cəm vektorun meyilliyi və əyimlik bucaqlarıdır. I_n vektorunun bir yerə ən yaxşı cəmlənməsinin qiymətləndirilməsi aşağıdakı formula ilə təyin edilir.

$$K = \frac{N-1}{N-R};$$

Bu formula $K > 3$ qiymətinə yaxınlaşdırılıb və əlverişlidir.

İİ FƏSİL

PALEOMAQNİT TƏDQİQATLAR ÜSULU, TEXNİKASI VƏ GEOLOJİ HƏDƏFLƏRİN ÖYRƏNİLMƏSİ PRİNSİPLƏRİ VƏ İSTİQAMƏTLİ NÜMUNƏLƏRİN GÖTÜRÜLMƏSİ PALEOMAQNİT TƏDQİQATLAR OBYEKTİ

Paleomaqnit tədqiqatlar müxtəlif tərkibli və müxtəlif şəraitlərdə əmələ gələn süxurlarda aparılır. Bu hədəflər müxtəlif mənşəli ola bilər, buraya çökmə süxurlar, effuziv-çökmə laylar, effuzivlər, intruziyalar kompleksi və bəzi hallarda metamorfik və filiz komplekslərini daxil etmək olar.

Paleomaqnit tədqiqatlar üçün ərazinin seçilməsi bütövlükdə qarşıya qoyulan düz və tərs məsələdən asılıdır. Bundan başqa tədqiqat üçün süxurun yararlı olub - olmaması haqda müəyyən mətdüyyətlər var. Bu məhdudluq aşağıdakı səbəblərdən yaranır:

1. Süxurlar zəif maqnitliyə malikdir, müasir cihazlarla lazımi dəqiqliklə ölçülə bilmir;
2. İlkin qalıq maqnitlənməni pis saxlayır, mövcud müasir üsullarla qalıq maqnitlənməni yaxşı ayırmır, yaxud da süxur tam olaraq maqnitliyini itirir;
3. Həmin ərazidə paleomaqnit yazılar tam təsvir olunmur.

İstənilən paleomaqnit tədqiqatlar təkcə qədim geomaqnit sahənin komponentlərinin dəqiq təyininə ibarət deyil, bu eyni zamanda qədim maqnit sahəsinin mövcud olduğu anı təyin etməkdən ibarətdir. Bu zaman süxurların yaşını bilmədən məlumat olması mənasız bir şeydir, buna görə də paleomaqnit tədqiqatlar üçün hədəflər elə seçilir ki, onun geoxronoloji şkala ilə bağlılığı olsun, yəni seçilmiş hədəfin başlanğıc və sonunun yaşı məlum olsun. Əgər qarşıya qoyulan məsələ yaşı təyin etməkdirsə onda etibarlı etalon kəsiliş olmalıdır ki, müqayisə etmək olsun, yəni hədəf haqda alınan paleomaqnit məlumatlar yaxşı stratiqrafik bağlılığı olmalıdır, yəni həmin yaş üçün maqnitostratiqrafik şkala olmalıdır.

Tətbiqi geoloji məsələləri həll etmək üçün süxurların maqnitliyinin ikinci komponentindən istifadə etmək olar. Xüsusilə lokal və ⁹⁰ regional tektonik hərəkətləri

öyrənmək üçün istənilən stabil qırışıqlıq əmələ gələndə qədər olan qədim maqnitlənmədən istifadə etmək olar. Bəzi hallarda qırışıqlıq əmələ gələnin üst sərhədinin yaşını təyin etmək üçün qırışıqlıq əmələ gəldikdən sonrakı maqnitliyə müraciət etmək olar. Nazik strukturlarda geomaqnit sahənin dəyişməsinə öyrəndikdə (Əsrlik variasiyasını və inversiyanın morfoloqiyasını) təkcə ilkin maqnitlənmənin ayrılması yox, eyni zamanda onunla sinxron olan maqnitlənmənin komponentinin dəqiq ayrılması vacibdir.

2.1. Geoloji obyektin öyrənilmə sistemləri

Geoloji cisimlərdən istiqamətli nümunələrin götürülməsi qarşıya qoyulan məsələdən və paleomaqnit tədqiqatları aparmaq üçün seçilən ərazidən asılı olaraq təyin olunur.

1. Bir bərabərdə nümunələrin toplanması iki-üç tam kəsilişlərdən (çıxışlardan) hər nöqtədən süxur ştuflu götürülür və hər ştuftan maqnitometrik ölçmələr üçün iki-üç eyni həcmli nümunə düzəldilir. Bu sistem o vaxt tətbiq olunur ki, qarşıya qoyulan ilk məsələ öyrənilən cisimlərin I_n maqnitliyinin orta istiqaməti əsaslandırılıbsa, onda hər bir nöqtədə I_n istiqamətin bilinməsi çox əhəmiyyətli deyil. Beləliklə, bircinsli qatlar, laylar, lava axımları, lay intruziya və daykaları öyrənilir. Götürülən nümunələr arasındakı məsafələr geoloji cisimin qalınlığından və statistik analiz üçün tələb olunan minimal sayından asılı olaraq seçilir. Hər bir çıxışından 15-20 az olmayaraq ştuf götürülür.

2. Qatdan kəsiliş üzrə təfəssilatlı nümunələrin yığılması. I_n vektorunun meyillik və əyimlik vektorunun dəyişməsinin dəqiq ardıcıl öyrənilməsi üçün (məsələn, əsrlik variasiyasını, yaxud geomaqnit inversiyanı) aparılır. Çöküntünün tempi və toplanmasından asılı olaraq eyni stratigrafik səviyyədə üç ştuftan az olmayaraq nümunələr götürülür və bunlardan 8-dən az olmayaraq nümunə düzəldilir.

3. Müəyyən tip süxurlardan ordan-burdan götürülən nümunələr. Bu sistem o vaxt istifadə olunur ki, qatın kəsilişlərində bəzi süxurlar ilkin⁹¹ maqnitliyini saxlayır. Əgər

tədqiqat üçün bir neçə lay əlverişlidirsə onda hər laydan götürülən nümunələrin sayını artıraraq hər çıxışdan 15-20 tələb olunan saya çatdırmaq lazımdır.

4. Müxtəlif ərazilərdə yerləşən az miqdarda ştufların götürülməsi. Bu yenidən quraşdırma tədqiqatlarında istifadə olunur. Hər bir götürülən ştuftan imkan dairəsində çoxlu sayda nümunə düzəltmək lazımdır.

Qlobal tektonik məsələləri həll etmək üçün nümunələrin toplanışı bir blokun ərazisində 100 km² sahədə bir neçə kəsiliş üzrə aparılır (iki-üç kəsilişdən). Nümunələr kəsilişlərdən bərabər götürülməlidir ki, paleomaqnit vektorun orta qiymətini təyin etdikdə az xəyata yol verilsin. Ərazi daxilində tədqiqat aparmaq üçün sahə elə seçilməlidir ki, yerli tektonik hərəkətlər nəticəsində başqa çətinliklər törənməsin. Lokal və regional tektonik hərəkətləri tədqiq etmək üçün ştufları qırışıqlıqların qanadlarından yığmaq lazımdır.

İstənilən miqyasda tektonik tədqiqatlar aparmaq üçün kəsilişlərdən ştufların toplanması, elə olmalıdır ki, I_n vektorunun orta qiymətini təyin olunma dəqiqliyini təmin etsin, çünki bu qarşıya qoyulan məsələnin həlli üçün çox vacibdir.

Vulkanogen-çökmə laylarda ştufların yığılması çökmə süxurlarda olduğu kimi aparılır. Lava axımlarından nümunələrin təbii kəsiliş müstəvilərinin hər yerindən bir bərabərdə götürmək lazımdır. Məlumdur ki, lava axımının kənarlarında mərkəzə nisbətən qalıq maqnitlənmə daha yaxşı saxlanılır.

İnturiziv cisimlərdən nümunələrin toplanması bu cisimi kəsən profil boyunca aparmaq lazımdır, bununla biz intruziv cisimin mərkəzində və kənarlarında maqnitliyin bircinsli olub olmadığı haqda məlumat ala bilərik. Hər bir intruziv cisimdən götürülən nümunələrin sayı 15-20 - dən az olmamalıdır.

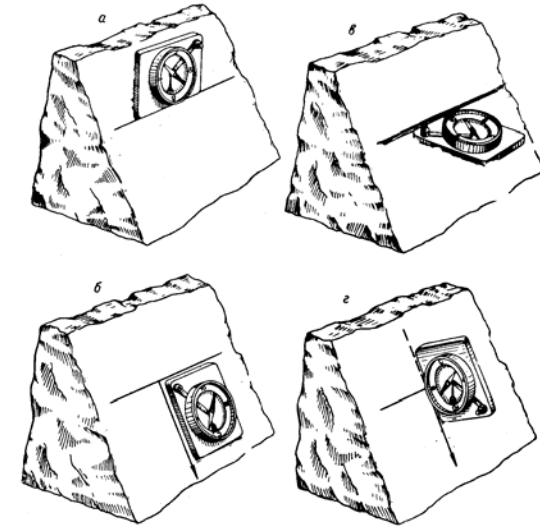
Metamorfikləşmiş süxurlardan nümunələr götürüldə çalışmaq lazımdır ki, bütün ərazidən bir bərabərdə bir neçə profildən nümunələr götürülsün, ola bilər ki, ərazidə metamorfikləşməyə məruz qalmayan sahələr qalıb, bu bizə relikt qalıq maqnitlənmə vektorunu saxlamış⁹² olacaqdır. Yığılan nümunələrin sayı elə olmalıdır⁹² ki, lazım olan bütün tədqiq-

qatları aparmaq mümkün olsun və Yerın qədim maqnitlənmə vektorunun istiqamətini dəqiq təyin etmək üçün şərtlər ödənilsin.

2.2. İstiqamətli ştufların götürülməsi və nümunələrin hazırlanması

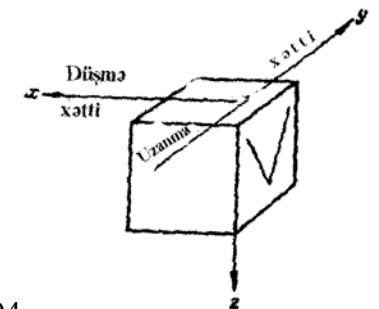
Paleomaqnit üsul vektoru kəmiyyətlərdən istifadə etdiyi üçün paleomaqnit tədqiqatları zamanı nümunələr ərazidən götürülən zaman məkanda durduğu yerin cəhətləri təyin edilməlidir. Buna görə də layda düz səth seçilir və bu səthin üzərində durduğu yerin cəhətləri işarə olunur, yəni yatım istiqaməti qeyd olunur və sonra yatım bucağı ilə müasir maqnit qütbü arasında olan bucağın qiyməti yazılır və sonra yatım bucağı qeyd olunur. Bu ölçmələr kompas vasitəsilə aparılır.

Süxurlar yatım şəraitindən laboratoriyaya və çöldə istifadə olunan texnikadan asılı olaraq istiqamətli ştuflar götürmək üçün bir neçə sistemdən istifadə edilir. Bunlardan hər biri nümunədə ilkin müstəvinin vəziyyətini bərpa etməkdən ibarətdir, çünki süxur əmələ gəldikdə üfiqi müstəvidə yerləşir. Bu müstəvi üzərində Yerın indiki maqnit meridianının istiqaməti qeyd olunur və onun elementləri yazılır. Əgər istinad müstəvisi ilkin üfiqi müstəvi deyilsə onda həmin müstəvinin yatım elementləri (tektonik əyimliyi) və ilkin üfiqi müstəvinin elementləri dəqiqliklə təyin edilməlidir, sonra bunun köməyiylə bir sistemdən digər sistemə keçilir. Belə hesablamalarda böyük xətalara yol verildiyi üçün çalışmaq lazımdır ki, laylı çökmə süxurları öyrəndikdə nişanlanma müstəvisi əvəzinə lay əmələgəlmə müstəvisini seçməyə çalışsınlar. Ştufları çöldə götürən zaman onun yatım müstəvisi və başqa elementləri düzgün təyin edilsin. Laylara malik olmayan bəzi süxurlarda istinad müstəvisi istənilən seçilmiş münasib müstəvi ola bilər. Yatım bucağını müstəvidə oxla yatım istiqamətində qeyd edirlər, bu xəttin azimutunu və onun yatım bucağı ölçülərək yazılır (şəkil 27).



Şəkil 27. Kompasın köməyiylə ştufların istiqamətli götürülməsinin ardıcıl əməliyyatı.

Maqnit ölçmələri üçün nümunələr müxtəlif üsullarla hazırlanır. Laboratoriyada ştufdan daş kəsən maşınlarla eyniölçülü istiqamətlənmiş nümunələr hazırlanır; kubiklərin üzərində manit ölçmələri üçün oxun istiqaməti göstərilir (şəkil 28).



Şəkil 28. Maqnit ölçmələri üçün istiqamətli nümunələr.

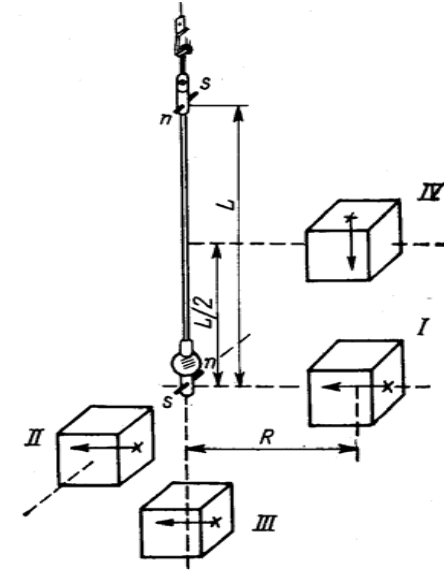
2.3. Astatik maqnitometr

Astatik maqnitometr xarici görünüşünə görə müxtəlif olan başlıqlı astatik maqnit sistemindən ibarət olan, elastik sapla gövdəyə birləşdirilən və başlığın köməyi ilə sistemin hərəkətini tənzimləyən, sistemin hər iki tərəfində nümunələri ölçmək üçün kiçik stoliklər qoyulmuşdur ki, nümunələri sistemin yanında dəqiq yerləşdirib ölçmək olsun və ölçmənin qiymətlərini qeyd etmək üçün qurğu, nümunənin maqnit sahəsinin hesabına sistemin dayanıqlı vəziyyətdən çıxmasını, yəni sapın burulma bucağını təyin etməyə imkan verir.

Sadə astatik maqnit sistemi iki bərabər biri-birinin əksinə yönəlmiş maqnit momentinə malik olan və millə mökəm birləşmiş, üzərində güzgü olan və sapı bağlamaq üçün qulaqcığı olan sistemdir.

Astatik maqnitometrlə ölçmələr nümunənin yaratdığı maqnit sahəsi ilə sistemin maqnitlərindən birinin yaratdığı

maqnit momenti arasında qarşılıqlı təsirinə əsaslanıb. Ölçmə prosesində nümunə elə yerləşdirilir ki, sistemə nümunənin maqnit momentinin bir komponenti təsir etsin. Nümunəni 180° çevirdikdə bunun yaratdığı maqnit sahəsinin istiqaməti dəyişir. Maqnit sistemə nisbətən nümunənin mümkün vəziyyəti və bu halda ölçülən komponentlərdən biri sxematik olaraq (şəkil 29) verilmişdir.



Şəkil 29. Astatik maqnitometrlə ölçmədə nümunənin maqnit sistemə görə vəziyyəti.

2.4. Rok-generator

Rok-generator, yaxud skin-maqnitometri ilk dəfə olaraq süxurların maqnitliyini I_n ölçmək üçün A. Mak-Nişem tərəfindən 1938-ci ildə istifadə olunmuşdur. Həmin vaxtdan ədəbiyyatlarda müxtəlif növ rok-generatorların iş prinsipi təsvir olunmuşdur.

Bu cihazın iş prinsipi dəyişən elektrik hərəkət qüvvəsinin (e.h.q) faza və amplitudunu ölçməkdən ibarətdir. Süxurdan hazırlanmış düzgün formalı nümunə qəbuledici makara içərisində maqnit sahəsində bərabər sürətlə fırlanmaqla e.h.q yaradır.

M maqnit momentinə malik olan nümunənin fırlanması zamanı yaranan e.h.q - nin amplitudu fırlanma oxuna perpendikulyar müstəvidə M_i komponenti ilə mütənasibdir. M_i vektoru ilə iki oxlardan⁹⁶ biri arasında əmələ gələn ψ

bucağı e.h.q –nin fazasıdır, onda nümunəni ardıcıl olaraq qarşılıqlı perpendikulyar oxlar ətrafında fırlatmaqla M vektorunun qiymətini və onun istiqamətini təsvir edən a və j bucaqlarını təyin etmək olar. Buraxılan xətalari qiymətləndirmək üçün nümunəni hər üç ox ətrafında fırlatmaqla ölçmələr aparılmalıdır.

2.5. Süxur nümunələrində I_n və χ ölçülməsi

Astatik maqnitometrde qalıq maqnitlənməni I-ci vəziyyətdə (şəkil 29), yəni ya aşağı, yaxud da yuxarı maqnit səviyyəsində aparırlar. II vəziyyətdə isə həm qalıq , həm də induksiya maqnitliyi ölçülür. Qalıq maqnitlənməni təyin etmək üçün ölçmələr maqnit sisteminin 6 dəfə bir tərəfində, 6 dəfə isə o biri tərəfində aparılır və aşağıdakı cədvəldəki kimi yazılır (cədvəl 4).

Maqnitometr bölgüsünün təyini hər gün aparılmalıdır. Bunu etalon nümunənin köməyilə aparmaq əlverişlidir. Nümunələrin ölçülməsi 6 vəziyyətdə aparılır, ölçmələr bir-birinə perpendikulyar oxlar üzrə aparılır, belə ki, hər ox ardıcıl olaraq bir-birindən 180° fərqli olan iki vəziyyətdə olmalıdır. Bir nümunənin maqnit sisteminə nisbətən ölçülməsi 12 vəziyyətdə bunlardan 6 - sı sistemin bir tərəfində, 6-sı isə o biri tərəfində aparılır, sistemin o biri tərəfinə keçdikdə nümunə 180° ölçülən ox ətrafında fırladılır.

Şkalanın bir bölgüsünün qiyməti ε₀ maqnit momentinin qiymətində (10⁻⁹ Si vah.) hər komponent üçün ayrıca aparılır.

Cədvəl 4

X		Y		Z		D'	D=D'+Az	J	α ₆₃	I _n
33	-4	33	-3	31	-1	22,5	265	-14		07
37		36		32						
34	-2	28	-3	34	-1					
36		31		35		H	H	R	r	
-2	-6	0	-6	0	-2	97,5		8,7	4	

$$\epsilon_0 = \left(\frac{M_i}{n_{or}}\right) 10^{-9} \text{ Si/bölgü}$$

Götürək ki, maqnit sisteminin sağ tərəfində oxlar üzrə X,Y,Z ölçmələr fərqi X₁, Y₁, Z₁, sol tərəfdə isə X₂, Y₂, Z₂, olsun

$$X=X_1+X_2; Y=Y_1+Y_2; Z=Z_1+Z_2$$

$$\Delta X=X_1-X_2; \Delta Y=Y_1-Y_2; \Delta Z=Z_1-Z_2$$

Bunların vasitəsilə maqnitlənmənin qiymətini I_n və onu təsvir edən kəmiyyətləri a' j və α₆₃ aşağıdakı kimi təyin edilir. D və J maqnit momentinin M-in bucaqlarla ifadəsidir.

D-inhiraf , yaxud meyillik bucağı, J-yə isə əyimlik bucağı deyilir. Meyillik bucağını nümunələri oxlar üzrə ölçmə zamanı qiymətlər fərqinin işarəsindən asılı olaraq 5-ci cədvəldəki kimi təyin edirlər.

$$a' = \arctg\left(\frac{y}{x}\right); j = \arcsin\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right) \text{ və yaxud}$$

$$j = \arcsin\left(\frac{Z}{R}\right); R^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 \text{ bu R vektorunun mütləq}$$

qiymətidir.

Cədvəl

5

Komponentlərin işarəsi		a-nın qiyməti
X	Y	

+	+	$a = \arctg(y/x)$
+	-	$a = 360^\circ - \arctg(y/x)$
-	+	$a = 180^\circ - \arctg(y/x)$
-	-	$a = 180^\circ + \arctg(y/x)$
0	-	$a = 90^\circ$
-	0	$a = 0$

I_n -ni təyin etmək üçün cihazın bölgülərinin qiyməti və yekun vektorun qiyməti məlum olmalıdır, əgər nümunə düzgün formaya malik deyilsə, onda nümunənin həcmi də məlum olmalıdır və I_n aşağıdakı kimi hesablanır.

$$I_n = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon R}{V}$$

Nəhayət, bütün düzəlişlər aparıldıqdan sonra meyillik

bucağı $D = a + Az + D_{düz}$. Az -nümunənin yerləşdiyi yerin azimutudur $D_{düz}$ isə yerli düzəlişdir. r kəmiyyəti aşağıdakı kimi hesablanır.

$$r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$$

Bütün təyin olunan kəmiyyətlər D , J , R , r 3-cü cədvəldə yazılır və sonra xətlər hesablanır.

2.6. Yekun I_n vektorunun istiqamətinin təhlil üçün seçilməsi

Bir halda I_n vektorunun yığımın qiymətinin cəmi süxurların xassələri ilə təyin olunur, çox vaxt tətbiq olunan metodika ilə nümunələrin götürülməsi və ölçülməsi tədqiqatçıdan çox az asılıdır, çünki hər bir tədqiqatçı təhlil olunan I_n vektorunun sayının artırılması ilə dəqiq nəticələr almağa çalışacaq. Statistik təhlil paleomaqnit nəticələrinin emalının müxtəlif mərhələlərində istifadə oluna bilər.

Təcrübi olaraq hər bir laydan 2-3 nümunə götürmək vacibdir, bununla həm nəzarət olunur, həm də təsadüfi səhvlərin aşkar edilməsi üçün⁹⁹vacibdir. Belə səhvlər

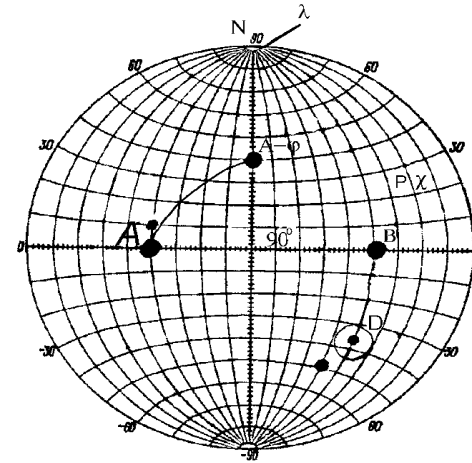
nümunələri götürdükdə yatımların pozulduğu yerdə, həmçinin I_n stabilliyini öyrəndikdə olur.

2.7. Paleomaqnit qütbün koordinatlarının Vulf şəbəkəsində təyini

Paleomaqnit qütbün koordinatlarının təyini öyrənilən nümunələr üçün D^0 və J^0 -in orta qiymətlərinə görə aparılır. Bu bucaqları ilkin maqnitlənmənin orta istiqamətinin qiymətindən istifadə olunur.

Şimal paleomaqnit qütbün koordinatları D^0 və J^0 – orta qiymətilə və öyrənilən nümunələrin yerləşdiyi nöqtənin coğrafi koordinatları φ və λ -nın köməyiylə Vulf şəbəkəsində aşağıdakı kimi təyin edirlər:

1. Mümlü kağızın şimal qütbünün (N) paletkanın şimal qütbü ilə üst-üstə salmaq (şəkil 30);



Şəkil 30. Meyillik və əyimlik bucağına görə en dairəsi φ və λ məlum nöqtə üçün paleomaqnit qütbün vəziyyətinin təyini.

2. Mərkəzi meridian 100° üzərində (mərkəzi meridian nümunələr götürülən Yerin λ uzunluq dairəsini

hesab etmək lazımdır) nümunələr götürülən şimal en dairəsi φ (en dairəsini ekvatorndan) A nöqtəsi qoyulur;

3. Mumlu kağızın şimalını saat əqrəbinin əks istiqamətində 90° fırlayaraq ekvatorla üst-üstə salmaq;

4. A nöqtəsindən sağa tərəf ekvator boyunca 90° sayıb B nöqtəsini qoyurlar.

5. B nöqtəsindən meridian boyunca saat əqrəbi istiqamətində D° əyimlik bucağı qeyd olunur (ekvatorndan paletkanın S qütübünə qədər olan ara, yəni $0-90^\circ$ və paletkanın N-dən ekvatora qədər olan ara, yəni $360-270^\circ$ D nöqtəsi ilə A nöqtəsi bir yarımkürədə yerləşir, 90° -dən 270° -yə qədər arada D və A nöqtələri başqa yarımkürədə yerləşəcəklər. 6. A və D nöqtələrini bir meridianda yerləşdirib və A nöqtəsindən D nöqtəsinin əks istiqamətində $\delta_M = 90^\circ - \varphi_M$ P nöqtəsi qoyulur. Bu halda A və D nöqtələrinin hansı yarımkürədə Yerləşməsi nəzərə alınmalıdır, bir yarımkürədə yoxsa müxtəlif yarımkürələrdə. Axırını halda bu nöqtələr simetrik olaraq müxtəlif meridianlarda yerləşəcək, yəni qütbdən o tərəfdə mərkəzi meridianın müxtəlif tərəflərində P nöqtəsi şimal paleomaqnit qütüb olacaqdır.

Paletkanın N-ni ilə mumlu kağızın N-nini üst-üstə salıb P nöqtəsinin koordinatlarını saymaq lazımdır. En dairə ekvatorndan hesablanır, uzunluq dairəsi mərkəzi meridian hesab edilən λ -dan hesablanır. Sağa müsbət (şərqə), sola isə mənfi (qərbə) burada nəzərə almaq lazımdır ki, P nöqtəsi bir yarımkürədə yerləşir, yoxsa əks yarımkürədə. Şimal qütübü yalnız N istiqamət üçün hesablanır, S üçün hesablanmır.

2.8. Süxurlarda I_n vektorunun qiymətinin real (düzgün) paylanması

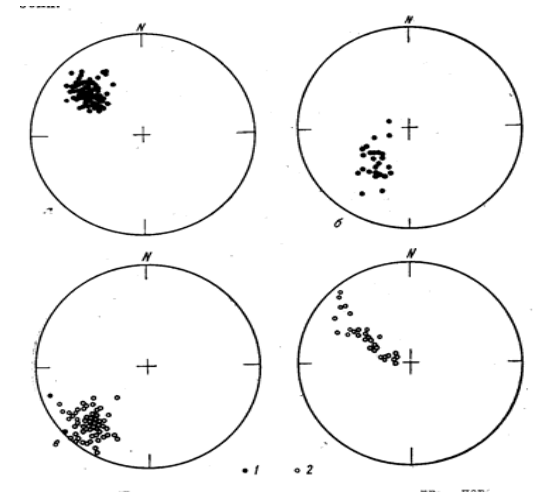
Süxurlarda I_n vektorunun istiqamətinin düzgün paylanması çox hallarda Fişerin paylanmasına uyğundur. Çox az hallarda paylanma Fişerin paylanmasından fərqli olur. Layda I_n vektorunun istiqamətinin real paylanması Fişer paylanmasına uyğundur, onda aşağıdakı şərtlər

ödənməlidirlər:

1. Süxurda yalnız maqnitlənmənin bir komponenti mövcud olmalıdır, (ilkin, yaxud ikinci maqnitlənmənin) yaxud da birindən başqa qalanları xaotik yerləşirlər;

2. Bir dəstə süxurlar üçün Yer in maqnit sahəsində I_n -nin əmələ gəlməsi zamanı ölçmə xətası çərçivəsində Yer in maqnit sahəsi sabit qalıb, yaxud da onun dəyişməsi həyacanlaşma xarakteri daşıyır;

3. Süxurun anizotropluğu I_n vektorunun istiqamətinin paylanmasında dəyişir. 31-ci şəkildə müxtəlif həqiqi paylanmalar göstərilmişdir, bunlardan ikisi Fişer paylanması ilə uyğundur ikisi isə uyğun deyil;



Şəkil 31. Süxurlarda I_n istiqamətinin paylanmasına misal.

2.9. Paleomaqnit təhlil üçün vacib olan Yer in müasir maqnit sahəsinin qanunauyğun paylanması

Paleomaqnit məlumatların təhlili və etibarlılığının qiymətləndirilməsinin əsasları.

Keçmiş geoloji dövrlər üçün Yer in maqnit sahəsinin öyrənilməsi hazırda elə vaxtdadır ki, biz hələlik Yer in qədim maqnit sahəsinin müəyyən

epoxalar üçün elementlərinin paylanma kartının qurulmasından uzağıq.

Hazırda paleomaqnit tədqiqatlardan alınan və təhlil olunan məlumatlar süxurun ilkin qalıq maqnitlənmələrinin cəmi kimi verilib, müəyyən geoloji zaman intervalında süxurların yerləşdiyi ərazidə nümunələr şaquli kəsilişdə bərabər paylanıbsa orta istiqamət, müəyyən geoloji dövr üçün süxurun yerləşdiyi ərazidə Yer maqnit sahəsinin orta qiyməti kimi, təhlil etmək olar.

Yerin müasir maqnit sahəsinə üç sahənin komponentlərinin cəmi kimi göstərmək olar: dipol komponenti, mərkəzi dipola bərabər sahə, Yer fırlanma oxundan $11,5^0$ meyilliyi, dipol olmayan sahə (Bauer qalıq sahəsi) və ionosferada baş verən proseslər hesabına yaranan sahə. Bu axırıncı sahə maqnit burulğanlığı olan zaman müşahidə olunur, ancaq onun orta qiyməti çox kiçikdir, ona görə də paleomaqnit nəticələrə bunun təsirini nəzərə almamaq olar.

2.10. Yer maqnit sahəsinin mərkəzi ox dipol sahəsindən kənara çıxması

Dipolun maqnit sahəsi dipolun oxuna nisbətən dairəvi simmetriyaya malikdir. Yer səthində mərkəzi dipol sahəsinin maqnit meridianı və izoklinləri coğrafi şəbəkədə Yer meridianları və en dairələri ilə eynidir. Belə ki, mərkəzi dipolun maqnit sahəsinin meyilliyi D və əyimlik bucağı J Yer səthinin hər hansı bir nöqtəsində geomaqnit sahənin vəziyyətini birqiymətli təyin edir. Geomaqnit qütbün coğrafi endairəsi Φ və uzunluq dairəsi Λ arasındakı düsturla təyin edilə bilər, əgər bir nöqtədə coğrafi koordinatlar φ en dairəsi və λ - uzunluq dairəsi, həmçinin meyillik bucağı D və əyimlik bucağı J məlumdursa onda düstur aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\sin \Phi = \sin \varphi \sin \varphi_m + \cos \varphi \cos \varphi_m \cos D; \quad (1.3)$$

$$\sin \Psi = \frac{\cos \varphi_m \sin D}{\cos \Phi} \quad F > 0; \quad \Psi \leq 90^0;$$

Harada $\Psi = \Lambda - \lambda$; əgər $\sin \varphi_m \geq 103 \sin \varphi \sin \Phi$;

$$\Psi = 180^0 - (\Lambda - \lambda); \quad \text{əgər } \sin \varphi_m \leq \sin \varphi \sin \Phi;$$

$$\operatorname{tg} \varphi_m = \frac{1}{2} \operatorname{tg} J \quad (1.4)$$

φ_m - müşahidə nöqtəsində geomaqnit en dairədir.

M müşahidə nöqtəsi ilə paleomaqnit qütbü P birləşdirən xətt arasındakı bucağın qrafiki əlaqəsi 1.5 şəkilində verilmişdir. Qeyri - dipol sahənin olması 1.3 və 1.4 formulası ilə hesablanılan geomaqnit sahənin əyimliyi və meyilliyi Yer səthinin müxtəlif nöqtələrində müxtəlif olur, geomaqnit qütb həqiqi qütb ətrafında səpələnir. Bu qütblərə mümkün qütblər deyilir. Mümkün olan qütblərin səpələnməsini müşahidə olunan geomaqnit sahənin mərkəzi dipol sahəsindən meyilliyinin ölçüsü kimi qəbul etmək olar. Geomaqnit sahənin zamana görə həmin nöqtədə belə ortalanmasını paleomaqnit sahə adlandırılır və buna uyğun 1.3

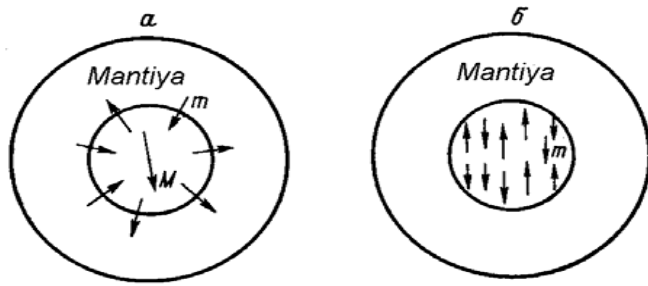
və 1.4 formulu ilə hesablanılan qütbü paleomaqnit qütb adlandırılır.

2.11. Paleomaqnit sahənin modeli

Yer maqnetizminin öyrənilməsinin digər yaxınlaşması geomaqnit sahənin riyazi modelinin yaranmasından ibarətdir.

Bu halda Yer maqnit sahəsinin yaranması sualını açıq saxlayırlar, belə sadələşmiş model seçirlər ki, əldə olunan təcrübi faktları yaxşı izah edə bilsinlər.

Bu modellərdən birini A.Koks tərəfindən təklif olunmuşdur, şəkil 32. Burada mərkəzi dipolun olması, həmçinin nüvə mantiya sərhədində bir neçə radial dipolun olması fərz olunur. Mərkəzi dipolun maqnit momenti M sinisoidal qaydada dəyişir, ancaq radial dipollar sabit maqnit momentinə malikdir m , ancaq bunların istiqaməti xaotik paylanır.



Şəkil 32. Geomaqnit sahənin riyazi modeli.
Model: a- Koks; b – Kono.

L.Qurvis göstərib ki, sferik qabıq daxilində bir neçə dipolla yaranan maqnit sahəsinin sferik harmonik təhlililə alınan dipol momenti bu dipolların vektorları cəminin təsiridir. A.Koks təklif edib ki, sahənin qütbləri inversiyaya məruz qalır və bu halda $M'_a/M_a < -1$ (burada M'_a və M_a mərkəzi dipola uyğun aksial komponentlərdir və radial dipolun vektorları cəmidir), yaxud tam aksial komponent $M=M_a+M'_a$ öz işarəsini dəyişir. L. Oldric və L.Qurvis [55] göstəriblər ki, müşahidə olunan sahə modellə o vaxt uzlaşır ki, 8 radial dipol olsun. M.Kono tərəfindən təklif olunan geomaqnit sahənin modelində belə güman olunur ki, nüvədə çoxlu sayda eyni dipollar var, bu dipollar Yer in fırlanma oxu boyunca ya paralel, ya da anti paralel istiqamətdə yönəlirlər.

Zaman-zaman bu dipollar spontan inversiyaya məruz qalırlar. Bu yolla alınan geomaqnit sahənin inversiyası skalyar qiymətlərin cəmi ilə təyin olunur. Kono modeli paleo gərginliyin nəticələri ilə yaxşı izah olunur.

2.12. Geomaqnit inversiyanın sübutu

İlk müşahidələr geomaqnit sahənin keçmişdə indiki maqnit sahəsinin əksinə olduğu fikrinə 1904-1906-cı illərdə P.David və V.Bryunes gəlmişlər.

Sonralardan aşkar oldu ki, 105 süxurda əksinə və düzünə

maqnitlənən zonalar müxtəlif yaşlı süxurlarda da rast gəlinir. Bu əsas verdi ki, geomaqnit sahə süxurun geoloji tarixində öz istiqamətini çox dəfələrlə dəyişdirmişdir. Bu fərziyyəni o zaman çox narazılıqlarla qarşıladılar, çünki maqnitlənmənin özbaşına çevrilməsi nəzəri və təcrübi olaraq göstərilmişdir.

Aşağıdakı faktlar geomaqnit sahənin inversiyaya məruz qalmasının əsas sübutu oldu:

1. Hər yerdə eyni yaşlı süxurlar ilkin qalıq maqnitlənməyə malikdir və geomaqnit sahənin eyni istiqamətinə uyğundur.

2. İntрузiyalar və axınlar vasitəsilə yandırılan süxurlar tərkibindən və I_n vektorun ilkin istiqamətindən asılı olmayaraq intruziyalar və axınlar kimi ya düzünə, ya da əksinə maqnitlənmişlər;

3. Keçid zonalarında təcrübi və nəzəri olaraq ilkin düzünə və əksinə maqnitlənən zonaları ayıran maqnitlənmənin qanuna uyğun olması;

4. Keçid zonalarında ilkin maqnitlənmənin düzünə və əksinə maqnitlənən layların qanunauyğun dəyişməsi özbaşına çevrilmə hadisəsi ilə izah oluna bilmir.

Bu vəziyyəti sübut etmək üçün bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar külli miqdarda faktiki materiallar toplanmış və təhlil edilmişdir, hazırda qəti nəticələr çıxarılmışdır.

İlk parlaq nəticəni İslandiyanın kaynakoz yaşlı vulkanogen-çökmə süxurlarının daykalarla yandığı ərazilərdə I_n istiqamətinin qarşılıqlı öyrənilməsində alınmışdır. Sonralar belə nəticələr çox yerlərdə müşahidə olunmuşdur.

Keçid zonalarının tədqiqi çox dəqiq aparılır ki, keçidin morfologiyasını izah etmək olsun, eyni zamanda geomaqnit inversiya prosesinin qanunauyğun olduğunu sübut etsin.

Geomaqnit inversiyanın ən güclü sübutu böyük ərazidə yayılmış vulkanogen-çökmə süxurlarda bir-birinə əks olan zonaların sinxiron olmasıdır (düzünə və tərsinə).

2.13. Bir-birinə əks qütbləşmiş geomaqnit tipləri

Palnomaqnitologiyanın əsas məsələlərindən biri, geoloji dövrün bütün mərhələləri üçün baş verən geomaqnit inversiyanın zaman ardıcılığının qurulmasından ibarətdir. Belə ardıcılıqla şkalanın qurulması bir neçə üsulla mümkündür: üsulun seçimi isdədiyimiz dəqiqliyin dərəcəsilə, ardıcılığın tamlığı ilə və inversiyanın təyinetmə imkanları ilə təyin olunur.

Belə ki, geomaqnit inversiya hadisəsi qlobaldır, düzünə və əksinə maqnitlənən əmələgəlmələr dünyəvidir, dəqiq stratiqrafik və xronoloji korrelyasiyaya malik olmalıdır.

Əgər maqnit qütbləşməsi təyin olunan süxur nümunələrinin yaşı fiziki üsullarla təyin oluna bilərsə, onda geomaqnit sahənin inversiyası prinsip etibarilə təmiz xronoloji şkala kimi qurula bilər. Belə şkalaya maqnitoxronoloji şkala deyilir. Bu yaxınlaşma geomaqnit sahənin inversiyasının tarixinin öyrənilməsində o vaxt düz olur ki, epoxanın davam etdiyi müddətdə geomaqnit qütbləşmənin saxlanma müddəti yaşı təyin olunma xətasından çox olsun.

Maqnitoxronoloji şkalanın qurulması kali-arqon üsulunun inkişafından sonra mümkün oldu, bu da imkan verdi ki, vulkanogen süxurlarda başlıca olaraq maqnit qütbləşməsi təyin olunan əsas axınların yaşını çox dəqiqliklə təyin etməyə imkan verdi.

İkinci üsul geomaqnit inversiyanın tarixinin izlənməsidir. Bu okean dibində xətti anomaliyanın öyrənilməsində və bu anomaliyanın uzanma istiqamətinə çarpaz istiqamətdə profillərin qurulmasından ibarətdir. Belə profillərin interpretasiyası düzünə və əksinə maqnitlənən anomaliya yaradan kütlələrin ardıcılığını verir, və okean dibinin genişlənməsi konsepsiyasına uyğun olaraq geomaqnit sahənin xronoloji yazısını göstərir. Okean dibinin genişlənməsinin sürətini bilərək və bu anomaliyaların bəzilərinin yaşını bilərək geomaqnit inversiyanın anomal şkalasını qura bilərik.

Okean dibinin çöküntülərində qazılan quyulardan çıxarılan nümunələrdə kəsiliş üzrə aparılan paleomaqnit tədqiqatları və okean dibi quyu kalonkaları geomaqnit inversiyanın tədqiqinin üçüncü qaydası¹⁰⁷ adlanır. Okean dibinin

süxurlarının yaşının cavan olduğundan, yalnız yura dövründən geomaqnit sahənin inversiyası şkalasının qurulması mümkün olmuşdur.

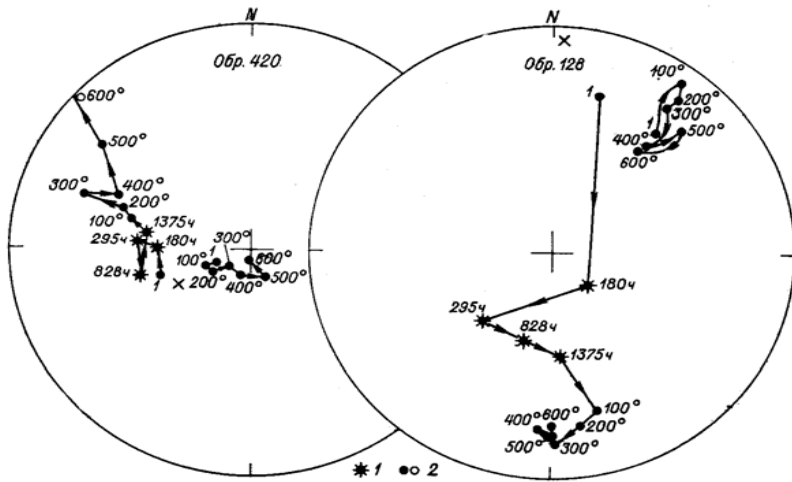
Dördüncü qayda tam olan kəsilişlərdə çökmə və vulkanogen-çökmə süxurlarında paleomaqnit tədqiqatları aparmaqla maqnitostratiqrafik şkala qurulur, sonra ərazilər üçün müqayisələr edilərək ümumi maqnitostratiqrafik şkala tərtib olunur və sonra onları qlobal miqyasda birləşdirirlər.

Geomaqnit sahənin inversiyasının ən güclü sübutu çökmə və vulkanogen qatların kəsilişində birqütblü zonaların (düzünə və əksinə maqnitlənən zonaların) böyük ərazilər üçün sinxronluğudur.

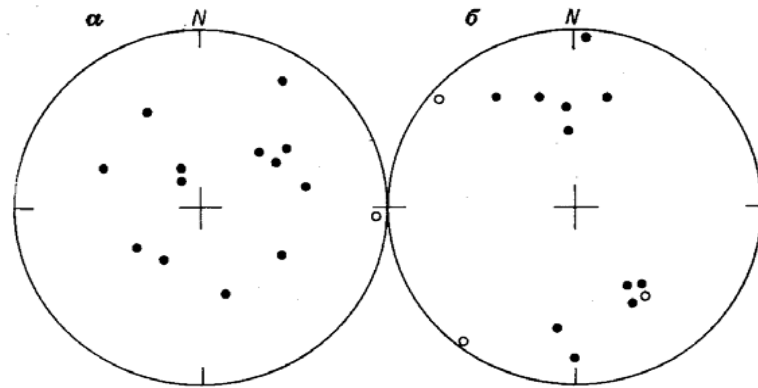
2.14. Birləşmiş təmizləmələr

Uzun illərin təcrübələri ilə sübut olunub ki, vaxta görə təmizləmə (müvazinətləşdirmə üsulu) hər bir h ; t ; və l təmizləmədən qabaq aparılması vacibdir. Kimyəvi təmizləmə qızma ilə uyğun olaraq (qızmadan qabaq, yaxud sonra) çox yaxşı nəticə verir (səmərəlidir). Məs., Tuvanın qırmızı rəngli (silur devon yaşlı) h təmizləməyə $64 \cdot 10^3$ A/m sahəyə qədər davamlıdır və t təmizləmə 600° C- yə qədər temperaturda qızdırıldıqdan sonra bu nümunələrə $10n$ sulfat turşusu ilə təsir etdikdə aşağıdakı xassələr aşkar edilmişdir. Süxurun kislatada 37-dən 1375 saata qədər saxlandıqdan sonra I_n 0,74-0,18 qədər başlanğıc qiymətindən aşağı düşmüşdür, maqnitlənmə vektoru I_n öz istiqamətini bir neçə dərəcədən 180° - yə qədər dəyişmişdir. Sonrakı t təmizləmə I_n vektorunun istiqamətini ilkin istiqamətdən daha çox dəyişmişdir (şəkil 33).

Təmizləmənin nəticəsində maqnitlənmə vektoru I_n iki qrupa bölünür, təxminən əks istiqamətdə (şəkil 34), ancaq temperatur təmizləmə təkcə bu effekti vermədi.



Şəkil 33. I_n vektorunun təmizləmə prosesində istiqamətinin dəyişməsi. Təmizləmə: 1-kimyəvi; 2- temperatur.



Şəkil 34. I_n vektorunun paylanması: (a) təmizləməyə qədər; (b) birləşdirilmiş temperatur və kimyəvi təmizləmədən sonra.

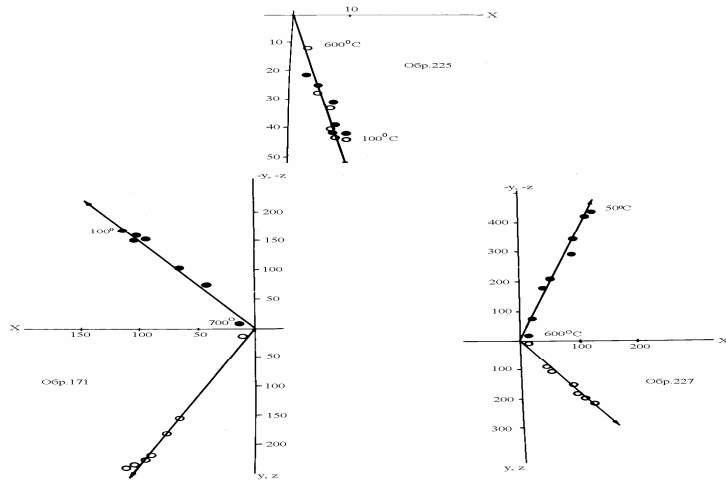
maqnitoloqları tərəfindən istifadə edilərək qırmızı rənglilərin ilkin I_n maqnitliyində I_{rs} və I_{r0} komponentlərinin əhəmiyyətini qiymətləndirmişlər. Bunun üçün nümunələr $8 \cdot 10^3$ A/m sahədə h təmizləmədən keçmiş, sonra isə t təmizləmə $150-200^\circ$ C aparılıb. Belə birləşdirilmiş ikipilləli təmizləmə vulkanik süxurlar üçün geniş istifadə olunur. $(8 \div 12) 10^3$ A/m sahədə h təmizləmə bütün stabil olmayan komponentləri yox edir və I_n vektoru özünü birkomponentli maqnitlənmə kimi aparır, istiqaməti isə üstünlük təşkil edən istiqamətə uyğun gəlir. Sonrakı qızdırma əvvəlcə ikinci maqnitlənməni dağıdır və ilkin yüksək temperaturlu qədim maqnitlənməni saxlayır. Onun qiyməti bəzən ilkin maqnitlənmənin 10%-dən azını təşkil edir. Beləliklə, burada maqnitlənmənin üç fazasını ayırmış oluruq.

2.15. Təmizləmənin nəticələrinin göstərmə yolları və onun təhlili

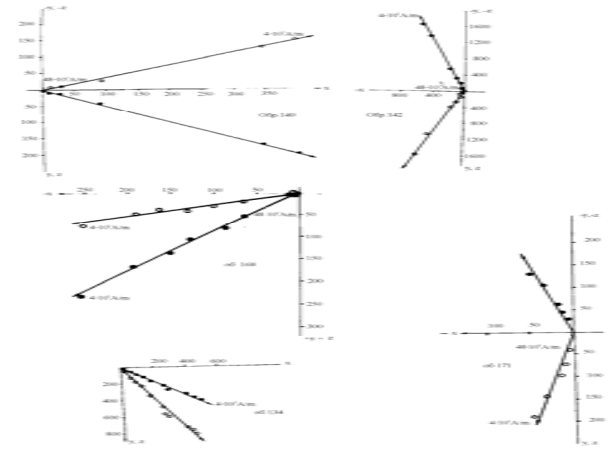
Süxurların qalıq maqnitliyi vektoru kəmiyyət olduğundan təmizləmə prosesində I_n maqnitliyinin dəyişməsi onun qiymətində və istiqamətində özünü göstərməlidir. Nəticələrin qrafik şəkillində verilməsi D ; J ; və I_n nin dəyişməsinin temperatur və təsir edən maqnit sahəsinin gərginliyindən asılılığı kifayət qədər informasiyaya malik deyil, çünki bu halda vektor yalnız skalyar qiymətlə xarakterizə olunur.

Maqnitləşmənin nəticələrini təsvir etmək üçün yüksək informasiyaya malik olan üsullardan biri Ziyderveld diaqramıdır. Bu maqnitləşdirmə diaqramda özünü I_n vektorunun iki ortoqonal proyeksiyasını təsvir edir, bir proyeksiya şaquli meridian müstəvisində (X və Z oxları üzərə), digəri horizontal müstəvi üzrə (X və Y tərkib hissələri üzrə) yönəlir. Hər iki proyeksiya bir ümumi şimal cənub oxu malikdir (X oxu). Təmizləməni bu üsulla nümayiş etdirmə aşağıdakı imkanlara malikdir; təcrübənin istənilən anında diaqramdan düz xətlə hissəni ayırmaq olar, bu hissə birkomponentin olduğunu göstərir və istiqamətini diaqramdan götürmək olar. Ayrılan düzxətli hissə təcrübənin 110sonunda koordinat başlanğıcına yönəldiyi onu göstərir ki, I_n stabil

yönələn hissəsi birkomponentlidir (şəkil 35-36). Beləliklə, müasir laboratoriyaların tədqiqatlarında və nəticələrin təhlilində məqsəd tək qədim maqnitlənmənin ikinci komponentini ayırmaq və ondan azad olmaq yox, eyni zamanda bunun köməyiylə süxurların tarixini bərpa etmək deməkdir (kimyəvi tektonik). Bu ərazinin geoloji tarixinin öyrənilməsi üçün çox əhəmiyyətlidir.



Шякил 35. Temperatur ilə maqmitsizləşdirmənin Ziydervelda diaqramı.



Şəkil 36. Dəyişən maqnit sahəsi ilə maqmitsizləşdirmənin Ziydervelda diaqramı.

iii FƏSİL QƏDİM MAQNİTLƏNMƏNİN ƏMƏLƏ GƏLMƏSİNİN TƏHLİLİ

Təmizləmə üsulu çoxkomponentli I_n maqnitlənməsi içərisindən qədim komponentini ayırmağa onun qiymət və istiqamətini təyin etməyə, dağıdıcı laboratoriya sahələrinə (dəyişən və sabit maqnit sahəsinə və qızmaya) stabilliyini qiymətləndirməyə eyni zamanda maqnitliyin süxurun əmələ gəlməsi ilə sinxron olub olmadığını təyin etməyə imkan verir. Bunlara baxmayaraq bu üsul qədim maqnitlənmənin əmələgəlmə problemini həll edə bilmir.

Beləliklə, qədim maqnitlənmə haqda təsəvvür almaq üçün aşağıdakı suallara cavab vermək lazımdır:

1. Süxurda maqnitlənmənin daşıyıcısı nədir, onun əmələgəlmə mexanizmi və zənginliyi necədir;
2. I_n maqnitlənmənin əmələ gəlməsində bu və ya digər maqnit mineralları hansı rolu oynayır;
3. Mineral dənələrində I_{12} maqnit momenti Yer qədim maqnit sahəsi istiqamətində hansı üsulla

istiqaqatlenir və hansı növ maqnitlənmə əldə edir;

Birinci suala cavabı maqnit mineralogiya üsulu ilə cavab almaq olar, məsələn, tam $I_s(T)$ və qalıq $I_{rs}(T)$ maqnitlənmənin doyma halında temperatur asılılığını və həmçinin I_{rpt} parsial temperatur maqnitlənmənin spektrini öyrənməklə almaq olar.

Maqnit minerallarının şlif və anşliflərinin öyrənilməsi bu və ya digər maqnit minerallarının əmələ gəldiyini müəyyən etməyə imkan verir (süxurla birlikdə əmələ gəlib, yoxsa ondan sonra).

İkinci suala cavabı riyazi statistika üsulu ilə almaq olar, yəni süxurun tərkibində olan bu və ya digər maqnit minerallarının zənginliyi və I_n -nin qiyməti arasında statistik əlaqənin axtarılması ilə.

Çökmə süxurlarda qalıq maqnitlənmənin I_n nin növünü təyin etməkdə aparıcı rolu süxuru yenidən çökdürmə üsülü oynayır. Təbii süxurun I_n maqnitliyini yenidən çökdürülmüş süxurun I_{r0} maqnitliyi ilə müqayisə edərək maqnitlənmənin istiqamətlənmiş, yaxud kimyəvi yolla əmələ gəldiyi sualına cavab almaq olar. Əgər çökdürmə

koefisenti $K=I_n / I_{r0}$ nisbəti vahidə yaxın, yaxud ona bərabərdirsə onda I_n maqnitlənməsi istiqamətlənmiş maqnitlənmədir, əgər $K \gg 1$ olduqda maqnitlənmə ya kimyəvidir, yaxud da temperatur maqnitlənmədir (3). Belə interpretasiya o mülahizələrdən irəli gəlir ki, təbii süxurda kimyəvi yolla əmələ gələn maqnit mineralının istiqamətlənmə dərəcəsi yenidən çökdürülmüş süxurdakından daha böyük olur.

Maqmatik və yanmış süxurların I_n maqnitlənmələrinin növlərini təyin etmək üçün geniş məlum olan Telye üsulundan istifadə edirlər. Bu üsulda eyni nümunədə maqnitlənmə və maqnitizləşdirmə əyriləri təhlil olunur. $I_n(T)$ və $I_{rt}(T)$ əyriələrinin bir birinə uyğun gəlməsi I_n maqnitlənməsinin temperatur qalıq maqnitlənmə olduğunu göstərir. Lakin bu üsul o süxurlar üçün tətbiq olunur ki, orada olan ferromaqnit minerallar çox domenlidir, çünki birdomenli minerallar üçün I_{rt} və I_{rs} bir- birinə uyğundur.

Maqnitlənmənin növünü təyin etmək üçün universal (hərtərəfli) üsul I_n və I_{ri} maqnitliyinin sabilliyinin xüsusiyyətlərinin müqayisəsidir. Əgər I_n maqnitliyi istiqamətlənmiş maqnitlikdirsə, onda onun qiyməti eyni sahədə yaranan I_{ri} maqnitliyindən 3-5 dəfə az olur, ancaq sabilliyi yuxarıdır. Əgər I_n maqnitliyi temperatur, yaxud kimyəvi qalıq maqnitlikdirsə onun maqnitliyi və sabilliyi I_{ri} dən çox olur. Beləliklə, qədim maqnitliyin əmələ gəlməsi sualının mürəkkəbliyinə baxmayaraq çox hallarda kompleks üsullarla müvəffəqiyyətlə həll olunur. Paleomaqnit tədqiqatların qurmalarının düzgünlüyünü, dəqiqliyini artırmaq üçün təkə maqnitlənmənin təbiətini yox, eyni zamanda onun əmələ gəlməsinin geoloji zamanının təyin olunması vacibdir.

3.1. Paleomaqnit istiqamətin və paleomaqnit qütbün statistik təhlili

10-cu bölmədə göstərilib ki, N vahid I_{ni} vektoru proyeksiyalarının cəmi R_0 maqnitləndirən H sahə istiqamətindədir.

$$R_0 = N (\text{ctg}K - 1/K)$$

Paleomaqnitologiyada vektorun bir yerə toplanıb paylanması $K < 3$ - dən az olduqda adətən əhəmiyyətli hesab olunmur, onu yalnız xüsusi məsələlərlə təhlil edirlər. $K > 3$ olanda yaxşı yaxınlaşmada $\text{ctg}K \approx 1$ onda

$$\frac{R_0}{N} = \frac{K-1}{K} \quad R_0 = N(1 - 1/K); \quad (1)$$

Teoremə görə bərabərliyin sol hissəsi özünü $\cos \Psi$ -nin orta inteqral qiymətini təsvir edir.

$$\cos \Psi = (K-1) / K \quad (2)$$

Belə ki, geomaqnit sahənin H istiqaməti əvvəlcədən məlum deyil, o I_{ni} vahid vektorunun N vektorun geometrik cəminin R istiqamətinin koordinatlar üzrə komponentləri kimi qiymətləndirilir.

$$X = \sum_{i=1}^N \cos J_i \cos D_i; \quad Y = 114 \sum_{i=1}^N \cos J_i \sin D_i;$$

$$Z = \sum_{i=1}^N \sin J_i; \quad (3)$$

R_0 -in istiqaməti meyillik D_R və əyimlik J_R vasitəsilə təyin olunur ;

$$D_R = \arctg(Y/X) \quad J_R = \arcsin(Z/R); \quad (4)$$

$$R = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2}$$

$$(R-1)(N-1) = (K-1)/K \quad K = (N-1) / (N-R)$$

$\cos \Psi$ orta qiyməti hesablamaq üçün 2 formulası nəzərə alınmalıdır. $\cos \Psi = (R-1) / (N-1)$

3.2. Geomaqnit sahənin qiymətinin təyininin əsas prinsipləri

Geomaqnit sahənin qiyməti son zamanlara qədər az öyrənilibdir. Bu hər şeydən əvvəl bəzi məhdudiyətlərlə əlaqədardır, hansı ki, məlum üsullar süxurun təbii qalıq maqnitlənməsinin J_n üzərinə gəlir. H_a sahəsinin təyini o süxurlarda aparılır ki, ilkin qalıq maqnitlənmənin istiqamətindən başqa onun qiyməti də saxlanılıb. Beləliklə, maqmatik və çökmə süxurlar əmələ gəlmiş dövrə əldə etdiyi ilkin qalıq maqnitlənmə həmin dövrə mövcud olan geomaqnit sahənin qiyməti haqda məlumat saxlayır, belə olan halda deyirlər ki ilkin maqnitlənmə dəyişməmişdir. Süxurlar əmələ gəldikdə maqnitləndirən sahənin qiymətinin təyini zəif maqnit sahəsində maqnitlənməni maqnitləndirən sahənin mütənasibliyinə əsaslanıb. Yalnız maqnit anizotropiya sabiti və pilləli maqnitizləşdirmə üsulları digər hadisədən istifadə edir, birinci tekstur anizotropiyadan, ikinci maqnit hissəciklərinin dəstəsinin asimmetriyasından istifadə edir.

Laboratoriya şəraitində istiqamətlənmiş və temperatur, qalıq maqnitlənmə süxurlarda geomaqnit sahənin qiymətini təyin etmək üçün ilkin maqnitlənmənin əmələ gəlmə prosesini təyin etmək üçün yenidən çökmə və yenidən qızdırma ilə modelləşdirmə hazırda ən yaxşı 115 üsul kimi işlənib hazırlanmışdır.

Təcrübələr zamanı alınan istiqamətlənmiş, temperatur, yaxud ideal maqnitlənmələrin qiymətlər təbii halda olan qiymətlərlə müqayisə edilir; laboratoriya sahəsinin H_l mütləq qiymətini bilməklə və maqnitlənmənin mütənasibliyindən istifadə edərək qədim maqnit sahəsinin qiymətini aşağıdakı tənliyi həll etməklə almaq olar.

$$H_a = H_l(I_n / I_l)$$

H_a - nın bütün qiymətlərini müqayisə etmək üçün alınan qiymətləri ekvatordakı qiymətə çevirirlər (müasir sahə ekvatorunda $V_e = 0,035$ mTl; $H_e = 27,9$ A/m), yaxud da Yerinqədim maqnit momentinin indiki maqnit momentinə nisbətini hesablayırlar. Əgər qəbul etsək ki, Yerinqədim radiusu sabitdir və sahə dipol sahəsidir, onda maqnit momentini müqayisə etmək üçün dipolun maqnit potensialı U aşağıdakı formula ilə təyin olunur. $U = M \cos \varphi / R^2$ burada M dipolun maqnit momenti φ en dairədir. Nəzərə alsaq ki, geomaqnit sahənin komponentləri aşağıdakı kimi ifadə olunur.

$$X = \frac{1}{R} \frac{dU}{d\varphi}; \quad Y = 0; \quad Z = -\frac{dU}{d\varphi}; \quad H = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

onda mərkəzi oxlu dipolun geomaqnit sahəsinin qiymətinin en dairədən asılı olaraq asılılıq qanununu alırıq.

$$H_a = H_e \sqrt{1 + \sin \varphi}$$

və Yerinqədim maqnit momentinin ifadəsini alırıq

$$M = H_e R^3$$

Müşahidələrin sayının artması təkcə sahənin qiymətini təyində yox, eyni zamanda geoloji keçmişdə Yerinqədim maqnit momentinin dəyişməsinə izləmək və onun geoloji hadisələrlə əlaqəsini, həmçinin müxtəlif epoxalarda geomaqnit sahənin dipol sahəsi olduğunu yoxlamaq və Yerinqədim radiusunun dəyişməsinə qiymətləndirmək üçün istifadə etmək olar. Kifayət qədər təyin edilmiş qiymətlər geomaqnit sahənin təyin olunmuş qiyməti paleomaqnit geoxronoloji şkalasının parametrləri kimi istifadə olunması üçün əhəmiyyətlidir.

3.3. Yenidən çökdürmə¹¹⁶ yolu ilə Yerinqədim

maqnit sahəsinin H_a qiymətinin təyini

Çökmə süxurlarda istiqamətlənmiş təbiətə malik olan I_n maqnitlənməsi üçün H_a -nın təyinin əsas yolu yenidən çökdürmə üsuludur. Bunun üçün süxur paleomaqnit nöqtəyi - nəzərdən stabil olmalıdır, bundan başqa süxur suda həll olunaraq suspenziya əmələ gətirməlidir, yəni terigen hissəciklərin dağılmaması vacibdir. Belə süxurlar gillərdir və gilli alevrelitlərdir. İri dənəli çöküntülər, qumlar yenidən çökdürmək üçün əlverişli deyil, çünki istiqamətlənmiş maqnitlənmənin mexanizmi çox mürəkkəbdir, praktiki olaraq laboratoriyada iş aparmaq mümkün deyil.

Çox sayda yenidən çökdürmə təcrübələri göstərdi ki, istiqamətlənmiş maqnitlənmənin I_{r0} əsas hissəsi çöküntünün özündə əmələ gəlir, bu çöküntülərdə suyun miqdarı 70%-dən 30%-ə qədər azaldığı intervalda baş verir. Hissəciklər yarı maye çöküntüdə istiqamətlənməyə başlayır, əyilmənin səpilməsi azalır. I_n və I_{r0} -ın qədim və laboratoriya qiymətlərini müqayisə edərək alınan nisbətə əvvəlcədən vyazki maqnitlənməyə görə düzəliş verilir.

3.4. Telye üsulu

Bu üsul ilk olaraq arxeomaqnit tədqiqatlarda maqnitlənmənin temperatur qalıq maqnitlənmə olmasının təbiətini öyrənmək üçün istifadə olunmuşdur. Təcrübədə temperatur qalıq maqnitlənməyə malik olan süxurlardan istifadə olunmuşdur. Qızma zamanı süxurlarda mineraloji dəyişikliklər baş verirsə, həmin süxurlardan H_a -nı təyin etmək üçün istifadə etmək olmaz.

Əvvəlcədən seçilmiş nümunələr Küri temperaturuna qədər qızdırılır və temperatur qalıq maqnitlənmə əyrisi qurulur I_{rt} bu zaman nümunədə mineraloji dəyişmənin olub olmadığına nəzarət edilir. Əgər I_n və I_{rt} əyrilərinin eyniliyi sübut olunursa və süxurun tərkibində mineraloji dəyişmə müşahidə olunmayıbsa, onda iki dəfə Yerin maqnit sahəsində hər bir temperatur intervalı üçün nümunənin I_{17} qızdırılması və soyudulması aparılır. Birinci qızmada nümunə Yerin

maqnit sahəsi istiqamətində qoyulur, ikinci dəfə isə onun əksinə. Təcrübədə qızmanın addımı 50^0 C götürülür, əyrinin $100-200^0$ C intervalı istifadə olunmur, çünki bu həddə vyazki maqnitlənmə güclü təsir edir. Birinci qızmada maqnitlənmə dağılıb və I_n maqnitlənmədən qızdırılan temperaturda əmələ gələn parsial maqnitlənmə çıxılır və mövcud sahədə yaranan parsial maqnitlənmə əlavə olunur.

$$I_{n1} = I_n - I_{npt} + I_{rpt}$$

ikinci qızmada həmin temperatur intervalında birinci istiqamətin əksinə qoyulduqda aşağıdakı bərabərliyi alırıq.

$$I_{n2} = I_n - I_{npt} - I_{rpt}$$

Qızmaların nəticələri diaqram şəkilində göstərilir. Ordinat oxu üzrə I_n , I_{rt} götürülür, absis oxu üzrə isə temperatur götürülür.

3.5. İdeal maqnitlənmə üsulu

Telye üsulu ilə eynidir burada temperatur əvəzinə dəyişən maqnit sahəsi h -dan istifadə olunur. Hər iki üsul bir-birinə uyğun nəticələr verir, bu halda I_n və I_{ri} koerstiv spektrin maksimumu $4 \cdot 10^3$ A/m - dən çox bir-birindən fərqlənməsinlər.

3.6. Pilləli yenidən maqnitləndirmə üsulu

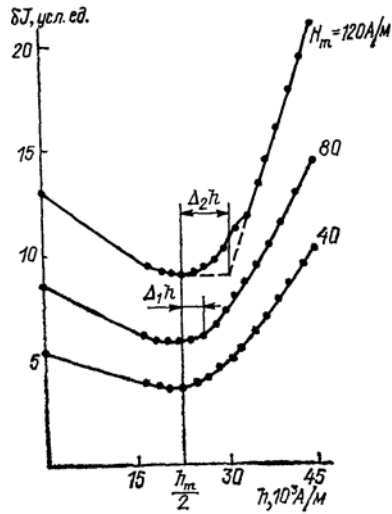
Maqnit xassələrinin nəzəriyyəsinə görə süxurları effektiv Neelya hissəciklərinin qurupu kimi baxmaq olar, bu qrupda istənilən maqnitlənmə qurupun simmetriyasının yerdəyişməsi hesabına olur. Nəzəri və təcrübi yolla I_n maqnitlənmənin müxtəlif növlərini öyrəndikdə belə nəticəyə gəlinib ki, qrup hissəciklərin asimmetrik paylanması dərəcəsi süxur əmələ gəldiyi dövrdə mövcud olan sabit maqnit sahəsi I_n - nin amplitudasından asılı olacaq. Əyani olaraq bunu Preyax Neelya sxemdəki kimi göstərmək olar, sabit maqnit sahəsi ilə maqnitləndirmə zamanı təsir edən sahənin qiymətindən asılı olaraq koordinat başlanğıcının dəyişməsi göstərilir. Laboratoriya şəraitində I_n

istiqamətində, yaxud da ona perpendikulyar istiqamətdə müxtəlif H_m sahələrində parsial ideal maqnitlənmə yaradılır. Hələlilik $H_m < H_a$, I_{ri} - nin artımı qeyri - xətlidir (şəkil 37; $H_m=40$ A/m); $H_m=H_a$ momentindən başlayaraq artım xətti olur bu nöqtə də qrafikdə ($H_m=80$ A/m və $H_m=120$ A/m) göstərilmişdir. Əyrinin növündən asılı olaraq H_a - nın qiyməti aşağıdakı formulalarla hesablanır.

$$H_a = H_m(h_m - 2\Delta_1 h) / (2h_m);$$

$$H_a = H_m(h + 2\Delta_2 h) / (2h_m)$$

Təcrübi olaraq yalnız temperatur qalıq və istiqamətlənmiş maqnitlənmə halları üçün baxılmışdır.



Şəkil 37. Nümunələrin pilləli maqnitləndirilməsi.

3.7. Qədim sahə H_a - nın qiymətinin Q faktoru vasitəsilə təyini

Madam ki, süxurlarda ilkin qalıq maqnitlənmə süxur əmələ gəldiyi dövrdə mövcud¹¹⁹ olan maqnit sahə ilə mütənasibdir və süxurun əmələ gəlməsi və dəyişməsindən

mürəkkəb formada asılıdır. Onda H_a -nı təyin etmək üçün bu təsir edən amillərin hamısını kənar etmək lazımdır, bunu etmək üçün oxşar əmələ gəlmə şəraitinə eyni qalıq maqnitlənməyə malik olan eyni daşıyıcı bircinsli seriyalı süxurlardan istifadə olunmalıdır. Onda yalnız bu daşıyıcıların zənginliyini nəzərə almaq lazımdır. Bunlardan ən çox istifadə olunanı faktor $Q_n = I_n / \chi H$ ilkin qalıq maqnitlənmənin induktiv maqnitlənməyə nisbətidir.

İstiqamətlənmiş maqnitlənmə halı üçün, bircinsli lay çöküntülərindən sabit I_n maqnit daşıyıcılı ölçüləri dəyişməyən ferromaqnit mineral dənələrdən ibarət olan süxurlardan istifadə olunmalıdır.

İV FƏSİL GEOMAQNİT İNVERSİYA VƏ GEOMAQNİT QÜTBLƏŞMƏNİN ŞKALASI

İlk müşahidələr belə bir fikrə gətirib çıxardı ki, qədimdə geomaqnit sahənin istiqaməti indiki maqnit sahənin əksinə olub. 1904 -1906-cı illərdə P.David və B.Bryunessa tərəfindən bu nəticəyə gəlinib ki, lava axıntıları və yanmış gillər əksinə maqnitlənmişlər. Sonralardan aşkar olundu ki, həm düzünə, həm də əksinə maqnitlənmələr müxtəlif yaşlı süxurlarda da rast gəlinir, bu da geomaqnit sahənin geoloji tarixdə istiqamətinin çoxsaylı qütb yerdəyişməsinə məruz qalmasının sübutu oldu:

Geomaqnit sahənin qütb yerdəyişməsinə məruz qalmasının həlledici sübutu üçün aşağıdakı faktorlar təsdiq edilmişdir.

1. Eyni yaşlı süxurlar hər yerdə ilkin qalıq maqnitlənməyə malikdir və geomaqnit sahənin eyni istiqamətinə uyğundur

2. Intruziya və lavalarla yandırılan süxurlar tərkibindən və ilkin I_n - nin istiqamətindən asılı olmayaraq lava və intruziyalar kimi maqnitlənilər (ya düzünə, yaxud da əksinə);

3. İlkin maqnitlənmənin lay hüdudunda zonaları ayıran düzünə və əksinə maqnitlənmələrini özbaşına maqnitlənmələrlə izah etmək mümkün deyil.

120
Göstərilən müddələrin təstiq edilməsi üçün

aparılan tədqiqatlar küllü miqdarda faktiki materialların toplanmasına və analizinə istiqamətləndirilməsini tələb edirdi, hazırki dövrə qədər müəyyən nəticələr alınmışdır. Birinci və aydın alınan nəticələrdən biri İslandiyanın kaynozoy vulkanogen-çökmə komplekslərində daykalar və bunlar vasitəsilə yandırılmış süxurların I_n nin istiqamətlərinin qarşılıqlı münasibətlərinin öyrənilməsi zamanı alınmışdır (cədvəl 6).

Cədvəl 6.

İslandiyanın vulkanogen çökmə süxurlarında I_n vektorunun qütbləşməsinin nisbəti

Tədqiqat obyektı	müxtəlif hallarda maqnitlənmənin qütbləşməsi			
	1	2	3	4
Daykalar	N	N	R	R
Qarışıq süxurlar	N	R	N	R
Süxurun yanmış hissəsi	N	N	R	R
Nəzəri nisbətlər				
geomaqnit sahənin inversiyası zamanı	N	N	R	R
süxurda I_n vektorunun özbaşına çevrilməsi	N	R	N	R
süxurlarda, yaxud daykalarda I_n vektorunun özbaşına çevrilməsi	N	N	N	N

Bundan sonra 1962-ci illərdə artıq çox yerlərdə buna uyğun nəticələr alınmışdır. R.Vilson vulkanogen və bunlar vasitəsilə yandırılan süxurlarda 87 hal üçün I_n vektorunun istiqamətinin qarşılıqlı münasibətinin öyrənilməsinə baxmışdır. Onun nəticələri yeni məlumatlarla tamamlanaraq (cədvəl 7) verilmişdir. Onlar göstərir ki, 176

haldan 3 - də I_n ,

Cədvəl 7.

Tiplərin nisbəti	I_n vektorunun qütbləşməsi		Hadisələrin sayı
	Maqmatik süxurlar	Təmas süxurları	
I	N	N	57
II	I	I	7
III	R	R	109
IV	N	R	3
V	R	N	0

I – işarəsi I_n vektorunun aralıq istiqamətidir.

maqnitlənmə vektorunun özbaşına çevrilməsi kimi interpretasiya olunmuşdur. Maqnitlənmə vektorunun dönmə zonalarının mövcud olmasını I_n vektorunun özbaşına maqnitlənmə yolu ilə baş verdiyini izah etmək mümkün olmadığından alternativ geomaqnit qütb yerdəyişməsi fərziyyəsinin qəbul olunması məcburiyyətində oldular. Keçid zonalarının dəqiq və hərtərəfli öyrənilməsi ona görə aparılır ki, keçidlərin morfoloqiyasını eyni zamanda geomaqnit inversiyanın ardıcıl və qanunauyğun dəyişməsini izah edə bilsinlər.

Geomaqnit inversiyanın ən güclü sübutlarından biri geniş ərazilərdə vulkanogen və çökmə süxurların kəsilişində bir-qütbülü zonaların sinxron olmasıdır (düzünə və əksinə maqnitlənmə zonalar). Maqmatik və bununla yandırılmış təmas süxurlarının qütbləşməsinin müqayisəsi.

4.1. Geomaqnit qütbləşmə şkalasının tipləri

Paleomaqnitologiyanın əsas düz məsələlərindən biri geoloji zaman intervalında baş verən geomaqnit inversiyaların ardıcılıqla qurulmasından ibarətdir. Belə ardıcılıqla qurulmalar bir neçə üsulla ola bilər: üsulun seçilməsi

tələb olunan dəqiqlikdən, tamlıqdan və inversiyanın baş verdiyi dövrün qeyd olunmasından asılı olaraq təyin olunur. Çünki geomaqnit inversiya qlobal hadisələrin, bu bütün dünya üzrə baş verən düzünə və əksinə maqnitlənən əmələ gəlmələrin dəqiq

stratiqrafik, xranoloji müqayisəsini verməlidir. Ona görə də geomaqnit inversiya şkalası prinsip etibarı ilə xronoloji şkala kimi qurula bilər, bu o vaxt mümkündür ki, maqnit qütbləşməsini təyin etmək üçün istifadə olunan süxur nümunələri fiziki üsullarla əmələgəlmə tarixi təyin oluna bilsin. Belə şkalaya maqnitoxronoloji şkala deyilir. Geomaqnit inversiyanın tarixinin bu yaxınlaşma ilə öyrənilməsi o vaxt düzgün hesab olunur ki, geomaqnit qütbləşməni saxlayan epoxanın davam etmə müddəti üsulun təyin etmə xətasından çox olsun. Məsələn, klassik paleontologiya üsulu burada çətin ki, əlverişli ola bilər. Maqnit xronoloji şkalanın qurulması yalnız kalio-arqon üsulunun inkişafından sonra mümkün oldu, bu üsulla təyin olunan vulkanogen süxurların yaşını maqnit qütbləşməsi üsulu ilə çox dəqiqliklə təyin etməyə imkan verdi.

Geomaqnit qütbləşmənin tarixini izləmək üçün ikinci qayda okeanda xətti anomalyaların öyrənilməsi və bu anomaliyanın uzanma istiqamətinə perpendikulyar profillərin qurulmasıdır. Belə profillərin təhlili anomaliya yaradan kütlələrin düzünə və əksinə maqnitlənən zonaların ardıcılığını verir, beləliklə, okean dibinin genişlənməsi konsepsiyasına əsasən geomaqnit inversiyanın geoxronoloji yazısını təqdim edir. Okean dibinin genişlənməsinin sürətini bilərək və bu ana süxurlarda anomaliyalardan bir neçəsinin yaşını bilərək geomaqnit inversiyanın anomal şkalasını qura bilərik.

Qazılmış quyulardan çıxarılmış okean dibi çöküntülərində aparılan paleomaqnit tədqiqatları geomaqnit inversiyanın tarixini tədqiq edən üçüncü üsul adlana bilər. Okean dibinin cavan olmasından və bundan qabaqkı üsul yalnız yura dövründən başlayaraq geomaqnit şkalasının qurulmasında istifadə oluna bilər.¹²³

Nəhayət, geomaqnit inversiya şkalasının qurulmasının dördüncü üsulu normal stratiqrafik qaydanın istifadə olunma üsuludur: stratiqrafik əyalətlərdə çökmə və vulkanogen çökmə qatlarda tam paleomaqnit tədqiqatlar düzünə və əksinə maqnitlənmiş zonaların tamamlanması, ayrı-ayrı kəsilişlər üçün müqayisəsi və sonra isə qlobal miqyasda maqnitostratiqrafik kəsilişin tərtib edilməsindən ibarətdir.

Bu yolla qurulan zaman ekvivalenti maqnitostratiqrafik şkala düzünə və əksinə maqnitlənən zonaların dövrlərlə, epoxalarla əsrlərlə ardıcılığını onun normal geoxronoloji şkalaya bağlanmasını təsvir edir.

4.2. Lava axınlarında qütbləşmə epoxalarının yaşının təyini

Yerin geomaqnit inversiyasının yaşını kali-arqon üsulu ilə ilk olaraq 1963-cü ildə A.Koks, R.Dollo və Q.Dalrimplo tərəfindən təyin edilmiş ilk şkalasını qurmuşlar. Bu şkala axırncı 3,5 mln. il dövrünü əhatə edir və üç zonadan ibarətdir, bunlardan ikisi düzünə maqnitlənən, biri isə əksinə maqnitlənən zonadan ibarətdir, hər biri təxminən 1 mln. ildir. Təyin olunmaların sayının artımı göstərdi ki, bunlardan çoxu bu sadə sxemə yerləşməmişdir. Bu da əsas zona intervalları arasında (10^6 il) daha kiçik intervalların- 10^5 il olduğu kəşfinə gətirib çıxardı. Qısa zonalar epizod, yaxud da hadisə kimi adlandırıldı və aşkar edildiyi yerin adı ilə adlandırıldı, uzun epoxalara isə məşhur paleomaqnitoloqların adları verildi Bryunesa, Matuyama, Qaus, Gilbert. Qeyd etmək lazımdır ki, bu şkalanın hissələrinin sərhədlərinin yaşını dəqiqləşdirmək üçün okeanın zolaqlı maqnit anomaliyalarının şkalasından və okeanın dərin hissələrində əmələ gələn çöküntülərindən alınan nəticələrindən istifadə edilmişdir (64). Bu şkala Koksun klassik şkalası adlanır və sonralar bəzi dəqiqləşdirmələr və əlavələr olunmuşdur.

Qədim dövrlər üçün maqnitostratiqrafik şkalanın qurulması kali-arqon üsulu ilə yaşın təyin edilməsində mütləq xətanın artması ilə əlaqədardır. Yaşı $5 \cdot 10^5$ il olduqda xəta 5% olur, buda $2,5 \cdot 10^5$ il mütləq xəta verir, bu da çoxlu

sayda epizodların davam etməsindən çoxdur.

Beləliklə, qeyd etmək lazımdır ki, 5-7 mln il, yəni plio-senin başlanğıcından indiki dövrə qədər qurulan geomaqnit sahənin inversiyası şkalası təmiz kali-arqon üsulunun tətbiq olunmasının alt sərhədi hesab etmək olar. Əlavə inversiyaları tədqiq etmək yalnız stratigrafiya yaxınlaşmalarla düzgün olardı.

4.3. Okeandibi çöküntülərdə geomaqnit qütbləşmə zonaları

Lava axım seriyalarının və örtüyün öyrənilməsi çox hallarda zaman etibarı ilə geomaqnit inversiyanın bərabər, aramsız paylanması haqda məlumat verə bilmir, çünki vulkanların fəallıq prosesi zamana görə nəzərəcarpacaq dərəcədə bərabər deyil. Bu məqsədlə tam informasiyanı paleomaqnit tədqiqatlarla dərin su hövzələrində əmələ gələn çökmə süxurları tədqiq etməklə əldə etmək olar, çünki dərin hövzələrdə çöküntü axınlarının təsiri az olur.

Okean dibi çöküntülərində geomaqnit inversiyanın yazıları ilk olaraq 1964-cü ildə aşkar olunmuşdur və Koksun şkalasını 9 mln ilə qədər, yəni gec miosenin ortalarına qədər davam etdirmişlər.

Okean dibi çöküntülərin tədqiqinin ikinci istiqaməti quyulardan çıxarılan süxurların vasitəsilə tez çökmələrlə əmələ gələn süxurlarda geomaqnit sahənin epizodlarını və anomal kənarə çıxmaları ekskursları tədqiq etmək məqsədi güdür.

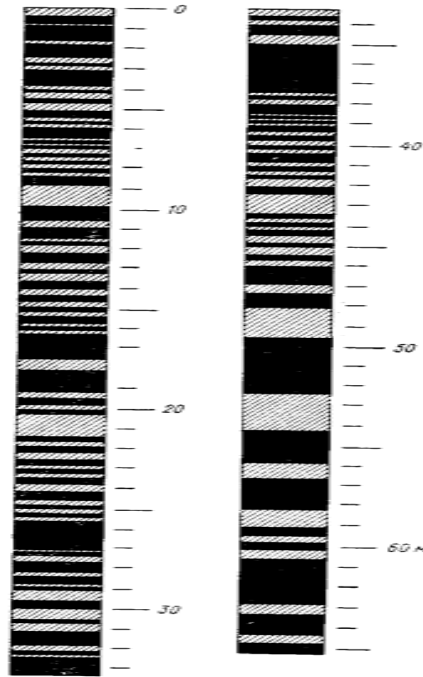
4.4. Xətti maqnit anomaliyalar şkalası

Okean dibinin genişlənməsi fərziyyəsi okean dibi anomal sahənin xüsusiyyətlərinə sadə izahat gətirdi: xətiliyi, istiqamətin dəyişməsi, mərkəzi okean dağ silsiləsinə nisbətən simmetrik olması bu oxdan bütün dünyanın hər yerində hesablanan anomalyanın ardıcılıq uyğunluğundan ibarətdir.

Okean dibinin genişlənməsi fərziyyəsi ondan ibarətdir ki, silsiləni kəsən çatlarla Yerəin təkindən maddi kütlələrin buraya gəlməsidir, maddələr silsiləsinin müxtəlif istiqamətlərində mantiyada kovektiv axımlar¹²⁵ vasitəsilə aparılması və

nəticə etibarı ilə aramsız olaraq okean dibinin genişlənməsi hesabına yaranan sahələr silsilənin oxundan uzaqlaşdıqca yaşı artır. Bu hadisə geomaqnit sahənin sistemətik inversiyası şəraitində gedir. Mantiyada ərimiş bazalt tərkibli maddələr qalxma prosesində soyuyaraq müəyyən geomaqnit qütbləşməyə malik temperatur qalıq maqnitlənmə əldə edir və silsilə oxundan uzaqlaşdıqca əldə etdiyi istiqaməti saxlayır. Bir neçə geomaqnit inversiyadan sonra maqnitlənməyə fəal qat (inversiyon) əmələ gəlir ki, bu da silsilənin oxuna simmetrik ardıcılıqla yerləşmiş N və R maqnitlənməmiş kütlələr toplanır, bu ardıcılıqlı geomaqnit inversiyanın növbəli xranoloji yazısı kimi baxmaq olar.

Okean dibinin maqnitlənməyə fəal qatın əmələ gəlməsi mexanizmi F.Vann və D. Metyuz tərəfindən verilmişdi. Bu təkcə okean dibinin aralanma mexanizmini və anomal geomaqnit sahənin əsas xassələrini yox, eyni zamanda okean dibinin relyefini müqayisə etməyə imkan verir, bunu düzünə və əksinə maqnitlənmə anomal zonaların köməyi ilə edirlər. Xətti maqnit anomaliyasının nəticələrinin təhlili doğrudanda geomaqnit inversiyanın ardıcılıq olmasının ən inandırıcı sübutudur, bu eyni zamanda anomalyanın üst hissəsinin şkalasının Koksun şkalası ilə uyğunluğunu göstərir, bu da quyuya nəticələri ilə fundamentin yaşının anomalyaların yaşı ilə uyğun gəlməsini sübut edir. Kaynazoy üçün sonuncu geomaqnit inversiya şkalası şəkil 38-də göstərilmişdir.



Şəkil 38. Okean maqnit anomaliyasına görə kaynozoy geomaqnit inversiya şkalası.

4.5. Maqnitostatıqrafik qütbləşmə şkalası, onun qurulma prinsipi və problemləri

Stratıqrafik hüduduna malik olan geomaqnit inversiya şkalası maqnitostatıqrafik şkala adlanır. Geomaqnit şkalaya paleomaqnetizmin parlaq hadisəsi adlanır, tarixi kifayət qədər yaxşı öyrənilib, ona görə də qütbləşmənin maqnitostatıqrafik şkalası yeganə paleomaqnit şkaladır ki, müvəffəqiyyətlə işlənir və tətbiq olunur. Maqnitostatıqrafik, yaxud paleomaqnit şkala dedikdə adətən maqnitostatıqrafik şkala kimi qəbul olunub.

Keçmiş SSSR-nin maqnitostatıqrafik kodeksi müzakirə olunanda aşağıdakı bölgülər təklif olunmuşdur: meqazona, qiperzon, superxron, ortoxron və subxron, nəhayət paleomaqnit anomaliyanın zaman¹²⁷analoqunu ekskurs

adlandırmağı təklif ediblər.

Meqazona bütün həcmdə stratıqrafik şkalanın bir qurupuna, qiperzon- sistemin, superzona otdelin, yaxud birneçə yarusun, ortozon-yarus, yaxud zonaya cavab verir. H.Votgins hesab edir ki, epizod geomaqnit qütbün nisbətən kiçik zaman müddətində tam qütb yerdəyişməsi adlandırır və hesab edir ki, epizodun davam etməsi 10^4 - 10^5 il təşkil edir.

Maqnit qütbləşməsinin ekskursu dedikdə elə qısamüddətli hadisə (10^4 ildən az) başa düşülür ki, düzünə və əksinə maqnitlənen vəziyyətdən 60° az və 120° -dən çox olmayaraq kənara çıxır və sonra ilkin vəziyyətinə qayıdır.

Paleomaqnit şkala stratıqrafik şkala kimi qurulur, bu tam kəsilişlərdə ardıcıl olaraq paleomaqnit tədqiqatları aparmaqla həyata keçirilir. Regional paleomaqnit şkalası müqayisə etdikdə paleomaqnit tədqiqatın dəqiqliyinə fikir vermək lazımdır.

Beləliklə, paleomaqnit stratıqrafiyanın vacib problemlərindən biri paleomaqnit şkalasının ayrılma vahidini tapmaq üçün diaqnostik əlamətlərini axtarmaqdan ibarətdir.

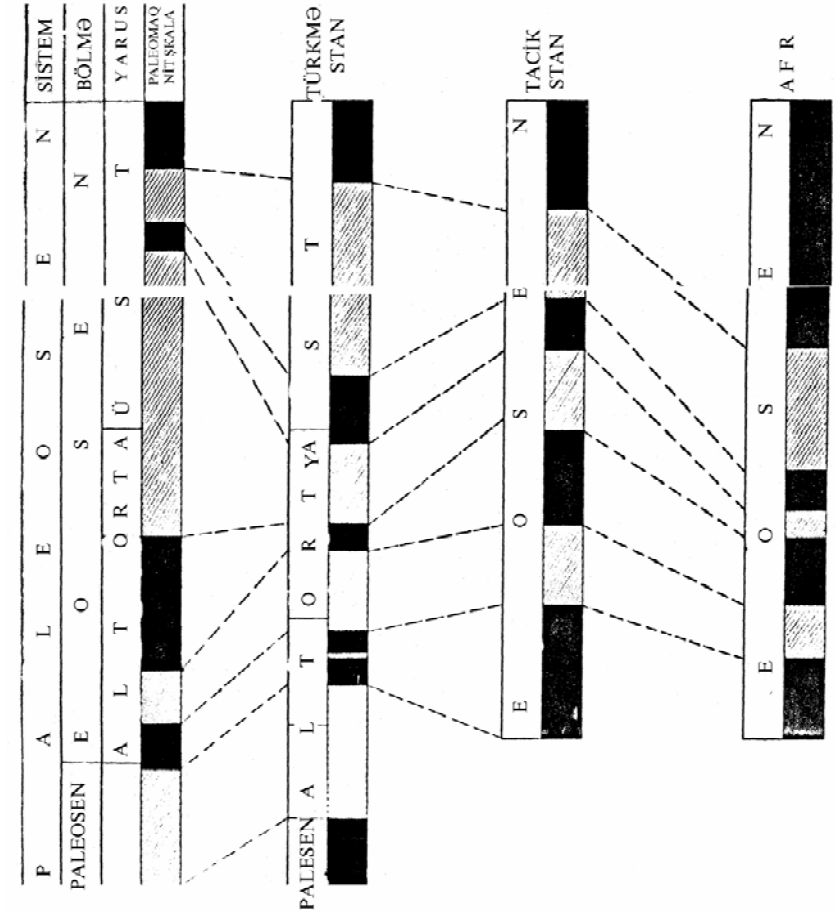
4.6. Azərbaycanın maqnitostatıqrafik şkalasının qurulması

Keçmiş SSSR-də ilk paleomaqnit iş açıq-aydın şəkildə stratıqrafik xarakterə malik idi, çökmə və vulkanogen süxur laylarının yaşlarına görə müqayisəsi və tərkib hissələrinə ayrılması, mineralaşma ərəfəsində geoloji cisimlərin yaşının təyin edilməsi məqsədini güdürdü.

İlk ümumiləşmiş paleomaqnit şkalasının qurulmasına 1965-ci ildə paleozoy hissəsinə A.N.Xramov və başqaları cəhd göstərmişlər. Qafqazda isə T.A.İsmayılzadə və A.Z. Həsənov paleomaqnit tədqiqatlar aparmışlar. Şkalanın mezozoy hissəsinin qurulmasında T.Ə. İsmayılzadənin, K.C. Nəsənovanın, M.İ.İsayevanın işlərini göstərmək olar.

İlk dəfə olaraq Azərbaycan¹²⁸ərazisində paleogen

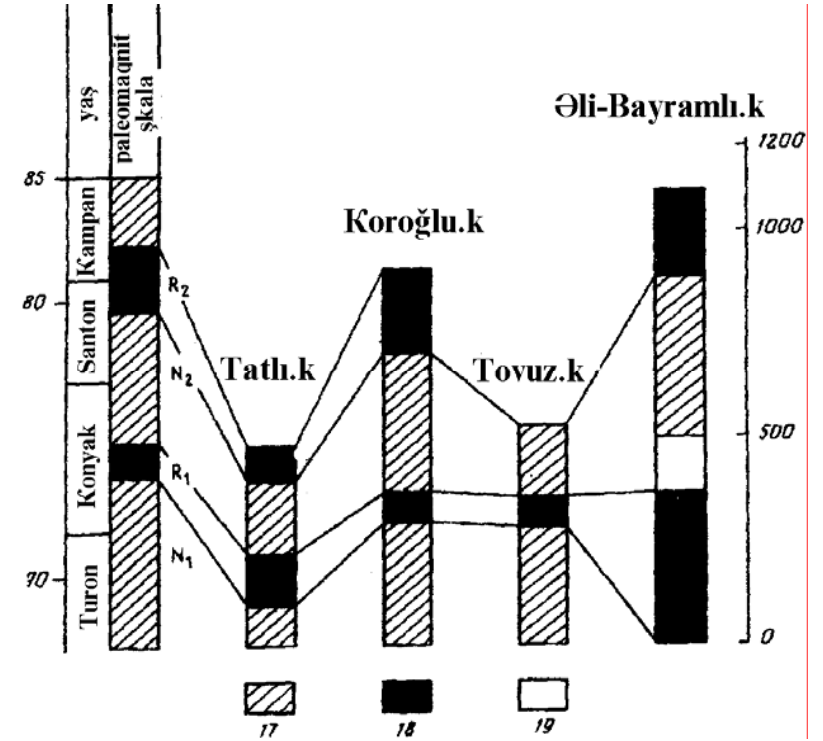
vulkanogen çökmə süxurlarında paleomaqnit tədqiqatlarını Talış və Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində A.Z.Həsənov tərəfindən aparılmış, bu ərazilər üçün istinad maqnit stratiqrafik şkalası qurulmuşdur. İlk olaraq paleosen yarusunu tərkib hissələrinə ayırmış bu sərhədin düzünə maqnitlənən zonanın daxilində olduğunu sübut etmişdir. Qurulmuş istinad paleomaqnit şkalası digər ərazilər üçün qurulmuş paleomaqnit şkalası ilə müqayisə olunaraq, bu ərazilərdən çox uzaqlarda eyni yaşlı süxurlarda Türkmənistan, Tacikistan və AFR-də qurulmuş paleomaqnit şkala ilə müqayisə etdikdə düzünə və əksinə maqnitlənmiş zonaların bir-biri ilə yaxşı uyğunluq təşkil etdiyini görürük (şəkil 39).



Şəkil 39. Azərbaycan ərazisinin paleogen süxurlarının maqnitstratiqrafik şkalasının Türkmənistan, Tacikistan və AFR –in maqnitstratiqrafik şkalası ilə müqayisəsi.

Üst təbaşirin xeyli intervallarının öyrənilmədiyini nəzərə alaraq ilk dəfə 1987-ci ildə A.A.Xələfli tərəfindən bu intervallar öyrənilmiş, maqnitstratiqrafik şkala tərtib edilmişdir. Öyrənilən

kəsilişlərdə konyak-santon süxurları həm düzünə, həm də əksinə maqnitlənmişdir. Düzünə və əksinə maqnitlənən zonalər kəsilişdə qanunauyğun yerləşirlər və müəyyən stratigrafik səviyyələr yaradırlar. Bu tədqiqatların aparılmasında məqsəd, kəsilişləri bu və ya digər paleomaqnit zonalarla tərkib hissələrinə ayırmaq, müqayisə üçün kəsilişlərin sxemini qurmaq və nəhayət, qurulmuş sxemlərin köməyiylə konyak-santon komplekslərinin ümumi kəsilişini yaratmaqdır. Qazax çökəkliyinin konyak kompleksindəki kəsilişlərin hamısında üç paleomaqnit zona müşahidə olunur. Kəsilişlərin alt və üst hissəsi düzünə maqnitlənən zona, orta hissə isə əksinə maqnitlənən zona ilə təsvir olunur. Düzünə maqnitlənən zona konyak çöküntülərinin üst hissəsini əhatə edir. Tatlı, Əlibayramlı və Tovuz kəsilişində bir əksinə maqnitlənən zona ayrılır, bu zonalər bir-biri ilə yaxşı müqayisə olunur (şəkil 40). Əlibayramlı kəsilişindən başqa qalan kəsilişlərdə düzünə maqnitlənən zonalın olması alt konyak çöküntülərinin olmasını sübut edir. Əksinə maqnitlənən zona isə orta konyak çöküntülərinə uyğundur, bəzi kəsilişlərdə stratigraflar bu hissəni üst konyak yarusuna aid edirlər. Ona görə də bu kəsilişlərdə stratigrafik sərhədlər bir - birinə uyğun gəlmir. Üst konyakda ayrılan düzünə maqnitlənmiş zona həm də alt santon yarusuna aid olduğundan bu zonalı hər iki yarus üçün sərhəd zonalı kimi qəbul edə bilərik. Göstəriləndiyi kimi ayrılan zonalərin həcmi və vəziyyəti müxtəlif ərazilər üçün uyğunlaşmır. Bu bizim fikrimizcə, Uerli stratigrafik sxemlərin düzgün olmaması hesabına irəli gəlir. Hər iki yarus üçün ayrılan zonalər dəqiq nişangah rolunu oynaya bilər. Bizim tərəfimizdən ayrılan zonalər Şimali şərq SSSR, Manqışlaq, Fərqanə və Türkmənistanın paleomaqnit şkalası ilə yaxşı müqayisə olunur.



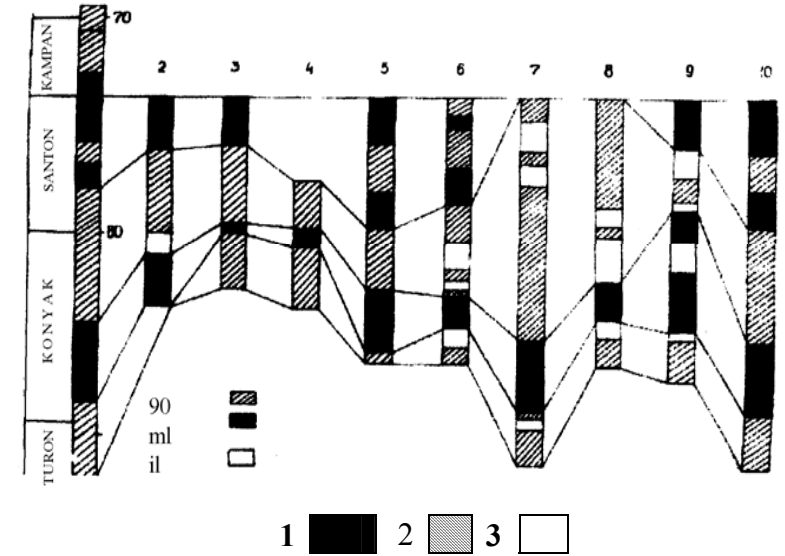
Şəkil 40. Qazax çökəkliyinin Gec təbaşir süxurlarında paleomaqnit kəsilişlərin müqayisəli təhlili.

Beləliklə, konyak-santon yarusları üçün qurulmuş paleomaqnit şkalası bir-birini əvəz edən düzünə və əksinə maqnitlənmiş zonalardan istifadə edərək konyak-santon çöküntülərinin kəsilişlərini müxtəlif ərazilərdə regionlar üçün qurulmuş paleomaqnit şkalaları ilə müqayisə edərək stratigrafik kəsilişdə zonalərin vəziyyətini müəyyənləsdirə bilərik. Kiçik Qafqazın Azərbaycan hissəsi üçün qurulmuş paleomaqnit stratip şkalasının bu ərazilərdən çox uzaqlarda yerləşən bu süxurlarla eyni dövrdə əmələ gələn süxurlarda qurulmuş paleomaqnit şkalası ilə müqayisə edilməsi cəhdi göstərilmiş və müqayisə olunaraq bizim ərazi üçün istinad paleomaqnit şkalası qurulmuşdur.

Kiçik Qafqazın Şərqi hissəsinin konyak-santon paleomaqnit kəsilişlərində süxurların müxtəlif istiqamətlərdə maqnitlənməsinə görə 6 maqnit zonası (şəkil 41) ayrılmışdır, bu bizə vulkanogen çökmə süxurlarında paleomaqnit stratigrafik şkalanın dəqiq sxeminin qurulmasına imkan verir. Konyak santon yarusunda ayrılan zonalar Cəlal /NR/ qiper zonasına aiddir (26 milyon il). Bu şkalanı Azərbaycan ərazisində konyak santon dövrləri üçün istinad şkalası kimi qəbul etmək olar ki, bu yaşlı süxurları tərkib hissələrinə ayırmaq olsun.

Son zamanlar yura dövrü süxurlarında aparılan paleomaqnit tədqiqatların təhlili daha dəqiq əsaslandırılmış, ümumiləşdirilmiş mezozoy şkalası təklif olunmuşdur.

Mezozoy çöküntülərinin paleomaqnit tədqiqatlarının tarixinə varmadan qeyd etmək lazımdır ki, yura dövrünün paleomaqnit tədqiqatların nəticələri Azərbaycan geologiyasının Yer fizikasının IV tomunda ümumiləşdirilmişdir (2). Paleomaqnit tədqiqatların nəticələri çox hallarda öyrənilən kəsilişlərə dəqiq bağlanmışdır. Onu qeyd etmək lazımdır ki, bu kəsilişlərin stratifikasiyası köhnə nəticələrə əsaslanmışdır və öz əksini aşağıdakı topluda tapmışdır. Kiçik Qafqazın Azərbaycan hissəsində orta və üst yuranın kəsilişləri paleomaqnit tədqiqatları ilə daha dəqiq öyrənil



Şəkil 41. Kiçik Qafqazın Gec təbaşir süxurlarında paleomaqnit kəsilişin müqayisəli təhlili: 1.Əksinə maqnitlənən zona; 2.Düzünə maqnitlənən zona; 3.Kəsilişin öyrənilməyən hissəsi.

mişdir.

Bununla əlaqədar olaraq bizim tərəfimizdən əsasən bayos-batın sərhədindən titon da daxil olmaqla kəsilişə baxılmışdır.Təhlil olan kəsilişlərin paleomaqnit xarakteristikaları K.C. Həsənova-nın işindən götürülmüşdür. Kiçik Qafqazın yura çöküntülərinin stratigrafik sxemi A.A.Qasımzadə tərəfindən təklif olunmuşdur. Bu sxem yeni paleontoloji və kompleks biostratigrafik, litostratigrafik, kimyəvi stratigrafik və bundan qabaq mövcud olan nəzərəcarpacaq dərəcədə fərqlənən üsulların nəticələrindən istifadə olunmuşdur. Burada istifadə olunan mezozoyun geoxronometrik şkalası Kiçik Qafqazın maqmatik əmələgəlməli materialları əsasında biostratigrafik nəticələr izotop geoxronometrik yaşının təyini kalibr-qonq üsuluna əsaslanmışdır.

Kiçik Qafqazın¹³⁴Azərbaycan hissəsinin üst bayos-titon əmələgəlmələrindəki kəsilişlərin stratigrafik

dəqiqləşdirilməsi və tərkib hissələrinə ayrılması üçün aparılan paleomaqnit tədqiqatları aşağıdakı nəticələri almağa imkan verir.

Üst bayosda üç paleomaqnit zona ayrılıb: iki zona əks istiqamətdə maqnitlənmiş və kəsilişin alt və üst hissəsində yerləşir, bir zona isə düzünə maqnitlənən zonanadan ibarətdir.

Bat kəsilişində tədqiq olunan kəsilişlərin hamısında iki düzünə və əksinə maqnitlənən zona ayrılmışdır. Aşağı batın alt hissəsi əksinə maqnitlənən zona ilə və batın qalan hissəsi düzünə maqnitlənən zona ilə səciyyələnir. Beləliklə, demək olar ki, bat/bayos əmələgəlmələrinin sərhədi üst bayosun ammonit Parkinson parkinsoni zonasına zonanın alt hissəsi alt bata uyğun gəlir və kəsilməz tərsinə maqnitlənən zona ilə səciyyələnir.

Kelloveydə iki zona ayrılır: Birinci əksinə maqnitlənən zona ilə səciyyələnir və kelloveyin alt hissəsinə uyğundur. Kellovey kəsilişinin qalan hissəsi düzünə maqnitlənən zonaya uyğundur.

Kiçik Qafqazda alt oksford, demək olar ki, yoxdur. Paleomaqnit tədqiqatlar orta və üst oksfordda aparılmışdır. Kiçik qafqaz kəsilişlərində iki zona ayrılır. Birinci zona orta oksforda uyğundur, düzünə maqnitlənmiş zonanadan ibarətdir, ikinci isə üst oksforda aiddir və əksinə maqnitlənən zonanadan ibarətdir.

Kiçik Qafqazın faunalarla səciyyələnən alt kimeric və üst oksford kəsilişləri əksinə maqnitlənən zona kimi xarakterizə olunur. Kiçik Qafqazda dəqiq olaraq üst kimeric çöküntüləri yoxdur və titon çöküntüləri transqresiv olaraq alt kimeric və daha qədim əmələgəlmələrin altında yatır.

Kiçik Qafqazın titon kəsilişlərində beş düzünə və əksinə maqnitlənən zona ayrılır. Öyrənilən kəsilişdə titonun alt hissəsi düzünə maqnitlənən zonanadan ibarətdir, alt titonun üst hissəsinə və orta titonun alt hissəsinə uyğun gəlir. Sonra kəsilişin üst hissəsi düzünə maqnitlənən zona ilə ayrılır və orta titonun orta hissəsinə uyğun gəlir. Sonrakı əksinə maqnitlənən zona ayrılır, orta titonun üst hissəsinə və üst titonun alt hissəsinə uyğun gəlir. Titon kəsilişi düzünə¹³⁵ maqnitlənən zona ilə

qurtarır.

Kiçik Qafqazın orta və üst yuranın kəsilişlərində aparılan paleomaqnit tədqiqatlar daha dəqiq tamamlanmış, istinad paleomaqnit şkalasının qurulması mümkün olmuşdur (şəkil 42). Tədqiqatın nəticələri Kiçik Qafqazın mezozoy əmələgəlmələrinin paleomaqnit şkalasının qurulmasında və paleocoğrafi rekonstruksiyalarda istifadə oluna bilər.

Polyarlığı:

A – Xramov və b., təklif etdiyi şkala 1982;

B – Azərbaycanın istinad kəsilişi.

1 – əksinə maqnitlənmiş zona;

2 – düzünə maqnitlənmiş zona;

3 – kəsilişin öyrənilməyən hissəsi.

Öyrənilən kəsilişlər:

I - Quşçu kəndi.;

VIII - Şuşa düzü;

IX - Pristavlı;

II - Aşağı Daşkəsən kəndi.;

X - Şuşa düzü; XI

Şuşa düzü;

III - Şuşa rayonu dağı.

XII – Xaçbulaq kəndi;

(Zarışlı çayı);

XIII -Kırvakar dağı;

IV – Sarıbaba dağı;

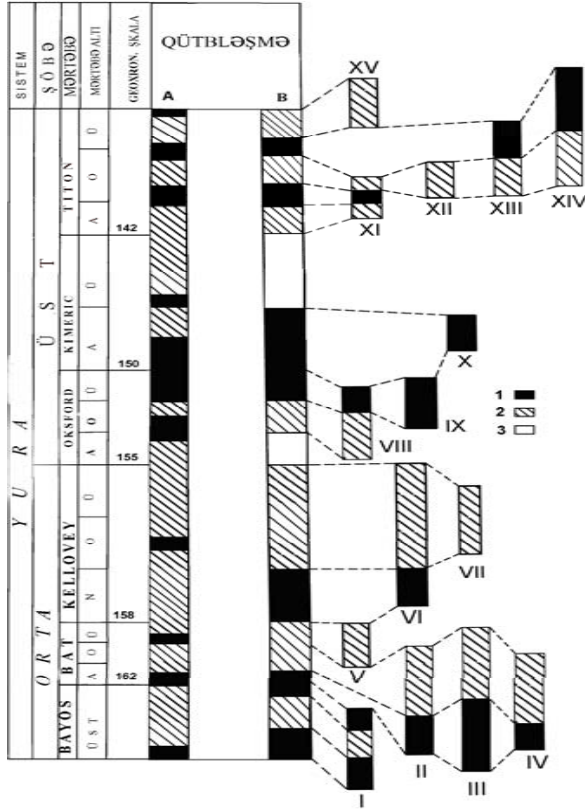
XIV. Qazax-Elçular;

V - Herhan kəndi;

XV – Sarıbaba dağı.

VI - Hamamçay hövzəsi

VII - Sarıbaba dağı.



Şəkil 42 Kiçik Qafqazın orta və üst yura kəsilişlərinin maqnitostatıqrafik məlumatlar əsasında qurulmuş paleomaqnit şkala (Azərbaycan).

4.7. Geomaqnit inversiyanın mümkün mexanizmləri

Geomaqnit inversiyanın əsas sualını onun nəzəriyyəsi həll etməlidir, inversiya geomaqnit dinamo mexanizminin özünə məxsusdur, yoxsa xarici mexanizmlərin təsiri nəticəsində dəyişir. E.Bullard göstərdi ki, bir diskli dinamo istənilən işləmə şəraitində yaratdığı induksiya sahəsinin istiqamətini özbaşına əks istiqamətə dəyişdirə bilməz. T.Rikitaki tərəfindən təklif olunan iki qarşılıqlı bir-biri ilə ¹³⁷bağlı olan diskli dinamo təkcə özbaşına həyacanlanmaqla ¹³⁷bərabər (müəyyən

şəraitdə) qeyristabil halda da ola bilər, bu da həyacanlanmış sahənin həm qiymətini, həm də istiqamətini dəyişdirə bilər. Bu prosesin nəzəriyyəsi diskin

hərəkət tənliyinin və onun elektromaqnit halının həllinə gətirib çıxarır. Beləliklə, geomaqnit dinamo nəzəriyyəsi göstərir ki, özbaşına qütb yerdəyişməsi mümkündür. Lakin bu mexanizmin reallığı sübut olunmayıb, iki diskli dinamo çox sadələşdirilmiş olduğundan mövcud hərəkətin və Yer in nüvəsində yaranan cərəyanların qarşılıqlı təsiri də çox sadələşdirilmiş formadadır.

Koksun modelinə görə inversiya zamanı geomaqnit sahənin dipol hissəsi yox olur, yalnız qeyri, dipol komponenti qalır. Geomaqnit inversiyanın mexanizmini dəqiq təhlil etmək üçün sahənin aşağıdakı xarakteristikalarını aydınlaşdırmaq lazımdır:

1. Geomaqnit sahənin inversiya zamanı və qonşu hissədəki zaman kəsiyində gərginliyinin dəyişməsinə;
2. İversiyanın morfoloqiyasını, yəni sahənin bucaq komponentinin və virtual geomaqnit sahənin kordinatının dəyişməsinin xarakterini;
3. İversiyanın müddəti;
4. İversiyanın başlanma xarakteri və onun qurtarması xəbərçilərin olub - olmaması;
5. İversiya prosesinin zamana görə gedişi: onun simmetrik, yaxud asimmetrik olması;
6. İversiyanın bütün xarakteristikalarının müşahidə məntəqələrinin coğrafi vəziyyətindən asılılığı.

4.8. Geomaqnit inversiyanın morfoloqiyası

İversiyanın morfoloqiyasının öyrənilməsində qoyulan əsas məqsəd geomaqnit sahənin nəzəri məsələlərinin öyrənilməsindən ibarətdir (dinamo nəzəriyyəsi, Yer in nüvəsinin quruluşu və nüvədə gedən proseslər). Bundan başqa eyni ərazidə müxtəlif yaşlı geomaqnit inversiyaların xarakterik cəhətlərini, geomaqnit sahənin zaman və məkandan asılı olmadan inversiya baş verdikdə özünü ¹³⁸aparmasını birlikdə və

təhlil etmək üçün, müxtəlif ərazilərdə eyni yaşlı inversiyalardan alınan nəticələrin müqayisəsi və s. Bunların hamısı iki əsas məsələni izah etmək üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir: a) inversiya zamanı sahənin dipol sahəsi olub, yaxud olmaması; b) hər bir konkret inversiyanın özünə məxsus əlamətə malik olub - olmaması. Bu suallara cavab vermək konkret geoloji məsələlərin həlli üçün çox vacibdir, xüsusilə də stratigrafik məsələlərin həllində.

Məlumdur ki, paleomaqnit stratigrafiya kəsilişlərdə yerləşmiş süxurlarda saxlanıb bu günə qədər gətirilib çatdırılmış ilkin qalıq maqnitlənmə vektorunu paleomaqnit zonalar ayrılmasının köməyi ilə qurulur. Müasir kompleks laboratoriya üsulları böyük inamla tədqiq olunan ərazilərdə ilkin qalıq maqnitlənmə vektorunun qiymət və istiqamətini təyin etməyə və qonşu müxtəlif zonaların sərhədlərini bir-birindən ayırmağa imkan verir. Müxtəlif ərazilərdəki kəsilişlərdə paleomaqnit zonaları müqayisə etdikdə paleomaqnit xarakteristikalar kifayət etmir və litoloji, paleontoloji və s. məlumatlara müraciət etməli oluruq. Ən böyük çətinlik zaman intervallarında baş verir ki, bu intervallara kritik intervallar deyilir: bu intervallarda geomaqnit sahənin qütbləşməsi çox tez-tez baş verir və ardıcıl yerləşmiş paleomaqnit zonaların xarakteristikaları bir-birinə çox yaxındır.

Geomaqnit inversiyanın öyrənilməsi bir neçə baxışa malikdir:

1. Süxurlarda geomaqnit inversiya prosesinin dəqiq yazısının axtarışı və öyrənilməsi;

2. İnversiyanın zamana görə statistik paylanması;

3. Geomaqnit sahənin stabil olmayan dövrlərdə qədim əsrlik variasiyanın amplituda və tezlik xarakteristikasının öyrənilməsi.

İnversiya prosesinin dəqiq yazısını keçid laylarında müxtəlif tip süxurlarda almaq olar, buraya qitələrdəki və okean dibindən götürülən süxurlar, o cümlədən effuziv və intruziv süxurlar daxildir. İnversiya dövrü keçid zonalarında geomaqnit sahənin özünü¹³⁹ aparması bəzi faktorların

birlikdə baş verməsi zamanı mümkündür, bunların hər biri bir-birindən asılı olmayan proseslərlə əlaqədardır. Buraya daxildir, bərabər və tez çökmə, süxurların (yaxud lava axımının) əmələ gəlməsi, yaxud sahənin dəyişməsi; şəraitin olması ilkin qalıq maqnitlənmənin istiqamətinin saxlanmasını təmin etməlidir, nəhayət, ikinci maqnitlənmənin olmaması üçün təsir edən amillərin olmaması vacibdir. Çökmə və vulkanogen süxurların əmələ gəlməsində olan fasilələr düzünə və əksinə maqnitlənən zonaların axtarılması və qeyd edilməsində müvəffəqiyyət qazana bilmir. Bundan başqa inversiyanın baş vermə müddəti nisbətən kiçik olduğundan (10^3 - 10^4 il), inversiya haqqında dəqiq yazı almaq kifayət qədər çətinidir.

Çoxlu sayda paleomaqnitoloqların cəhdləri ona yönəldilib ki, müxtəlif yaşlı süxurlarda bu keçid zonalarını aşkar etsinlər və inversiya zamanı sahənin özünü necə aparmasını müəyyən edə bilsinlər. Müxtəlif mənşəli maqmatik axınların, intruziyaların çökmə süxurlarının kəsilişlərdə düzünə və əksinə maqnitlənən keçid zonaları Avropada, Asiyada, Avstraliyada, Şimali Amerikada və Sakit, Atlanik və Hind okeanı ərazisində öyrənilir. Bu tədqiqatların nəticələri inversiya zamanı geomaqnit sahənin dəyişməsinə xarakterizə etdiyindən, inversiya zamanı geomaqnit sahədə hər hansı bir dəyişikliyin mövcud olduğunu təyin etmək üçün istifadə etmək olar. Keçid zonalarını tədqiq etmək üçün (nəşr olunan məlumatlara əsasən) kəsilişdə arasıkəsilməz nümunələr götürülməlidir.

Aşkar olunan qütbləşmə zonalarında sahənin dəyişməsinin doğruluğu nəticələrin oxşarlığı ilə təyin olunur, bu müxtəlif ərazilərdən toplanmış müxtəlif tərkibə malik müxtəlif tektonik şəraitlərdə əmələ gəlmiş süxurlarda aparılır.

4.9. Mezozoy inversiyası

Mezozoyun əvvəlində inversiyaların sayı daha çoxdur, sahələrin istiqamətinin dəyişməsi çox tez-tez baş verir. Cavan qütbləşmədə geomaqnit sahənin qütbləşməsi paleozoy-mezozoy qütbləşməsində müşahidə olunan qütbləşmə növü kimidir. Gec təbaşir¹⁴⁰ geomaqnit sahəsinin

müşahidə olunur;

3. İnversiyanın davametmə müddəti $1 \cdot 10^3$ – dən $2 \cdot 10^5$ qədər olur;

İnversiya prosesi zamanı geomaqnit sahənin dəyişməsinə aşkar olunan qanunauyğunluq, əsasən keyfiyyət xarakteri daşıyır nəinki, kəmiyyət.

V FƏSİL PALEOMAQNİT ÜSULLA HƏLL OLUNAN TEKTONİK MƏSƏLƏLƏR

Geologiyada istənilən tektonik hərəkətlər onun nəticəsi ilə öyrənilir, yəni kütlənin nisbi və mütləq hərəkəti ilə. Bu yerdəyişməni müəyyən etmək üçün kütlənin ilkin vəziyyətini bilmək lazımdır. Bunun üçün ən etibarlı istinad suyun səviyyəsi, yaxud üfqi yatan layın səthi ola bilər. Ona görə də ən yaxşı şaquli hərəkətlər və qırıqlıqlar öyrənilmişdir. Nisbi üfqi hərəkəti öyrənmək çox çətindir, bunun üçün layların kəsilişlərdə yaxşı təbəqələşməsi vacibdir. Adi geoloji tədqiqatların köməyi ilə nisbi və mütləq üfqi fırlanmaları və mütləq üfqi yerdəyişmələri, yəni coğrafi şəbəkəyə görə yerdəyişmələri, demək olar ki, təyin etmək mümkün deyil.

Tektonik hərəkətləri öyrənmək üçün paleomaqnit tədqiqatların əhəmiyyəti onunla müəyyən olunur ki, məhz buna görə də paleomaqnit tədqiqatlar üfqi yerdəyişmələri təyin etməyə imkan verir, beləliklə, tektonik quruluşlarda buraxılan məcburi boşluq doldurulmuş olacaq.

Paleomaqnit üsulla üfqi tektonik hərəkətin öyrənilməsi iki fakta əsaslanıb. Birinci paleomaqnit sahənin kəsilməzliyi (qitələr miqyasında sahənin dipol sahə olmasıdır) və süxurların yaddaşında geomaqnit sahənin təbii qalıq maqnit sahəsinin komponenti kimi izinin olmasıdır, bunu ayırmaq olar və süxurların əmələ gəldiyi müəyyən mərhələləri müqayisə etmək olar. İkinci fakt geomaqnit inversiyanın mövcud olmasıdır, geoloji keçmişdə süxurların yaddaşında düzünə və əksinə maqnitlənən zonaların dəyişməsi kimi müntəzəm olaraq təkrar olunur.

Beləliklə, demək olar ki, istənilən süxur kütlələrinin fırlanması ilə baş verirsə, mütləq maqnit vektorunun həmin bucaq qədər fırlanmağa məcbur edəcəkdir (yəni süxurların yaddaşına həkk olunmuş təyin etdiyimiz paleomaqnit vektoru).

Kütlələrin en dairələri boyunca hərəkəti öz növbəsində paleomaqnit¹⁴⁴ əyimliklə təyin olunan

qədim en dairələrinin müasir en dairələrlə uyğunsuzluğuna gətirib çıxarır. yerdəyişmə deformasiyası və litosferin genişlənmə prosesi düzünə və əksinə maqnitlənən zonaların sərhədlərinin izoxronun şəklini dəyişir.

Elə ona görə də paleomaqnit üsul müxtəlif miqyaslarda baş verən üfiqi tektonik hərəkətlərin, qırışıqların əmələ gəlmə proseslərinin, qırışıqlıq zonalarında və ada qövslərində, üfiqi deformasiyaların, qitələrin direyfinin və okean dibinin genişlənməsi prosesinin öyrənilməsinə cəlb oluna bilər.

Beləliklə, paleomaqnit üsulla həll olunan tektonikanın məsələsi təbii olaraq lokal, regional və qlobal hissələrinə ayrılır. Qoyulan məsələnin bu və ya digər kateqoriyaya ayrılması aşağıdakı əlamətlərinə görə aparılır.

Lokal məsələlər. 1.Süxur bloklarının ölçüsü bir neçə on kilometrədən böyük deyil; 2.Bloklar bütöv də hərəkət edə bilər, yaxud da deformasiya olunur; 3.Blokların yerdəyişməsi Yer səthinə paralel olması vacib deyil, kütlənin fırlanma oxunun istiqaməti istənilən ola bilər; 4. Paleomaqnit məlumatlar yalnız bir, çoxda böyük olmayan geoloji zaman intervalına aid edilir; 5. Kifayətdir ki, ayrılan I_n komponentinin deformasiya olunma yaşını sübut edə; 6.Blokun sərhədləri hüdudunda paleomaqnit sahə bircinslidir; 7.Nəticələrin təhlili paleomaqnit istiqamətə əsaslanıb (I_n - nin ayrılan komponentin istiqamətinə); 8. Yalnız nisbi hərəkətlər təyin olunur.

Regional məsələlər. 1. Blokun ölçüləri yüz kilometrədir; 2.Blokların bərk və sərt olması vacib deyil, deformasiya bütün ərazidə paylanır; 3.Yerdəyişmə yalnız Yer səthinə paralel olaraq dəyişir, ardıcıl olaraq fırlanma oxu Yer mərkəzindən keçir; 4.Adətən paleomaqnit məlumat iki-üç (nadir hallarda daha çox) period üçün olur; 5. Bəzi məsələlər üçün I_n -nin ayrılan komponentinin dəqiq yaşı tələb olunursa, digər məsələlərin həllində onun qırışıqlıqdan əvvəl yaşa malik olmasını sübut etmək kifayətdir; 6.Paleomaqnit sahə blok hüdudlarında praktiki olaraq bircinslidir; 7.Alınan nəticələrin təhlili paleomaqnit qütbə, həm də paleomaqnit¹⁴⁵ istiqamətə görə aparıla bilər; 8.Formanın dəyişməsi, fırlanma, en dairələri üzrə

yerdəyişmə məsələlərinin həlli zamanı hərəkətin nisbi mütləq qiyməti (coğrafi şəbəkəyə nisbətən) tədqiq olunur; 9.Tədqiq olunan hərəkətin amplitudu geniş hüdudda dəyişir.

Qlobal məsələlər. 1.Blokların ölçüsü min kilometrədir; 2.Bloklar möhkəmdir, onların formasının və ölçülərinin dəyişməsi blokların qırılması və bir-biri ilə birləşməsi zamanı baş verir; 3.Blokların yerdəyişməsi yalnız Yer səthinə paralel baş verir, fırlanma oxu Yer mərkəzindən keçir; 4.Böyük geoloji zaman intervalları üçün paleomaqnit nəticələr az çox bərabər olmalıdır; 5.Süxurlarda ayrılan maqnitlənmə vektorunun komponentlərinin dəqiq yaşı məlum olmalıdır; 6.Blokun hüdudlarında paleomaqnit sahə nəzərəcarpacaq dərəcədə dəyişir; 7.Paleomaqnit üsulu ilə həll olunan əsas məsələlər: en dairələr boyunca yerdəyişmələr, blokların qarşılıqlı vəziyyətinin təyini; 8.Tədqiq olunan hərəkətin amplitudası min kilometrədir, adətən mütləq yerdəyişmələr təyin olunur.

5.1. Paleomaqnit üsulla tektonik məsələlərin həll olunma prinsipləri

Yeni qlobal tektonikaya əsasən, yaxud hərəkət edən plitələrin konsepsiyası, məlumdur ki, üç hadisə üzərində qurulur: okean dibinin genişlənməsi, qitələrin dreyfi və plitələrin toqquşması üstəgəlmələrlə müşayiət olunan, qırışıqlıq qurşağın və ada qöflərinin yaranmasına və onların deformasiyaya məruz qalması ilə müşayiət olunur. Bu hadisənin qiymətləndirilməsi paleomaqnetizm paleomaqnit tədqiqatlarından sonra mümkün olmuşdur.

Qlobal tektonik məsələləri həll etmək üçün iki tamamilə bir-birindən asılı olmayan paleomaqnit üsul mövcuddur: o imkan verir ki, okean dibinin genişlənməsinin sürətini, hadisənin vaxtını və geoloji keçmişdə litosferin kontinental bloklarının yerləşmə vəziyyətini və rekonstruksiya etməyə imkan verir.

Birinci paleomaqnit üsul¹⁴⁶ (tarixi olaraq ikinci) geomaqnit sahənin¹⁴⁶ inversiyasına

söykənir: bu okean dibinin aktiv genişlənən qata əsaslanır (61-ci paraqrafa bax). Yaşı təyin edilmiş süxurlardan alınan nəticələrin köməyiylə qurulmuş geomaqnit sahənin inversiyasının xronoloji şkalasını quraraq, okean anomaliyasının hər zolağının zamanla əlaqəsini qurmaqla okean dibinin izoxron aparmaqla və bununla okean dibinin inkişaf tarixini və bununla əlaqədar qitələrin litosfer plitlərinin dreyfini rekonstruksiya etmək olar.

İkinci üsul paleomaqnit qütbün fərz olunan miqrasiyasına söykənir, mərkəzi dipol oxu prinsipinə uyğun olaraq Yer in fırlanma oxuna nisbətən dreyf prosesini, litosfer blokların vəziyyətinin dəyişməsinə əks etdirməkdən ibarət dir. Müxtəlif blokların paleomaqnit qütblərini Yer in fırlanma oxu qütbü ilə birləşdirərək, bu blokların vəziyyətini istənilən epoxaların qütblərinə nisbətən təyin etmək olar, epoxadan - epoxaya qədər dəyişməni izləməklə qitələrin bloklarının qarşılıqlı yerləşmələrini rekonstruksiya etmək olar.

Regional və lokal tektonik məsələləri həll etmək üçün paleomaqnit tədqiqatları tətbiq etməklə, yəni qırıqlıq əyalətlərində ada qövlərində lokal strukturlarda bununla əlaqədar olan deformasiyaların öyrənilməsi sadə və şübhəsiz əsasa malikdir, geoloji əmələgəlmələrin istənilən deformasiyası geomaqnit sahədə qalıq maqnitlənməni əldə etdikdən sonra bu əmələ gəlmələrdə daşlaşmış paleomaqnit istiqaməti həmin çür deformasiyaya məruz qoyacaqdır. Belə məsələlərin həlli deformasiya olmuş və dəyişmiş kütlələri elə vəziyyətə gətirirlər ki, paleomaqnit istiqamətlər paralel vəziyyətə gətirilsin.

Mərkəzi oxlu dipol modeli yuxarıda göstərilirdi kimi tektonikanın qlobal məsələsinin əsasını təşkil edir. Geomaqnit sahə iki sahənin cəmi kimi baxılır - əsrlik variasiya sahəsi və paleomaqnit sahəsi. Əsrlik variasiya (geoloji zaman yerdəyişməsində) tez dəyişir və onun orta inteqral qiyməti bir neçə on, yaxud yüz illər ərzində sıfıra bərabərdir. Paleomaqnit sahə dipol sahəsidir (düzünə, yaxud əks istiqamətli), Yer in mərkəzində yerləşir və yer in fırlanma oxu istiqamətindədir.

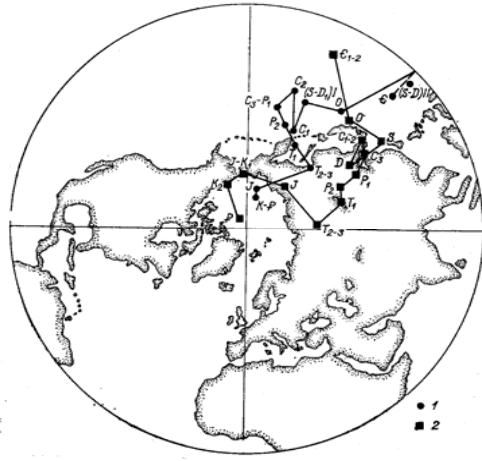
5.2. Paleomaqnit qütbün miqrasiyasının trayektoriyası

Mərkəzi dipol prinsipinə uyğun olaraq paleomaqnit istiqamətin Yer qabığının istənilən yerində dəyişməsi lokal, regional və qlobal tektonik hərəkətlərin izidir. Buna görə də paleomaqnit qütbün trayektoriyası ümumilikdə götürüldükdə coğrafi qütbün Yer üzərində onun həqiqi izi deyil, ona görə də buna qütbün fərz olunan miqrasiyası deyilir. Buna baxmayaraq üfiqi tektonik hərəkəti, xüsusilə qlobal hərəkət zamanı qütbün fərz olunan hərəkətini göstərmək sadə və göz qarşısında olması çox rahatdır. Yer qabığında blokların trayektoriyalarının belə müqayisəsi o saat bu nisbi bloklar arasında horizontal hərəkətlərin miqyası, onun xarakteri və baş verdiyi zaman haqda fikir söyləməyə imkan verir və paleotektonik (qlobal regional) rekonstruksiya etmə zamanı birinci vacib mərhələ olur.

Qütbün fərz olunan yerdəyişməsinin trayektoriyasını şimal quru hissələri üçün şimal, yaxud sakit okean ($\lambda=90\div 270^\circ$) xəritəsində qurmaq əlverişlidir, haradakı şimal qütbü gec kembriyə və fanerazoyda yerini dəyişdirmişdir. Qondvanın qitə və sub qitələri (Cənubi Amerika, Afrika, Hindistan, Avstraliya və Antarktida) cənub qütbün yerdəyişməsinin müqayisəsi üçün daha əlverişlidir.

5.3. Əsas plitələr üçün paleomaqnit qütbün miqrasiyası

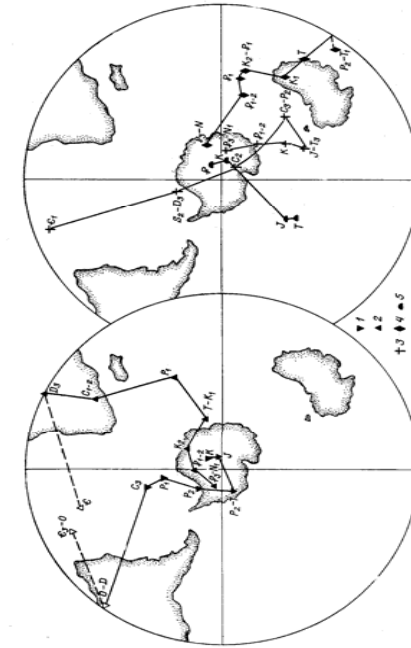
Şimal yarımkürəsinin Şimali Avropa, Şərqi Sibir, və Şimali Amerika qitənin hissələrinin maqnit qütblərinin yerdəyişməsinin trayektoriyasına baxaq (şəkil 44). Bu yerdəyişmələr özünə məxsus hörumçəyəbənzər şəkildə oxşayır. Bu onu göstərir ki, plitələrin müasir yerləşməsi qədim dövrlərdə baş verən üfiqi hərəkətlərin nəticəsidir. Paleomaqnit qütbün



Şəkil 44 Şimal qitələri üçün qütbün fərz olunan yerdəyişmə trayektoriyası: 1.Avrropa; 2.Amerika.

sadə yerdəyişməsinin zəminində Sakit okeanın ekvator əyalətindən şimala doğru bir neçə ilgək ayrılır: Şimali Amerika üçün gec trias paleogen və kembiri-silur üçün, Şimali avropa üçün eyni zamanda devon dövrü – orta karbon üçün, həmçinin Şərqi Sibir ordovik devon dövrləri üçün. Bu ilgəklərin vəziyyəti geoxronoloji şkaladan aydınca görünür ki, litosfer plitələrin hərəkətinin xarakterinə və istiqamətinə uyğunlaşdırılmışdır.

Qütbün fərz olunan yerdəyişməsi cənub qitələrinin (şəkil 45) trayektoriyaları üçün şimal qitələrininkindən nəzərə çarpacaq dərəcədə, hər şeydən əvvəl böyük amplituda ilə fərqlənilir, xüsusilə ilkin paleozoy hissəsində cənub materiklərin, Hindistan və Avstraliya qitələrinin böyük miqyasda yerdəyişməsində özünü göstərir. Çox da böyük olmayan litosfer blokların yerdəyişmə trayektoriyası qırıxıqlıq qurşağın forması yüksək mürəkkəbliyi ilə fərqlənilir, bu da regional və lokal üfiqi hərəkətlərin olması ilə əlaqədardır.



Şəkil 45. Cənub qitələri üçün qütbün fərz olunan yerdəyişmə trayektoriyası: 1.Cənubi Amerika; 2.Afrika; 3.Avstraliya; 4.Hindistan; 5.Antarktida.

5.4. Qarşılıqlı yerləşmiş iki qitənin rekonstruksiyası

Paleomaqnit təyin etmələr qarşılıqlı yerləşmiş nöqtələrin qədim en dairələrinə və qütbə nisbətən vəziyyətini, həmçinin meridianlara görə ərazinin yerləşdiyi yeri verir. Paleomaqnit məlumatlara əsaslanaraq deyə bilərik ki, eyni bir epoxa üçün heç bir üsulla həmin dövr üçün nöqtələr arasında uzunluq dairələrinin fərqi təyin edə bilmərik, əgər bu nöqtələr müxtəlif qitələrə (plitələrə, bloklara) aiddirsə və sonradan qarşılıqlı yerdəyişməyə məruz qalıblarsa. Onda bu məsələ o vaxt həll oluna bilər ki, bu blokların keçmişdə bir bloka, yaxud bir plitəyə mənsub olduğu məlum olsun, yəni müəyyən zaman intervalında onların qarşılıqlı vəziyyəti dəyişməyib. Bu məsələni həll etmək üçün iki üsul var, biri İrvinq üsulu

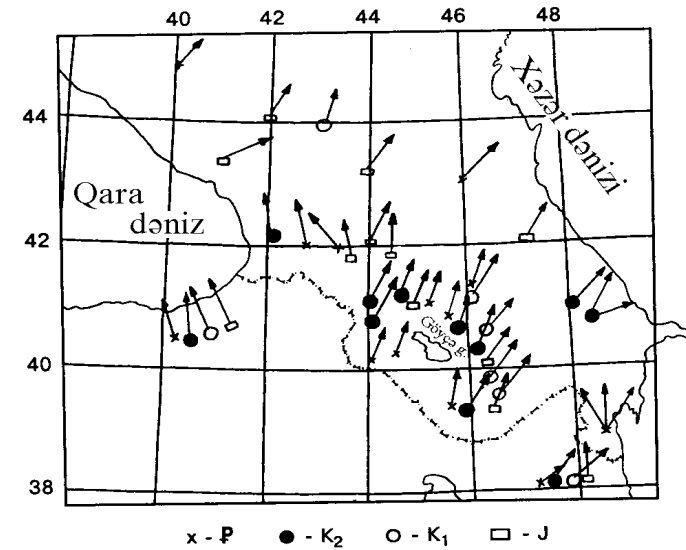
bağlanmasının paleomaqnit üsulla rekonstruksiyası bu tədqiqatlar qurşağın əmələ gəlmə tarixini dərk etmək və geoloji kəşfiyyat işləri üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu baxımdan Qafqaz qırışıqlıq qurşağı paleomaqnit nöqtəyi-nəzərdən ən yaxşı öyrənilən ərazilərdəndir.

Qafqazın Azərbaycan, Gürcüstan və Ermənistan ərazisində aparılan paleomaqnit tədqiqatların nəticəsinə əsasən bütün tektonik inkişaf tarixini bir neçə etapa bölmək olar. Birinci etap triasa qədər olan etapdır ki, bu etap triasin sonunda qurtarır. İkinci etap bütün mezozoy erasını və paleogenin çox hissəsini əhatə edərək müasir vəziyyətinə gəlib çıxır.

Keçmiş SSR-də buraxılan kataloqda Kiçik Qafqaz üzrə kifayət qədər təyin olunmuş paleomaqnit istiqamətin və qütbün qiymətləri dərc olunmuşdur. Eyni yaşlı paleomaqnit təyin olunmalar hər bir tektonik vahidlər üçün qruplaşdırılaraq qədim qütbün orta qiyməti hesablanmışdır (şəkil 48).

Kiçik Qafqazın yura dövrü üçün tektonik rekonstruksiyası zamanı qonşu ərazilərlə bərabər Türkiyə, İran və Dağıstan üçün təyin olunan paleomaqnit qütblərin qiymətindən istifadə edərək ərazinin fırlanma və yerdəyişmə hərəkətində iştirak etdiyi öyrənilmişdir və aşağıdakı kinematik parametrlər təyin edilmişdir: saat əqrəbi istiqamətində fırlanma hərəkəti, saat əqrəbinin əks istiqamətində, üstünlük təşkil edən fırlanma hərəkəti, həmçinin ərazinin şimala, yaxud cənuba yerdəyişməsi təyin edilmişdir.

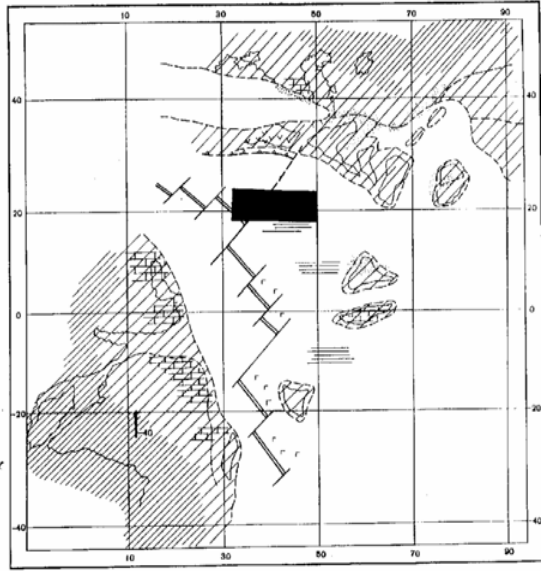
Dağıstan Alp qırışıqlıq qurşağının şimal sərhədində yerləşib və Ərəbistan sintaksisinin struktur qövsündən çox uzaqda yerləşib. Dağıstan yuxarı qalxmış kənarları Skif platforması tərəfindən əzilərək qırışıqlığa məruz qalmış qum daşları ilə təsvir olunub, Türkiyə və İran Alp qırışıqlıq qurşağının cənub sərhədində yerləşib. İranın qərb hissəsi Ərəbistan sintaksisinin struktur qövsündə yerləşib. İran və Türkiyə yuxarı qalxmış, əzilərək qırışıqlıqlarla təsvir olunan cavan oliqosen yaşlı vulkan əmələgəlmələri ilə təqdim olunmuşdur.



Şəkil 48. Kiçik Qafqazın və qonşu ərazilərin kəsilişlərindəki mezokaynozoy süxurlarında paleomaqnit istiqamətlərin paylanması.

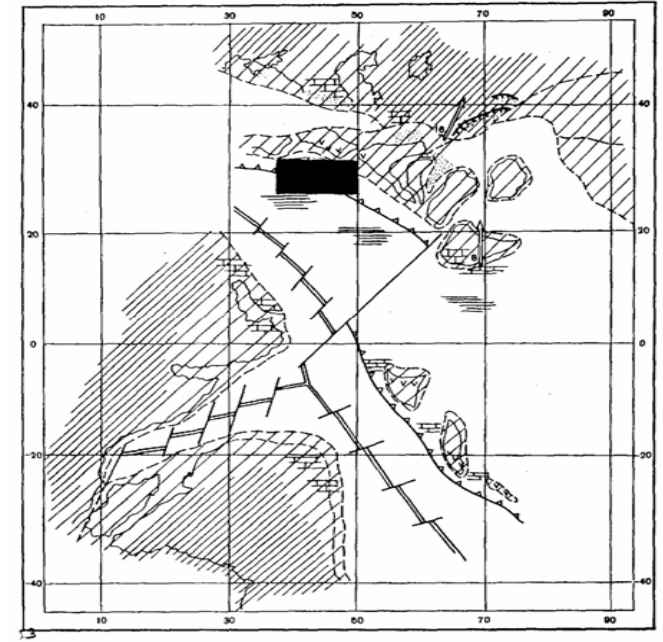
Yura dövrü üçün aparılan paleomaqnit tədqiqatların nəticələrinin təhlili göstərdi ki, bu dövrdə Azərbaycan ərazisi 20° şimal en dairəsində yerləşmiş, indi isə 40-42° şimal en dairəsində yerləşdiyi en dairədən 20-22°, yəni indi yerləşdiyi ərazidən 2200-2300 ± 300 km cənubda yerləşmişdir (şəkil 49).

Belə nəticəyə gəlmək olur ki, orta yura dövründən indiki dövrə qədər, yəni 160 mln. il ərzində ərazinin şimala doğru hərəkət sürəti ildə 1,3-1,5 sm olmuşdur.



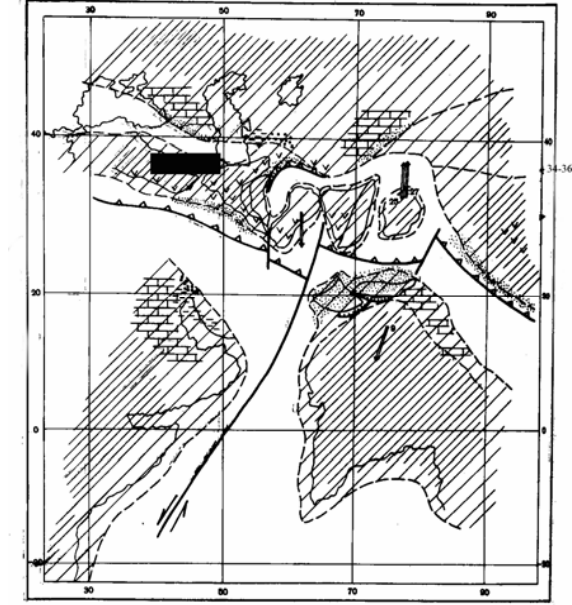
Şəkil 49. Yura dövrü üçün Tetisin şərq hissəsinin paleotektonik rekonstruksiyası (İ.N.Sborşikova görə).

Tez təbaşir dövrü ərazi 25-27° şimal en dairəsində olmuş üfiqi tektonik hərəkətlər nəticəsində şimala doğru yerdəyişmənin sürəti ildə 1,1-1,2 sm olmuşdur (şəkil 50).



Şəkil 50. Tez təbaşir dövrü üçün Tetisin şərq hissəsinin paleotektonik rekonstruksiyası (İ.N.Sborşikova görə) (117).

Gec təbaşir dövrü isə ərazi 30-32° şimal en dairədə olmuş, üfiqi yerdəyişmə 8-10° olmuşdur, yəni 1230-1250 km, bu dövrdə illik üfiqi yerdəyişmənin sürəti 1,5-2 sm olmuşdur (şəkil.51).



Şəkil 51. Gec təbaşir dövrü üçün Tetisin şərq hissəsinin paleotektonik rekonstruksiyası (İ.N.Sborşikova görə) (117).

Paleogen dövründə tədqiq olunan ərazi $34-36^\circ$ şimal en dairəsində yerləşmiş indiki vəziyyətini almaq üçün cənubdan şimala doğru 700-800 km yerini dəyişərək müasir vəziyyətini almışdır, illik üfiqi yerdəyişmə sürəti 1,6-1,8 sm olmuşdur (şəkil 52).

Qafqaz ərazisi üçün alınan paleomaqnit qütbün koordinatlarını Gürcüstan, Ermənistan, Türkiyə, İran və Dağıstan ərazisində təyin olunan nəticələr Rus platformasının nəticələri ilə müqayisə olunmuşdur. Dərc olunan məqalələrdə nəticələritəhlil edərək belə qənaətə gəlinib ki, Dağıstan ərazisi hazırda Kiçik Qafqazdan 2° şimalda yerləşməsinə baxmayaraq yura dövründə bunlar arasında məsafə 10° , yəni

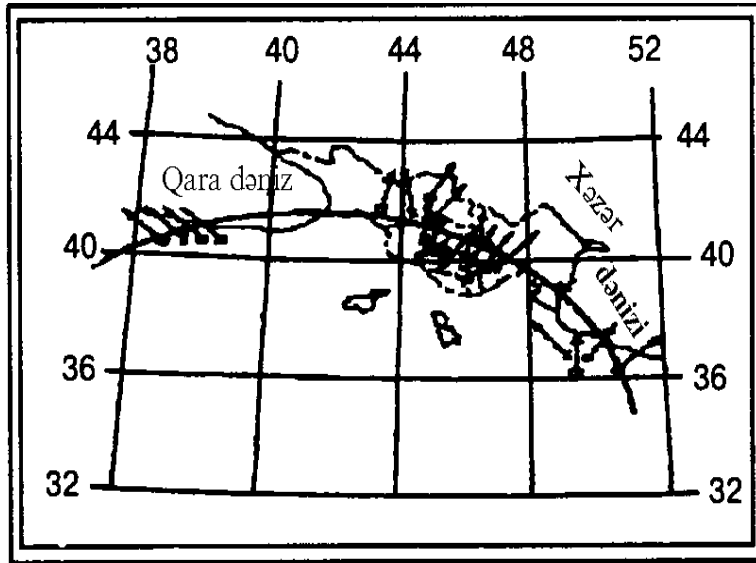
Şəkil 52. Paleogen dövrü üçün Tetisin şərq hissəsinin paleotektonik rekonstruksiyası (İ.N.Sborşikova görə).

1100 km təşkil edirdi, gec təbaşirdə isə bu məsafə 8° , yəni 880 km olmuşdur, bunların hamısı göstərir ki, Kiçik Qafqazın ərazisi, nə də Dağıstanın ərazisi yura dövründə indiki kimi nə Avroasiya plitəsilə, nə də Ərəbistan plitəsinə məxsus olmamışdır, yəqin ki, Qafqaz meqazonasını başqa litosfer plitəsi kimi təsvir etmək olar və Avroasiya və Afrika qitəsi arasında yerləşmiş və hər iki plitədən nəzərəcarpacaq dərəcədə uzaq məsafədə olmuşdur. Tez təbaşir dövrü ərazinin şimala doğru yerdəyişmə sürəti bütün dövrlərdəki sürətdən kiçik olmuşdur. Belə güman etmək olar ki, bu dövrdə Qafqaz plitəsi şimala doğru hərəkəti zamanı başqa plitələrlə toqquşduğundan sürətini azaltmış və paleogen dövründə bu ərazi ilə Rus platforması arasında olan məsafə 6° , yəni 700-800 km olmuşdur və illik hərəkət sürəti 1,6-1,8₁₅₈ sm-ə çatmışdır.

Ərazi üçün, eyni yaşlı strukturaların müxtəli f

угляриндян əldə olunan paleomaqnit məlumatların təhlili, paleomaqnit xarakteristikaların belə müxtəlifliyə malik olmasını tektonik hərəkətlər hesabına olduğunu sübut edir.

Kiçik Qafqazın və qonşu əyalətlərdə mezokaynozoy əmələgəlmələrində paleomaqnit tədqiqatlarından alınan məlumatlara əsasən belə nəticəyə gəlinib ki, paleogəndən sonra Kiçik Qafqaz, İran, Dağıstan 23-30° saat əqrəbi istiqamətində Türkiyə isə 30-40° saat əqrəbinin əks istiqamətində dönmüşdür, həmin dövr ərzində ərazi şimala doğru hərəkət edərək Kiçik Qafqaz qövsünü yaratmışdır (şəkil 53).



Şəkil 53. Kiçik Qafqazın və qonşu ərazilərin qöfsvari əyilməsinin paleomaqnit üsulu ilə sübutu.

ƏDƏBİYYAT

1. Палеомагниталгия Храмоа А.Н., Гончаров Г.И. и др. М.: Недра, 1982, 312 с.
2. Палеомагнетизи. Храмоа А.Н., Шолпо Л.Е. М.: Недра, 1967, 250 с.
3. Использование магнетизми горных пород для решения геологических а задач. Шолпо.Л.Е. Издательство «Недра» 1977, 183
4. Земной магнетизм. Яновский Б.М. Издательство Ленинградского Университета, 1978, 587с.
5. Магнетизм горных пород. Нагата Т. Москва Мир.: 1965, 340с.
6. Палеомагнетизм эвгеосинклинальной зоны южного урала. Минибаев Р.А. Уфа, 1986, 140с.
7. Методы палеомагнитных исследований горных пород. Белоконь В.И., Кочегура В.В., Шолпо Л.Е. М.: Недра, 1973, 232с.
8. Палеомагнетизм сборник статей Москва.: Издательство Иностранной литературы, 1962, 404с.
9. Хələfli А.А. Kiçik Qafqazın şərq hissəsinin üst təbəşir süxurlarının paleomaqnetizmi. Bakı Universitetinin nəşriyyatı., 1998, 251s.
10. Халафлы А.А. Палеомагнетизм и проблемы сдвиговых деформации Малого Кавказа Баку, Тахсил, 2006, 205 с.

MÜNDƏRİCƏT

FƏSİL I	İşdə qəbul olunan şərti işarələr	3
	Paleomaqnetizmin fiziki əsasları	6
1.1	Maqnetizm haqqında ümumi anlayış	8
1.2	Maqnitli cisimin potensialı	8
1.3	Maqnit sahəsi	10
1.4	Sabit maqnit	11
1.5	Maqnetiklər	12
1.6	Maqnit dipol anlayışı	14
1.7	Cərəyan keçən sistemlərin qarşılıqlı təsiri	14
1.8	Yerin maqnit sahəsi	15
1.9	Yerin maqnit sahəsinin elementləri	19
1.10	Cisimlərin əsas maqnit xassələri	22
1.11	Daşıyıcı minerallar və əmələgəlmə şəraiti	26
1.12	Yerin maqnit sahəsinin strukturu	38
1.13	Yerin maqnit sahəsinin əsrlik variasiyası və onun xüsusiyyətləri	41
1.14	Yerin maqnit sahəsinin analitik təsviri	45
1.15	Maqnitlənmənin növü və maqnit halı	45
1.16	Süxurlarda ferromaqnit mineralların maqnit həssaslığı	50
1.17	Elastik gərginlikli maqnit anizotropiyası	56
1.18	Formaya görə anizotropiya	57
1.19	Təzyiqin qalıq maqnitlənməyə təsiri	58
1.20	Normal (izotermik) maqnitlənmə	59
1.21	İdeal maqnitlənmə	64
1.22	Temperatur maqnitlənmə	65
1.23	Vyazki (zamana görə) maqnitlənmə	67
1.24	Kimyəvi maqnitlənmə	69
1.25	İstiqamətlənmiş maqnitlənmə	70
1.26	Dinamik maqnitlənmə	71
1.27	Süxurların təbii qalıq maqnitliyi	72

1.28	Qalıq maqnitlənmənin stabilliyi	80
1.29	Süxurların paleomaqnit stabilliyi	88
1.30	Birinci və ikinci maqnitlənmə	90
1.31	Qalıq maqnitlənmənin stabilliyi	91
1.32	Süxurların paleomaqnit stabilliyi və I_n -nin əhəmiyyəti	93
1.33	Süxurlarda əksinə maqnitlənmənin əmələ gəlməsi problemi	95
1.34	I_n vektorunun Fişer paylanması funksiyasının gös tərlmə üsulları	99
FƏSİL II	Paleomaqnit tədqiqatlar üsulu, texnikası və geoloji hədəflərin öyrənilməsi prinsipləri və istiqamətli nümunələrin götürülməsi.	
	Paleomaqnit tədqiqatlar obyektı	103
2.1	Geoloji obyektin öyrənilmə sistemləri	104
2.2	İstiqamətli ştufun götürülməsi və nümunələrin hazırlanması	107
2.3	Astatik maqnitometr	109
2.4	Rok- generator	110
2.5	Süxur nümunələrində I_n və χ ölçülməsi	111
2.6	Yekun I_n vektorunun istiqamətinin təhlil üçün seçilməsi	114
2.7	Paleomaqnit qütbün koordinatlarının Vulf şəbəkəsində təyini	114
2.8	Süxurlarda I_n vektorunun qiymətinin real (düzgün) paylanması	116
2.9	Paleomaqnit təhlil üçün vacib olan Yerin müasir maqnit sahəsinin qanunauyğun paylanması	118
2.10	Yerin maqnit sahəsinin mərkəzi ox dipol sahəsindən kənara çıxması	118
2.11	Paleomaqnit sahənin modeli	120
2.12	Geomaqnit inversiyanın sübutu	121

2.13	Bir-birinə əks qütbləşmiş geomaqnit şkalasının tipləri	123
2.14	Birləşmiş təmizləmələr	124
2.15	Təmizləmənin nəticələrinin göstərmə yolları və onun təhlili	127
FƏSİL III	Qədim maqnitlənmənin əmələ gəlməsinin təhlili	129
3.1	Paleomaqnit istiqamətin və paleomaqnit qütbün statistik təhlili	132
3.2	Geomaqnit sahənin qiymətinin təyininin əsas prinsipləri	133
3.3	Yenidən çökdürmə yolu ilə Yerin qədim maqnit sahəsinin H_a qiymətinin təyini	135
3.4	Telye üsulu	136
3.5	İdeal maqnitlənmə üsulu	137
3.6	Pilləli yenidən maqnitləndirmə üsulu	137
3.7	Qədim sahə H_a - nın qiymətinin Q faktoru vasitəsilə təyini	138
FƏSİL IV	Geomaqnit inversiya və geomaqnit qütbləşmənin şkalası	139
4.1	Geomaqnit qütbləşmə şkalasının tipləri	142
4.2	Lava axınlarında qütbləşmə epoxalarının yaşının təyini	144
4.3	Okean dibi çöküntülərdə geomaqnit qütbləşmə zonaları	145
4.4	Xətti maqnit anomaliyalar şkalası	146
4.5	Maqnitostatıqrafik qütbləşmə şkalası, onun qurulma prinsipi və problemləri	148
4.6	Azərbaycanın maqnitostatıqrafik şkalasının qurulması	149
4.7	Geomaqnit inversiyanın mümkün mexanizmləri	158
4.8	Geomaqnit inversiyanın morfologiyasının nəticələri	159

4.9	Mezozoy inversiyası	162
4.10	Geomaqnit inversiyanın morfologiyası nəticələri	163
FƏSİL V	Paleomaqnit üsulla həll olunan tektonik məsələlər	165
5.1	Paleomaqnit üsulla tektonik məsələlərin həll olunma prinsipləri	168
5.2	Paleomaqnit qütbün miqrasiyasının trayektoriyası	170
5.3	Əsas plitələr üçün paleomaqnit qütbün miqrasiyası	170
5.4	Qarşılıqlı yerləşmiş iki qitənin rekonstruksiyası	173
5.5	Super qitələrin əmələ gəlməsi və onların dağılması	175
5.6	Azərbaycan ərazisinin Qafqaz qırıqlıq əyalətində inkişaf tapmış mezokaynozoy əmələgəlmələrində baş verən tektonik deformasiyaların xarakteri və palinspastik rekonstruksiyası	176
	Ədəbiyyat	184