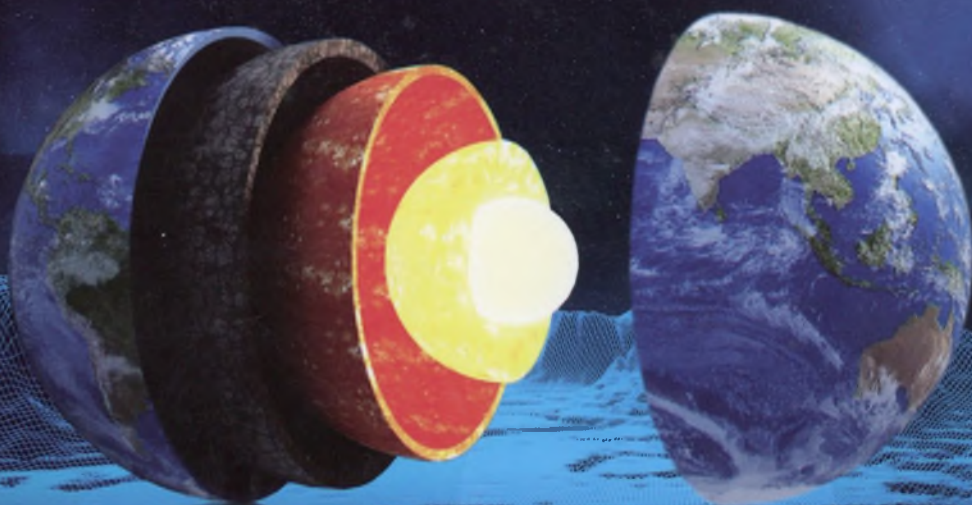


R.YU. YUSUPOV, B.X. XAYDAROV

AMALIY GEOFIZIKA



20.272 +3
Yu-91

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

R.YU. YUSUPOV, B.X.XAYDAROV

AMALIY GEOFIZIKA

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan.*

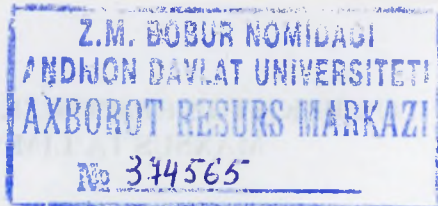


«Sano-standart» nashriyoti
Toshkent – 2019

UO'K: 550.3(075.8)

KBK: 26.2ya73

Yu 91



Yu 91

Yusupov R.Yu., Xaydarov B.X.

Amaliy geofizika. Darslik: – T.: «Sano-standart»
nashriyoti, 2019, – 192 b.

Taqrizchilar:

- Abdullabekov K.N. – O'z FA "Seysmologiya" instituti laboratoriya mudiri, fizika-matematika fanlari doktori, akademik;
- Isaxodjaev B.A. – ToshDTU "Foydali qazilma konlari geologiyasi qidiruvi va razvedkasi" kafedrası professori, geologiya-mineralogiya fanlari doktori;
- Umurzakov R.A. – ToshDTU "Foydali qazilma konlarini qidirish va razvedka qilishning geofizik usullari" kafedrası mudiri, professor, geologiya-mineralogiya fanlari doktori.

Ushbu darslik "5311700 – "Foydali qazilma konlari geologiyasi, qidiruvi va razvedkasi" ta'lim yo'nalishi bakalavriat talabalari uchun mo'ljallangan.

Darslikda geofizik usullarni (gravirazvedka, magnitorazvedka, elektrorazvedka, seysmorazvedka, radiometriya va yadro geofizikasi, termorazvedka, skvajinalarni geofizik tadqiqoti) tasnifi, nazariy asoslari, dala ishlari metodikasi, qo'llaniladigan apparaturalar haqida ma'lumotlar, geofizik ma'lumotlarni qayta ishlash va interpretatsiyasi metodikasi keltirilgan. Geologik va tog'-texnik vazifalarni yechishda geofizik usullarni komplekslash uslubiyatlari ko'rib chiqilgan.

Geologorazvedka yo'nalishidagi oliy va o'rta maxsus ta'lim muassasalari talabalari uchun mo'ljallangan.

Ushbu darslik geofizik tadqiqot usullari bo'yicha avval nashr etilgan darsliklar, o'quv qo'llanmalar (ular qo'llanilgan adabiyotlar ro'yxatida keltirilgan) asosida tayyorlangan, zaruriy o'zgartirishlar va qo'shimchalar kiritilgan, oliy ta'limni geologik va geofizik yo'nalishlari talabalari uchun geofizik tadqiqot usullari kursi rejasiga mos keladi.

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
2019-yil 20-iyuldagi 654-sonli buyrug'iga asosan darslik sifatida nashr
etishga ruxsat etildi.*

ISBN: 978-9943-6116-0-3

© R.Yu. Yusupov, B.X. Xaydarov
© "Sano-standart" nashriyoti, 2019

MUNDARIJA

Kirish	6
1. Gravirazvedka	10
1.1. Yerning gravitatsion maydoni	10
1.2. Gravitatsion potensial va uning hosilalari	12
1.3. Og'irlik kuchining reduksiyalari	14
1.4. Tog' jinslari va ma'danlarning zichligi	16
1.5. Geologik obyektlarning gravitatsion maydoni	18
1.6. Gravimetrlar va gradientometrlar	26
1.7. Gravimetrik syomkalar uslubiyati	30
1.8. Gravimetrik syomka materiallarini qayta ishlash va talqin qilish	34
1.9. Gravirazvedkaning qo'llanish sharoitlari	36
2. Magnitorazvedka	41
2.1. Yerning magnit maydoni	41
2.2. Tog' jinslarini magnit xususiyatlari	46
2.3. Har xil tuzilishdagi jismlar magnit maydoni	51
2.4. Magnitometrlar	59
2.5. Magnit syomkalari metodikasi	64
2.6. Dala materiallarini qayta ishlash va talqin qilish	68
2.7. Magnit syomka natijalarining talqini	70
2.8. Qo'llanish sharoitlari	72
3. Seysmorazvedka	75
3.1. Seysmik to'lqinlar va geometrik seysmika	75
3.2. Tog' jinslarini seysmik xususiyatlari	79
3.3. Seysmik to'lqinlarning vaqt maydonlari va godograflari	86
3.4. Seysmorazvedka apparaturalari va uskunolari	89
3.5. Seysmorazvedka ishlarining uslubiyati va texnologiyasi	95
3.6. Dala ma'lumotlarini qayta ishlash va talqin qilish	100
3.7. Seysmorazvedka qo'llaniladigan sharoitlar	102
4. Elektrozvedka	107
4.1. Tabiiy va sun'iy elektromagnit maydonlar	107

4.2. Tog' jinslari va ma'danlarni elektromagnit xususiyatlari	110
4.3. O'zgarmas elektr maydon usullari	112
4.4. Apparatura va uskunalar	123
4.5. Past chastotali elektromagnit maydon usullari	130
4.6. Elektrozazvedkaning induktiv maydon usullari	132
4.7. Elektromagnit zondirlashlar	134
4.8. Magnitotellurik maydon usullari	136
4.9. Radioto'liqlik usullari	138
4.10. Fizik-kimyoviy maydon usullari	141
5. Radiometriya va yadro geofizikasi	146
5.1. Yadro geofizikasining fizik-kimyoviy va geologik asoslari	147
5.2. Radioaktiv nurlanishlarni atrof-muhit bilan o'zaro ta'siri	150
5.3. Tog' jinslari va ma'danlarni radioaktivligi	151
5.4. Yadroviy nurlanishlarni o'rganish uchun apparatura	156
5.5. Radiometrik va yadro-fizik usullarni kuzatish metodikasi, qayta ishlash va qo'llanishi	159
6. Skvajinalarni geofizik tadqiqoti	172
6.1. Elektrokarotaj usullari	173
6.2. Radioaktiv karotaj	179
6.3. Quduqlardagi tadqiqotlarni boshqa usullari	183
6.4. Quduqlarning texnik holatini o'rganish usullari	184
6.5. Apparatura va asboblari	185
6.6. Karotaj materiallarini qayta ishlash va talqin qilish	187
7. Geofizik usullarni komplekslash	190
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	191

Matnda uchraydigan qisqartmalar

ATU – akslangan to‘lqinlar usuli;
STU – singan to‘lqinlar usuli;
UCHNU – umumiy chuqurlik nuqtasi usuli;
VSP – vertikal seysmik profillash;
CHSZ – chuqur seysmik zondirlash;
SEP – simmetrik elektr profillash;
VEZ – vertikal elektr zondirlash;
DEZ – dipol elektr zondirlash;
CHZ – chastota zondirlashi;
MBZ – maydon barqarorlashishi bo‘yicha zondirlash;
MTZ – magnitotellurik zondirlash;
TT – tellurik tok usuli;
RTYO – radioto‘lqinli yoritish usuli;
TM – tabiiy maydon usuli;
UQ – undalgan qutblanish usuli;
MQCH – metallarni qisman chiqarish usuli;
GS – gamma syomka;
ES – emanatsion syomka;
GGM-S – selektiv gamma-gamma usul;
GGM-P – zichlik bo‘yicha gamma-gamma usul;
RRU – rentgen-radiometrik usul;
TQ – tabiiy qutblanish;
TQa – tuyulma qarshilik;
QK – qarshilik karotaji;
YOK – yonlama karotaj;
YOKZ – yonlama karotaj zondirlashi;
SKU – sirpanuvchi kontakt usuli;
TK – tokli karotaj;

KIRISH

Geologiya fani va amaliyotining hozirgi vaqtdagi yutuqlari yaqin o'n yilliklarda geologorazvedka ishlarini rivojlanishini quyidagi yo'nalishlarini ko'rsatadi: sanoati rivojlangan hududlarda mineral – xomashyo bazasini chuqurlikdagi va qalin qoplangan foydali qazilma konlarini aniqlash hisobiga kengaytirish; mineral – xomashyo resurslarini borish qiyin va kam o'rganilgan rayonlarda qidirish; foydali komponentni konsentratsiyasi past, ammo zaxirasi katta ma'danli konlarni aniqlash va razvedkalashdir. Bu vazifalarni yechishda asosiy o'rinlardan biri geofizik razvedkaning geofizik usullariga tegishli, ular yer qobig'ini chuqurlikdagi tuzilishini o'rganish, foydali qazilma konlarini atmosferadan, kosmosdan, yer ustida, dengiz yuzasida, skvajinalarda, yer usti va osti tog' laxmlarida qidirish va razvedkalashni amalga oshirish imkonini beradi. Geologorazvedka ishlari amaliyotiga geofizik usullarni keng kirib borishini ta'minlovchi ustunliklarga quyidagilar kiradi:

1) ajratilishi va keyin baholanishi kerak bo'lgan, chuqurlikda yotgan, har xil qalinlikdagi turlicha qoplamalar ostidagi geologik obyektlar haqida ma'lumot olinishi;

2) maqsadli geologik obyektlar haqida olinadigan ma'lumotlarning hajmiy va daliliy xususiyatlarini o'rganilishi;

3) nisbatan arzonligi va yuqori samaradorligi.

Geofizik usullar tabiiy va sun'iy yaratiladigan fizik maydonlarni o'rganishga asoslangan. Ularda tog' jinslari va ma'danlarning fizik xususiyatlari bo'yicha farqlanishi o'z aksini topadi. Fizik maydonlarni o'rganib, ularni alohida yo'nalishlar (profilar) bo'ylab yoki maydon bo'yicha, ba'zan fazoda o'zgarishi belgilanadi.

Ajratilayotgan geologik obyektning fizik xususiyatlari atrofdagi jinslarnikidan qanchalik ko'p farq qilsa, u geofizik maydonlarda geofizik anomaliya ko'rinishida shunchalik aniq ko'rinadi. Geofizik anomaliya normal maydon fonida ajratiladi. Normal fon kuzatilayotgan obyekt bo'lmaganda kuzatilishi mumkin bo'lgan fizik maydondir. Amaliyotda normal fon va anomaliyalar deyarli

hamma vaqt har xil xalal beruvchi omillar bilan murakkablashgan bo'ladi (tog' jinslari tarkibining har xilligi, qoplama yotqiziqlarni ta'siri, maydonlarni ustma-ust tushishi, hamda texnik, apparatura va boshqa omillar).

Olinadigan anomaliya avvalo tog' jinslarini fizik xususiyatlarini maydon va chuqurlik bo'yicha o'zgarishiga bog'liq. Masalan, gravitatsion maydon jinslarni zichligini σ o'zgarishiga bog'liq, magnit maydoni – magnitlanish qobiliyati α va qoldiq magnitlilikga I_r , elektr va elektromagnit maydon – jinslarni solishtirma elektr qarshiligi ρ , dielektrik va magnit singdiruvchanlik, elektrokimyoviy faollik va qutblanishga η , qayishqoqlik maydoni – har xil to'lqinlarni tarqalish tezligiga, ular esa, o'z navbatida, – zichlik va qayishqoqlik konstantalariga (Yung moduli, Puasson koeffitsiyenti va b.), radioaktivlik maydoni – tabiiy nurlanishlarga, gamma – va neytron xususiyatlarga, termik maydon – issiqlik o'tkazuvchanlikga, issiqlik sig'imiga va boshqalarga bog'liq.

Geofizik usullarni tasniflash o'rganilayotgan fizik maydonni tabiati va turiga bog'liq ravishda o'tkaziladi. Yerning tabiiy maydonlariga gravitatsion, magnit, elektr, elektromagnit, seysmik (zilzila natijasida hosil bo'ladigan tebranishlar maydoni), radioaktiv nurlanishlar maydoni, issiqlik maydoni, sun'iy maydonlar – elektr, elektromagnit, seysmik, issiqlik, yadroviy nurlanishlarni o'rganilayotgan geologik obyektlar bilan o'zaro tasirini ikkilamchi maydoni kiradi. Har bir geofizik maydon geologik muhitning fizik xususiyatlariga bog'liq o'z parametrlari bilan tavsiflanadi. Razvedkaviy geofizikaning asosiy usullariga gravi-, magnito-, elektro-, seysmorazvedka, hamda radiometriya va yadrogeofizikasi kiradi. Undan tashqari, geofizik usullar o'tkaziladigan joyiga qarab (aerokosmik, yer usti, dengiz, yer osti, skvajinalardagi geofizik tadqiqotlar), masshtabi bo'yicha (mayda- o'rta-, yirik – masshtabli va mufassal), hamda yechadigan vazifalari bo'yicha ma'dan, neftgaz, noma'dan va ko'mir, gidrogeologik, injener-geologik, tog'-texniklarga bo'linadi.

Geofizik usullarni nazariyoti – fizika-matematika. Geofizik vazifalarda matematik apparat yuqori darajada takomillashmoqda.

Geofizikaning to'g'ri vazifasini, ya'ni geologik tanani ma'lum xususiyatlari va o'lchamlari bo'yicha maydon parametrlarini aniqlashni, matematik yechimi juda murakkab bo'lsa ham, yagonadir. Shu bilan birga, fizik maydon parametrlarini bir xilda taqsimoti geologik obyektning fizik xususiyatlari va o'lchamlarini har xil nisbatlariga to'g'ri kelishi mumkin. Boshqacha aytganda, geofizikaning teskari vazifasini matematik yechimi, ya'ni geologik obyektning o'lchamlari va uni tashkil etgan jinslar xususiyatlarini kuzatilgan maydon bo'yicha aniqlash juda murakkabgina emas, balki, odatda, yagona emas.

Geologik usullarning apparaturasi mexanika, elektronika, avtomatika, hisoblash texnikasini ishlatishga asoslangan, ya'ni o'lcham uslublari – fizika – texnika. Bunday apparaturaga zamonaviy talablar darajasi juda yuqori.

U yoki bu vazifani yechishda razvedkaviy geofizikaning samaradorligi usulning (yoki usullar kompleksining) to'g'ri tanlanishiga, ishlarni o'tkazishni oqilona va yuqori sifatli metodikasi va texnikasiga, natijalarni geofizik interpretatsiyasi va geologik talqiniga bog'liq. Geofizik interpretatsiyada mumkin bo'lgan variantlardan eng ishonchligini tanlash lozim, buning uchun tadqiqot rayonidagi jinslarning fizik xususiyatlari, ularni litologiyasi, tektonik tuzilishi, gidrogeologik sharoitlari haqidagi hamma ma'lumotlarni ishlatish lozim. Konlarni razvedkalashda chuqurlik va murakkablikning ortib borishida geofizikaning rolini yuksalishi geologik usullarni almashtirish emas, balki ularni birgalikda oqilona kompleksda olib borishdir.

Razvedkaviy (amaliy) geofizika nisbatan yosh fan bo'lib, XX asrning 10–20-yillarida paydo bo'lgan. Ammo, uning fizik-matematik asoslari anchagina avval yaratilgan. Yerni fizik maydonlarini ishlatish ham qadimda boshlangan. Magnitorazvedka boshqa usullardan avval paydo bo'lgan. Shvetsiyadagi magnitli ma'danlarni razvedkalash uchun kompasni ishlatilgani haqidagi birinchi ma'lumotlar 1640-yilga to'g'ri keladi. Yerni gravitatsion maydoni nazariyoti 1647-yildan boshlangan, bunda I. Nyuton butun olam tortishish qonunini kashf etgan. 1753-yilda M.V. Lomonosov Yer yuzasidagi og'irlik kuchining Yerni ichki tuzilishi bilan bog'liqligi haqida fikr

bildirgan va gazli gravimetr g'oyasini ishlab chiqqan. Uning atmosferadagi elektr haqidagi ishlarini yerni elektromagnit tadqiqotlarini birinchilaridan deb hisoblash mumkin. Elektrozvedka bo'yicha birinchi ishlarga R.Foksning (Buyuk Britaniya) 1830-yildagi sulfidli qatlamlarning tabiiy qutblanishi kuzatuvlarini va E.I.Rogozinning 1903-yilda bu usulni asoslarini berishini kiritish mumkin. 1913-yilda K.Shlyumberje (Fransiya) o'zgarmas tok elektrozvedkasi usulini ishlab chiqdi, 1913-yilda esa K.Zunberg va N.Lunberg (Shvetsiya) o'zgaruvchan tok elektrozvedkasini taklif etdilar.

Kulon magnit masofalarini o'zaro ta'siri qonunini belgilagan vaqtdan boshlab (1785-yil) yer magnetizmi nazariyoti rivojlana boshlagan. Rossiyada birinchi magnitorazvedka ishlari 1894-yilda Moskva davlat universiteti professori E.E.Leystning Kursk magnit anomaliyasida o'fkazgan syomkasi, XIX asr oxirida D.I. Mendeleevning Uralda va Krivoy Rogda I.T.Passalskiyning ishlari bo'lgan. Seysmologiya yo'nalishida XX asr boshida E.Vixert (Germaniya) va B.B.Golitsinni nazariy ishlari seysmorazvedkani yaratilishiga asos bo'ldi. 1919-yilda Kursk magnit anomaliyasida magnit tadqiqotlari boshlangan. Bu ishlarni razvedka geofizikasi rivojlanishining boshlanishi deyish mumkin. Geofizik tadqiqotlar usullarining asoslarini yaratgan olimlar L.M.Alpin, V.I.Baranov, V.I.Bauman, V.R.Bursian, V.N.Daxnov, G.A.Gamburtsev, A.I.Zabarovskiy, A.N.Kraev, P.P.Lazarev, A.A.Logachev, A.A.Mixaylov, L.YA.Nesterov, P.P.Nikiforov, A.A.Petrovskiy, M.K.Polshkov, E.F.Savarenskiy, A.S.Semenov, L.V.Sorokin, YU.V.Reznichenko, L.A.Ryabinkin, A.G.Tarxov, V.V.Fedinskiy, O.YU.Shmidt, B.M.Yanovskiy, X.M.Abdullaev, M.A.Axmedjanov, I.A.Fuzaylov, K.N.Abdullabekov va boshqa olimlar.

Hozirgi vaqtda nazariy va amaliy qo'llanilishi darajasi bo'yicha geofizika dunyoda avvalgi o'rinlarni egallagan. Mamlakatni mineral xomashyo bazasini o'sishi foydali qazilmalarni katta chuqurliklarda va yopiq hududlarda razvedkalashni talab etadi, undan tashqari, tog'-texnik, injener-gidrogeologik, meliorativ, texnogen tadqiqotlar hajmini ortishi geofizik usullarni keng qo'llanilishiga olib keladi.

1. GRAVIRAZVEDKA.

Gravitatsion razvedka (gravirazvedka) amaliy geofizika usullaridan biri bo'lib, yerni gravitatsion maydoni xususiyatlarini o'rganishga asoslangan. Gravitatsion maydon tortish kuchi maydonining va markazdan qochma kuch maydoni yig'indisidir, u og'irlik kuchi maydoni deb ataladi. Bu maydonni o'rganish yerni yuqori qismining geologik tuzilishi haqida xulosalar qilishga imkon beradi.

Gravirazvedka yopiq hududlarni tektonik, petrografik va litologik xaritalash, neft va gazli tuzilmalarni qidirish, neft va gazning o'zini qidirish, ma'danli va noma'dan foydali qazilmalarni qidirish va razvedka qilish uchun ishlatiladi. Bundan tashqari, injener-geologik, gidrogeologik va geodezik vazifalarni hal etish va yerning tuzilishi (figurasi) ni o'rganishda ham gravirazvedka qo'llaniladi.

1.1. Yerning gravitatsion maydoni

Gravirazvedka nazariyoti asosida Nyutonning butun olam tortishish qonuni yotadi, unga asosan ikki nuqtaviy massalar m_1 va m_2 bir-biridan r masofada joylashganda o'zaro F_T kuch bilan tortishadi:

$$F_T = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}, \quad (1.1)$$

Bunda $G = 6,673 \cdot 10^{-11} \text{ H} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ – gravitatsion doimiy.

Tortishish kuchi $\vec{F}$ vektor kattalik bo'lib, fazoda son qiymatga va yo'nalishga ega.

Yerning to'liq massasi birlik massani ($m_1=1$) tortadigan kuch:

$$F_T = G \int_V \frac{dm}{r^2}, \quad (1.2)$$

bunda: r – tortilayotgan birlik massadan Yer massasining dm elementigacha bo'lgan masofa, V – Yer hajmi. Bu holda $\vec{F}_T$ kattalik son jihatdan erkin tushish tezlanishiga teng:

$$g = -\frac{G \cdot M}{R^2}, \quad (1.3)$$

bunda, M – Yer massasi,

R – Yer markazidan tortilayotgan massagacha bo'lgan masofa.

Agar nuqta Yer yuzida yotgan bo'lsa: unda R – Yer radiusi. g kattalik birlik massaning tortish kuchini yoki tezlanishni bildiradi.

Yer yuzida yoki chuqurligida joylashgan massalarga tortish kuchidan tashqari markazdan qochma kuch ta'sir qiladi, u planetamizning aylanishi natijasidir. Bu kuch aylanish radiusiga va burchak tezligi ω kvadratiga proporsional:

$$F_m = r_a \cdot \omega^2 \cdot m \quad (1.4)$$

Tortish kuchi F Yer markaziga yo'nalgan, markazdan qochma kuch F_m esa aylanish o'qiga perpendikulyar yo'nalgan. Birlik massaning qochma tezlanishi $r_a \omega^2$ ga teng. Tortish kuchi va markazdan qochma kuchlarning vektor yig'indisi og'irlik kuchi deyiladi. Birlik massaning og'irlik kuchi ma'lum nuqtada tezlanishga teng:

$$g = G \int_v \frac{dm}{r^2} + r_a \omega^2 \quad (1.5)$$

Erkin tushish tezlanishining o'lchov birligi qilib (SI sistemasida) 1 kg ga teng massaning 1N kuch ta'siridagi tezlanishi qabul qilingan (m/s^2). 1971-yilda Halqaro geodeziya va geofizika uyushmasining XV assambleyasida tezlanish birligini "galileo" (G l – gall) deb atash taklif qilingan. Bu birlik juda katta – og'irlik kuchi maydoni Yerning hammasida 9,81 G l ga teng. Gravitrazvedkada tezlanishning birligi Gal ($1\text{Gal} = 10^{-2} \text{m/s}^2$) va undan maydasi-milligal ($1\text{mGal} = 10^{-5} \text{m/s}^2$) ishlatiladi.

Og'irlik kuchi ekvatoridan ($9,78 \text{m/s}^2$) qutblarga ($9,83 \text{m/s}^2$) qarab o'sadi ($0,005 \text{m/s}^2$ gacha). Qutbdagi va ekvatoridagi og'irlik kuchlari farqining ekvatoridagi og'irlik kuchiga nisbati:

$\xi = \frac{g_k - g_e}{g_e} = \frac{1}{189}$ ga teng, bunda g_k va g_e – qutbdagi va ekvatoridagi og'irlik kuchlari.

Tortish kuchi markazdan qochma kuchdan anchagina katta ($0,5\%$ dan kamroq). Markazdan qochma kuchning ekvatoridagi

maksimal qiymatining (taxminan $0,03\text{m/s}^2$) ekvatordagi og'irlik kuchining minimal qiymatiga nisbati $1/288$ ga teng. Qutblarda markazdan qochma kuch nolga teng.

1.2. Gravitatsion potensial va uning hosilalari

Yerning gravitatsion maydoni potentsiali (yoki og'irlik kuchi potentsiali) tortish kuchi potentsiali va markazdan qochma kuch potentsiallari yig'indisidir.

$$W_T = G \int \frac{dm}{r}, \quad U_M = \frac{\omega^2}{2} \cdot r_a, \quad W = G \int \frac{dm}{r} + \frac{\omega^2}{2} \cdot r_a \quad (1.6)$$

W funksiyaning X, Y, Z – koordinatalar bo'yicha hosilalari og'irlik kuchining tashkil etuvchilariga teng: $\partial w / \partial x = g_x$; $\partial w / \partial y = g_y$; $\partial w / \partial z = g_z$

Agar massa biror yo'nalish bo'yicha bir nuqtadan ikkinchisiga ma'lum dS masofaga ko'chirilsa, unda og'irlik kuchi potentsialining o'zgarishi:

$$dw = \frac{\partial w}{\partial x} \cdot dx + \frac{\partial w}{\partial y} \cdot dy + \frac{\partial w}{\partial z} \cdot dz.$$

Bunda $dx = ds \cos(s, x)$, $dy = ds \cdot \cos(s, y)$, $dz = ds \cdot \cos(s, z)$.
(1.7) tenglamalardan quyidagi hosil bo'ladi:

$$dW = g \cdot \cos(g, s) ds = g_s$$

bunda S – biror istalgan yo'nalish.

Demak, og'irlik kuchi potentsialining istalgan yo'nalish S bo'yicha birinchi hosilasi og'irlik kuchining shu yo'nalish bo'yicha tashkil etuvchisiga teng. Agar $\cos(g, s) = 0$ bo'lsa, ya'ni S yo'nalish og'irlik kuchi yo'nalishiga perpendikulyar bo'lsa, unda $dW = 0$, demak og'irlik kuchi potentsiali o'zgarmas bo'ladi ($W = \text{const}$). Bu teng potentsiallar yuzasi tenglamasi (yoki ekvipotensial yuza). $W = \text{const}$ iborasiga har xil qiymat berib, ekvipotensial yuzalar guruhini hosil qilish mumkin, ulardan biri okeanning tinch turgan holatdagi yuzasiga to'g'ri keladi. Bu yuzani hayolan kontinentlar ostiga davom etkazib geoid yuzasini hosil qilish mumkin. Og'irlik kuchi hamma nuqtalarda geoid

yuzasiga normal bo'yicha yo'nalgan. Balandlik shu yuzadan hisoblanadi.

Agar nuqta og'irlik kuchi ta'siri yo'nalishida ko'chirilsa:

$$\cos(g,s)=0ds=dW/g \quad (1.8)$$

bunda ds – ikkita ekvipotensial yuzalar orasidagi masofa, dW – ikkita juda yaqin teng qiymat yuzalardan bir-biriga o'tganda potentsialning o'zgarishi.

(1.8) formulaga asosan ikkita ekvipotensial yuzalar orasidagi masofa ta'sir etayotgan og'irlik kuchiga teskari proporsional va potentsial o'zgarishiga to'g'ri proporsional (Bruns teoremasi).

Kuch ta'sir etayotgan fazo kuchlar maydoni, kuchlarning ta'sir yo'nalishi esa kuch chiziqlari deyiladi. Maydonning kuchlanishi qancha katta bo'lsa, kuch chiziqlari shuncha ko'p joylashadi.

Gravimetrik ma'lumotlarni geologik talqinida gravitatsion potentsialning ikkilamchi, ba'zan uchlamchi hosilalari keng qo'llaniladi. Yuqorida aytib o'tgandik, potentsialning x , y , z koordinatalari bo'yicha birlamchi hosilalari og'irlik kuchining shu yo'nalishlarga bo'lgan proektsiyalari edi. Shundan kelib chiqib, z o'qi bo'yicha (osilgan jism chizig'ida) potentsial hosilasi og'irlik kuchining to'liq qiymatiga teng. $g_z = \partial w / \partial z$. Bu qiymatni x (geografik shimol), y (geografik sharq), z (vertikal pastga) yo'nalishlar bo'yicha differensiallash natijasida potentsialning ikkilamchi hosilalarini (og'irlik kuchi gradientlarini) olish mumkin:

$$\frac{\partial g}{\partial x} = \frac{\partial^2 w}{\partial z \partial x} = W_{xz}; \quad \frac{\partial g}{\partial y} = \frac{\partial^2 w}{\partial z \partial y} = W_{yz}; \quad \frac{\partial g}{\partial z} = \frac{\partial^2 w}{\partial z \partial z} = W_{zz}; \quad (1.9)$$

W_{xz} , W_{yz} hosilalar nuqtani gorizontal yo'nalishlarda (x va y) ko'chirganda og'irlik kuchining gorizontal gradientlari deyiladi va koordinata o'qlari bo'yicha yo'nalgan vektorlar shaklida ko'rsatiladi. W_{zz} hosila g ning vertikal yo'nalish bo'yicha o'zgarishini ko'rsatadi va og'irlik kuchining vertikal gradienti deyiladi.

Amaliyotda ikkilamchi hosila W_{xy} va $W_{\Delta} = W_{yy} - W_{xx}$ farq ham ishlatiladi. Ular o'lchash nuqtasida teng qiymat yuzasining

tuzilishi va og'irishini ko'rsatadi. Bunda, W_{xy} ikki asosiy kesishmalarning meridian yuzasida va unga perpendikulyar yuzadagi yo'nalishini ko'rsatadi. W_{Δ} farq yuzaning sfera shaklidan o'zgarishini ko'rsatadi. Ikkilamchi hosilalarning SI sistemasidagi o'lchov birligi s^{-2} .

Yerning normal gravitatsion maydoni

Yerning nazariy yuzasi uchun hisoblangan og'irlik kuchi maydoni Yerning normal gravitatsion maydoni deyiladi. U sferoid shaklida bo'lib, aylanma ellipsoidga yaqin. Og'irlik kuchining normal qiymati γ_0 formulasi uchun W ning teng qiymat yuzasiga normal yo'nalish bo'yicha hosilasi olinadi, ya'ni $\gamma_0 = -\partial W / \partial h$. Og'irlik kuchining normal qiymatini aniqlash formulasini juda ko'p mualliflar taklif qilishgan, ammo amaliy qo'llaniladigani ikkita: Gelmert formulasi (1901–1909-yillar) va Kassinis formulasi (1930-y). Gelmert formulasi (aylanish ellipsoidi uchun) $-14 \cdot 10^{-5} M/c^2$ tuzatish bilan MDX va Sharqiy Yevropa davlatlarida qo'llaniladi:

$$\gamma_0 = 9,78030(1 + 0,005302 \sin^2 \varphi - 0,000007 \sin^2 2\varphi) - 14 \cdot 10^{-5};$$

bunda φ – o'lchash nuqtasining kengligi.

Bu formulaga siqilishga ega bo'lgan ellipsoid to'g'ri keladi. Shunday siqilishga Krasovskiy ellipsoidi ham ega ($d=1/298,3$). Bunday ellipsoid MDX hududining hammasiga tegishli.

Og'irlik kuchining normal qiymatlari maxsus jadvallarda keltirilgan.

1.3. Og'irlik kuchining reduksiyalari.

Og'irlik kuchining normal qiymati γ_0 Yerning ideal shakli (aylanish ellipsoidi) uchun hisoblanadi. Og'irlik kuchining haqiqiy qiymati γ_n esa Yerning fizik yuzasida (ellipsoid yuzasidan farq qiluvchi) o'lchanadi. Og'irlik kuchi anomaliyasini aniqlash uchun ellipsoid yuzasidagi og'irlik kuchi qiymatini Yerning haqiqiy yuzasidagi kuzatish nuqtalariga keltirish zarur (reduksiyalash). Buning uchun γ_0 qiymatlariga tuzatishlar

kiritiladi: kuzatuv nuqtasining balandligi uchun, oraliq qatlam tortishishi uchun, atrof-muhit rel'yefi uchun Δg_p .

Og'irlik kuchi normal maydonining kuzatuv nuqtasi balandligiga bog'liq ravishda o'zgarishi qonuni ma'lum. Balandlik uchun tuzatish og'irlik kuchini kamaytiradi, chunki bunda o'lchash nuqtasi va dengiz sathi orasi bo'shliq (hech qanday massa yo'q) hisoblanadi. Bunday tuzatish erkin havo tuzatishi yoki Faya tuzatishi deyiladi. Uning son qiymati $0,3086 \cdot 10^{-5} h$, ya'ni og'irlik kuchi 1 m balandlikda shu qiymatga kamayadi.

O'lchash nuqtasi va dengiz sathi orasida joylashgan massalar ta'sirini hisobga olish uchun oraliq qatlam uchun tuzatish kiritiladi (bunda qatlamni zichligi hamma joyida birxil deb olinadi). Bunday qatlamni gravitatsion tortishi $0,0419 \cdot 10^{-5} \sigma \cdot h$ bo'lib, bunda σ -qatlam jinslarining o'rtacha zichligi, g/sm^3 , h – qatlam qalinligi, m. Bu tuzatish “-” ishora bilan kiritiladi, chunki oraliq qatlamning mavjudligi yer yuzasida o'lchangan og'irlik kuchini oshiradi. Kuzatuv nuqtasi balandligi va oraliq qatlam tortishi uchun tuzatishlar yig'indisi Buge tuzatishi deyiladi;

$$(0,3086 - 0,0419 \sigma) \cdot 10^{-5} \cdot h$$

Og'irlik kuchining Buge anomaliasi:

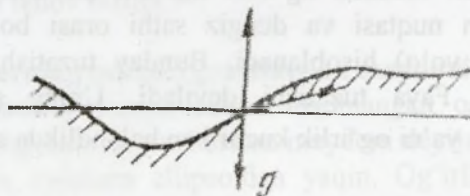
$$\Delta g_s = g - \gamma_0 + (0,3086 - 0,0419 \sigma) \cdot 10^{-5} \cdot h + \Delta g_p \quad (1.10)$$

Yashirin anomal massalarini aniqlashda Buge reduksiyasi erkin havo reduksiyasidan ustun turadi, chunki Buge anomaliasida oraliq massalari ta'siri ko'proq.

Gravimetrik syomkalar natijalari asosida Buge anomalialari xaritasi oraliq qatlam zichligi 2,3 va $2,67 g/sm^2$ uchun 1:50000 va undan mayda masshtabda tuziladi. Yanada yirikroq masshtabda kichik maydonlarda o'tkaziladigan ishlarda oraliq qatlam zichligi haqiqiysiga yaqin qilib tanlanadi.

Tog'li rayonlarda ish olib borilganda joyning relefi uchun tuzatish kiritiladi. U doimo musbat, chunki relefnig pasayishi (o'lchash nuqtasining pastida massalar kamayadi), relefnig ko'tarilishi (o'lchash nuqtasining yuqorisida ortiqcha massalar)

og'irlik kuchining o'lchangan qiymatini kamayishiga olib keladi (1.1-rasm). Har qanday reduksiyalashda relef uchun tuzatish kiritish shart. Bu tuzatishni hisoblash anchagina qiyin jarayon va analitik formulalarda amalga oshiriladi. Ular bo'yicha jadvallar va nomogrammalar, EHM da hisoblash programmalari tuzilgan.



1.1-rasm. Relifning og'irlik kuchiga ta'siri.

Og'irlik kuchini Yer ostida va suv ostida o'lchaganda Prey reduksiyasi ishlaltiladi, u og'irlik kuchining Yer qa'riga kirib berishda o'zgarishini ko'rsatadi va kirish nuqtasidan yuqoridagi massalarni tortishini hisobga oladi. Prey tuzatishini aniqlash uchun erkin havo tuzatishidan 2 ta oraliq massa ta'siri tuzatishini ayirish kerak:

$$(0,3086 - 0,08386 \sigma) \cdot 10^{-5} \cdot h$$

Oraliq qatlam ta'siri ikki barobar olinishining sababi: bu qatlam o'lchashi nuqtasi tagida bo'lganda og'irlik kuchini oshiradi, nuqtadan yuqorida bo'lganda og'irlik kuchini shu qiymatga kamaytiradi.

Prey anomalisi:

$$\Delta g = g - \gamma_0 - (0,3086 - 0,08386 \sigma) \cdot 10^{-5} \cdot h$$

Dengizda suv osti syomkasida ham Prey tuzatilishi kiritiladi. U oraliq suvining tortilishi, hamda dengiz suvi va quruqlik jinslari zichligi farqini hisobga oladi.

$$\Delta g = g - \gamma_0 [(0,3086 \sigma) H + 0,0419 \cdot (\sigma - 1,03) \cdot H] \cdot 10^{-5}$$

Bunda N-dengiz chuqurligi, m, $\sigma = 1,03 \text{ g/sm}^3$ - dengiz suvi zichligi.

1.4. Tog' jinslari va ma'danlarning zichligi

Geologik izlanishlarda, foydali qazilmalarni qidirish va razvedkalashda gravirazvedkaning qo'llanishiga asosiy omil bo'lib tog' jinslari zichligining farqlanishidir. Tog' jinslari

zichligi ularni qattiq, suyuq, gaz holatdagi massasining (tabiiy yotgan sharoitda) umumiy hajmiga nisbatidir. Zichlikning o'lchov birligi SI sistemasida kg/m^3 , keng qo'llaniladigani g/sm^3 . Tog' jinslarining zichligi ularning tarkibiga, g'ovakligiga, namligi va g'ovaklarni to'ldiruvchining zichligiga bog'liq. O'rganilayotgan obyektning zichligi atrofdagi jinslar zichligidan qanchalik ko'p farq qilsa, gravirazvedkaning qo'llanishi shunchalik samarador bo'ladi.

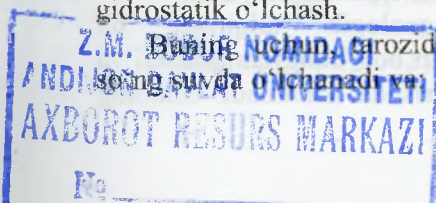
Gravitatsion anomaliya hosil qiluvchi jism zichligi bilan atrofdagi jinslar zichligi orasidagi farq samarador zichlik deyiladi. Yer qobig'ini tashkil etuvchi jinslarni zichligi keng oraliqda o'zgaradi. Ularni ba'zilarining zichligi 1.1-jadvalda keltirilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, intruziv (magmatik) jinslar eng yuqori zichlikka ega, o'rtacha – effuziv jinslar va eng kichik – cho'kindi, yuqori g'ovakli jinslar ega. Intruziv jinslarning yuqori zichlikka egaligi, ularni g'ovakliligi juda kamligidandir ($1\div 2\%$). G'ovaklik-jins tarkibidagi suyuq va gaz holatidagi moddalar hajmining jinsni umumiy hajmiga nisbati. Shuning uchun, bunday jinslarni zichligi ularni kimyoviy-mineralogik tarkibi va ulardagi nisbatan yengil (kvarts, dala shpati, nefelin) va og'ir temir-magnezial (amfibollar, piroksinlar, olivin, slyuda) minerallarning qiymatiga bog'liq. Shundan kelib chiqib, jinslarni asosligi oshganda ularni zichligi ko'payadi.

Cho'kindi jinslarni zichligi ularni hosil qiluvchi minerallarga emas, balki asosan ularni g'ovakligi va namligiga bog'liq. G'ovaklik va namlik esa juda keng ko'lamda o'zgaradi. Zichlik qiymatiga nurash jarayonlari, termodinamik sharoitlar, metamorfizm darajasi va boshqalar ta'sir etadi.

Tog' jinslari va ularni turlarini zichligi laboratoriyada juda ko'p namunalarda o'lchanadi. Namunalar jinslarni yer yuziga chiqqan joylaridan, tog' lahmilaridan, skvajina kernlaridan va tabiiy yotgan joylaridan olinadi. Zichlikni laboratoriyada o'lchashni har xil usullari mavjud. Eng keng qo'llaniladigani gidrostatik o'lchash.

Buning uchun harozida namuna og'irligi avval havoda R_1 ,

so'ng suvda o'lchanadi va



$$\sigma = \frac{P_1}{P_1 - P_2}$$

1.1-jadval. Tog' jinslari va foydali qazilmalar zichligi

t/r	Jinslar, foydali qazilmalar	ρ g/sm ³	t/r	Jinslar, foydali qazilmalar	ρ , g/sm ³
1	Intruziv jinslar: granitlar granodioritlar dioritlar gabbro piroksenit, peridotit	2,4÷2,7 2,7÷2,8 2,7÷2,9 2,7÷3,3 2,9÷3,4	3	Cho'kindi jinslar: gillar, argillitlar qumlar, alevrolitlar qumtoshlar mergellar ohaktosh, dolomitlar, gips	1,6÷2,8 2,0÷2,4 2,1÷2,8 2,0÷2,6 2,1÷2,9 2,1÷2,5
2	Effuziv jinslar: liparit kvartslı porfir tuflar diabaz, bazalt	2,1÷2,6 2,5÷2,7 2,5÷2,8 2,6÷3,0	4	Foydali qazilmalar ma'danli (temirli, misli, xromitlar, polimetallar) Ko'mir toshtuz Torf, neft, korund	3,0÷5,5 1,3÷1,5 2,1÷2,3 0,7÷1,1 3,0÷4,0

Maxsus densitometr asbobining zichlikni o'lchash prinsipi shu usulga asoslangan, ya'ni namunani suvga tushirganda asbobda uning zichligi qiymati ko'rinib turadi.

Jinslar zichligini tabiiy yotgan sharoitida o'lchash jinslarning gamma-kvantlarni yutishi yoki tarqatishi natijalari, hamda kosmik nurlanishlarni yer ostida o'lchash natijalari asosida aniqlanadi. Zichlikni har bir usulda o'lchash maxsus yo'llanmalar asosida o'tkaziladi.

1.5. Geologik obyektlarning gravitatsion maydoni

Gravitatsion anomalionalarni geologik talqinida bu anomalionalarni geologik obyektlar bilan bog'liqligi aniqlanadi va bu bog'liqlik har xil vazifalarni bajarishda ishlatiladi. Shuning

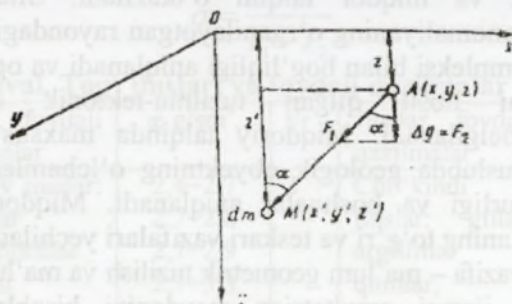
uchun, sifat va miqdor talqini o'tkaziladi. Sifat talqinida gravitatsion anomaliyaning o'rganilayotgan rayondagi jinslarning u yoki bu kompleksi bilan bog'liqligi aniqlanadi va og'irlik kuchi anomaliyasini hosil qilgan tuzilma-tektonik elementning joylashishi belgilanadi. Miqdoriy talqinda maxsus matematik formula va uslubda geologik obyektning o'lchamlari, tuzilishi, yotish chuqurligi va boshqalar aniqlanadi. Miqdoriy talqinda gravirazvedkaning to'g'ri va teskari vazifalari yechiladi.

To'g'ri vazifa – ma'lum geometrik tuzilish va ma'lum zichlikka ega bo'lgan jismni gravitatsion maydonini hisoblash. To'g'ri vazifani yechish hamma vaqt aniq va bir xil bo'ladi, chunki hisoblangan maydon faqat shu jismga tegishli bo'ladi. Shuning uchun to'g'ri vazifani geologik jismni har xil tuzilishlari uchun (shar, surilma, qatlam va hokazo) hisoblab, anomaliya grafiklari tuziladi. Ularni o'lchangan grafiklar bilan solishtirib, anomaliya hosil qiluvchi jismning o'lchamlarini, massasini, yotish chuqurligini topish mumkin.

Teskari vazifa – o'lchangan og'irlik kuchi anomaliyasidan uni hosil qilgan jismni aniqlash. Amaliyotda odatda gravirazvedkaning teskari vazifasi yechiladi (to'g'ri vazifa yordamchi bo'lib qoladi). Teskari vazifa natijalari hamma vaqt ham bir xil bo'lmaydi, chunki bitta xil anomaliyani turli jismlar, har xil yotishdagi va tuzilishdagi jismlar hosil qilishi mumkin. Ma'lum tuzilish, o'lcham va zichlikdagi jismlarning tortishidan hosil bo'lgan og'irlik kuchi anomaliyasini Nyuton qonuniga asosan hisoblanadi. X, Y, Z koordinatalar sistemasining Z o'qi Yer markaziga yo'nalgan bo'lsin (1.2-rasm). Bunda $A(x, y, z)$ kuzatuv nuqtasidagi 1 g massaning $M(x, y, z)$ nuqtada joylashgan elementar massa dm bilan tortish kuchining vertikal tashkil etuvchisi teng: $F = G \cdot dm / r^2$, bunda r – A va M nuqtalar orasidagi masofa. $\vec{F}$ vektorning z o'qiga proektsiyasi Δg anomaliyasidir.

$$\Delta g = F_1 \cdot \cos a = G \frac{dm}{r^2} \cdot \frac{z^1 - z}{r}, \quad (1.11)$$

$$\text{bunda } \cos a = (z^1 - z) / r$$



1.2-rasm. 1.11 formulaga tushuntirish

Zichligi σ_0 bo'lgan muhitda dv hajmli σ zichlikka ega bo'lgan tortiluvchi massa joylashgan bo'lsin, bunda tortiluvchi massa sifatida zichliklar farqi tushuniladi:

$$dm = (\sigma^1 - \sigma_0) dv = \sigma \cdot dv$$

$$\text{bundan } \Delta g = \frac{G\sigma(z^1 - z)}{r^3} dV$$

Agar $\sigma > \sigma_0$ bo'lsa, Δg musbat va buning teskarisi. Har qanday jism hosil qilgan anomaliya, jismni hosil qilgan elementar (juda kichik) hajmlar tortishishi yig'indisidir:

$$\Delta g_v = G \cdot \sigma \int_v \frac{z^1 - z}{r^3} dV$$

Quyida oddiy to'g'ri tuzilishdagi jismlar ustida hosil bo'ladigan anomaliya taqsimoti va bu jismlarni asosiy o'lchamlarini aniqlash misollari keltirilgan.

Shar. Ko'pgina geologik obyektlar tuzilishi shar tuzilishida yoki shunga yaqin bo'ladi: uyasimon va shtoksimon ma'danli yotqiziqlar, tuz gumbazlari, karst bo'shliqlari va boshqalar. Yer yuzasidan h chuqurlikda massasi M bo'lgan bir jinsli shar markazi koordinatlari $(x, 0)$ nuqtasidan r masofada joylashgan holatni ko'rib chiqaylik. (1.11) iboradan Δg hisoblash formulasini dm elementni shar massasiga almashtirib chiqarish mumkin. Bunday

almashtirish to'g'ri, chunki ikkita nuqta yoki ikkita shar bir xilda tortiladi, agar ularning massalari va orasidagi masofa bir xil bo'lsa.

Shar uchun $z'=h$, $y=z=0$, $x'=y'=0$, shuning uchun:

$$\Delta g = \frac{G \cdot M \cdot h}{r^3} = \frac{GM \cdot h}{(x^2 + h^2)^{3/2}} \quad (1.12)$$

Δg ni x va u bo'yicha ($r^2=x^2+h^2$, $y=0$) xoz yuzada differensiallash natijasida potensialning ikkilamchi hosilasini aniqlash mumkin:

$$W_{xz} = -3GMhx/r^3 \quad (1.13)$$

$$W_{\Delta} = -3GMx^2/r^3 \quad (1.14)$$

1.3, a, b – rasmda Δg , W_{xz} , W_{Δ} grafiklarining ko'rinishi keltirilgan. Shar markazining ustida 0 nuqtada $r = h$ bo'lib, og'irlik kuchi maksimal qiymatga ega $\Delta g_{\max} = GM/h^2$; abtsissa o'qining $X_{0,5}$ nuqtasida Δg maksimal qiymat ($\Delta g_{\max}$) ning yarmiga teng bo'ladi

$$\Delta g_{r_{0,5}} = GMh/r_{0,5}^3 = 0,5\Delta g_{\max}$$

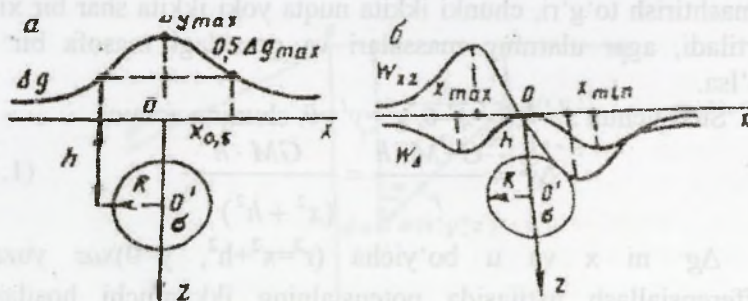
$r_{0,5}$ ni h va x bilan almashtirib

$$GM = \frac{h}{(x_{0,5}^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{GM}{h^2}$$

Bundan $(x_{0,5}^2 + h^2)^{3/2} = 2h^3$, $x_{0,5} = 0,766h$;

$$h = 1,31 \cdot x_{0,5} \quad (1.15)$$

ya'ni, Δg grafigidan $\Delta g = 0,5\Delta g_{\max}$ abtsissani aniqlab, uni 1,31 ga ko'paytirib yotish chuqurligi topiladi. Anomal jism massasi $M = \Delta g_{\max} \cdot h^2 / G$, bunda h (26) formulada hisoblanadi, $\Delta g_{\max}$ esa Δg grafigidan olinadi.



1.3-rasm. Shar ustidagi gravitatsion maydon

a) Δg grafigi, b) W_{xz} va W_{Δ} grafiklari

Agar jismning zichligi σ ma'lum bo'lsa, unda uning hajmi V va radiusini R ni hisoblash mumkin:

$$M = V \cdot \sigma = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \sigma$$

Jismning yotish chuqurligi va massasini aniqlash uchun W_{xz} grafigining abtsissa va ordinatasini ishlatish mumkin: U x ning manfiy qiymatlarida maksimum qiymatga va musbatda minimumga ega. Jism markazi ustida grafik noldan o'tadi.

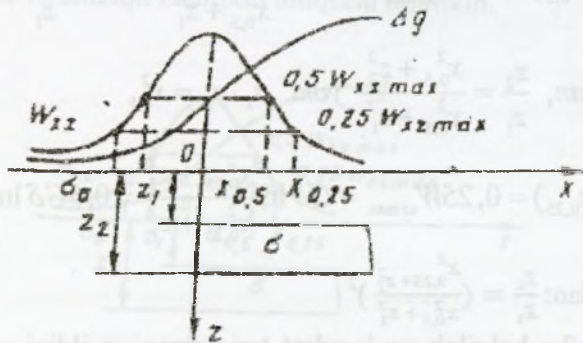
W_{xz} grafigi ekstremumlari abtsissasi $dW_{xz}/dx=0$ shartiga asosan topiladi. Differensiallashdan so'ng $X_{\max}=-h/2$, $X_{\min}=h/2$. Bundan $h=X_{\max}-X_{\min}$. Yana $X=h/2$ qiymatni (1.13) formulaga qo'yib shar massasi aniqlanadi:

$$M = 1,17 W_{xz \max} \cdot h^3 / G$$

Xuddi shunday W_{Δ} grafigidan $dW_{\Delta}/dx=0$ shartiga asosan $x_{\min}=\pm 0,8h$. Bu qiymatni (1.14) formulaga qo'yib

$$M = 1,79 \cdot W_{xz \max} \cdot h^3 / G.$$

Shunday qilib, anomaliya hosil qiluvchi obyektini shar deb hisoblab, og'irlik kuchi yoki gradientlar anomaliyalari grafiklaridan uning yotish chuqurligi, massasi va hajmini hisoblash mumkin.



1.4-rasm. Δg va W_{xz} grafiklari

Vertikal ustun. Ko'pgina geologik tuzilmalar (cho'kma, surilma, gorst, graben, tektonik kontaktlar, har xil zichlikdagi qatlamlar kontakti) vertikal ustunga o'xshash.

Og'irlik kuchi va uning gorizontallarni ustun uchun hisoblash formulasi quyidagicha:

$$\Delta g = G \cdot \sigma \left[\pi(z_2 - z_1) + 2z_2 \arctg \frac{x}{z_1} + x \ln \frac{x^2 + z_2^2}{x^2 + z_1^2} \right] \quad (1.16)$$

$$W_{xz} = G \cdot \sigma \cdot \ln \frac{x^2 + z_2^2}{x^2 + z_1^2}.$$

(1.16) formulalardan ma'lumki, $x \rightarrow -\infty$, $\Delta g = 0$ bo'ladi; $x=0$ bo'lsa $\Delta g = G \cdot \sigma \cdot \pi(z_2 - z_1)$ bo'ladi va $x \rightarrow +\infty$ bo'lsa $\Delta g = 2G\sigma\pi(z_2 - z_1)$ bo'ladi. Agar ustunning yotish chuqurligi ma'lum bo'lsa, uning qalinligini $(z_2 - z_1)$ aniqlash mumkin va buning teskarisi. Talqinni W_{xz} grafigi bo'yicha o'tkazish qulayroq, chunki uning maksimumi $x=0$ nuqtada bo'ladi. $W_{xz} = 2G\sigma \cdot \ln(z_2/z_1)$ ning tepa qismi chuqurligi z_1 va pastki qismi chuqurligi z_2 larni W_{xz} maksimumining 0,5 va 0,25 qismi bo'yicha topish mumkin:

$$W_{xz}(X_{0,5}) = 0,5W_{xz \max} = G\delta \ln \frac{x_{0,5}^2 + z_2^2}{x_{0,5}^2 + z_1^2} = G\delta \ln \frac{z_2}{z_1}$$

$$\text{bundan, } \frac{z_2}{z_1} = \frac{x_{0,5}^2 + z_2^2}{x_{0,5}^2 + z_1^2} \text{ yoki } z_1 \cdot z_2 = x_{0,5}^2$$

$$W_{xz}(x_{0,25}) = 0,25W_{xz \max} = G\delta \ln \frac{x_{0,25}^2 + z_2^2}{x_{0,25}^2 + z_1^2} = 0,5G\delta \ln \frac{z_2}{z_1}$$

$$\text{bulardan: } \frac{z_2}{z_1} = \left(\frac{x_{0,25}^2 + z_2^2}{x_{0,5}^2 + z_1^2} \right)^2$$

$z_1 + z_2 = 2m$ belgilab va kvadrat tenglamaning ildizi yig'indisi va ko'paytmasi xususiyatlaridan foydalanib:

$$z_1 = m - \sqrt{m^2 - x_{0,5}^2}$$

$$z_1 = m + \sqrt{m^2 - x_{0,5}^2}$$

Demak, ustun ustida o'lchangan W_{xz} grafigi bo'yicha uning faqat chegaralarini chuqurligini emas, balki atrof jinslarinikidan farq qiluvchi zichlikni topish mumkin.

$$\sigma = \frac{W_{xz \max}}{2G(\ln z_2 - \ln z_1)}$$

Gorizontaal silindr. Cheksiz uzunlikdagi gorizontaal silindr "u" o'qi bo'yicha joylashsa, o'lchov profili bu yo'nalishga ko'ndalang joylashsa bir jinsli silindrning tortishi uning massasi uzunlik bo'yicha tarqalganda ham bir xil bo'ladi

$$m^1 = dm^1 / dy = \pi R^2 \cdot \sigma$$

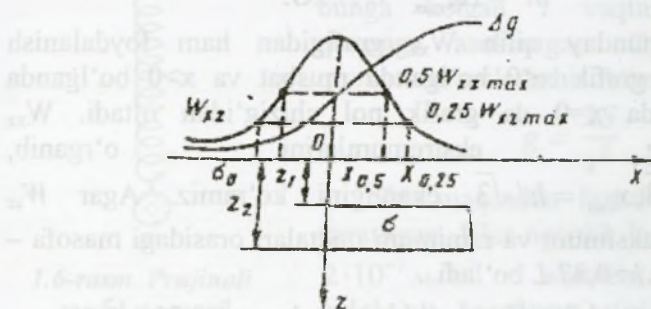
(1.12) formuladan foydalanib:

$$\Delta g = G \cdot m \cdot h \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dy}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{2G \cdot m^1 \cdot h}{x^2 + h^2};$$

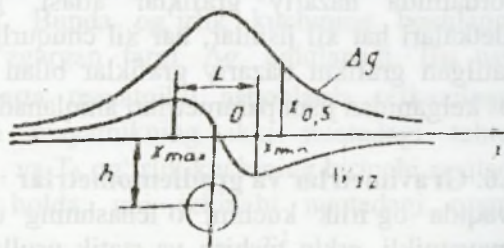
$$W_{xz} = \frac{2Gm^1h}{x^2 + h^2}$$

Δg va W_{xz} grafiglari

1.4-rasmda keltirilgan. Ulardan silindr o'qigacha bo'lgan chuqurlik h va chiziqli zichlikni aniqlash mumkin.



1.4-rasm. Vertikal ustun ustida Δg va W_{xz} grafiklari



1.5-rasm. Gorizontaal silindr ustida Δg va W_{xz} grafiklari

$\sigma^1 > \sigma_0$ bo'lganda, silindr ustida Δg grafigi musbat va simmetrik, maksimum $\Delta g_{\max}$ silindr markazi ustida joylashadi. $X=0$ da $\Delta g_{\max} = 2Gm^1/n$ bo'ladi. $0,5 \Delta g_{\max}$ ning koordinatasini quyidagicha topish mumkin:

$$\Delta g(x_{0,5}) = 2G \cdot m^1 \frac{h}{x_{0,5}^2 + h^2} = 0,5 \Delta g_{\max} = \frac{G \cdot m^1}{h}$$

Bundan, $2h / (x_{0,5}^2 + h^2) = 1/h$ yoki $2h^2 = x_{0,5}^2 + h^2$ va $h = x_{0,5}$

Hosil bo'lgan h qiymatini $\Delta g_{\max}$ formulasiga qo'yib, quyidagini topish mumkin:

$$m^1 = \Delta g_{\max} \cdot x_{0,5} / 2G.$$

Xuddi shunday qilib W_{xz} grafigidan ham foydalanish mumkin. Bu grafik $x < 0$ bo'lganda musbat va $x > 0$ bo'lganda manfiy, hamda $x = 0$ da grafik nol chizig'idan o'tadi. W_{xz} funksiyasining ekstremumlarini o'rganib, $x_{\max} = -h/\sqrt{3}, x_{\min} = h/\sqrt{3}$ ekanligini ko'ramiz. Agar W_{xz} grafigining maksimum va minimum nuqtalari orasidagi masofa $-L$ bo'lsa, unda $h = 0,87 L$ bo'ladi.

$$W_{xz \max, \min} = \pm 1,299G \cdot m^1 \cdot (1/h^2) \text{ bundan } m^1 = 0,011 h^2.$$

Gravitatsion maydon grafiklaridan geologik jismlar parametrlarini aniqlashning juda ko'p uslublari mavjud. Analitik formulalar yordamida nazariy grafiklar atlas, gravitatsion potentsialni paletkalari har xil jismlar, har xil chuqurliklar uchun tuzilgan. Kuzatilgan grafikni nazariy grafiklar bilan solishtirib, eng yaxshi mos kelganidan jism parametrlari aniqlanadi.

1.6. Gravimetrlar va gradientometrlar

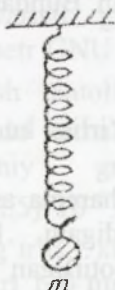
Hozirgi vaqtda og'irlik kuchini o'lchashning uchta usuli qo'llaniladi: mayatnikli, erkin tushish va statik usullari. Buning uchun mayatniklar, gravimetrlar, variometrlar va gradientometrlar ishlatiladi. Gravimetrlar og'irlik kuchining absolyut qiymatini yoki uning boshqa o'lchash nuqtasidagi qiymatiga nisbatan o'zgarishini o'lchashga mo'ljallangan asboblardir. Variometr va gradientometrlar yordamida og'irlik kuchining vertikal va gorizontaal yo'nalishlarda o'zgarish tezligi o'lchanadi. Mayatnikli usul va jismni erkin tushishi usuli og'irlik kuchining absolyut qiynati o'lchash uchun ishlatiladi.

Og'irlik kuchini o'lchashning mayatnikli usuli osilgan mayatnikning erkin tebranish davrini aniqlashga asoslangan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Davr T va mayatnik uzunligi L ni o'lchab, og'irlik kuchining shu nuqtadagi qiymatini aniqlash mumkin. Jismlarni erkin tushishi usuli jismni o'tgan yo'li S va bunga ketgan t vaqtni bog'lovchi qonunga asoslangan. Og'irlik kuchi qiymati formulada hisoblanadi:

$$g = \frac{2S}{t^2}$$



1.6-rasm. Prujinali tarozi sxemasi

absolyut qiymati ba'zi asosiy nuqtalarda, asosan observatoriyalarda o'lchanadi.

Og'irlik kuchining nisbiy o'zgarishini o'lchash keng qo'llaniladi. Bunda og'irlik kuchining boshlang'ich nuqtaga nisbatan o'zgargan farqi Δg aniqlanadi. Bu usulda o'lchash birinchi marta mayatnikli asboblarda o'tkazilgan. O'zgarmas uzunlikdagi mayatnikning ikki nuqtadagi tebranish davrini o'lchab (T_1 , va T_2 og'irlik kuchining birinchi nuqtadagi qiymatini g_1 bilgan holda, uni ikkinchi nuqtadagi qiymati quyidagi

formulada aniqlanadi: $g_2 = \frac{g_1 \cdot T_1^2}{T_2^2}$

Mayatnikli asboblardan nisbiy o'lchashlar, asosan, tayanch gravimetrik to'rlar yaratishda ishlatiladi. Bunda Δg ni o'lchash xatoligi quruqlikda $0,03 \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2$ va dengizda 10^{-5} m/s^2 dan ko'p bo'lmaydi.

Og'irlik kuchini nisbiy o'lchashni statik usuli m massaning g kuch maydondagi $F = mg$ kuchni prujina yoki burama ip kuchi bilan kompensatsiyalashga asoslangan. Ular prujinali tarozi prinsipida ishlaydi. Uzunligi l_0 bo'lgan prujinaga m massa osilgan. Prujinani l uzunlikka cho'zish τ_n kuchga

proportsional $\tau_n(l-l_0) = mg$ Nisbiy o'lchashni 1 va 2 nuqtalarda o'tkazib, $mg_1 - mg_2 = \tau_n(l_1 - l_2)$ aniqlash mumkin. Bundan

$$\Delta g = \Delta l \frac{\tau_n}{m}$$

Demak, uzunlikning nisbiy o'zgarishi og'irlik kuchining o'zgarishiga proportsional.

Og'irlik kuchini statik usulda o'lchaydigan hamma asboblarda nisbiy hisoblanadi. Eng keng qo'llaniladigani kvartslar gravimetrlar bo'lib, ularda gorizontga ipga qotirilgan richag ko'rinishidagi yuk gorizontga nisbatan aylanma harakat qiladi. O'lchash uslubi — kompensatsion. Buning uchun osma mayatnikning iplari burilish burchagi o'zgaradi va mayatnik gorizont holatga qaytadi.

Mikrometrik vint yordamida mikroskop shkalasi chizig'iga hisob indeksi to'g'rilanadi. Hisob qurilmasi ko'rsatkichlarining o'lchash nuqtalarining biridan biriga o'zgarishi og'irlik kuchining o'zgarishini ko'rsatadi.

Maxsus metal korpusga o'rnatilgan kvartslar sistemani tashqi temperatura o'zgarishi ta'siridan saqlash maqsadida, uni Dyuar idishiga joylashtiriladi. Kvartslar sistemasi korpusi germetik yopiq bo'lgani uchun gravimetr ko'rsatmalari atmosfera bosimi o'zgarishlariga bog'liq emas. Hisob olishdan oldin gravimetr albatta nivelirlanadi, ya'ni oyoqchalarining ko'tarma vintlari yordamida gorizont o'rnatiladi.

Gravimetrlarning asosiy xususiyatlari: og'irish burchagiga minimal sezuvchanlik, hisob qurilmasi shkalasi har bir bo'lga qiymati, temperatura xususiyati, sistemaning sezuvchanligi, nol — punktning o'zgarish (smesheniye) kattaligi, o'lchash xatoligi va boshqalar.

Gravimetr nol-punkti o'zgarishi og'irlik kuchi o'zgarmaganda ham hisobning vaqt davomida uzluksiz, sekin va nochiyiq o'zgarishidir. Buning sababi temperatura o'zgarishi va katta kuch ta'sirida sistemaning deformatsiyalanishi hamda prujinaning eskirishidir. Nol-punkt o'zgarishi dala ishlari jarayonida bir nuqtada qayta o'lchashlar o'tkazish bilan aniqlanadi.

Nisbiy gravimetrlarning o'lchash xatoligi vaqt davomida bir nuqtada bir necha marta o'lchash o'tkazib aniqlanadi.

Kvartsli gravimetrlar GAK, (astazirovanni kvartseviy gravimetr GNU – (gravimetr nazemniy, uzkodiapozonniy) bo'lib, o'lchash xatoligi $(0,03 \div 0,06) \cdot 10^{-5} M/c^2$. Og'irlik kuchini dengizda kemalarda nisbiy o'lchash uchun GMN-K (morskoy nabortniy gravimetr) ishlatiladi, o'lchash xatoligi $(0,5 \div 1,5) \cdot 10^{-5} M/c^2$.

Og'irlik kuchini vertikal skvajinalarda o'lchash uchun diametri 110 mm bo'lgan GS-110 skvajina gravimetri ishlatiladi. (o'lchash xatoligi $0,3 \cdot 10^{-5} M/c^2$). Oxirgi yillarda VNIi Geofizikada ishlangan, hamda ESSO, "Shell" gravimetrlarni yerda va samolyotda ishlaydigan turlari qo'llaniladi. Ularda sezuvchi element vazifasini metall ipga osilgan yuk bajaradi. Iplarning tarangligi va tebranish davri og'irlik kuchining o'zgarishiga bog'liq, ya'ni ipni tebranish chastotasini o'zgarishi Δg ni o'zgarishini belgilovchi omil bo'ladi. O'lchash xatoligi $0,05 \cdot 10^{-5} M/c^2$ ga yaqin. Hozirgi vaqtda o'lchash natijalarini raqamli va magnitli yozib oluvchi aerogravimagnit komplekslarni ishlab chiqarish harakatlari qilinmoqda.

Og'irlik kuchi potensialining ikkilamchi hosilalarini o'lchash uchun gravitatsion variometrlar va gradientometrlar qo'llash zarur. Ularni birinchisi og'irlik kuchi gradientining gorizontal tashkil etuvchilari W_{xz} , W_{yz} va qiyshqlik W_{xy} va W_{Δ} ni o'lchaydi. Gradientometrlar esa faqat W_x , va W_{yz} larni o'lchash imkonini beradi. Hamma variometr va gradientometrlar tuzilishi Kulonning burama tarozi prinsipiga asoslangan. Eng oddiy burama tarozi tarang metall ipga osilgan yengil yelkaning ikki tomoniga yuk o'rnatilgan (1.7-rasm). Bunday tarozi ipda burilishi mumkin (ipni burashi va qaytarishi mumkin). Agar tarozini biroz burib qo'yilsa, u ma'lum vaqt davomida tebranib, asta – sekin to'xtaydi. To'liq to'xtagandan so'ng ma'lum tinch holatni egallaydi.



1.7.-rasm. Burama tarozilarning turlari

Bir xil gravitatsion maydonda yuklarga bir xil kuch ta'sir qiladi va tarozi tinch holatda bo'ladi. Agar maydon har xil bo'lsa, tarozining turli nuqtalariga turlicha kuch ta'sir etadi va uning tinch holati buziladi va u buriladi. Ipning burilish darajasiga qarab gorizontaal gradientlar va qiyshqlikni o'lchash mumkin. Gradientometr oddiylashtirilgan variometrdir. Unda yuk markazlari bilan burilish o'qi orasidagi masofa 0,5 sm. Shuning uchun, uning tinchlanishiga ketadigan vaqt 2–3minutga teng. Bu esa ish samaradorligini $6 \div 8$ marta oshiradi (variometrlar bilan ishlaganga nisbatan).

Variometr va gradientometrlar yirik masshtabdagi ishlarda qo'llanishi kerak, ya'ni o'rganilayotgan obyektlar chuqurligi 100–200 m bo'lganda.

1.7. Gravimetrik syomkalar uslubiylati

O'rganilayotgan maydonning ma'lum nuqtalarida og'irlik kuchini o'lchab, maydonda og'irlik kuchi anomalialari taqsimotini aniqlash gravimetrik syomka deyiladi. Uni geologik vazifalarni (yer qobig'ining chuqurlikdagi tuzilishlarini o'rganishdan alohida ma'danlarni qidirishgacha) hal etish uchun o'tkaziladi. Gravimetrik syomkalar yer ustida, dengizda va yer ostida (tog' lahmlarida) o'tkaziladi.

Yer usti syomkasi

Gravimetrlar bilan yer usti syomkasi 1:200 000 dan 1:5000 gacha masshtablarda o'tkaziladi. Kuzatish profillari odatda, to'g'ri chiziqli, o'rganilayotgan obyektlar yo'nalishiga ko'ndalang va bir-biri bilan kamida 2–3 ko'ndalang profillar bilan bog'langan. Profil to'ri zichligi qidirilayotgan og'irlik kuchi

anomaliyalarini va uni hosilalarini aniqlash imkonini beradigan bo'lishi kerak. Agar anomaliya kamida uchta kuzatish nuqtasida aniqlansa va uning amplitudasi izochiziqlar farqidan kam bo'lmasa ishonchli hisoblanadi. Kuchsiz anomaliyalar uchta profilda ko'ringandagina ishonchli hisoblanadi.

Gravimetrlar bilan o'lchashlar reyslarda o'tkaziladi. Tayanch va o'lchash punktlarida ketma-ket kuzatishlar to'plami reys deyiladi. Bunday kuzatishlar natijasida og'irlik kuchi qiymatini aniqlash imkoni bo'ladi. Reysning bir qismi, ikkita tayanch punktlari orasidagi kuzatishlar, zveno deyiladi. Reysning asosiy turi bir kunlik reysdir.

Gravimetrik syomka o'tkazish uchun tayanch punktlari to'ri yaratiladi-bu yuqori aniqlikdagi punktlar to'ri bo'lib, oddiy punktlardagi nol-qiymat o'zgarishini aniqlash va bu punktlarga og'irlik kuchining absolyut qiymatini tuzatishga xizmat qiladi. Dala tayanch to'rini og'irlik kuchining absolyut qiymati ma'lum bo'lgan I va II klasse davlat tayanch to'ri bilan bog'lanadi. Tayanch punktlari o'rganilayotgan maydonda bir tekis joylashtiriladi. Har bir reys bir kunda 2-3 ta tayanch punkti bilan bog'liq bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Odatda tayanch punktlari orasidagi masofa 1÷20 km bo'ladi.

Tayanch to'ri dala ishlari boshlanishidan oldin yaratiladi. Tayanch punktlaridagi o'lchashlar asosan markaziy sistemada olib boriladi. Markaziy sistema har bir tayanch punkti boshlang'ich punkt bilan bog'langan sistemadir. Kuzatishlar ikkita alohida reyslarda olib boriladi. Tayanch to'rini yaratishdagi aniqlik σ_T o'lchashlarning o'rtacha kvadratik xatoligini hisoblash yo'li bilan topiladi:

$$\sigma_c = \pm \sqrt{\sum \delta^2 / (N - n)}; \delta_T = \pm \delta_c / \sqrt{N_{\text{ypm}}}; \quad (1.17)$$

Bunda N_{oit} -bitta tayanch punktida o'tkazilgan o'lchashlarni o'rtacha soni; N -o'lchashlar soni; n -punktlar soni; δ - o'lchangan Δg qiymatining o'rtacha qiymatdan farqi.

Tayanch turini yaratgandan so'ng, oddiy punktlarda, odatda, bir martalik o'lchashlar o'tkaziladi. To'rning asosiy tuzilishi kvadrat shaklida. Gravimetrlning nol-punkti o'zgarishi reysning har bir zvenosi uchun alohida aniqlanadi. Dala ishlarida bir yoki

ikkita gravimetr ishlatiladi. Syomkaning sifatini tekshirish uchun dala ishlari jarayonida qayta o'lchashlar o'tkaziladi yoki asosiy profilarga ko'ndalang yo'nalishda qo'shimcha reys o'tkaziladi. Talabga binoan har bir gravimetrik ishlarda 5÷10% qayta o'lchashlar maydonning har tomonida o'tkaziladi.

Gravimetr bilan o'lchash aniqligini belgilovchi asosiy ko'rsatkich-o'lchashlarning o'rtacha kvadratik xatoligi bo'lib, qayta o'lchash natijalari asosida formulada hisoblanadi.

Gravimetrik punktlarni bog'lash, ularni koordinatalari, balandliklarini aniqlash uchun topogeodezik ishlar o'tkaziladi. O'lchash punktlarining balandligini aniqlashga alohida e'tibor beriladi, chunki balandlikni aniqlashdagi xatolik 1 m bo'lsa, Buge reduksiyasidagi anomaliyani aniqlashdagi $0,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2$ xatolikka teng bo'ladi.

Dengiz syomkasi. Dengizda og'irlik kuchini o'lchash asosan kemalarda, ular harakatlanayotganda o'tkaziladi. Shuning uchun, o'lchangan og'irlik kuchi qiymatiga Etvesh effekti uchun tuzatish kiritiladi. Bu effektning mazmuni: yer yuziga nisbatan harakat qilayotgan asbob bilan og'irlik kuchi o'lchanganda markazdan qochma kuch o'zgaradi va asbobga ta'sir etadi, demak o'lchangan og'irlik kuchiga ham.

Etvesh tuzatmasini hisoblash uchun kemanding harakat yo'nalishi va tezligini aniq bilish zarur. Kema g'arbdan sharqqa qarab harakat qilganda bu tuzatma maksimal qiymatga ega bo'ladi, chunki kema tezligiga Yerning aylanish tezligi qo'shiladi va markazdan qochma kuch ko'payadi. Kenglik oshganda Etvesh tuzatmasi kamayadi, meridian bo'yicha harakat qilganda tuzatma nolga teng.

Dengizda o'lchash uchun kvartslı tarang torli (strunnie) gravimetrlar ishlatiladi, ularni qiymatlari raqam sifatida va analog ko'rinishda yozib olinadi.

Dengizda og'irlik kuchini o'lchash uslubiyati va texnikasi yerdagi gravimetrik syomka uslubiyati bilan o'xshash. Tayanch punktlari portlarda tashkil etiladi.

Asbobning nul-punkti surilishini nazorat qilish uchun nuqtalarda qayta o'lchash o'tkaziladi. Bu nuqtalar koordinatalari

radiogeodeziya vositalarida aniqlanadi. O'lchash ishlari tayanch punktida boshlanadi va eng yaqin tayanch punktida tugatiladi. Anomal og'irlik kuchini aniqlashda dengiz tubi chuqurligi exolotlarda o'lchanadi. Dengiz gravimetrik syomkasida og'irlik kuchini aniqlash xatoligi $10-5\text{m/s}^2$ atrofida bo'ladi. Aniqlikni oshirish uchun mukammal gravimetrlardan foydalanish, kema harakati tezligi, holatini aniqlash sistemalarini yaxshilash zarur.

Skvajinalarda og'irlik kuchini o'lchash

Og'irlik kuchini skvajinalarda o'lchash (gravitatsion karotaj) quvurlar bilan mustahkamlangan va mustahkamlanmagan skvajinalarda o'tkaziladi. Ular tog' jinslarining zichligi haqida ma'lumot olish, yer yuzi gravimetrik syomkasi natijalarini teskari vazifasini aniqroq yechishda ishlatiladi. Skvajinalarda GS-110 gravimetri bilan o'lchash bo'yicha jinslarni zichligini aniqlashda ikkita kuzatish nuqtasi orasida joylashgan qatlam bir jinsli tekis cheksiz cho'zilgan qatlam deb qabul qilinadi. Boshqa turli massalar ta'sirini gravimetr o'lchash natijalari asosida ajratib bo'lmaydi. Shuning uchun, gravitatsion karatajda hisoblangan o'rtacha zichlik tuyulma zichlik deyiladi. U o'rtacha haqiqiy zichlikdan farq qilishi mumkin. Massalarning ta'sir darajasi ularning kuzatuv nuqtasidan uzoqligiga, o'lchamlariga va zichlik farqiga bog'liq. Tuyulma zichlik oraliq qatlam ta'sirini hisobga olishda, haqiqiy zichlik – anomalionalarni miqdoriy talqinida ishlatiladi.

GS-110 gravimetrlari bilan kuzatish reyslarda 100% -li qayta o'lchash bilan o'tkazish qulay. Kuzatuv qadami chuqur skvajinalarda 50 –100 m, sayozlarida 10 – 25m. Tayanch turlarini yaratish iqtisodiy nomuvofiq.

Gravitatsion karotaj keng ko'lamdagi geologo-geofizik vazifalarni yechishda samarador hisoblanadi. Yer usti va skvajinalardagi gravimetrik ishlarni komplekslash maqsadga muvofiq, ayniqsa, neft va gaz konlarini qidirishdek vazifani yechishda.

1.8. Gravimetrik syomka materiallarini qayta ishlash va talqin qilish

Dala materiallarini qayta ishlash. Gravimetrik syomka natijalarini qayta ishlash-tegishli tuzatishlarni kiritib og'irlik kuchi anomaliyalarini hisoblashdir. Ishni reysni har bir nuqtasida asbob ko'rsatmalari bilan reys boshlangan tayanch nuqta orasidagi farqni hisoblashdan boshlaydilar. So'ng, bu farqlarni gravimetrni shkala qiymatiga ko'paytirib, nul-punkti surilishi va harorat ta'sirini hisobga olib (10^{-5}m/s^2) o'tkaziladi.

Δg kattalik reysni hamma nuqtalaridagi og'irlik kuchining boshlang'ich tayanch nuqtadagi maydonga nisbatan o'zgarishini bildiradi. Kuzatilgan og'irlik kuchi qiymati:

$$g_{\text{kuz}} = g_{\text{boshl}} + \Delta g$$

Og'irlik kuchi anomaliasini hisoblash uchun qayta ishlash davomida natijalarga normal maydon uchun, kuzatuv nuqtasi balandligi uchun, oraliq qatlam ta'siri uchun, joyning relefi uchun, oyning sutka davomida tortishi uchun va h.k.lar uchun tuzatishlar kiritiladi. Og'irlik kuchi anomaliasini hisoblash aniqligini belgilash uchun o'rtacha kvadratik xatolik quyidagi formulada hisoblanadi:

$$\sigma = \pm \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_{\text{max}}^2 + \sigma_E^2 + \sigma_{\gamma_0}^2 + \sigma_p^2}$$

Bunda $\sigma_{pk}, \sigma_{\text{max}}$ - o'rtacha kvadratik xatolikiar, og'irlik kuchini reys qatoridagi nuqtalarda va tayanch nuqtasida o'lchaganda; $\sigma_E, \sigma_{\gamma_0}, \sigma_p$ - o'shanday tuzatishlar Buge, og'irlik kuchining normal qiymati va joyni relefi ta'sirini hisobga olish uchun;

Dengiz syomkasi natijalariga Etvesh effekti uchun tuzatma kiritiladi, hamda kema harakati tezlanishi, vibratsiyasi kema og'ishi va h.k.. hisobga olinadi. Bularni ta'sirini kamaytirish uchun kuzatishlar ikkita gravimetrdan olib boriladi, ularni har birini natijalari ma'lum vaqt oraliq'i uchun o'rtachasi olinadi.

Gravimetrlar bilan o'lchash natijalari Δg ning teng qiymat chiziqlari xaritasi va og'irlik kuchi anomalialarining o'lchash profillari bo'yicha o'zgarishi grafiklari shaklida ko'rsatiladi.

Geologik talqin uchun Buge anomalionalari xaritasi va grafiklari tuziladi.

Gravimetrik svomka natijalari talqini. Avval ko'rsatilganidek gravimetrik ma'lumotlar talqini sifat va miqdor talqinga bo'linadi. Miqdoriy talqinda ikki xil operatsiyalar bajariladi: 1) kuzatilgan gravitatsion anomalionalarni ajratish yoki transformatsiyalash (bu anomalionalar yer qobig'ining turli zichliklaridan kelib chiqishidan), ya'ni tashkil etuvchilarga bo'lish; 2) umumiy yoki bo'lingan anomalionalardan obyektlar elementlarini (o'lchamlari, tuzilishi, yotish chuqurligi) aniqlash, ya'ni teskari vazifani yechish.

Gravitatsion maydonlarni ajratish. Bu operatsiya o'lchangan gravitatsion maydonni tashkil etuvchilarga ajratishdir:

- regional-chuqurlikdagi massalar gravitatsion effekti;
- lokal-asosan cho'kindi qobiqdagi tuzilmalarga bog'liq effekt.

Umuman olganda hamma manbalar effektini hisobga olib bo'lmaydi. Shuning uchun, bu vazifani yechishda ma'lum bo'lgan hamma ma'lumotlarni hisobga olish kerak.

O'rtachalash usulida nuqtaviy massaning anomaliasiga Δg radiusi R bo'lgan aylana anomaliasiga $\Delta g_{o'n}$ transformatsiyalanadi. Uning o'lchamlari ajratilgan lokal anomaliyadan ancha katta va regional anomaliyadan ancha kichik. Og'irlik kuchi izochiziqlari xaritasiga sektorlarga bo'lingan paletka qo'yiladi. Uning markazi o'lchash nuqtasiga moslanadi. Paletkaning har bir sektori uchun xaritadan anomalianing o'rtacha qiymati olinadi, ulardan umumiy o'rtacha qiymat topiladi va uni o'rtacha Δg_{jpm} qiymat sifatida markaziy nuqtaga yoziladi. Planshetni hammasi uchun maydonning o'rtacha qiymatini hisoblab, maydonni regional tashkil etuvchisini ko'rsatuvchi xarita hosil bo'ladi. Har bir nuqtada maydonning o'lchangan qiymati $\Delta g_{o'lk}$ bilan shu nuqtada hisoblangan $\Delta g_{o'n}$ qiymat orasidagi farq bo'yicha lokal anomalija qiymatini aniqlash mumkin:

$$\Delta g_{lok} = \Delta g_{o'lk} - \Delta g_{o'rt}$$

Syomka maydonining hamma nuqtalarida shunday hisoblar o'tkazib og'irlik kuchining lokal anomalialari xaritasi tuziladi. Anomalialar kattaligi o'rtachalash radiusiga bog'liq bo'lgani uchun, uni tajriba hisoblaridan topiladi.

Lokal anomalialarni ajratish uchun Saksov va Nigard usuli qo'llaniladi: maydonni quyi fazoga hisoblash, yuqori hosilalarni hisoblash.

Saksov-Nigard usulida nuqtadagi umumiy anomaliani lokal maydonning o'rtacha gradienti (qoldiq anomaliya) bilan almashtiriladi. Uni quyidagi formulada hisoblanadi:

$$F(g) = \frac{\Delta g_{o'rt}(R_2) - \Delta g_{o'rt}(R_1)}{R_2 - R_1},$$

Bunda, R_1 , R_2 – anomalialarni o'rtachalashtirish aylanalari radiusi;

$\Delta g_{o'rt}(R_1)$, $\Delta g_{o'rt}(R_2)$ - o'rtachalashtirish radiuslarida (R_1 , R_2) maydonning o'rtacha qiymatlari.

Bu holda $R_1 < h < 0,7 R_2$ chuqurlikda yotgan obyektlar anomaliasi aniq ajraladi. O'rtacha qiymatni hisoblash uchun sakkiizta Δg qiymati nurlarni aylana bilan kesishgan nuqtalarida olinadi. O'rtachalashtirish aylanalarini radiusini tanlash jismni tuzilishi va yotish chuqurligiga bog'liq.

1.9. Gravirazvedkaning qo'llanish sharoitlari.

Hozirgi vaqtda gravirazvedka Yerni tuzilishini, Yer qobig'ini tuzilishini o'rganishda, geologik xaritalashda, foydali qazilmalarni qidirish va razvedkalashda qo'llaniladi.

Yer qobig'ining tuzilishini o'rganishning ahamiyati kattaligi shundaki, Yerning chuqurlikdagi tuzilishi bilan foydali qazilmalar konlari tarqalishida katta bog'liqlik borligi aniq ko'rinib turibdi.

Seysmik izlanishlar ma'lumotlariga ko'ra Yer turli fizik xususiyatlarga ega bo'lgan uchta geosferaga bo'linadi: yer qobig'i, mantiya va yadro. Yer qobig'i mantiyadan Moxorovichich chegarasi bilan ajraladi va qatlam tuzilishga ega: cho'kindi jinslar qatlami, granit va bazalt qatlamlari. Yer qobig'ining qalinligi 4–8 km dan (okeanlarda, granit qatlami yo'q), 30÷80 km gacha (materiklarda). Shunday tuzilishlarga

asosan Yer qobig'i okeanik botiqliklar, platformalar va geosinklinallarga bo'linadi

Yer qobig'ini o'rganishda gravimetrik ma'lumotlarni ishlatish izostaziya nazariyasi bilan bog'liq. Bu nazariyaga asosan doimiy zichlik va o'zgaruvchan qalinlikdagi yer qobig'i ostidagi substratga nisbatan gidrostatik muvozanatda turadi. Ammo bu muvozanat holat juda katta planetar masshtabdagi hududlarda amal qiladi. Yer sharining juda ko'p rayonlarida izostatik muvozanat holat kuzatilmaydi. Izostaziya prinsipi og'irlik kuchi anomaliyalarining global taqsimotiga to'g'ri kelib, kichik hududlardagi yuqori tartib anomaliyalariga yaramaydi, chunki bular yer qobig'ining yuqori qismida joylashgan jinslarning xususiyatlari va qalinligiga, tektonikasiga bog'liq.

Kontinent va okeanlarda o'tkazilgan gravimetrik va seysmik izlanishlar natijasida Yer qobig'i qalinligi, og'irlik kuchining Buge reduksiyasidagi anomaliyasi bilan kuzatish nuqtasining dengiz sathidan balandligi — h o'rtasida chiziqli bog'liqlik aniqlangan:

$$H = 35(l - th0,0037\Delta g);$$

$$H = 33th(0,38h - 0,18) + 38.$$

Bu bog'liklar Yer qobig'ining taxminiy qalinligini Yer sharining hohlagan nuqtasida aniqlash imkonini beradi. Tog'li rayonlarda Yer qobig'ining katta qalinligi (70 km gacha) kuzatiladi, Buge anomaliyalari ham $-500 \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2$ ga yetadi, okean botiqliklarida N 10 km dan oshmaydi, Δg esa $+450 \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2$ gacha. Anomaliyalarning bunday o'zgarishi izostatik kompensatsiya prinsipini tasdiqlaydi, chunkidengiz sathidan yuqoridagi ortiqcha massalar ularning chuqurlikda kamligi bilan kompensatsiyalanadi.

Gravimetrik syomka ishlarni masshtabiga qarab geologik xaritalashni turli-tuman vazifalarini hal etadi. Og'irlik kuchi anomaliyasi $(20 \div 30) \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2$ dan yuqori bo'lmagan platformalarda regional izlanishlarning asosiy vazifasi kristall asosning ichki tuzilmalarini va relief yuzasini o'rganish, chunki bular cho'kindilar qatlamlarida tuzilmalar tashkil bo'lishini belgilaydi. Asosning ichki tuzilmalari gravitatsion maydonda o'z

aksini topadi, ayniqsa asos chuqur bo'lmagan kristall shitlar ustida. Bu yerda asosning zichlik bo'yicha farqlanuvchi alohida bloklari katta amplitudali anomalialar hosil qiladi.

Geosinklinal oblastlar yuqori jadallikdagi ($100 \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2 \text{ a}^4 \text{ a}$) musbat va manfiy regional anomalialarga ega bo'lib, ularni gravirazvedka yordamida o'rganishda alohida tektonik tuzilmalarni holatini va o'zaro bog'likligini aniqlash, mufassal ishlarni qo'yish uchun yirik tuzilmalar o'rganiladi. Shu maqsadda 1:200 000, 1:50 000 masshtabda gravimetrik kuzatishlar o'tkaziladi. Ular faqat ma'danlar joylashadigan geologik tuzilmalarni xaritalash emas, balki ularni alohida elementlarini ham aniqlaydi: foydali qazilmalar to'planishi mumkin bo'lgan jinslarni, tektonik tuzilmalar zonasini, plikativ tuzilmalarni va h.k.

Gravirazvedka intruziv massivlarni o'rganishda samarador, ular bilan qator foydali qazilmalar bog'liq va bu metallogenik prognozlashda katta ahamiyatga ega. Gravimetrik izlanishlar geologik xaritalash bilan bir vaqtda neft va gaz, qo'ng'ir va tosh ko'mir, temir ma'danli, xromitli, sulfidli, hamda nometall foydali qazilmalar (olmos, korund, boksit, p'ezooptik xomashyo, apatit, fosforitlar, kaliyli tuzlar) konlarini qidirish va razvedkalash vazifalarini yechadi.

Gravirazvedka – neftgazli tuzilmalarni (tuzli gumbazlar, antiklinal burmalar, gumbazsimon ko'tarmalar, rif massivlari) qidirishda asosiy usullardan biridir. Gravirazvedkani boshqa geofizik va geokimyoviy usullar bilan bir kompleksda neft va gaz konlarini to'g'ridan-to'g'ri qidirishda ishlatiladi. O'tkazilgan hisoblarga ko'ra gravitatsion anomaliyada lokal minimum neftgazli tuzilmaga to'g'ri keladi. Ammo bu lokal anomalialarni neftgaz bilan bog'lashdan oldin boshqa omillarni ham hisobga olish kerak – jinslar zichligining kamayishi, fatsial o'zgarishlar va h.k.

Ko'mir konlarida gravimetrik ishlarning asosiy vazifalari: ko'mir havzasi chegaralarini belgilash, ko'mirli jinslar qalinligini aniqlash, ular ostidagi jinslar chuqurligi va relefini baholash va h.k. Bu vazifalar aniq yechilishi uchun ko'mirli va uning ostidagi qatlam zichliklari yaxshi farqlanishi kerak (bunda ularning

bittasini zichligi nisbatan o'zgarmas bo'lishi kerak). Ba'zi hollarda gravirazvedka yordamida ko'mirli katta qatlamdagi alohida ko'mir qatlamchalarini ajratish mumkin. Bu qo'ng'ir ko'mir konlariga tegishli, chunki ularda ko'mir qatlamlari qalinligi 100 m ga yetishi mumkin.

Gravirazvedka boshqa geofizik usullar bilan bir kompleksda ma'danli foydali qazilmalarni qidirish va razvedkalashda qo'llanishi mumkin. Hozirgi vaqtda gravirazvedka ma'danli oblastlarni o'rganishning hamma bosqichlarida regional izlanishlar va tektonik rayonlashtirishdan boshlab konlarni mufassal va ekspluatatsiya razvedkalashigacha qo'llanilmoqda. Bunda ma'danlarni qidirish tog' laxmlarida ham olib borilmoqda. Sanoat darajasidagi ma'danli jismlarni ko'pchiligi katta zichlik farqiga ega bo'lsada, kichik o'lchamda bo'lgani uchun ular hosil qiladigan anomal effekt noma'dan jinslar anomaliyasi bilan bir hil bo'lib qoladi. Bunday obyektlarni keyingi razvedkasida yuqori aniqlikdagi gravimetrlar ishlatiladi.

Eng samarador gravimetrik syomkani temir ma'danli konlarni qidirish va razvedkalashda qo'llaydilar, chunki ular temirli kvartsitlar bilan bog'liq. Bunda gravirazvedka qatlamni faqat slanetsli va temirli gorizontlarga ajratish emas, balki bu gorizontlar ichidagi alohida qatlamchalarni (temir kvartsitli ma'danlarni, magnetit tarkibli slanetslarni va h.k.) kuzatish imkonini beradi.

Genetik jihatdan ultraasosli jinslar massivlari bilan bog'liq va yuqori zichlik farqiga ($1,5\text{g/sm}^3$) ega bo'lgan xromitli konlarda gravirazvedka ishlari ultraasosli jinslar massivlarini xaritalash, xromitli jinslarni qidirish va razvedkalashda o'tkaziladi. Gravirazvedka xromitlarni o'rganishda ishlatiladigan yagona usuldir.

Sulfidli konlarni qidirishda (ular bilan turli foydali qazilmalar bog'liq: mis-mis konchedan konlari, qo'rg'oshin va rux polimetal konlari, nikel, kobalt va boshqalar) asosiy usul elektrorazvedkadir. Ammo unda ajratilgan o'tkazuvchanlik anomaliyalarining juda kam qismi ma'danli jismlar bilan bog'liq.

Bunda gravirazvedka ma'danli va noma'dan anomalionalarni ajratishga yordam beradi.

Gravimetrik o'lashlar aniqligi oshgan sari va har xil xalal beruvchi omillarni hisobga olish uslublari ishlab chiqilishi gravirazvedkani noma'dan konlarni qidirish va razvedkalashda qo'llanilishini ko'paytirmoqda. Masalan, trapp formatsiyasi jinslari orasida joylashgan kimberlit trubkalari bilan bog'liq bo'lgan olmosni tub konlarini qidirishda gravirazvedka magnit anomalionalarini ma'danli va ma'dansizga ajratishga xizmat qiladi. Kimberlit trubkalari ustida og'irlik kuchining manfiy anomalionalari kuzatiladi, trapplar bilan bog'liq magnit anomalionalari esa Δg ning musbat anomalionalari bilan birga bo'ladi. Gravirazvedka korund qidirishda (ko'p hollarda) yagona samarador geofizik usuldir, chunki korund qatlamlari musbat gravitatsion anomalionalar bilan ajratiladi (bunda yuqori aniqlikdagi gravimetr va gradientometrlarda o'lash natijalari olinadi). Shunga o'xshash aniq o'lovlar platforma turidagi boksit konlarini qidirishda o'tkaziladi. Bu konlarni linzasimonlari og'irlik kuchining kuchsiz manfiy anomalionalari bilan ajratiladi. Gravimetrik syomka bilan pegmatit tomirlarini ($0,3\text{g/sm}^3$ gacha zichlik farqi bo'lgani uchun) atrofdagi turli tarkibli gneyslarga nisbatan, bo'shoq jinslar qalinligi o'zgarmas bo'lgani uchun ajratish mumkin. Og'irlik kuchi anomalionalasining minimumlari bilan kaliy tuzlari konlari ajratiladi.

2. MAGNITORAZVEDKA

Magnitorazvedka — geomagnit maydonining fazoviy o'zgarishlarini o'rganishga asoslangan (bu o'zgarishlar tog' jinslari va ma'danlarni magnitligini farqlanishidan kelib chiqadi). Bu usul asosan geologik xaritalash va foydali qazilmalarni qidirishda qo'llanilib, magnit maydoni yer ustida, dengiz yoki okeanda, havoda, quduqlarda va yer osti tog' laxmlarida o'lchanadi.

2.1. Yerning magnit maydoni

Yerning har qanday nuqtasida va undan tashqarida magnit kuchlari ta'sir etadi. Bu Yer yadrosidagi elektr toklari ta'sirida Yerning magnitlanishi bilan bog'liq. Yerni magnit maydonini shar maydoniga taqqoslash mumkin. Uning o'qi yer o'qiga nisbatan $11,5^0$ ga farq qiladi va magnit momentiga ega:

$$M = 8 \cdot 10^{22} \text{ Am}^2$$

Magnit momentini M tok ta'siridagi aylana maydoniga S ko'paytmasi sifatida hisoblash mumkin: $\vec{M} = J \cdot S$

Tok harakati soat strelkasi yo'nalishida bo'lganda $\vec{M}$ vektor kuzatuvchidan qarshi tomonga, harakat soatga teskari bo'lsa, $\vec{M}$ kuzatuvchi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Yerning magnit maydoni kuchlanishi $\vec{H}$ bo'yicha (o'lchami SI da A/m) baholanar edi. Hozirgi vaqtda bu maydon magnit induktsiyasi bo'yicha baholanadi (uni yana maydonning to'liq kuchi ham deyishadi). U magnitorazvedkada $\vec{T}$ belgilanadi va SI da tesla (Tl) da o'lchanadi (yoki kg/s²A). Magnitorazvedka amaliyotida undan kichik qiymatdan foydalaniladi — nanatesla (nTl): $1\text{nTl} = 10^{-9}\text{Tl}$. Induktsiya kuchlanish bilan (vakuumda) quyidagicha bog'liq:

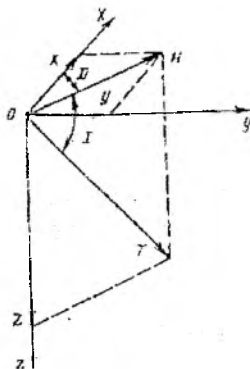
$$T = \mu_0 \cdot \vec{H}$$

Bunda μ_0 - vakuumning absolyut magnit o'tkazuvchanligi, magnit doimiysi deyiladi, u skalyar kattalik bo'lib, SI da $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tl} \cdot \text{m} / \text{A}$ (genri/metr). Biror muhitda

$\vec{T} = \mu \cdot \mu_0 \vec{H} = \mu_a \cdot \vec{H}$, bunda μ_0 - moddaning nisbiy magnit o'tkazuvchanligi, u maydonni bu muhitda vakuumdagiga nisbatan necha marta kattaligini ko'rsatadi, uning o'lchami yo'q va muhitni tarkibi va holatiga bog'liq (μ ni qiymati havo va suv uchun birga teng); $\mu_a = \mu \cdot \mu_0$ - muhitning absolyut magnit o'tkazuvchanligi. Tabiiy sharoitda o'lchanadigan qiymat magnit induktsiyasidir. Odatda bu vektorning son qiymati (moduli) $T = |\vec{T}|$ yoki vektor son qiymatining o'zgarishi $\Delta T = \Delta |\vec{T}|$ aniqlanadi. Magnit maydonini o'lchashda asbob magnitsiz muhitda (havoda, suvda) bo'ladi, ya'ni $\mu = 1$ va $\vec{T} = \mu_0 \vec{H}$. Yer magnit maydoni induktsiyasi vektori $\vec{T}$ ni tashkil etuvchilarga ajratish mumkin, ular magnit maydoni elementlari deyiladi. Buning uchun markazi o'lchash nuqtasida bo'lgan to'g'ri burchakli koordinatlar sistemasi ishlatiladi. Ox o'qi geografik shimolga, Oy - geografik sharqqa, Oz - vertikal pastga yo'nalgan (2.1-rasm)

$\vec{T}$ vektorning bu o'qlar bo'yicha tashkil etuvchilari: shimoliy - $\vec{X}$, sharqiy - $\vec{Y}$ va vertikal $\vec{Z}$ tashkil etuvchilari deyiladi. $\vec{T}$ vektorning gorizontal yuzaga bo'lgan proektsiyasi gorizontal tashkil etuvchi $\vec{H}$, u esa $\vec{X}$ va $\vec{Y}$ tashkil etuvchilarni vektor yig'indisiga teng, son jihatdan esa: $H = \sqrt{X^2 + Y^2}$,

$\vec{T}$ va $\vec{H}$ vektorlari yotgan vertikal yuza magnit meridiani yuzasi deyiladi. Yer yuzasi bilan magnit meridiani yuzasi kesishgan chiziqlar magnit meridianlari deyiladi. Ularni yo'nalishi $\vec{H}$ vektori yo'nalishidan aniqlanadi. Ox o'qi bilan gorizontal tashkil etuvchi $\vec{H}$ orasidagi burchak D magnit burilishi deyiladi va OX ga nisbatan 180° oraliqda o'lchanadi. (sharq tomonga musbat, g'arb tomonga manfiy bo'ladi). XOY yuzasi bilan $\vec{T}$ vektor orasidagi burchak I magnit og'ishi deyiladi va u shimoliy yarim sharda musbat, janubiy yarim sharda manfiy bo'ladi.



2.1-rasm. Yerni magnit maydoni elementlari

Shunday qilib, T , N , Z , D , J kattaliklar magnit maydoni elementlaridir. Vektorni va uning tashkil etuvchilarini koordinata o'qlari bo'yicha hisoblash quyidagi formulalarda o'tkaziladi:

$$T = \sqrt{Z^2 + H^2}; Z = H \sin I, X = H \cos D; y = H \sin D.$$

Dipolni magnit induksiyasi iborasidan foydalanib, quyidagini yozib olish mumkin:

$$\vec{Z} = \frac{\mu_0 M}{2\pi r^3} \cdot \cos \theta \quad \vec{H} = \frac{\mu_0 M}{2\pi r^3} \cdot \sin \theta \quad (2.1)$$

Bunda, r – Yer radiusi, M – dipolni magnit momenti, θ – Yerni magnit o'qi bilan kuzatuv nuqtasini Yer markazi bilan bog'lovchi radius orasidagi burchak. (2.1) formuladan ma'lumki, geografik shimol va janub qutblari yaqinida joylashgan magnit qutblarida θ burchak 0° va 180° ga teng, $N=0$, $T=Z$. Qutblarda magnit og'ishi 90° ga teng. Ekvatorda $I=0$, $H=T$, $Z=0$. Yerni dipol magnit maydoni normal maydon deyiladi. Uni Yer yadrosida oqadigan elektr toklari hosil qiladi. Magnit maydonining normal qiymatga nisbatan o'zgarishi anomaliya deyiladi. Anomaliya Yerni geologik tuzilishining murakkabligi va bir jinsli emasligi bilan bog'liq. Katta hududlarda (kontinentlarda) o'lchangan maydonning dipol maydonidan farqlanishi kontinental anomaliyalar deyiladi. Dipol maydoni bilan kontinental anomaliya yig'indisini normal maydon deb qabul qilinadi. Uning

tarkibiga ionosferada oqadigan elektr toklari maydoni ham kiradi (odatda 5% dan kam).

O'lgangan (fizik) maydon T va normal maydon T_0 orasidagi farq magnit anomaliasini hosil qiladi:

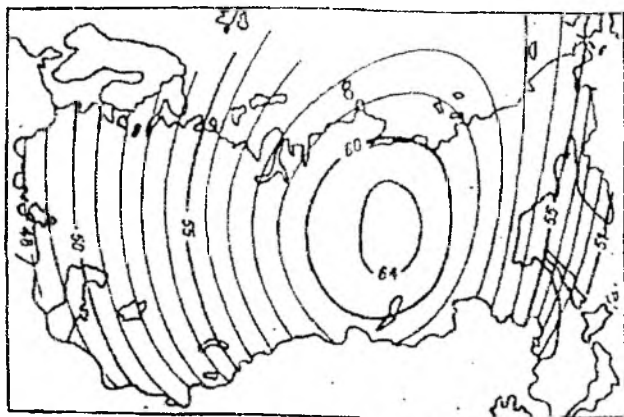
$$T_a = T - T_0$$

T_a ning kattaligi Yer qobig'ining geologik jinslariga bog'liq. Bu maydon magnitorazvedka o'rganadigan asosiy obyektidir. Haqiqiy maydon asboblari yordamida o'lganadi, normal maydon qiymatlari esa normal magnit maydoni xaritalaridan olinadi. Bunday xaritalar har 5 yilda tuziladi va albatta yili va qanday davrga tegishliligi ko'rsatiladi. Bunday xaritalardan biri (1980-yil davri uchun) 2.2-rasmda misol tariqasida keltirildi.

Yerni normal magnit maydoni har xil fazoviy kuzatuv nuqtalarida o'lganadi. Normal maydonning berilgan yo'nalish bo'yicha o'zgarish tezligining birlik masofaga (m, km) nisbati normal maydonni gradienti deyiladi. Atrofimizdagi hududda normal vertikal gradient 20–30 nTl/km ni tashkil etadi, gorizontalar gradient 2 dan 7gacha nTl/km oraliqda o'zgaradi.

Geomagnit maydonining variatsiyalari (vaqt davomida o'zgarishlari) kuzatiladi. Ularni paydo bo'lish sabablari – Quyoshda, ionosferada, magnitosferada, Yer yadrosi va quyi mantiyasida bo'lib o'tadigan jarayonlardir. Magnit variatsiyalarini o'rganish, ularni vaqt davomida o'zgarish tezligi va jadalligi bo'yicha sinflarga ajratish imkonini berdi.

Variatsiyalar tezkor (bir yilgacha davrda – davriy va kvazidavriy), sekin (1 yildan ortiq davrda) va magnit bo'ronlariga bo'linadi.



2.2-rasm. Normal magnit maydoni 1980-y davri uchun: izochiziqlar qiymati 10^{-6} Tl da berilgan

Tezkor variatsiyalar orasida ajratiladiganlari: qisqa davrdagilar (0,2–5 s dan 30 min.gacha, amplitudasi T moduli bo'yicha 0,5 dan $5 \div 10$ nTl gacha), sutkaviy (davri 1 sutka, amplitudasi har xil kun va har xil yilda 10–15 dan 40–60 nTl), oy sutkasidagi (davri – Oyning kuzatuv nuqtasi meridianidan 2 marta o'tishiga ketgan vaqt, amplitudasi 1–5 nTl), yillik (amplitudasi T maydonni o'rtacha oylik qiymatidan aniqlanadi va 30 nTl ga etadi).

Sekin variatsiyalar: o'n bir yillik (Quyosh faolligi bilan bog'liq, 11 yilda qaytariladi, amplitudasi 100 nTl gacha), Asriy variatsiya qiymatini aniqlash uchun bir necha yil davomida geomagnit maydonini biror elementini o'rtacha yillik qiymatini o'zgarishini 1 yilga nisbati olinadi; Asriy variatsiya izochiziqlari xaritasi izoporalar xaritasi deb ataladi; asriy variatsiyalar Yer yadrosi va qobig'i orasidagi chegara ta'siridir.

Magnit bo'ronlari magnit maydonining eng jadal nodavriy o'zgarishlari bo'lib, bir necha soatdan 2–3 sutka davom etadi, amplitudasi bir necha yuz, ba'zan ming nTl bo'ladi. Ularni kelib chiqishi, xuddi qutb yog'dusi kabi, ionosferadagi jarayonlar ta'siridandir.

Geomagnit maydonini hisobga olish magnitorazvedkada katta ahamiyatga ega, chunki ular yuqori aniqlikdagi asboblarda

o'lchan qiymatlarini o'zgartiradi. Ularni ajratish va hisobga olishni eng keng tarqalgan uslubi: dala ishlari joyida geomagnit maydoni elementlarini uzluksiz yozib borish (maxsus magnitovariatsion stansiyalar – MVS yordamida). Ba'zan MVS sifatida biror dala magnetometrini ishlatish mumkin. Bunda bir nuqtada magnet maydonining o'zgarishini ma'lum o'zgarimas vaqt oraliqlarida o'lchab-yozib boriladi.

Magnetorazvedkada, odatda, absolyut va nisbiy kattaliklar olinadi:

$$T_a = T - T_0, \Delta T = T - T_0, \Delta Z = Z - Z_0, \Delta H = H - H_0$$

2.2. Tog' jinslarining magnet xususiyatlari

Hamma tog' jinslari u yoki bu darajada magnetli hisoblanadi. Ularni magnetlik holatini belgilovchi va magnetorazvedka ma'lumotlarini talqin qilishda qo'llanuvchi eng zarur kattaliklar jinslarni umumiy magnetliliği $-\vec{J}$, yuqtirilgan magnetlilik $-\vec{J}_i$, magnetlanish qobiliyati – α , tabiiy qoldiq magnetlilik $-\vec{J}_n$ va $Q = \vec{J}_n / \vec{J}_i$ omili. $\vec{J}$ magnetlilik $\vec{J} = \vec{J}_i + \vec{J}_n$ yig'indiga teng. Magnetlilik o'lchov birligi SI da A/m.

Magnetlanish qobiliyati – α turli moddalarning tashqi magnet maydoni ta'sirida magnetlanish imkoniyatini bildiradi. U o'lchash birligisiz qiymat. Nisbiy magnet o'tkazuvchanlik – μ va magnetlanish qobiliyati – α quyidagicha o'zaro bog'liq $\mu = 1 + \alpha$

Kuchlanishi N bo'lgan doimo ta'sir etuvchi magnet maydoni ta'sirida paydo bo'ladigan magnetlilik bilan magnetlanish qobiliyati orasidagi bog'liqlik quyidagi formulada ko'rinadi:

$$J = \alpha H / (1 + \alpha N),$$

Bunda N-magnitsizlanish koeffitsiyenti, jismni faqat tuzilishiga bog'liq va 0 dan (magnetlanayotgan jismni uzun o'qi yo'nalishida) 4π gacha (qisqa o'qi yo'nalishida) o'zgaradi.

Qoldiq magnetlilik $\vec{J}_0$ tog' jinslari paydo bo'layotgan vaqtda kuchsiz magnet maydonida va undan keyin harorat o'zgarishlari davrida magnetlanishi natijasida hosil bo'ladi. Uning kattaligi va yo'nalishi paydo bo'lish mexanizmi va yoshiga bog'liq.

Magmatik tog' jinslarida termοqoldiq magnitlilik ham bo'ladi, u ferromagnetiklarni magnit maydonida sovishi vaqtida qabul qilinadi. Cho'kindi jinslar hosil bo'lishi jarayonida geomagnit maydoni ta'sirida zarrachalar magnit momentlari yo'naltirilgan qoldiq magnitlilikni qabul qiladi. Termοqoldiq magnitlilik Q omilining katta qiymatlariga (bir necha yuz) ega bo'lishi mumkin. Qadimiy geologik davrlarda geomagnit maydoni o'z ishorasini o'zgartirgan (Yer magnit maydonining inversiyasi), shuning uchun ba'zi tog' jinslari teskari (manfiy) magnitlilikka ega. Bu magnit syomkalar natijalarini talqin qilishda ahamiyatli omildir.

Kelib chiqishi turlicha bo'lgan jinslarda kimyoviy qoldiq magnitlilik ham uchraydi, u ferromagnit minerallarni fiziko-kimyoviy o'zgarishlari vaqtida magnit maydoni ta'sir etganda paydo bo'ladi.

Bu ba'zan $\vec{J}_n$ vektorning o'z-o'zidan aylanishiga olib keladi, Ya'ni musbat magnitlilikdan manfiy magnitlilik hosil bo'lishiga olib keladi. Tashqi magnit maydoni ta'siri to'xtaganda yo'qoladigan magnitlilik induksiya magnitliliği - $\vec{J}_i$ deyiladi. U $\vec{J}_n$ dan ancha katta bo'lishi, ham ancha kichik bo'lishi ham mumkin. Q omili bitta jinsning hatto ikkita namunasi uchun ham farq qilishi mumkin.

Hamma moddalar magnit maydonida magnitlanish qobiliyatiga ega, shu jumladan jins hosil qiluvchi minerallar ham. Ular magnit xususiyatlariga qarab diamagnit ($\chi < 0, \mu < 1$), paramagnit ($\chi > 0, \mu > 1$) va ferromagnit ($\chi \gg 0, \mu > 1$) larga bo'linadi. Oxirgisi yana kuchli ferromagnetik, antiferromagnetik va ferritlarga ajraladi.

Diamagnetiklarda χ ning absolyut qiymati juda kichik (taxminan 10^{-5} SI birligi). Ular uchun diamagnit effekti aniq bo'lib, induksion maydon tashqi magnitlovchi maydonga nisbatan manfiy. Tabiiy diamagnetlarga organik birikmalar, bir qator metallar (oltin, vismut, kimyoviy toza mis) va kvarts, fosfor,

oltingugurt, galit, gips, kaltsit, angidrit, tsirkon, galenit va boshqalar kiradi.

Paramagnetiklar diamagnetiklarga nisbatan ko'proq ϵ ga ega (10^{-3} - 10^{-4} SI birligi). Ular tashqi maydon ta'sirida shu maydon yo'nalishida magnitlanadi. Paramagnetiklar – platina, granat, muskovit, turmalin, ko'pchilik oksidlar va sulfidlar. Diamagnetik va paramagnetiklar uchun magnitlanish va magnitlovchi maydon orasidagi bog'liqlik proporsional. Tashqi maydon to'xtatilsa, ularning magnitliliyi yo'qoladi.

Ferromagnetiklar magnitlanish qobiliyati – ϵ ni katta qiymatlariga ega (25 SI birligigacha). Magnitlilik notekis va magnitlovchi maydon va harorat funksiyalari noaniq.

Ferromagnetizm tabiati shundaki, modda tarkibida juda ko'p zonalar (o'lchamlari $1 \div 10$ mm, qalinligi 0,1 mm) mavjud bo'lib, ular ichki sabablarga ko'ra hamma vaqt to'liq magnitlangan bo'ladi, hatto tashqi maydon bo'lmasa ham. Bu zonalar chegaralarida atom magnit momentlari bir-biriga parallel joylashgan va bir tomonga yo'nalgan. Ularni magnitliliyi juda kuchli. Bunday minerallarga titanomagnetit, maggemit kiradi. Antiferromagnetitlarda (gematit, marganets, kobalt ni oksidlari va boshqa minerallar) atom magnit momentlari parallel joylashgan, ammo teskari tomonga yo'nalgan. Magnitlilik kuchsiz va notekis. Ferritlarda (magnetit, pirrotin va boshqa metall oksidlari) zonalar ichida magnit momentlari to'liq kompensatsiyalanmaydi va natijaviy magnitlilik nol atrofida bo'ladi. Kelib chiqishi turlicha bo'lgan tog' jinslari har xil magnit xususiyatlariga ega. Ayniqsa magmatik jinslar magnit xususiyatlari turlicha bo'ladi. Turli tarkibdagi intruziv jinslarni magnitlanish qobiliyati ular ichidagi magnetit miqderiga bog'liq bo'lib, nordon jinslardan asosli va ultra asoslilarga qarab ko'payadi. Nordon tarkibli jinslarda (granit, granodiorit) asosan kuchsiz magnitli komplekslar ko'proq, ularda $\epsilon 6 \cdot 10^{-5}$ SI birl., J_n 0,1 dan 50 A/m gacha, ammo ular ichida magnitli komplekslar ham uchraydi (ϵ 0,07–0,08 SI birl. J_n -0,05 dan 10 A/m gacha). Kuchsiz magnitlilarga

gabbroplagiogranit formatsiyasining erta davriga tegishli plagiogranitlar va burmalanish davrining oxiridagi hamma formatsiyalari granitoidlari kiradi. Magnitlilarga aralash batolitlar formatsiyasi o'rta davri granitoidlari va tektonik faollashish davri granitoidlari kiradi. Kuchsiz magnitli ($\alpha \leq 4 \cdot 10^{-3}$ SI birl. $J_n \leq 0,3 A/m$) asosli jinslar (gabbro, dioritlar) bilan bir qatorda magnitlanish qobiliyati 0,3 SI birl., J_n 40 A/m gacha bo'lgan komplekslar ham uchraydi. Ultraasosli o'zgarmagan jinslar (alpinotin formatsiyalarining giperbazitlari) magnitlanish qobiliyati $2 \cdot 10^{-4}$ dan $7 \cdot 10^{-3}$ SI birl. teng bo'lishi bilan birga Yer qobig'i rivojlanishining platforma davrida hosil bo'lgan giperbazitlar va serpentinitlashgan ultraasosli jinslar 0,8 SI birl. α ga ega. Xuddi shunday tarkibni asoslilik bilan bog'liqligi effuziv jinslarda ham kuzatiladi, ularda α 0,3 dan $1,5 \cdot 10^{-2}$ SI birl. gacha o'zgaradi.

Intruziv jinslarni tabiiy qoldiq magnitliliqi yo'nalishi bo'yicha odatda hozirgi zamon magnit maydoniga mos keladi. Mezozoy davri va undan keyingi effuziv jinslarda J_n J_i dan anchagina katta, vektor $\vec{J}_n$ to'g'ri va teskari yo'nalishlarda uchraydi. Q omili effuziv jinslarda ularni yoshiga juda bog'liq, u birdan (mezozoy jinslarida) bir necha yuzgacha (zamonaviy jinslarda) o'zgaradi.

Kembriygacha yoshdagi metamorfik jinslar ichida eng kichik α va J_n qiymatlari cho'kindi jinslarni regional metamorfizmi mahsuloti bo'lgan jinslarga tegishli: gilli slanetslar, kvartsitlar, mramorlar, paragneyslar. Bu jinslarda α qiymati $6 \cdot 10^{-4}$ SI birl. dan oshmaydi.

Kuchli magnitli xloritli va xlorit tarkibli slanetslar, temirli kvartsitlar, skarnlar $10 \div 20$ SI birl. α ga teng. Greyzenlashish, xloritlanish α va J_n larni kamayishiga olib keladi. Shuning uchun ma'dan atrofidagi o'zgarishlar magnit maydonining kamayish joylariga to'g'ri keladi.

Cho'kindi tog' jinslari, odatda, kuchsiz magnitli. Platformalarda qumtosh, alevrolit, gil, argillitlarda α ning o'rtacha qiymatlari 10^{-4} dan 10^{-3} SI birl. gacha o'zgaradi, oxaktosh, dolomit va mergellarda – 10^{-5} dan $2 \cdot 10^{-4}$ SI birl. gacha, tuzlarda – 10^{-5} SI birl. dan ko'p emas. Burmalanish oblastlarida magnit jinslar yemiriladi va cho'kindi jinslar hosil bo'ladi, ulardagi α platformadagilardan o'n barobar yuqori.

Ko'pchilik cho'kindi jinslarda $J_n J_t$ ga yaqin. J_n vektorining yo'nalishi qadimiy magnit maydoni yo'nalishi bilan taxminan mos keladi. O'sha vaqtda paydo bo'lgan cho'kindi jinslar magnitlilikini paleomagnetizm izlanishlarida ishlatishga imkon beradi. Cho'kindi qobiqda $\vec{J}_n$ ning to'g'ri va teskari yo'nalishdagi jinslar ketma-ketligi kuzatiladi, bu Yer magnit maydoni qadimda ishorasini o'zgartirganligini ko'rsatadi.

Ma'danlarni magnit xususiyatlari ular tarkibidagi ferromagnit minerallarga bog'liq. Temirli ma'danlar, tarkibidagi asosiy mineral magnetit yoki titanomagnetit bo'lgani uchun, eng yuqori α qiymatlariga ega (0,4 dan 20 SI birl. gacha). Sideritli, gematitli ma'danlar va cho'kindi ma'danlar kuchsiz magnitli. Sulfidli misnikelli ma'danlarni magnitlanish qobiliyati 0,04–1 SI birl.ga teng, kassiterit – karbonat – sulfidli ma'danlar va qalay magnetitli skarnlar – 0,2 – 7,0 SI birl ga teng. Xrizotil – asbest ultraasosli jinslar bilan ($\alpha=0,02-0,12$ SI birl) va kimberlitlar ($\alpha=0,5 \div 0,8$ 10^{-3} dan $6 \cdot 10^{-2}$ SI birl. gacha) magnitli hisoblanadi.

Mis va oltin ma'danlari, odatda, kuchsiz magnitli ($\alpha_{\text{ypm}} = 6,6 \cdot 10^{-3}$ SI birl, $2,5 \cdot 10^{-3}$ SI birl.)

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga asoslanib aytish mumkinki, magnit syomka samarasi va yutug'i faqat tog' jinslari va ma'danlarni magnit xususiyatlari bo'yicha farqlanishidandir. α va I_n qiymatlarini tog' jinslarini namunalarida o'lchab aniqlash yoki jinslar ustida, quduqlarda, tog' lahmilarida magnit maydonini o'lchash, hamda magnit maydonini vaqt davomida o'zgarishini o'rganib aniqlash mumkin. O'lchashda magnitometrik

(magnitlanish qobiliyati va qoldiq magnitlilik aniqlanadi) va induksion (faqat æ aniqlanadi) uslublar ishlatiladi.

2.3. Har xil tuzilishdagi jismlarning magnit maydoni

Magnit syomkalar natijalarini tahlil qilishda murakkab tuzilishdagi geologik kesimlar soddalashtiriladi, ideallashtiriladi. Noto'g'ri tuzilishdagi har xil magnitlanishli geologik jismlar, birinchi holda, oddiy tuzilishdagi to'g'ri kesimli chegaralangan alohida jismlar to'plami deb olinadi. Bunday jinslarni magnit maydoni formulalar yordamida hisoblanishi mumkin. Ma'lum parametrlarga ega bo'lgan geologik jismni magnit maydonini hisoblashni to'g'ri vazifani yechish deyiladi va u hamma vaqt bir xil bo'ladi. Teskari vazifada esa o'lchangan magnit maydoniga asosan jismni tuzilishi, o'lchamlari, yotish elementlari, tana magnitligi aniqlanadi. Bu vazifani yechilishi bir xil emas. Vazifalar ikki o'lchamli (yassi) va uch o'lchamli bo'lishi mumkin.

Ikki o'lchamli vazifada gorizontall joylashgan silindrik yuza bilan chegaralangan tana hosil qilgan maydon ko'rib chiqiladi. Bunday tanani tuzilishi cheksiz cho'zilgan tuzilishda deb hisoblanadi. Uning ustidagi anomaliya hamma vaqt yotishi bo'yicha cho'ziq bo'ladi. Uch o'lchamli vazifada anomaliyalar planda izometrikga yaqin, chunki ularni o'lchamlari hamma gorizontall yo'nalishlarda taxminan bir xil.

Magnitorazvedka magnitli tanalarni magnit maydonini ko'rib chiqishda $\vec{Y}$ magnitlanishga ega bo'lgan har qanday tana magnit dipollar to'plami bo'lishi mumkin deb qaraladi.

Elementar dipolni magnit potentsiali:

$$dU = (dM/r^2)\cos\theta$$

ga teng, bunda dM – dipolni magnit momenti, r – dipol markazidan potentsial o'lchanayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa, θ – r yo'nalish bilan magnitlanish vektori $\vec{Y}$ orasidagi burchak.

V hajmdagi magnitli tanani potentsiali quyidagi formulada aks etadi:

$$U = \frac{J}{4\pi} \int_V (\cos\theta/r^2) dV$$

Magnit maydoni induktsiyasi vektorini tashkil etuvchilarini aniqlash uchun kuchlanishdag induktsiyaga o'tish kerak, buning uchun $\vec{T} = \mu_0 \vec{H}$ bog'liqlikdan foydalanish kerak va tegishli yo'nalishlar bo'yicha magnit potentsiali hosilalarini teskari ishoralari bilan olish kerak:

$$X_a = \frac{J\mu_0}{4\pi} \frac{\partial}{\partial x} \int_V \frac{\cos\theta}{r^2} dV; Y_a = \frac{J\mu_0}{4\pi} \frac{\partial}{\partial y} \int_V \frac{\cos\theta}{r^2} dV; Z_a = \frac{J\mu_0}{4\pi} \frac{\partial}{\partial z} \int_V \frac{\cos\theta}{r^2} dV \quad (2.2)$$

Magnit maydoni induktsiyasini to'liq vektori modulini o'zgarishi:

$$\Delta T = Z_a \sin I_0 + H_a \cos I_0 \cos A_0 \quad (2.3)$$

bunda I_0 – normal maydon vektorini bukilishi; A_0 – N_a tashkil etuvchini magnit azimuti, ya'ni N_a va N_0 orasidagi burchak.

Oddiy geometrik tuzilishidagi ba'zi tanalar uchun (bir tekis magnitlangan) to'g'ri vazifani yechilishini ko'rib chiqamiz. Bir tekis magnitlanish deganda tana hajmidagi magnitlanishni o'rtacha jadalligi tushiniladi.

Kichik qalinlikdagi yotiq qatlam

Geologik tanalar ko'pincha har xil qalinlikdagi qatlam tuzilishida bo'ladi. Kichik qalinlikdagi qatlam deganda shartli ravishda shunday qatlam tushuniladiki, uning ko'rinib turgan qalinligi $2v$ va uni yuqori chegarasini yotish chuqurligi orasidagi nisbat taxminan $2v/h = 0,1$ $\Delta \pm 0,2$ bo'lishi kerak. Kichik qalinlikdagi cheksiz qatlam chuqurlikga γ burchak ostida yotgan holatni ko'rib chiqamiz, bunda OX o'qi magnitni sharq tomoniga yo'nalgan. OX o'qi jinslar yo'nalishiga ko'ndalang yo'naltiriladi, koordinata boshi qilib qatlamni yuqori chegarasini o'rtasida qilib tanlanadi (2.3. – rasm).

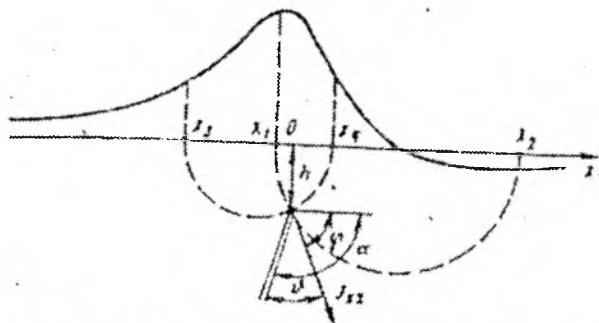
Bunday qatlamni Z_a va ΔT tenglamalari quyidagi ko'rinishga ega:

$$Z_a = \frac{\mu_0 Y_{xz} \cdot b}{\pi} \cdot \frac{h \cdot \cos\theta - x \cos\theta}{h^2 + x^2} \cdot \sin\alpha$$

$$\Delta T = \frac{\mu_0 I_{xz} b}{\pi} \cdot \frac{h \cdot \cos \varepsilon - x \sin \varepsilon}{h^2 + x^2} \cdot \sin \alpha \frac{\sin i_0}{\sin \varphi_0} \quad (2.4)$$

bunda, I_{xz} – magnitlanish vektorini xOz yuzaga proektsiyasiga, u ox o'qi bilan φ burchak hosil qiladi; x – kuzatuv nuqtasining koordinatasi; $\vartheta = \alpha - \varphi$ – vektor $\vec{T}$ ning xOz yuzasiga proektsiyasi bilan ox o'qi orasidagi burchak;

$$\varepsilon = \alpha - \varphi + 90^\circ - \varphi_0$$



2.3 – rasm. Kichik qalinlikdagi yotiq qatlam ustida Z_a grafigi

(2.4) tenglamalardan ko'rinib turibdiki, ΔT tenglamasi Z_a tenglamasidan farqi ϑ burchak o'rni ε kiradi va $\sin i_0 / \sin \varphi_0$ nisbat paydo bo'ladi. Bunday holda to'g'ri vazifani yechishda (keyin quriladigan hamma ikki o'lchamli tanalar uchun ham) Z_a grafiklari ishlatiladi. ΔT grafiklarida ham shunday qilsa bo'ladi.

Z_a grafigi bo'yicha kichik qalinlikdagi yotiq qatlamni yuqori chegarasini yotish chuqurligini bir necha uslublarda aniqlash mumkin:

1. Anomaliyani har xil sathlardagi qiymatlari bo'yicha (Z_a^I – eng pastki va Z_a^{II} eng yuqorigi) quyidagi formulada:

$$h = Z_a^{II} \Delta h / (Z_a^I - Z_a^{II}),$$

bunda, Δh – sathlar orasidagi masofa; Z_a^{II} – maydonni aeromagnit syomka jarayonida o'lchaganda olingan anomaliya yoki maydonni yuqoriroq sathga hisoblash yo'li bilan olingan anomaliya.

2. Ba'zi xususiy nuqtalar bo'yicha. $\partial Z_a / \partial x = 0$; sharti bo'yicha Z_a ni maksimum va minimumiga mos kelgan. X_1 va X_2 nuqtalarni topamiz:

$$x_1 = h(\cos\vartheta - 1)/\sin\vartheta = -h\sin\vartheta/\cos\vartheta/(\cos\vartheta + 1);$$

$$x_2 = h(\cos\vartheta + 1)/\sin\vartheta$$

Bu qiymatlarni Z_a formulasiga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$Z_{max} = \frac{\mu_0 \cdot Y_{xzb}}{2\pi} \cdot \frac{1 + \cos\vartheta}{h} \cdot \sin\alpha$$

$$Z_{min} = \frac{\mu_0 \cdot Y_{xzb}}{2\pi} \cdot \frac{1 - \cos\vartheta}{h} \cdot \sin\alpha \quad (2.6)$$

$$\text{Bundan } Z_{max} + Z_{min} = \frac{\mu_0 \cdot Y_{xzb} \cos\vartheta}{2\pi h} \sin\alpha = Z(o) \quad (2.7)$$

(2.7) tenglikdan ko'rinib turibdiki, koordinatlar boshi, ya'ni qatlamni yuqori chegarasini o'rtasini OX o'qqa proektsiyasi, ekstremal qiymatlar yig'indisiga teng bo'lgan nuqtada bo'ladi. Profilda bunday nuqtalar ikkita koordinatlar boshi ekstremal qiymatlar orasida joylashadi.

(2.6) ifodalardan topshi mumkin:

$$\cos\vartheta = (Z_{max} - Z_{min}) / (Z_{max} + Z_{min}) \quad (2.8)$$

Agar Z_{min} musbat qiymatlar oblastida bo'lsa, unda $\vartheta > 0$, va ϑ qiymatni aniqlab (2.5) ifodalardan:

$$h = 0,5(x_2 - x_1) \sin\vartheta \quad (2.9)$$

Simmetrik grafikda, ya'ni $\vartheta = 0$ bo'lganda, h chuqurlik $Z=0,5Z_{max}$ bo'lgan abtsissa nuqtalari orasidagi masofani yarmidan oshmaydi.

(2.10) formuladan Z_a sezilarli farqlanuvchi ekstremumlarga ega bo'lganda foydalanish mumkin. Agar Z_{max} va Z_{min} amplitudalar yaqin bo'lsa, (2.9) tenglamani ishlatgan maqul.

3. X_1 , X_2 , X_3 , va X_4 kattaliklardan foydalanib h ni qiymatini bu juftliklar hosilalari modullari orasidagi o'rtacha geometrik qilib topish mumkin:

$$h = (|x_1 x_2|)^{1/2}; h = (|x_3 x_4|)^{1/2}$$

bu nuqtalar juftini ishlatishni qatlamni yuqori chegarasini holatini aylanalari radiuslarini $0,5 (x_1 x_2)$ va $0,5 (x_3 x_4)$ kesishgan

nuqtalari sifatida aniqlash mumkin, aylanalarni 2.3 rasmda punktir chiziq bilan ko'rsatilgan.

Qalin yotiq qatlam

Qatlam qalin hisoblanadi, agar $2\nu/h > 1$ bo'lsa. Yo'nalishi va yotishi bo'yicha cheklanmagan qatlamni yo'nalishiga ko'ndalang profil bo'yicha Z_a anomaliyasi (koordinata boshi qatlamni yuqorisini o'rtasida bo'lganda) quyidagi tenglamada aniqlanadi:

$$Z_a = \frac{\mu_0 \gamma_{xz}}{2\pi} \left[\cos\theta \cdot \arctg \frac{2bh}{h^2 + x^2 - b^2} - \frac{1}{2} \sin\theta \ln \frac{h^2 + (x+b)^2}{h^2 (x-b)^2} \right] \sin \alpha$$

(2.11)

Bunday qatlamni h , b θ parametrlarini Z_a anomaliyasi bo'yicha emas, balki ularni gorizontallarni dZ/dx bo'yicha aniqlanadi. Gradientni hisoblash uchun Δx oraliqni oxirlaridagi maydon qiymatlari farqini bu oraliqni uzunligiga bo'lib topiladi. Odatda profilni hammasi uchun bir xil oraliqlar Δx olinadi, ularni har birini uzunligi qatlam chuqurligini yarmidan kam bo'lishi kerak. Anomaliyani x bo'yicha o'zgarishi grafigi Z'_x tuziladi.

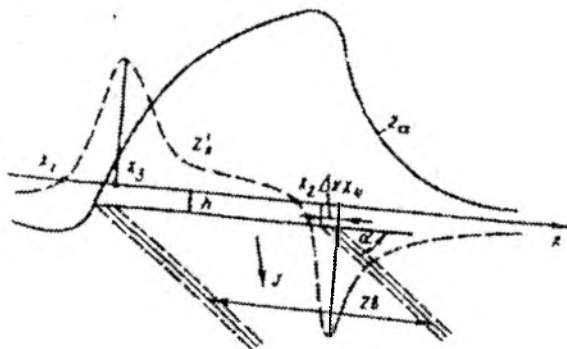
Maydon o'zgarishini Z'_a grafigini qalin qatlam yotgan burchak ostida yotgan ikkita kichik qalinlikdagi Δx qatlamlarni anomaliyasi Z_a sifatida ko'rish mumkin (2.4-rasm). Bunda chapdagi qatlam haqiqiy qatlamdek magnitlangan, o'ngdagisi-teskari yo'nalishda magnitlangan.

Kichik qalinlikdagi mavhum qatlam hosil qilgan o'zgarish grafigini har biri qanoti h va θ ni hisoblashda 2.7÷2.10 formulalar ishlatilishi mumkin. Abtsissalar va ordinatlar qiymatlari bu formulalarga Z_a grafigini bir xil qanotidan olinadi. Ko'rinib turgan qalinlik $2b$ ekstremumlar abtsissalari orasidagi masofaga ($x_4 - x_3$) taxminan teng.

(2.11) formuladan foydalanib boshqa qatlam va ustuplar uchun Z_a ni hisoblash ifodalarini olish mumkin. Masalan, qalin vertikal qatlam vertikal magnitlangan bo'lsa, $\alpha = 90^\circ$, $\theta = 0$ ni qo'yish yetarli bo'ladi.

Gorizontala aylana silindr

U ikki o'ldhamli tanalarga kiradi va chuqurligi cheklangan kichik qalinlikdagi qatlam deb ko'rish mumkin. Agar bunday tanani ko'ndalang kesimini chiziqli o'ldhamlarni (eng kattasi h_2 va eng kichigi h_1) bir turda va kesim markazini yotish chuqurligidan kam bo'lsa, unda uning magnit maydoni aylana silindr maydonidan farq qilmaydi.

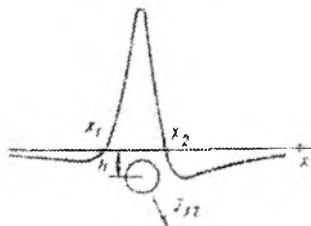


2.4 – rasm. Katta qalinlikdagi yotiq qatlam ustida Z_a, Z_x grafiqlari

Silindr markazi ustida koordinatlar boshini tanlashda Z_a ni analitik ifodasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Z_a = \frac{\mu_0 M}{2\pi(h^2 + x^2)^2} [(h^2 - x^2)\cos\vartheta - 2hx \cdot \sin\vartheta] \quad (2.12)$$

bunda, $M \cdot Y_{xz}$ S- silindrni S kesimining magnit momenti. Gorizontala aylana silindr ustida Z_a grafigi 2.5-rasmda aks etgan. Z_a grafigi bo'yicha teskari vazifani yechishda silindr kesimi markazini yotish chuqurligi h ni bir necha uslubda topish mumkin.



2.5 rasm. Gorizontala aylana silindr ustida Z_a grafigi

1. x_1 dan x_2 gacha OX o'qi bilan $h \sin \alpha + \Delta h$ sathlarda kuzatilgan Z_a grafigi chegarasidagi Q_1 va Q_2 maydonlar bo'yicha quyidagi formulada:

$$h = Q_2 \Delta h / (Q_2 - Q_1)$$

2. Z_a grafigini abtsissaning nol chizig'idan o'tish nuqtalari (x_1 va x_2) bo'yicha. O nuqtani ($x=0$) Z_a (O) grafigini ordinatasi bo'yicha topiladi, u bu nuqta uchun Z_a (O) = $2Q/l$ bog'liqlikdan hisoblanadi, bunda l — x_1 va x_2 nuqtalari orasidagi masofa. Chuqurlik bu kattaliklar orasidagi geometrik o'rtachasi qilib olinadi: $h = (|x_1 x_2|)^{1/2}$. burchak $\vartheta = \arccos(2h/l)$. Silindrni bir birlik uzunligini magnit momenti $M = 2\pi h Z_{max} / \mu_0 \cdot Y_{xz}$ ni bilib silindrni ko'ndalang kesim yuzasini $S = M/Y_{xz}$, kesim radiusini $R = (S/\pi)^{1/2}$ va ustki chegaragacha chuqurlikni $h_1 = h \cdot R$ hisoblash mumkin.

Shar

Tabiatda haqiqiy shar tuzilishidagi geologik tanalar yo'q. Ammo ba'zi ma'danli yotqiziqlar va ildizsiz massivlar magnit anomaliyani hosil qiladi.

Sharni Z_a va ΔT analitik ifodasi hamma uch o'lchamli tanalarnikiga o'xshab tuzilishi bo'yicha farq qiladi. Zamonaviy maydon yo'nalishi bo'yicha magnitlangan ($i = Y_0$) sharni markazidan o'tuvchi profil x bo'yicha magnit maydonini ko'rib chiqamiz, profil maydonni ekstremal nuqtalaridan o'tadi:

$$Z_a = \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{(2h^2 - x^2 \sin i - 3hx \cos i)}{(h^2 + x^2)^{5/2}}; \quad (2.12)$$

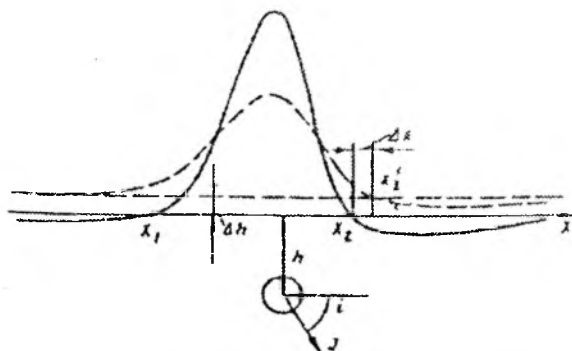
$$\Delta T = - \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{(2h^2 - x^2) \cos 2i + 3hx \sin 2i - (h^2 + x^2) \cos i}{(h^2 + x^2)^{5/2}} \quad (2.13)$$

bunda, M — sharning magnit momenti. Z_a grafiglari 2.6-rasmda tasvirlangan. $Z_a = 0$ bo'lgan nuqtalarni abtsissalari tenglamalarni ildizidir.

$$x^2 + 3hx \operatorname{ctg} i - 2h^2 = 0$$

$$\text{bundan, } x_{1,2} = 0,5h \left[-3 \operatorname{ctg} i \pm \sqrt{9 \operatorname{ctg}^2 i + 8} \right] \quad (2.14)$$

ildizdan oldingi minus ishora x_1 nuqtaga tegishli.



2.6-rasm. Shar markazidan o'tadigan profil bo'yicha ikki xil balandlikdagi Z_a grafigi

Magnitlanish vektori i ning og'ish burchagini topish uchun Z_a maydonni ikki sathda ko'rib chiqish kerak: boshlang'ich va undan Δh masofaga yuqorida. Bu sathlardagi abtsisslar farqi:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 0,5 \Delta h [-3 \operatorname{ctg} i + (9 \operatorname{ctg}^2 i + 8)^{1/2}] \quad (2.15)$$

$\Delta h / \Delta x = k$ deb belgilab va (2.15) ifodani i ga nisbatan yechib $\operatorname{ctg} i = (2-k)^{2/3} R$ ni hosil qilamiz. $\operatorname{ctg} i$ ni bilgan holda, (2.14) tenglamani ishlatib, x_2 va x_1 abtsissalar farqi bo'yicha shar markazi chuqurligini topish mumkin:

$$h = (x_2 - x_1) [\pm k / (2 + k)^2]$$

Topilgan i va h bo'yicha x_2 ning son qiymati aniqlanadi va koordinata boshi ($x = 0$)ni holati belgilanadi. Sharni magnit momenti maydon amplitudasi bo'yicha koordinata boshida ($Z_a = 0$) hisoblanadi:

$$M = 0,5 Z_a(0) h^3 \operatorname{csc} i$$

Xuddi shunday profil bo'yicha, xuddi shunday nuqtalarni ishlatib sharni ΔT anomaliyasi uchun ham analitik hisoblar o'tkazish mumkin.

2.4. Magnitometrilar

Magnit maydoni induktsiyasini o'lchaydigan asboblarni magnitometrilar deb ataladi. O'lchash uslubiga asosan ular optik-mexanik, ferrozondli, kvantli va protonli bo'linadi.

Geomagnit maydonni o'rganishda o'lchash ishlari absolyut va nisbiy bo'lishi mumkin. Birinchisi magnit maydonini to'liq kuchini, egilishini, og'ishini va induktsiyani gorizontali tashkil etuvchisini aniqlash uchun ishlatiladi.

Absolyut o'lchashlar kvantli va protonli magnitometrlarda bajariladi. Bu asboblarni avvaldan graduironkash talab etilmaydi.

Nisbiy o'lchashlarda o'lchanayotgan kattalik boshqa tabiati xuddi shunday va boshlang'ich qiymat qilib belgilangan kattalik bilan solishtiriladi.

Magnit maydoni induktsiyasini vertikal tashkil etuvchisining o'zgarishini aniqlash asosan optik-mexanik va ferrozondli magnitometrilar yordamida nisbiy o'lchashlar o'tkazish yo'li bilan olib boriladi. Bu magnitometrlarni oldindan graduironka qilish talab etiladi -- bu asboblarni shkalasini har xil bo'lagini qiymatini aniqlashdir. Bunda ma'lum magnit maydoni "N" da asboblarni ko'rsatkichlari "n" aniqlanadi. Shkala bo'lagining qiymati $c = H/n$. Bo'lak qiymatiga teskari kattalik asboblarni sezuvchanligi deyiladi: $S = 1/c = n/H$.

Biror bir nuqtada ma'lum vaqtdan so'ng o'lchash qaytarilsa natijalar o'zaro farq qiladi, hatto magnit maydonini o'zgarishlari (variatsiyalar) uchun, harorat va boshqa tashqi ta'sirlarni hisobga olganda ham. Bunday holat "asboblarni nol-punktini siljishi" deb nom olgan va optik-mexanik magnitometrlarda o'zaro joylashuvida o'zgarishlar bo'ladi, ferrozondli magnitometrlarda esa sxemani alohida elementlari va tok manbalarini notekis ishlashi bilan bog'liq. Kvantli va protonli magnitometrlarda bu kamchilik deyarli yo'qotilgan.

Optik-mexanik magnitometrilar. Ular yer usti piyoda syomkasini o'tkazish uchun ishlatiladi.

Asboblarni sezuvchan elementi magnit-indikator bo'lib, gorizontali metal simga mahkamlangan, u shunday joylashganki,

sezuvchan elementni harakat yuzasi doimo vertikal bo'lishi kerak. Maydonni vertikal tashkil etuvchisi ta'sirida magnit gorizontol holatga kompensatsion maydon yordamida qaytariladi (kompensatsion maydon ikkita magnit – asta o'zgaruvchi va bo'lakli o'zgaruvchi-yordamida yaratiladi, ular, asbob korpusiga mahkamlangan. O'lchash shkalasi 600 bo'lakdan iborat, har bir bo'lakni qiymati 10 nTl. O'lchash shkalasini suriluvchi indeksi bilan birgalikda kattalashtirilgan tasviri okulyarda kuzatiladi. Bu maydonni kompensatsiyasi daqiqasida shkala bo'yicha hisoblashga imkon beradi. Magnit maydonini gorizontol tashkil etuvchisi N ni ta'siri bo'lmasligi uchun, magnit – indikator gorizontol o'rnatilgan, azimutni qanday bo'lishidan qat'iy nazar hamma nuqtada bir xil qoladi. Asbob bilan ishlaganda gorizontallik sathi aniq o'rnatilishi kerak.

Ferrozondli magnitometrlar geomagnit maydonni skvajinalarda o'lchash uchun qo'llaniladi. Ulardagi asosiy element ferrozond bo'lib, o'zagi magnit materiallardan tayyorlangan elektr g'altakdan iborat, g'altakga o'zgaruvchan tok beriladi, u tashqi magnit maydonini kattaligi va yo'nalishiga sezuvchan. Magnit material sifatida temir nikelli qotishma (permalloy) ishlatiladi, u yuqori magnit singdiruvchanlikga ega va kuchsiz maydonda ham to'yinadi. O'zakli g'altakni magnit maydoni o'zgaruvchan tokni magnit maydoni ta'sirida kuchsiz magnit to'yinishiga etkaziladi. O'zak magnit maydoni induktsiyasi vektori yo'nalishi bo'ylab joylashtirilsa, o'zakdagi umumiy maydon tashqi magnit maydoniga teng bo'ladi. O'zak va magnit maydoni vektori o'zaro perpendikulyar joylashganda vektorni ta'siri magnitsizlantiruvchi maydon ta'siri bilan kompensatsiyalanadi. Burchakli joylashishda magnit maydonini tegishli tashkil etuvchisini o'lchash mumkin. Demak, ferrozond to'liq vektor $\vec{T}$ va uning tashkil etuvchilarini, hamda magnit maydoni variatsiyalarini o'lchash imkonini beradi.

Ferrozondlar uch komponentli skvajina magnitometrilarida (TSMK-40) ishlatilgan, ular diametri 36 mm. dan ortiq va chuqurligi 2000 m. gacha skvajinalarda o'lchashga mo'ljallangan. Asbob kompleksiga yer usti boshqaruv pulti va ikkita skvajina

snaryadi kiradi, ulardan biri skvajinadagi jinslar va ma'danlarni magnitlanish qobiliyatini va maydonni vertikal tashkil etuvchisini o'lchash, ikkinchisi esa to'liq vektor $\vec{T}$ ni Ox , Oy va skvajina o'qi bo'yicha $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ tashkil etuvchilarini o'lchash uchun ishlatiladi.

$\vec{x}$, tashkil etuvchi skvajina o'qidan o'tuvchi vertikal yuzada joylashgan, $\vec{z}$, tashkil etuvchi skvajina o'qi bo'yicha yo'nalgan, $\vec{y}$, tashkil etuvchi avvalgi ikkitasiga perpendikulyar va doimo gorizontal. O'lchash oraliq'i kamida ± 8000 nTl (kompensator yordamida ± 180000 nTl gacha kengaytirish mumkin), maydonni aniqlash hatoligi ± 100 nTl, magnitlanish qobiliyatini o'lchash oraliq'i $0 \div 12$ SI birl, ϵ ni aniqlashni nisbiy xatoligi 5 % gacha.

Kvantli magnitometrlar tashqi magnit maydoni ta'sirida atomlarni optik yo'nalishi yoki ishchi moddani optik harakati prinsipiga asoslangan. Bu magnitometrlarda Zeeman effekti ishlatiladi, uning mazmuni: magnit maydonida joylashgan suyuq, gazsimon va bug'simon moddalar atomlari energetik darajasi bir necha darajachalarga bo'linib ketadi, ya'ni atomlar qo'shimcha energiya oladi, u ularni magnit momentiga va harakat soniga proporsional. Normal holatiga har bir darajada atomlar miqdori taxminan teng va atomlarni o'tish soni bir birlik vaqtda (o'tish chastotasi) yuqori darajadan quyiga va teskarisi ham bir xil bo'ladi. Bu prinsipga asoslangan maydon o'lchashda maydonni kattaligi haqida rezonans chastotaga f_{rez} qarab baholanadi. Kvantli magnitometrlarda rezonans chastotani kuzatish uchun har xil chastotali atomlarni o'zaro harakati effekti ishlatiladi – radiodiapazonda va optik diapazonda. Biror ishqorli metalni parlaridan tashkil topgan ishchi moddalarda chastota f_{rez} radiodiapazonga to'g'ri keladi. Bu chastotani aniqlash uchun ishchi moddani atomlari qutblangan yorug'lik bilan uyg'otiladi. Atomni bir darajadan ikkinchisiga o'tishida yutilish yoki energiya kvanti nurlantirish sodir bo'ladi, bu energiya f_{rez} ga proporsional, darajalar orasidagi masofa ΔT ga proporsional.

Chastota f_{rez} va uning tashqi magnit maydoniga $\vec{T}$ bog'liqligi ma'lum bo'lganda bu maydonni kattaligini har qanday kuzatuv nuqtasida aniqlash mumkin:

$$\vec{T} = f_{\text{rez}} / A$$

(hisob kattaligi 1 nTl bo'lganda) 0,1 ÷ 1,5 sek. ni tashkil etadi, bunda, A – proporsionallik koeffitsiyenti, u ishchi moddalarni atom konstantalari bilan aniqlanadi.

Avtomobil magnitometri MMA-301, aeromagnitometr MMP-305 va piyoda magnitometri MMP-303 larda optik kuzatuv prinsipi ishlatilgan. Piyoda magnitometri MMP-303 – M-33 asbobini takomillashtirilgan modeli bo'lib, magnit induktsiyasi vektori modulini $\vec{T}$ o'lchashga, hamda uning variatsiyalarini avtomatik yozib olishga mo'ljallangan. Bu asboblarni ishchi moddasi ^{133}Cs bug'laridir. U yuqori sezuvchanlikka (0,1 ÷ 1 nTl), yuqori turg'unlikga (nol-punktini siljishi 8 soatlik ishda 1,5 nTl dan oshmaydi), katta o'lchash oralig'iga (20 000 ÷ 100 000 nTl) ega. Bir martalik o'lchash vaqti nuqtadagi o'lchashlarni asbobni o'chirmasdan bajarish va ishlar samaradorligini keskin ko'tarishga imkon beradi.

Protonli magnitometrlar. Yadro rezonansi prinsipida ishlaydi, ya'ni proton atomi yadrosini pretsessiyasi (aylanishi) bilan bog'liq, u shaxsiy harakatlarni mexanik momenti (spin) va magnit momentiga ega. Protonlar tashqi magnit maydonida T joylashganda maydon yo'nalishi atrofida aylanib (pretsessiya) konussimon yuza hosil qiladi. Tashqi maydon bo'lmaganda aylanish erkin bo'ladi va uning aylanish chastotasi ω maydon induktsiyasi vektori moduliga proporsional: $\omega = \gamma T$, bunda γ – protonning giromagnit nisbati, bu uning magnit momentini mexanik momentiga nisbatiga teng. Bu nisbatni miqdoriy qiymati yuqori aniqlikda o'lchanadi) atom konstansiyasidir va tashqi sharoitlarga bog'liq emas. ω radiochastotali darajasida bo'lgani va yuqori aniqlikda o'lchangani uchun magnit maydonidagi o'lchashlar yuqori aniqlikda bo'ladi va ularni absolyut deb hisoblaydilar.

Protonli magnitometrlarda ishchi modda sifatida protonga boy suyuqlik (spirtni suvli eritmasi, kerosin va b.) ishlatiladi.

Kuchsiz magnit maydonlarda (jumladan Yerni magnit maydoni) moddaning magnitlanishi juda kichik va pretsessiya

signalini ajratish qiyin (iloji yo'q). Signalni amplitudasini oshirish uchun ishchi modda kuchli o'zgarmas magnit maydoni bilan qutblantiriladi – asosiy maydonga perpendikulyar va magnit momenti bilan sinxron ravishda aylantiriladi. Rezonans hodisasi yuzaga kelganda signal amplitudasi maksimal bo'ladi. Signal kuchaytiriladi va chastotomiyerga uzatiladi. Chastota bo'yicha maydon vektori modulini kattaligi hisoblanadi: $T = \omega/\gamma$.

Protonlarni erkin pretsessiyasi prinsipida MMS – 214 va SKAT – 77 aeromagnitlari, MSS – 1 va MSS – M avtomagnitometrlari, gidromagnit syomkalar uchun MPM – 4, APM – 3 va PAG – 5 magnitometrlari, skvajina magnitometri MSP – 2, MMP – 203 piyoda magnitometrlari ishlaydi.

MMP – 203 piyoda protonli magnitometr magnit induktsiyasi moduli T ni yoki uning o'zgarishi ΔT ni o'lchashga mo'ljallangan. Ishchi modda kerosin. O'lchashlar oralig'i 20 000 – 100 000 nTl, hisoblar xatoligi ± 1 nTl, o'lchashlar xatoligini uzluksiz tashkil etuvchisi $\pm 2,5$ nTl dan oshmaydi, nol-punktni siljishi 9 soatlik ish kuni uchun 1 nTl gacha, ish rejimini o'rnatish 1 min. dan oshmaydi, bitta o'lchash vaqti 3 min. dan ko'p emas.

Geomagnit maydon variatsiyalarini yozib olish uchun maxsus magnitovariatsion stansiyalar yaratilgan: optik-mexanik – SMV – 2M va IZMIRAN – 4, kvantli – MVS va KM – 5 va protonli – AMVS. Dala magnitometrlari M – 27M, MMP – 303 va b. ham ishlatilishi mumkin, ular o'lchashlarni avtomatik rejimda bajaradi. Variatsiyalarni o'lchash aniqligi dala kuzatuvlarinikidan past bo'lmasligi kerak.

Tog' jinslari va ma'danlarni magnit xususiyatlarini o'lchash uchun apparatura mavjud. Induktiv va qoldiq magnitlanishni, hamda magnitlanish qobiliyatini stantsionar va dala laboratoriyalarida aniqlash uchun MA-21, MAL-36, LAM-24 magnitometrlari ishlatiladi. Dala sharoitida namunalarni magnitlanish qobiliyatini o'lchashda kichik o'lchamli kappametr KT – 5 ishlatiladi. ϵ ni o'lchash oralig'i 10^{-5} dan $999 \cdot 10^{-3}$ SI birligigacha. Hisob olish xatoligi 10^{-5} CI birl. ni tashkil etadi.

2.5. Magnit syomkalari metodikasi

Magnitorazvedka ishlari geologik topshiriqqa asosan o'tkaziladi, unda magnitorazvedka oldiga qo'yilgan vazifalar aniq ko'rsatiladi. Magnit razvedkasini turi, masshtabi va aniqligi shunday tanlanishi kerakki, qo'yilgan vazifalar maksimal geologik va iqtisodiy samaradorlik bilan yechilishi ta'minlansin, unda umumlashtirilgan geologo-tuzilma ma'lumotlar (tuzilishi, o'lchamlari, yotish chuqurligi va fazoviy holati), obyektini va atrof jinslarni fizik xususiyatlari haqidagi ma'lumotlar keltiriladi. FGM kutilayotgan magnit maydonini hisoblash imkonini beradigan obyektini xos xususiyatlarini yoritishi lozim. Kuzatuvlar to'ri shunday tanlanishi kerakki, bunda bu obyektini anomaliyasi qudiruvda o'tkazib yuborilmasin.

Yonma-yon joylashgan uchta profilni har birida kamida uchtdan nuqtada belgilangan anomaliya ishonchli hisoblanadi. Profil chiziqlari anomaliya yo'nalishiga ko'ndalang bo'lishi kerak. syomka aniqligini baholash uchun kesishadigan profillarni bir qator nuqtalarida nazorat o'lchovlari o'tkaziladi va syomkani o'rtacha kvadratik xatoligi hisoblanadi:

$$\sigma_{rs} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2 / 2n},$$

bunda Δ_i -asosiy va nazorat o'lchovlari orasidagi farq (nTI da), n-ikki marta o'lchangan nuqtalar soni.

Hozirgi vaqtda qidiruv-razvedka ishlarida va geologik xaritalashda ko'pincha magnit maydoni to'liq vektori $\vec{T}$ ning vertikal tashkil etuvchisini o'zgarishi ΔZ yoki shu vektor modulini o'zgarishi ΔT o'lchanadi.

Magnit syomkalari kuzatuv nuqtalarini Yer yuzasiga nisbatan joylashuviga qarab yer usti, aeromagnit, gidromagnit (suv usti) va yer osti (shaxta va skvajinalarda) syomkalarga bo'linadi.

Yer usti magnit syomkasi piyoda va avtomagnit syomkadan iborat.

Piyoda magnit syomkasi 1:10000 va yirikroq masshtabda o'tkaziladi. Syomka masshtabi profillar orasidagi masofaga bog'liq. 1:10000 masshtabga profillar orasidagi masofa 100m bo'lishi to'g'ri keladi, o'lchash nuqtalari har 10–25m da, 1:5000

masshtabda masofa 50m, nuqtalar orasi 5–20m va h.k. Agar piyoda magnit syomkasi geologik xaritalashga yordamchi sifatida o'tkazilayotgan bo'lsa, unda uning masshtabi bir masshtabga yirikroq bo'lishi kerak. Masalan, geologik xaritalash masshtabi 1:25000 bo'lsa, magnit syomka 1:10000 masshtabda o'tkaziladi va h.k.

O'lchovlarni o'rtacha kvadratik xatoligi qiymati bo'yicha magnit syomkalari past ($\sigma_{rs} > 15$ nTl), o'rtacha (σ_{rs} 5dan 15 nTl gacha) va yuqori ($\sigma_{rs} < 5$ nTl) aniqlikdagi syomkalarga bo'linadi. Yuqori aniqlikdagi magnit syomka geologik xaritalashda qimmatli ma'lumotlar berishi mumkin, ammo magnetitli konlarni qidirishda past aniqlik ham yetarli.

Syomkani boshlashdan oldin otryadni turish joyi yaqinida nazorat punkti (NP) tanlanadi, undagi magnit maydoni qiymati ma'lum va u o'lchov natijalarini bir xil darajaga keltirish va asboblarni ish turg'unligini nazorat qilishga xizmat qiladi. Har kuni ish boshlashdan oldin va ishni tugatgandan so'ng o'lchovlar bajariladi.

Optik-mexanik magnitometrlarni nol-punktini o'zgarishi chiziqli o'zgarishdan katta farq qiladi. M-27M magnitometrini nol-punktini 2–3 soatda siljishini chiziqli deb hisoblash mumkin. Bu asbob bilan syomka o'tkazishda uning ishini shu vaqt oralig'ida nazorat qilib turish kerak. Shuning uchun, syomka aniqligi talab etganda, ish maydonida bir tekis taqsimlangan nuqtalardan iborat bo'lgan tayanch to'ri shunday yaratiladiki, bunda operator har 2–3 soatda shu nuqtalarni birida hisob olishi mumkin bo'lishi kerak. Magnit maydonini har bir tayanch nuqtadagi qiymati yuqori aniqlikda belgilanadi va boshlang'ich nazorat punkti (NP) bilan bog'lanadi. Bu nuqtalardagi maydon qiymati ma'lum bo'lgani uchun ularni har biri yordamchi NP vazifasini bajarishi mumkin.

Kvantli (MMP-303) va protonli (MMP-203) magnitometrlarni nol-punktini siljishi juda kam. Shuning uchun ular bilan ishlaganda nazorat punktida ertalab va kechquringi o'lchovlar bilan cheklanish mumkin.

Magnit maydoni variatsiyalarini hisobga olish muhimdir, chunki ular syomka natijalarini o'zgartiradi. Buning uchun o'lchanayotgan maydon elementlarini (ΔZ , ΔT) vaqt davomida o'zgarishi magnitogramma-grafiklariga ega bo'lish lozim. Ular odatda ish rayonida magnitovariatsion stansiyalarda (MVS) variatsiyalarni uzluksiz yozish bilan olinadi.

Dala o'lchovlari sifatini baholash uchun 5–10 % nazorat o'lchovlari o'tkaziladi va formula bo'yicha syomkaning o'rtacha kvadratik xatoligi hisoblanadi.

Avtomagnit syomkasi cho'l va yarim cho'l rayonlarda avtomobil yurishi mumkin bo'lgan joylarda samarali qo'llaniladi. O'lchovlar marshrutli va maydonli variantlarda o'tkaziladi. Maydon syomkasi 1:25000dan 1:2000gacha masshtablarda aeromagnit syomka anomaliyalarini mufassallashtirish uchun hamda ba'zi geologik-xaritalash vazifalarini piyoda syomkaga nisbatan qisqa vaqtlarda va kam xarajatlarda yechish uchun o'tkaziladi.

Syomka MMA-301 kvantli magnetometr, MSS-1, MSS-M protonli magnetometrlar va b. yordamida o'tkaziladi, ular avtomobilga o'rnatilgan, syomka avvaldan profillar tayyorlab yoki topobog'lanishni qo'llab o'tkaziladi. Avtomobilni ta'sirini kamaytirish uchun magnit sezuvchi blok undan 6–7m masofada joylashtiriladi. Avtomobil harakatlanganda avtomagnitometr syomkani ma'lum masofalarida (10–5m) maydonni T (yoki T)sini diagrammada avtomatik yozib boradi. 1:10000 va yirikroq masshtabdagi syomkalarda o'lchash maydonida teodolit yordamida magistrallar o'tkaziladi. Magistrallar orasidagi masofa 1:10000 masshtabda 2km ga, 1:5000–1km, 1:2000–0,5 km ga teng. 1:25000 masshtabli syomkada topobog'lanish ishlatiladi, profillar o'tkazilmaydi, magistrallar orasidagi masofa 5km gacha kattalashtiriladi.

O'lchashni boshlashdan oldin va ishdan keyin nazorat punktida yoki etalon marshrutda avtomagnitometrni ish qobiliyati tekshiriladi. NP odatda partiya lageri yaqinida tanlanadi. Etalon marshrut (profil) uzunligi 1,5–2,0km syomka uchastkasi yaqinida

tanlanadi. Bir vaqtni o'zida variatsiyalar shunday aniqlikni ta'minlovchi asbobda yozib olinadi.

Syomka sifati nazorat yurishlarida 3–5 % hajmda baholanadi va formula bo'yicha syomkani o'rtacha kvadratik xatoligi hisoblanadi, odatda u 3–5 nTl oralig'ida yotadi.

Aeromagnit syomka samolyotlar yoki vertolyotlar yordamida havoda bajariladi. U yuqori samaradorlikka ega, piyoda syomka uchun borish qiyin bo'lgan rayonlarni o'rganishda o'tkaziladi. Maydon syomkasi asosiy tur hisoblanadi, u bir-biridan teng masofada joylashgan to'g'ri chiziqli marshrutlar bo'ylab bajariladi, masshtabi 1:25000 va undan maydaroq. Bunda asosan kvantli va protonli magnitometrlar ishlatiladi, ular ΔT ni o'lchashni yuqori va o'rtacha aniqligini ta'minlaydi (± 2 nTl dan kam). Hisoblar registratorga 0,2–2 sek oraliqlarda diskret ravishda uzatiladi.

Dala ishlarini boshlashdan oldin nazorat marshruti tanlanadi va tayanch to'ri tuziladi. Uzunligi 10–30 km li nazorat marshruti syomka uchastkasiga yaqin yerda joylashtiriladi va u asboblarni ishini smena boshlanishidan oldin va tugagandan so'ng tekshirish uchun ishlatiladi. Tayanch to'ri yopiq poligon ko'rinishida yoki bir-biridan 10–30 km da joylashgan parallel profillar ko'rinishida tuziladi. Bu to'r ishchi to'rdagi o'lchov natijalarini bog'lash va ularni bir darajaga keltirishga xizmat qiladi. O'z navbatida yaratilgan tayanch to'ri umumiy regional to'r bilan bog'lanadi.

Uzunligi 30–100 km li ishchi marshrutlar jinslar va anomalialarni yo'nalishiga ko'ndalang o'tkaziladi. Uchish balandligi 50–300 m bo'lib, kompleks syomkalarda 25 m gacha kamayadi. Aeromagnit marshrutlar va anomalialarni bog'lash aerofotosyomka va radiogeodezik vositalar yordamida bajariladi. Syomka aniqligini baholash uchun kesishuvchi marshrutlarda o'lchovlar o'tkaziladi.

Magnit variatsiyalarini hisobga olishga alohida ahamiyat beriladi, buning uchun bitta yoki bir nechta magnitovariatsion stansiya, oddiy yoki maxsus tayanch to'ri, hamda bu uslublar birgalikda ishlatiladi.

2.6. Dala materiallarini qayta ishlash

Piyoda magnit syomkasi natijalarini qayta ishlash anomal magnit maydonini ΔZ_a (M-27M magnitometri bilan ishlaganda), ΔT yoki T_a (MMP-203 magnitometrlari bilan ishlaganda) anomaliyalarini hisoblashdan iborat.

ΔZ ni hisoblaganda asbobni har bir nuqtadagi va nazorat nuqtasiga (yoki tayanch nuqtadagi) ko'rsatkichlarini farqi topiladi (nTl da). Keyin shu birliklarda harorat, variatsiyalar va nol-punkt siljishi uchun tuzatishlar kiritiladi. Kvantli va protonli magnitometrlar bilan kuzatishlar absolyut qiymat T variatsiyasiga o'zgartiriladi, buning uchun nazorat punktidagi normal qiymat T_0 (u ma'lum vaqt uchun, tuzilgan normal maydon xaritasidan olinadi) chiqarib tashlanadi va ΔT qoladi.

Nol-punktni siljishi va haroratni ta'siri uchun tuzatishlar ΔT hisoblashda kiritilmaydi, chunki ular juda kichik.

Shu uchastkaning chiziqli o'lchami 5 km. dan ortiq bo'lganda ΔZ yoki ΔT ni hamma qiymatlariga normal gorizonta gradient uchun tuzatish (nTl/km da) kiritiladi, u ish vaqtiga yaqin geologik davr uchun tuzilgan Z_0 yoki T_0 normal maydonidan aniqlanadi.

Kuzatish natijalari ΔZ , ΔT grafiklari xaritalari yoki magnit maydoni izochiziqlari xaritalari ko'rinishida taqdim etiladi. Grafiklar xaritalarini tuzishda gorizonta masshtab syomka masshtabiga mos kelishi kerak, vertikal masshtab esa shunday tanlanadiki, syomkaning o'rtacha kvadratik xatoligi 1 mm. ga to'g'ri kelishi kerak. Izochiziqlar xaritasini tuzishda izochiziqlar oraliq'i $2,5 \sigma_{rs}$ qilib belgilanadi.

Avtomagnit syomka ma'lumotlarini qayta ishlash bir qator xususiyatlarga ega, ular raqamli yozuv va kuzatishlarni belgilash bilan bog'liq. Avvalo syomka qadami l formulada $l=L/(n-1)$ aniqlanadi, bunda L – profil uzunligi, n – profildagi nuqtalar soni.

Keyin syomka masshtabida profildagi nuqtalar holati belgilanadi. O'lchangan qiymatlar bo'yicha umumiy ΔT grafiklari tuziladi. O'lchangan qiymatlarga quyidagi tuzatishlar kiritiladi: kurs uchun, variatsiyalar, maydonni normal gradienti va normal maydon uchun. Kurs uchun tuzatish deviatсион egri chiziq bo'yicha aniqlanadi. Bu egri chiziq avtomobilni har xil kurslarida

nazorat punktida o'lashlar o'tkazganda hosil qilinadi (masalan, har 45^0 da). Avtomobil profil bo'yicha harakatlanganda avtomobil kursi planda o'zgarmaydi, shuning uchun ushbu profilni hamma nuqtalari uchun kurs tuzatishi bir xil bo'ladi va grafikni nol chizig'ini parallel surish bilan kiritish mumkin. Qolgan tuzatishlar piyoda syomkadagi kabi aniqlanadi va kiritiladi. Olingan natijalar grafiklar xaritalari va izochiziqlar xaritalari ko'rinishida tasvirlanadi.

Magnit maydoni xaritalarini tuzishni katta qiyinchiliklari EHM ni qo'llashni talab etdi. Hozirgi kunda avtomagnit syomkasi ma'lumotlarini qayta ishlashni avtomatlashgan tizimi (ASOM-AM) yaratilgan, u syomka qadamini belgilash, zarur tuzatishlarni hisoblash va kiritish, nazorat o'lchovlarini qayta ishlash, grafiklar xaritalarini har xil masshtabda grafik tuzuvchi (grafopostroitel) yordamida tuzish imkonini beradi.

Aeromagnit syomka materiallarini qayta ishlashda hozirgi kunda EHM qo'llaniladi. Syomka jarayonida maydonni o'lash natijalari tushirilgan perfolenta yoki magnit lentasi variatsiyalar haqidagi ma'lumotlar va kuzatuv nuqtalarini balandlikka bog'lanishi bilan birgalikda EHM ga kiritiladi. Qayta ishlash dasturini avtomatlashgan tizimlar bajaradi, ular natijalarni grafiklar va ΔT izochiziqlari xaritalari ko'rinishida beradi, bular aeromagnit syomkani asosiy hisobot materiallari hisoblanadi.

Grafiklar xaritalarini tuzish uchun uchish chizig'i olinadi. Bunda aeromagnitometrlarni chastota o'lchovlari bilan o'lash natijalari $(0,6 \div 0,7)\tau$ ga kech qoladi, bunda τ – hisob olish oralig'i. Shuning uchun ΔT grafiklari uchish apparatini harakatini teskari tomoniga τV kattalikka suradilar (bunda V -uchish tezligi). Shu xaritalarni o'zida tayanch va kesishuvchi marshrutlar belgilanadi. ΔT izochiziqlari xaritasi grafiklar xaritasi bo'yicha tuzilishi mumkin. Izochiziqlar minimal oralig'i piyoda syomkadagi kabi taqlanadi.

2.7. Magnit syomka natijalarining talqini

Magnitorazvedka ishlarining muhim bosqichi – olingan ma'lumotlarni geologik talqinidir, uning maqsadi – magnit anomaliyalarini hosil qiluvchi magnitlangan tanalarni zaruriy parametrlari (yuqori va pastki chegaralarini, yotish chuqurligi, yotish burchagi, qalinligi va b.) haqida ma'lumotlar olish. Magnitli jinslarni yuqori chegarasigacha chuqurlikni hisoblash yuqoridagi plotforma qoplamaning magnitsiz yotqiziqlarini qalinligini aniqlashga va kristall fundamentni asosiy xususiyatlarini baholashga imkon beradi. Agar yotish burchaklari ma'lum bo'lsa, unda o'rganilayotgan ish uchastkasidagi burmalanish va uzilmali tuzilmalar xususiyatlarini baholash mumkin va magnitli cho'kindi, metamorfik jinslarni alohida qatlamlarini qalinligini aniqlash mumkin.

Magnit maydoni oddiy formulalarda aks etadigan tanalarni yotish chuqurligi, geometrik parametrlari va magnitlanishi tegishli tenglamalarda hisoblanadi. Ammo bu formulalar oddiy tuzilishdagi tanalar uchun qo'llaniladi.

Hisoblar uchun Z_a yoki ΔT grafiklari ishlatiladi, ular jinslar yo'nalishiga perpendikulyar va anomaliyani markaziy qismidan o'tadigan profil bo'yicha hisoblanadi.

Oddiy tuzilishdagi alohida tanalar ustidagi Z_a va ΔT anomaliyalarini analitik formulalaridan foydalanib har xil tuzilishdagi bir qancha tanalarni har xil birikmalari uchun tenglamalar tuzish mumkin va ularni parametrlarini hisoblash uslublarini topish mumkin. Bunda tanalarni faqatgina tuzilishi emas, balki ularni o'zaro joylashuvi haqida ham boshlang'ich ma'lumotlarga ega bo'lish lozim.

Magnit syomkasi natijalarini talqin qilishda paletkalar va nomagrammalar keng qo'llaniladi. Ba'zi tanalarni yotish elementlarini hisoblash uchun taklif qilingan paletkalar bo'yicha kuzatilgan grafikni nazariy hisoblangan grafiklar bilan solishtirib izlanayotgan parametrlar topiladi. Grafiklarni o'ziga xos nuqtalari abtsissalari bilan magnitlangan tanalarni chuqurlikni urinmalar uslubida aniqlashga imkon beradi. Ammo bu uslub vertikal yotuvchi cheksiz qatlam tuzilishdagi tanalar hosil qiladigan Z anomaliyalari uchun yaroqli.

Ikki o'lchamli magnit anomalionalarini talqin qilishda eng keng tarqalgani tanlash uslubidir. Uning mazmuni shundaki, tanlangan tanani hisoblangan anomaliasini talqin qilinayotgan bilan mos keladi. Bu uslubni ishlatishda tanani magnitlanishi taxmin qilinadi. Qidirilayotgan tanani parametrlari asta-sekin yaqinlashish bilan belgilanadi. Vazifa EHM yordamida yechiladi (interatsion modelashtirish uslubini).

Qo'lda talqin qilishda hisoblar quyidagicha bajariladi: maydon izochizlari xaritasida anomaliasini yo'nalishiga ko'ndalang profil belgilanadi va uning magnit azimuti A_m yozib olinadi, so'ng bu profil bo'yicha kuzatilgan grafigi tuziladi va shu profilda ta'sir etuvchi magnitlovchi maydon R_0 ni yo'nalishi va kattaligi belgilanadi (formulalardan):

$$R_0 = (Z_0^2 + H_0^2 \cos^2 A_m)^{1/2}$$

$$i = \arctg \frac{H_0 \cos^2 A_m}{Z_0}$$

bunda, i – egri magnitlanish burchagi, $A_m < 90^\circ$ bo'lganda u musbat.

Profil yo'nalishida grafik ostida kutilayotgan kesim belgilanadi va paletkalar yordamida to'g'ri vazifa yechiladi. Hisoblangan grafik kuzatilgani bilan qiyoslanadi. Ular mos kelmasa kesimga o'zgartirishlar kiritiladi. Ushbu operatsiya grafiklar to'liq mos kelguncha qaytariladi. Uslub noto'g'ri tuzilishdagi tanalarni parametrlarini aniqlashga imkon beradi.

Agar bir tanani maydoni boshqa tananikiga qo'shib ketsa anomalialarni ajratish o'tkaziladi, buning natijasida anomalialarni tashkil etuvchilari ketma-ket ajratiladi, ular bo'yicha tanalarni chuqurligi yotish elementlari va magnitlanishi hisoblanadi.

Yirik geologik jinslar bilan bog'liq regional anomalialarni ajratish uchun o'rtachalashtirish yoki maydonni yuqori yarim fazoga hisoblash usullari qo'llaniladi.

O'rtachalashtirishda x_0 va u_0 koordinatali biror nuqta uchun maydonni o'rtacha qiymati hisoblanadi (bunda kvadrat bilan chegaralangan maydon olinadi). Natijada maydon alohida segmentlarga bo'linadi. Alohida segmentda maydonni o'rtacha qiymati (Z_a yoki ΔT) taxminiy olinadi, butun maydon bo'yicha o'rtacha qiymat formulada hisoblanadi:

$$Z_{a\ o'rt}(Z_0, Y_0) = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n Z_{a1}$$

Lokal anomaliyani ajratish uchun shu nuqtadagi birlamchi va o'rtalashgan maydonlar farqi ishlatiladi, ya'ni:

$$Z_{a\ o'rt}(Z_0, Y_0) = Z_a(X_0, Y_0) - Z_{a\ o'rt}(X_0, Y_0)$$

Maydonni yuqori yarim fazoga hisoblash lokal anomaliyalarni kuchsizlantirishga imkon beradi va shu bilan regional anomaliyalar xususiyatlarini aniqlashtiradi. Maydonni qo'lda hisoblash maxsus paletkalar yordamida bajariladi, ular ikkilamchi va uch o'lchamli anomaliyalar uchun hisoblangan.

Avto va aeromagnit syomkalar ma'lumotlarini qayta ishlashda EHMda yechiladigan magnitorazvedkaning teskari vazifalari orasida amalda eng ko'p tarqalganlari: magnit maydon hosil qiluvchi tanalarni yuqori chegarasini aniqlash, quyi va yuqori yarim fazoda magnit maydonini hisoblash, magnitli tanalarni xususiy nuqtalari holatini aniqlash, anomaliya hosil qiluvchi massalarni har xil usullarda tanlash va x.k.

Hozirgi vaqtda bir qator hisoblash markazlarida ASOM-RG/ES avtomatlashgan tizimi ishlatilmoqda, u bir nechta podsystemalarni o'z ichiga oladi, ulardan biri "Magnitorazvedka" teskari vazifani tanlash uslubida yechishga imkon beradi. Elementar tanalar sifatida shar, sterjen, silindr va prizma qabul qilingan.

2.8. Qo'llanish sharoitlari

Magnitorazvedka geologorazvedka ishlarini hamma bosqichlarida qo'llaniladi: mayda masshtabli geologik xaritalashdan boshlab konlarni razvedkasigacha. Odatda uni boshqa geofizik va geokimyoviy usullar bilan bir kompleksda qo'llaydilar.

Regional magnit syomka materiallari bo'yicha ko'pincha platforma oblastlarida ham burmalanish oblastlarida ham geologik tuzilish haqidagi ma'lumotlar to'ldiriladi. Katta qalinlikdagi cho'kindi jinslar qatlamida ΔT ni musbat anomaliyalari kuzatiladi. Bunday holatni Kuznetsk botiqligidagi kam o'zgaruvchi yuqori maydonni atrofdagi burmalangan tuzilmalarni jadal magnit maydoni o'rab turishida yaqqol ko'rish mumkin. ΔT maydonini asta o'zgarishi qalin cho'kindi jinslar ostida (taxminan 10 km.

chuqurlikda) fundamentni kristall jinslari yotganidan, ular ancha baland magnitlikka ega.

Magnit maydonida ko'pincha ajralib turadigan chuqur yoriqlar asosli va ultraasosli jinslar bilan to'lganidandir.

Aeromagnit syomkasi bilan o'rganilgan hududni asosiy tuzilma elementlari magnit maydonida har xil tasvirlanadi. Masalan, Sharqiy Sibir platformasida trapplarni qatlamli va kesishuvchi intruziyalari rivojlangan, ular notekis va o'zgaruvchi ΔT maydonlari hosil qiladi. Regional yoriqqa yaqinlashgan sari ΔT maydonini asta kamayishi kuzatiladi, erta paleozoyini karbonat jinslarini trapp zonasiga o'tish chegarasida yosh jinslar orasida ΔT ortadi.

Magnit maydonini vaqt davomida o'zgarishiga har xil geotektonik jarayonlar ta'sir etishi mumkin, shuning uchun oxirgi vaqtlarda tektonomagnetizm yo'nalishi paydo bo'ldi. Ular geomagnit poligoni hududidagi yuqori aniqlikdagi qayta magnit syomkasi materiallari bo'yicha asriy o'zgarish anomalionalari zonasi ajratilgan. Ular Uralni asosiy strukturalarini Sharqiy-Yevropa va G'arbiy-Sibir platformalaridan ajratib turadi. Geodezik kuzatuvlarni ko'rsatishiga, bu zonalar yer qobig'ining zamonaviy vertikal harakatlarini maksimal gradient oblastlari bilan mos keladi.

Magmatik jinslar rivojlangan oblastlarda magnit syomkasi ma'lumotlari bo'yicha har xil otqindi jinslarni intruziyalari ajratiladi va kuzatiladi. Asosiy intruziv jinslar magnitli ham magnitsiz ham bo'lishi mumkin. O'rta va nordon jinslar ko'pincha magnitsiz, ammo atrof jinslarga faol ta'siri natijasida kontakt zonasi magnetit bilan boyishi mumkin.

Magnit maydonida vulkanik konuslar va jerlo fatsiyasi jinslari aniq ajraladi, ular odatda kuchli magnitlangan. Bunda ularni magnitlanishi to'g'ri ham, teskari ham bo'lishi mumkin.

Cho'kindi jinslarni xaritalash va bo'laklarga ajratishda magnitorazvedkaning imkoniyatlari cheklangan. Ammo, ba'zi hollarda kvantli va protonli magnetometrilar ishlatib terrigen yotqiziqqlarga xos anomalionalarni qaydb qilish mumkin. Uzilmali tektonik buzilmalar zonalarini xaritalashda magnit syomkasi samarali natijalar beradi. Ba'zan bu buzilmalar normal magnit maydonida chiziqli manfiy aniq anomalionalar bilan belgilanadi.

Nordon tarkibli jinslarni daykalari magnitli jinslar orasida yotganda, ΔT maydonida minimumlar bilan kuzatiladi.

Yuqori magnitlangan va magmatik jinslar qo'shilmagan, buzilmalar zonasida moddiy tarkibi o'zgarmagan cho'ziq tanalarda rivojlangan tashlama va surilmalar magnit maydonida yaxshi ajralib turadi. Surilmani amplitudasi anomaliya o'qini siljishi bo'yicha (agar buzilma chizig'i tanani to'g'ri burchak ostida kesib o'tsa), tashlamani amplitudasi esa magnitli jinslarni yotish chuqurliklarini farqi bo'yicha aniqlanadi. Tashlamaning mavjudligini maksimumni zinasimon kamayishi va magnitli tanani tashlangan qismi ustida musbat qiymatlar zonasini kengayishi bo'yicha belgilash mumkin.

Magnit syomkasi materiallari neft va gaz konlarini qidirishda ham qo'llanilmoqda, chunki ba'zi lokal neftgazli strukturalar anomal magnit maydoni xususiyatlariga ega maydonlarda joylashadi.

Ammo, magnitorazvedkani qo'llanilishida eng yaxshi natijalar har xil genetik turdagi temir ma'danlarini, rangli, kamyob va qimmatbaho metallarni qidirish va razvedkalashda olinadi, chunki ularni ma'danlari aktessor magnit minerallarga (qo'rg'oshin, qalay, sochma oltin va platina) ega, ma'danli skarnlar odatda magnetit bilan boyigan bo'ladi (volfram, molibden, mis), hamda asosli va ultraasosli jinslar bilan bog'liq foydali qazilmalar (nikel, xrom, titan, olmos) aniqlanadi. Magnetitli mineralizatsiya va asosli intruziv jinslar bilan bog'liq pezooptik minerallar (pezokvarts, island shpati, optik flyuorit) konlarini qidirishda ijobiy natijalar olingan. Platforma turidagi toshli boksitlar konlarini alyumin ma'danlarini qidirishda magnitorazvedkani yaxshi natijalari haqida ma'lumotlar mavjud.

Magnit o'lchashlari ba'zan foydali qazilmalarni sochmalarini o'rganishda qo'llaniladi. Bunda litogeokimyoviy syomkada olingan bo'shoq jinslar namunalarini magnit maydoni va magnitlanish qobiliyati o'lchanadi (kappametriya). Olingan ma'lumotlarni birgalikdagi tahlili o'rganilayotgan maydonni geologik tuzilishini ba'zi qo'shimcha xususiyatlarini aniqlashga imkon beradi.

3. SEYSMORAZVEDKA

Seysmorazvedka – Yer qobig'ining tuzilishini aniqlashda, foydali qazilma konlarini qidirish va razvedka qilishda seysmik tebranishlar maydonining xususiyatlarini o'rganishga asoslangan geofizik usuldur.

Seysmik tebranishlar maydoni – portlash yoki zarba berish yo'li bilan hosil qilingan va tog' jinslarida tarqaluvchi seysmik to'lqinlar maydoni. Seysmik to'lqinlar har xil tog' jinslari chegarasida akslanishi, sinishi va qisman yer yuziga qaytib kelishi, u yerda maxsus apparaturalarda qayd qilinishi mumkin (3.1-rasm). To'lqinlarni manbadan qayd nuqtasigacha tarqalish vaqtini, ularni tezligini, amplitudasini, chastotasini va boshqa xususiyatlarini aniqlab qatlamlar, ularni yotish qiyaligi haqida ma'lumot olish mumkin (shu jumladan qatlamlarni stratigrafiyasi va tarkibi haqida ham). Bunda akslangan to'lqinlar, singan to'lqinlar va o'tuvchi to'lqinlar usullaridan foydalaniladi. Ish o'tkazilayotgan sharoitlar va echiladigan vazifalarga qarab bu usullarning turli texnologik uslublari qo'llaniladi – dala seysmorazvedkasi, dengiz seysmorazvedkasi (dengiz va okeanlarda), yer osti seysmorazvedkasi (skvajinalar, tog' lahmli, shaxtalarda).

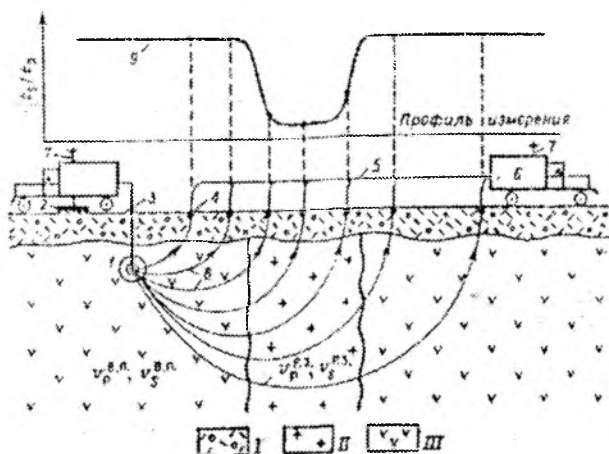
Tuzilmalarni o'rganish vazifalari (yer qobig'ining tuzilishini o'rganish, cho'kindi jinslar va kristall asos jinslaridagi tuzilmalarni o'rganish, cho'kindilarni litologo-stratigrafik xaritalash), neft, gaz, toshtuz, boksit konlarini qidirish va razvedka qilish, ma'danli geologiyada, injener-geologik vazifalar (seysmik rayonlar, surilma zonalarini xaritalash, zilzilalarni bashoratlash), gidrogeologik vazifalar (yer osti suvlarini topish va o'rganish) va tog'-texnik vazifalarni hal etishda seysmorazvedka keng qo'llaniladi. Geofizik izlanishlarga sarflanadigan xarajatlarni 60%i seysmorazvedka ishlariga to'g'ri keladi.

3.1. Seysmik to'lqinlar va geometrik seysmika asoslari

Tog' jinslari qattiq jism hisoblanadi. Buning ma'nosi unga ma'lum kuch F ta'sir qilganda jismning elementar qismlari deformatsiyalanadi (hajmi va shakli o'zgaradi), bu kuch F ta'siri yo'qolganda jism qismlari yana avvalgi hajm va shaklga qaytadi.

Bu hodisa Guk qonunida yoritilgan. Bu qonunga asoslanib elementar qismlar o'lchamlarining o'zgarishi bilan birlik maydonda qo'yilgan kuch F qiymati, ya'ni kuchlanish orasidagi bog'liqlik aniqlanadi. Deformatsiya kattaligi faqatgina qo'yilgan kuchlanishga emas, balki tog' jinslarining qayishqoqlik xususiyatlariga ham bog'liq (ε va E , σ). Jinslarning bo'ylama cho'zilish yoki siqilishga bo'lgan qarshiligi Yung moduli – E deyiladi. Ko'ndalang siqilish (yoki cho'zilish)ning bo'ylamasiga nisbati Puasson koeffitsiyenti (σ, ε, E) deyiladi.

Deformatsiyaning tog' jinslarida tarqalishi tebranish (to'lqin) hosil qiladi. Tebranishlar manbai ta'sirida hosil bo'lgan bo'ylama to'lqinlarni R tarqalishi siqilish va cho'zilish uchastkalarining almashinuvidir (3.2,a-rasm).



3.1-rasm. Ma'danli zona va atrof-muhitda to'lqinlarning tarqalishi.

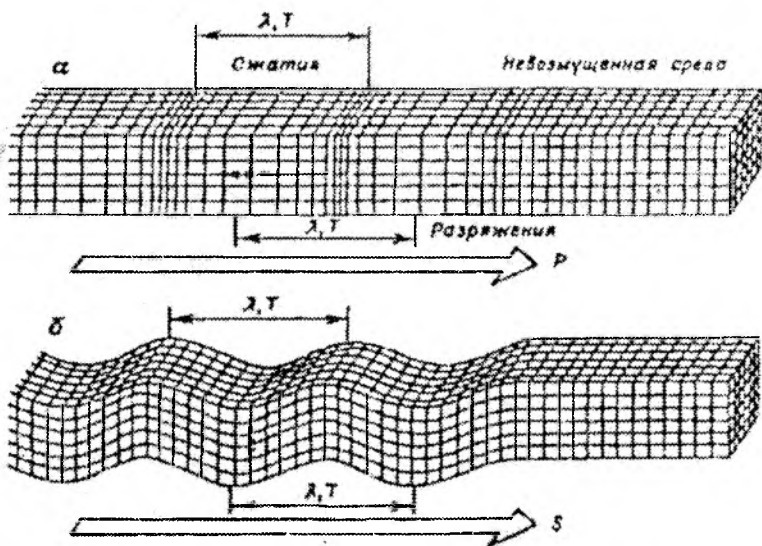
I- bo'shoq yotqiziqlar, II- ma'danli zona, III- atrof muhit yotqiziqlari. 1 va 2-portlash va zarba yo'li bilan tebranish hosil qiluvchi manbalar, 3- burg'ilash qudug'i, 4-seysmopriyomniklar, 5-seysmik kosa, 6- seysmorazvedka stantsiyasi, 7- radioaloqa, 8-to'lqinlarni tarqalish yo'nalishi, 9- ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlartarqalish vaqtlari nisbatining grafigi (t_s/t_r), V- to'lqinlarni tarqalish tezligi $V_r > V_r$, $V_s > V_s$ rz.

Siqilish va cho'zilish uchastkalari orasidagi masofa to'liq uzunligi λ , bu masofani o'tishga ketgan vaqt – tebranish davri T deyiladi. Ma'lum nuqtadan 1 sekundda o'tgan siqilish va cho'zilishlar soni chastota $f = 1/T$ bo'ladi. Siqilish va cho'zilish uchastkalarining harakati tezligi V muhitning zichligi va seysmik xususiyatlariga bog'liq. Tezlik, to'liq uzunligi va chastota bir-biri bilan quyidagicha bog'liq : $\lambda = V/f$.

Agar jinslarda surilish deformatsiyasi bo'lsa, unda ko'ndalang to'liqlar S paydo bo'ladi, ular surilish deformatsiyasi yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishda tarqaladi (3.2,b-rasm).

P va S to'liqlar bitta tebranishlar manбайдan hosil bo'lishi mumkin, ammo S to'liqlar faqat qattiq moddalarda (zarrachalari mustahkam bog'langan) hosil bo'ladi va tarqaladi. Bu ikki xil to'liqlardan tashqari Reley to'liqlari mavjud, ular yer yuzi bo'ylab tarqaladi. Bu to'liqlarni harakati kam tezlikka ega bo'lgan qatlamning yuqori va quyi chegaralaridagi akslanishi natijasidir. Seysmik to'liqlarning muhitda tarqalishi elektromagnit tebranishlari tarqalishi prinsiplari va qonunlariga bo'ysinadi, ammo tog' jinslarining xususiyatlari va seysmik to'liqlarning chastotasini hisobga olish kerak.

Deformatsiya zonasini tashqaridan (tebranishlar manbaiga nisbatan) chegaralagan yuza to'liqning oldingi fronti, ichkaridagi yuza-orqa fronti deyiladi. Tebranishlar manбайдan chiqadigan va to'liq frontlariga perpendikulyar chiziq nur deyiladi. Fermi prinsipiga asosan to'liqning nur bo'yicha o'tishga ketgan vaqt eng kichikdir, boshqa har qanday yo'lni o'tishga nisbatan. Bir jinsli muhitlarda nurlar sferik to'liqlar frontlarining radiusi bo'ladi. Muhitning seysmik xususiyatlari asta-sekin o'zgarsa, nurlar qiyshiq chiziq ko'rinishida bo'ladi.



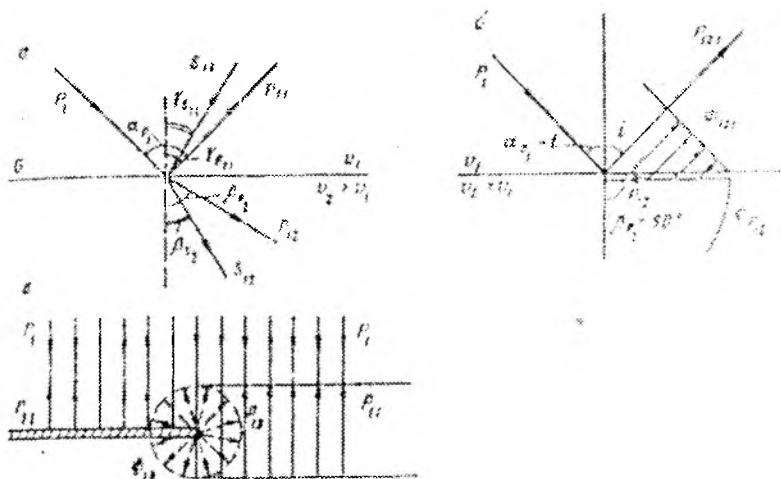
3.2 rasm. Jinslar zarrachalaridan to'liqin o'tganda hosil bo'ladigan deformatsiyalar va tebranishlar: a-bo'ylama; b-ko'ndalang S (B.A.Bolt bo'yicha).

Tekis chegaraga tushayotgan to'liqin ikki xil ikkilamchi to'liqin hosil qiladi: bo'ylama va ko'ndalang. Agar tushuvchi va ikkilamchi to'liqlar bir turdagi bo'lsa, ular monotip to'liqlar deyiladi, agar ikkilamchi va tushayotgan to'liqlar turi har xil bo'lsa, ular almashingan to'liqlar deyiladi. (3.2, a- rasm).

Har xil tezlik xususiyatlariga ega bo'lgan ikki muhit chegarasi cheklangan bo'lsa, akslanish, sinish qonunlari ishlaydi. Bunday holat tushayotgan seysmik energiyaning radial yo'nalishlarda tarqalib ketishiga olib keladi va bu holat difraktsiya deb ataladi. Difraktsion to'liqlar silindr tuzilishiga ega bo'lib, rasmda aylana shaklida bo'ladi (3.3, v- rasm). Odatda yer ostida tektonik buzilmalar natijasida hosil bo'lgan qatlamlar qirralari difraktsion to'liqlar manbai bo'lib qoladi.

3.2. Jinslarning seysmik xususiyatlari

Tarkibi, tuzilishi, g'ovakligi, g'ovaklardagi to'ldiruvchining turi va h.k.larning farqlanishi jinslarning modullarini va zichligini o'zgarishiga olib keladi va oqibatda, seysmik to'lqinlar tezligini o'zgartiradi.



3.3- rasm. To'lqinlarning hosil bo'lishi : a) akslangan va singan; b) bosh to'lqinlar; v) difraksion to'lqinlar; to'lqin nurlari: R_1 -tushayotgan; R_{11} -akslangan monotip; R_{12} -singan monotip; R_{121} -bosh monotip; R_{10} -difraksion monotip; S_{11} -akslangan almashgan; S_{12} -singan almashgan; to'lqinlar frontlari : F_{12} -singan; F_{121} -bosh; F_{10} -difraksion; G-muhitlar orasidagi chegara.

Bo'ylama to'lqinlar tezligi V_r jinslarning seysmik xususiyatlari va zichligiga bog'liq :

$$V_p = \sqrt{\frac{E}{\delta} \cdot \frac{1 - \delta_{11}}{(1 - 2\delta_{11})(1 + \delta_{11})}}; \quad (3.1)$$

ko'ndalang to'lqinlar S tezligi :

$$V_s = \sqrt{\frac{E}{\delta} \cdot \frac{1 - \delta_{11}}{2(1 + \delta_{11})}} \quad (3.2)$$

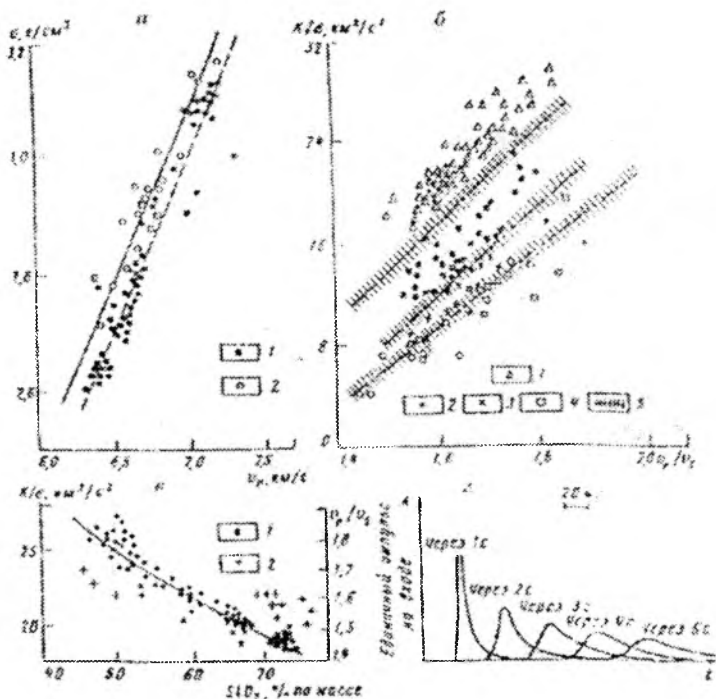
Tog' jinslarining σ va σ_{11} qiymatlari nisbatan kam o'zgargani uchun, V_p va V_s asosan Yung moduliga (E) bog'liq. To'liqlarni tarqalish tezligi haqidagi ma'lumot akslantiruvchi va sindiruvchi chegaralarning chuqurligini aniqlash hamda jinslarni tarkibi haqida ma'lumot olish (ba'zan g'ovaklarni to'ldiruvchi haqida) uchun ishlatiladi. Bu jinslarning fizik kattaliklarini o'zgarishi bilan bog'liq. Cho'kindi jinslarda Yung moduli 0.3×10^{10} dan 9×10^{10} n/m² gacha o'zgaradi, kristall jinslarda 3×10^{10} dan 16×10^{10} n/m² gacha, bu tezlikni oshishiga olib keladi. Terrigen jinslarda namlikni ko'payishi Yung modulini ko'paytiradi va tezlikni V_p anchagina oshiradi va buning teskarisi – cho'kindi jinslarda gazning ko'payishi Yung modulini va V_p/V_s nisbatni kamaytiradi. Jinslarda g'ovaklilikni ortishi, yoriqlar paydo bo'lishi modullarni, demak, tezliklarni kamayishiga olib keladi.

Tezlikning zichlikka bog'likligini 3.4, a – rasmda va regressiya tenglamasida ko'rish mumkin:

$$\sigma = -107 V_r - 0,537 V_s + 0,0026 V_p V_s + 0,0463 F + 2,66 \quad (3.3)$$

V_r va V_s qiymatlari bo'yicha zichlikni aniqlash xatoligi 0.032 g/sm², korrelyatsiya koeffitsiyenti $R=0.975$; $F=K/\sigma = V_p^2 * 4/3 V_s^2$ (km²/sek²) – seysmik parametr bo'lib, hajmiy siqilish moduli – K bilan zichlik σ ni nisbatiga teng; $K= p(\Delta V/V)$, bunda p - hajmiy kuchlanish, $\Delta V/V$ - hajmiy deformatsiya.

Tezliklarning (V_r, V_s) g'ovaklikka (k_p) bog'liqligi asosan g'ovaklar hajmidan kelib chiqadi. G'ovaklik K/σ kattalikka sezilarli ta'sir etadi, k_p 0 dan 4 % gacha o'zgarganda ($V_r/V_s = \text{const}$) K/σ 2–4 marta kamayadi (3.4, b- rasm). G'ovaklik shu oraliqda o'zgarsa ham V_r/V_s nisbat juda kam o'zgaradi. Shunday bog'liqliklar bo'lishiga qaramay, faqat K/σ va V_r/V_s nisbatlardan g'ovaklilik haqida ma'lumot olib bo'lmaydi.



3.4- rasm. Tog' jinslarining seysmik xususiyatlari
(A.L.Aleynikov va b. bo'yicha).

a) jinslarni zichligi va bo'ylama to'lqinlar tezligi orasidagi bog'liklik: 1- $V_r > 4$ km/c, 2- $V_r < 4$ km/c. b) seysmik parametr K/σ va tezliklarning V_r/V_s jinslar g'ovakligiga bog'liqlik nisbati: 1- $k_p = 0$; 2- $0,4 \div 2,0$; 3 - $2 \div 4$; 4-4%; 5-har xil k_p ga ega bo'lgan zonalar chegaralari; v) seysmik parametr K/σ va tezliklar nisbatining V_r/V_s jinslardagi SiO_2 ning miqdoriga bog'liqligi; g) muhitda seysmik energiyaning yutilishi hisobiga seysmik impulsning amplitudasi va tuzilishining o'zgarishi.

Seysmik parametr K/σ va V_r/V_s nisbat tog' jinslari tarkibidagi SiO_2 qiymatiga bog'liq (3.4, v - rasm). Gabbrodan granitgacha (yoki bazaltdan liparitgacha) bo'lgan tog' jinslarida SiO_2 ning ko'payishi (massa bo'yicha 55 % dan boshlab) K/σ parametrning

chiziqli kamayishiga olib keladi. Tarkibida 55% kam SiO_2 ga ega bo'lgan tog' jinslarini seysmik parametriga (K/σ) qarab bir-biridan ajratib bo'lmaydi. Ammo bunday jinslar uchun V_r/V_s nisbat bilan tezlikning absolyut qiymatlari (V_r va V_s) orasida ishonchli bog'liqlik mavjud.

Yani, seysmik to'lqinlar tezligi $\pm 100 \pm 200$ m/c xatolikda aniqlangan ma'lumotlar ham SiO_2 ning qiymatini 5% xatolikda aniqlash imkonini beradi. Tog' jinslaridagi SiO_2 ning qiymati, ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar tezligi va seysmik parametr K/σ orasidagi bog'liqlikni quyidagicha regressiya tenglamasida keltirish mumkin:

$$\sum \text{SiO}_2 \% = 152,4 - 20,82 V_p / V_s - 2,58 K / \delta \quad (3.4)$$

Mustahkam jinslarda (3.4) tenglama bo'yicha SiO_2 qiymatini (massa bo'yicha, % da) aniqlash xatoligi $\pm 2,2$ % ($R=0.97$ bo'lganda). G'ovaklilik va yoriqlilik ta'siri SiO_2 ning proporsional ko'payishiga olib keladi.

Seysmik tebranishlarni tarqalish tezligi va zichligi bilan farqlanuvchi jinslar chegarasiga seysmik to'lqin etib kelganda, uning energiyasi akslangan va singan to'lqinlarga bo'linadi. Energiyaning bu to'lqinlar orasida taqsimlanishi akustik qattqlikka yoki aloqador jinslarning to'lqin qarshiligi ($\gamma = \sigma \cdot V$)ga bog'liq. Aloqador jinslardagi γ qanchalik kam o'zgarsa, shuncha ko'p energiya chegaradan o'tadi. Jinslar chegarasiga akslangan va singan energiya qismlari maxsus koeffitsiyentlarda belgilangan. Tekis chegaradan akslangan to'lqin amplitudasining shu chegaraga tushayotgan to'lqin amplitudasiga nisbati akslanish koeffitsiyenti (A_{π} va A_{rs}) deyiladi.

Tekis chegaradan o'tgan (singan) to'lqin amplitudasining chegaraga tushayotgan to'lqin amplitudasiga nisbati o'tish koeffitsiyenti (B_{pp} va B_{ps}) deyiladi. Chegaraga to'lqinning normal tushishida akslanish va o'tish koeffitsiyentlari: $A_{rs} = B_{ps} = 0$

$$A_{pp} = \frac{\delta_1 V_{p1} - \delta_2 V_{p2}}{\delta_1 V_{p1} + \delta_2 V_{p2}}, B_{pp} = \frac{2\delta_1 V_{p1}}{\delta_1 V_{p1} + \delta_2 V_{p2}} \quad (3.5)$$

bunda, 1 va 2 indekslar birinchi va ikkinchi muhitga tegishli.

To'liq tezligi haqidagi ma'lumotlar dala seysmorazvedkasi, seysmik va akustik karotaj, jinslar namunalarini laboratoriyaga o'rganish natijalaridan olinadi. Keng ko'lamdagi materiallar analizi to'liq tarqalishi tezligi haqida umumlashgan xulosalar qilishga imkon beradi (3- jadval). Bo'ylama (R) to'liqlar tezligi hajmiy bosim oshganda ko'payadi. Jumladan gilli-qumli yotqiziqlarning asta-sekin zichlashishi va tsementlashishi hisobiga ularni to'liq tezligi yotish chuqurligi va yoshi oshganda ko'payadi.

3.1– jadval. Jinslarning seysmik xususiyatlari

Jinslar	σ g/sm ²	Vr km/c	Vs km/c	Vr/Vs	σ_p
Magmatik va metamorfik jinslar					
Tuflar liparitli porfirtilar	2,63	4,94	3,08	1,60	0,18
Tuflar datsitli porfirtilar	2,64	4,97	3,01	1,65	0,21
Tuflar andezitli porfirtilar	2,70	5,28	3,16	1,67	0,22
Tuflar datsit tarkibli	2,66	5,48	3,36	1,63	0,20
Tuflar liparit tarkibli	2,65	5,27	3,25	1,62	0,19
Tuflar andezit tarkibli	2,70	5,44	3,30	1,65	0,21
Rogoviklar liparit-datsitli tuflarda	2,66	5,29	3,30	1,60	0,18
Rogoviklar alevrolitlarda	2,63	5,27	3,23	1,63	0,20
Granit-porfir	2,58	5,47	3,38	1,62	0,19
Granitlar	2,59	5,07	3,17	1,60	0,18
Mis kolchedan konlari jinslari ma'dan usti qatlami					
Tufqumtoshlar, nordon tarkibli	-	5,6	3,28	1,70	-
Tufoalevrolitlar	-	5,0	3,08	1,62	-
Tuflar, aralash tarkibli	-	6,0	3,43	1,75	-
Oxaktoshlar	-	6,3	3,29	1,91	-
ma'danli qatlam					
Kvarts liparitli porfirilar	-	5,65	3,38	1,67	-
Datsitli klastolavalar	-	5,2	3,21	1,62	-
Ma'danli zonalar	-	5,4	3,36	1,60	-
ma'dan osti qatlami					

Mindaltoshli andezitlar	-	6,0	3,38	1,77	-
Piroksenli porfirritlar, ularni tufllari va lavalari	-	5,7	3,20	1,78	-
Cho'kindi jinslar					
Quruq suglinok	-	0,25-0,9	-	2,0-1,67	-
Nam qum	-	0,6-1,8	-	10,0- 3,33	-
Nam gil	-	1,5-2,8	-	10,0- 3,33	-
Qumtosh	-	1,8-4,0	-	2,86- 1,67	-
Ohaktosh	2,67	5,30	3,10	1,71	0,30
Bo'r	-	1,8-3,7	-	2,5-2,0	-
Toshtuz	-	4,2-5,5	-	2,0-1,67	-
Muzlagan nam qum va gillar	-	3,2-4,2	-	2,0	-
Qatlam tarkibidagi moddalar					
Havo	-	0,3	-	-	-
Suv	-	1,4-1,6	-	-	-
Neft	-	1,3-1,4	-	-	-
Muz	-	3,1-4,2	-	2,5-2,0	-

Cho'kindi qatlamlar juda ko'p yupqa qatlamlardan tashkil topgan, ular har xil qalinlik $h_1 h_2 h_3 \dots h_n$ va alohida tezliklarga ega $V_1 V_2 V_3 \dots V_n$. Seysmorazvedkaning hozirgi zamon uskunalari har bir qatlamchani alohida o'rganish imkonini bermaydi, chunki tezliklari farqi kam. Shuning uchun, o'rtacha tezlik $V_{o'rt}$ tushunchasi kiritiladi, u quyidagi formulada aniqlanadi

$$V_{o'rt} = h_{\Sigma} / t_{\Sigma} \quad (3.6)$$

bunda, h_{Σ} - qatlamning umumiy qalinligi, t_{Σ} - to'liqinning qatlamni ustidan tagigacha o'tishiga ketgan vaqt.

$V_{o'rt}$ ning qiymati qatlamning ma'lum qismida ko'pchilik yupqa qatlamchalarning haqiqiy tezligiga yaqin bo'lgan zonasi seysmik qatlam deyiladi. Bunday qatlamdagi $V_{o'rt}$ qatlam tezligi V_q deyiladi. Eng yuqoridagi yumshoq qatlam kam tezliklar zonasi (KTZ) deb nomlanadi, chunki bu zonada $V_{o'rt}$ juda kichik va gorizontal, vertikal yo'nalishda tez o'zgaradi. KTZ ning qalinligi

1m dan 100m va undan ortiq bo'lishi mumkin, o'rtacha 8–15m bo'ladi.

KTZ ning seysmorazvedka natijalariga ta'siri katta. Masalan, pastdan chiqib kelayotgan bo'ylama to'lqin nurlari keskin sinishga uchraydi va bu zonada nurlar yo'nalishi vertikalga yaqinlashib qoladi. KTZ ning pastki qattiq jinslar bo'lgan chegarasi yaxshi akslanuvchan va sindiruvchan chegara bo'lib, Bu yerda juda ko'p to'lqinlar hosil bo'ladi va chuqurlikdan kelayotgan to'lqinlarni qayd qilishga xalal beradi. KTZ katta yutish koeffitsiyentiga ega, shuning uchun Bu yerda to'lqinlar kuchsizlanadi va yuqori chastotali tebranishlar ta'sirida o'zgaradi.

Sferik seysmik to'lqin tarqalganda uning energiyasi E kamayadi, Ya'ni $E/4\pi r^2$, bunda r - sferaning radiusi, (tebranishlar manbaidan to'lqinlar frontigacha bo'lgan masofa). Energiyaning bunday kamayishi seysmorazvedkada yutilish koeffitsiyenti α deyiladi va u to'lqinning boshlang'ich amplitudasi A_0 ning r masofada qanchalik kamayishini ko'rsatadi

$$A_r = \sqrt{E/4\pi r^2} = A_0 \cdot e^{-\alpha r} / r \quad (3.7)$$

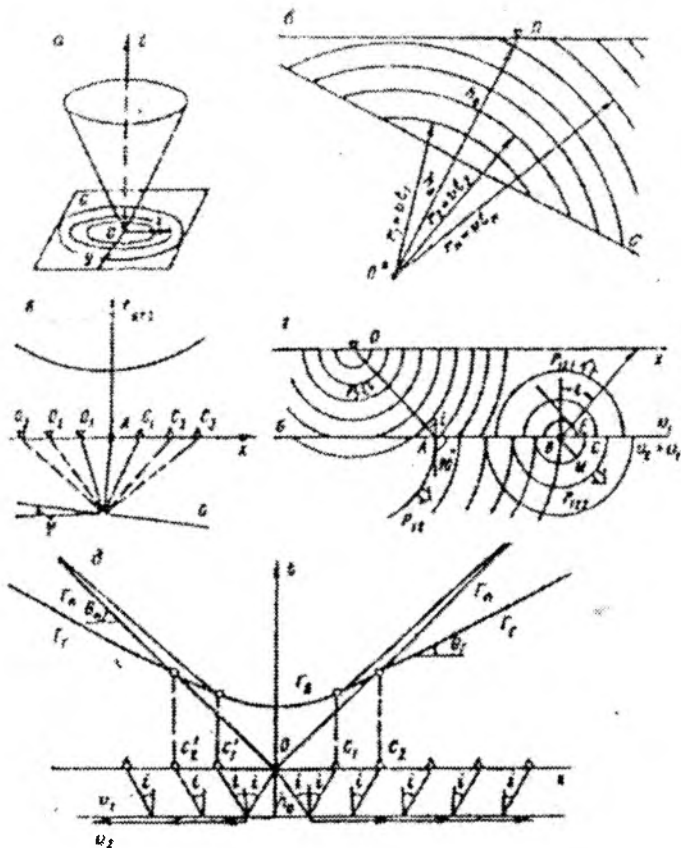
Tog' jinslari uchun α koeffitsiyent 0,25 dan 0,75 dB/m (bunda to'lqin uzunligi λ metrda o'lchanadi). Bunda yuqori chastotali to'lqinlar vaqt va masofa davomida past chastotali to'lqinlarga nisbatan tezroq so'nadi. Masalan, $V=2.0\text{km/s}$ va $\alpha=0.5\text{ dB/m}$ bo'lgan jinslarda chastotasi 100 Gts ($\lambda=20\text{m}$) bo'lgan to'lqin 200m masofada 5 dB ga kuchsizlanadi, chastota 10 Gts ($\lambda=200\text{m}$) bo'lgan to'lqin esa atigi 0.5 dB ga kuchsizlanadi. Odatda seysmik to'lqin keng chastota spektriga ega, shuning uchun tarqalish davomida uning yuqori chastotali qismlari yo'qolib boradi.

3.3. Seysmik to'liqlarning vaqt maydonlari va godograflari

Seysmik to'liqin tarqalayotgan muhitning har bir nuqtasi uchun to'liqin fronti etib kelgan vaqtни aniqlash mumkin, ya'ni to'liqin frontining fazoviy koordinatasini topish mumkin. Muhitning har bir nuqtasi haqidagi malumotlar to'plami vaqtlar maydoni deyiladi. Vaqt maydonini teng qiymat yuzalari, ya'ni har bir belgilangan vaqtda to'liqin fronti yuzasi sifatida ko'rsatish mumkin. Bunday teng qiymat yuzalari izoxronlar deyiladi. Vaqt maydonlari seysmorazvedka ma'lumotlarini talqinida keng qo'llaniladi.

Godograf – to'liqinning hosil bo'lish nuqtasi bilan qayd etilgan nuqtasigacha bo'lgan masofani o'tish vaqti grafigidir. Seysmorazvedkada kuzatish nuqtalari odatda yer yuzasiga joylashtiriladi. Agar kuzatuv nuqtalari to'liqin hosil bo'lish nuqtasi atrofida bir xil masofada joylashgan bo'lsa, unda yuza godografini tuzish mumkin. Agar to'liqin manbai kuzatish nuqtalari bilan bir to'g'ri chiziqda joylashgan bo'lsa, unda bo'ylama godograf tuziladi.

To'g'ri to'liqin uchun (akslanish va sinish chegaralari bo'lmagan seysmik xususiyatlari bir xil muhitda tarqalganda) yuza godografi konus ko'rinishida bo'ladi (3.5,a- rasm). Chiziqli bo'ylama godograf to'liqin hosil bo'lish nuqtasidan chiqadigan ikki bo'lak to'g'ri chiziqdan iborat (3.5,d- rasm). Bu bo'laklar godografning o'ng va chap qanotlari deyiladi. Vaqt maydoni izoxronlari yer yuzida G aylana shaklda, muhit ichida yarim sfera shaklida bo'ladi (3.5,a,g- rasm).



3.5-rasm. Vaqt maydoni va seysmik to'liqlar godograflari

a) yuza godografi va yer yuzida izoxronlar; b) akslangan to'liq vaqt maydoni.

v) umumiy chuqurlik nuqtasi (UCHN); g) tushuvchi, singan va bosh to'liqlar vaqt maydoni; d) gorizontl chegarada to'g'ri to'liq (Gt), akslangan (Ga), singan (Gs), to'liqlar godograflari : Θ -godograflarning og'ish burchagi, O- to'liqlar manbai, G-akslantiruvchi chegara. Bo'ylama to'liqlar R_1 -birinchi qatlamda, R_{12} - ikkinchi qatlamda, R_{121} - singan to'liq birinchi qatlamda, R_{122} - bosh to'liq ikkinchi qatlamda

Akslangan to'liqlar vaqt maydoni aylanalar shaklida bo'lib, radiusi $r=V \cdot t$, markazi O^1 nuqtada bo'ladi (O^1 nuqta tebranishlar manbai O nuqtaning G chegarasidagi aks nuqtasidir), ya'ni sferik akslangan to'liqlar O^1 nuqtadan chiqayotgandek bo'ladi (3.5,b- rasm).

Agar akslantiruvchi chegarasiz gorizontal bo'lsa, unda to'liqlar tebranishlar manbai O dan seysmopriyomnik S gacha bo'lgan masofa ℓ quyidagicha bo'ladi :

$$\ell = V \cdot t = \sqrt{4h_0^2 + X^2} \quad (3.8)$$

bunda, X - seysmopriyomnikdan manbagacha bo'lgan masofa.

Bu giperbola formulasi. Demak, akslangan to'liqlar godografi giperbola tuzilishida bo'lib, uning qanotlari to'g'ri to'liqlar godograflariga urinma shaklida bo'ladi. Akslantiruvchi chegarasiz chuqurlashib borsa giperbola yotiqroq bo'la boshlaydi. Akslantiruvchi chegarasiz yotiq bo'lganda ham godograf giperbola tuzilishida bo'ladi, ammo uning minimum nuqtasi akslantiruvchi chegaraning ko'tarilish tomoniga ma'lum masofaga surilgan bo'ladi. Bu masofa quyidagiga teng

$$X = \pm 2h_0 \sin \varphi$$

bunda, φ - akslantiruvchi chegaraning yotish burchagi.

Agar ma'lum A nuqtasiz nisbatan tebranish manbai va kuzatish nuqtasi bir xil masofaga joylashtirilsa, unda akslantiruvchi chegaraning A nuqtadagi chuqurligini birnecha marta aniqlash mumkin (3.5,v- rasm). Kuzatishning bu uslubiyati umumiy chuqurlik nuqtasi usuli (UCHN) deyiladi. UCHN godografi A nuqtadan o'tuvchi o'qqa nisbatan simmetrik giperbola ko'rinishida bo'ladi.

Vaqtlar maydonidagi tushayotgan, singan va bosh to'liqlarning izoxron chiziqlari 3.5,g- rasmda ko'rsatilgan. Ikki muhit chegarasida singan to'liqlar R_{12} paydo bo'ladi. A nuqtada to'liqlar fronti chegaraga perpendikulyar bo'lib qoladi, OA nur esa kritik burchak (i) da yo'nalgan bo'ladi. Shundan so'ng, R_{12} to'liqlar nuri chegarasiz yo'ylab yo'naladi, to'liqlar fronti esa $V_2 > V_1$ tezlikda tarqaladi. Gyuygens prinsipiga asosan bu to'liqlar fronti harakati davomida quyi va yuqori muhitni to'xtovsiz qimirlatib boradi. V

nuqtadan tarqaluvchi sferik to'liqin bir vaqtning o'zida quyi muhitda ko'proq VM masofani, yuqori muhitda kamroq VE masofani o'tadi. Natijaviy to'liqin fronti SE chegara bilan i burchak hosil qiladi. Binobarin, bosh to'liqin R_{12} ning nuri shu i burchak ostida yer yuziga ketadi.

Bosh monotip to'liqin birinchi bo'lib yer yuzidagi S_1 va S_i nuqtalarga keladi (3.5,d- rasm). Bosh to'liqinning tuyulma tezligi V_1 o'zgarmas, chunki hamma i burchaklar bir-biriga teng. V_1 ning o'zgarmas ekanligini bosh to'liqinning godografidan G_b dan ham qo'rish mumkin, godograf to'g'ri chiziqli va biroz og'gan, og'ish burchagi :

$$tg\Theta_b = t/x = 1/V_2 \quad (3.9)$$

S_1 va S_1^I nuqtalarda bosh va akslangan to'liqlarning nurlari qo'shiladi, demak G_b godograf akslangan to'liqlar godografi bilan tegishib o'tadi.

Shunday qilib, bosh to'liqinning chiziqli godografi ikki bo'lakdan tashkil topadi va ular orasida o'lik zona bo'lib, Bu yerda bosh to'liqin bo'lmaydi.

Bosh to'liqin godografi to'g'ri to'liqin godografi bilan doimo S_2 nuqtada kesishadi. To'g'ri to'liqin godografining og'ishi to'liqinning yuqori muhitdagi tezligini ko'rsatadi. S_1 S_2 va S_1^I S_2^I oraliqlarga to'g'ri to'liqin bosh to'liqindan oldin keladi, profilni boshqa uchastkalarida bosh to'liqin ilgariroq keladi.

Sindiruvchi chegara og'gan bo'lganda, godografning og'ishi chegaraning cho'kish tomonida qo'proq bo'ladi. Bu sindiruvchi chegaraning chuqurligi oshgani bilan, demak, to'liqinning yuqoridagi muhitda ko'proq vaqt harakatlanishi bilan bog'liq.

3.4. Seysmorazvedka aparaturalari va uskunalari

Seysmorazvedka texnik asboblariga quyidagilar kiradi :

1. Seysmik to'liqin manbalari;
2. Ma'lumotlarni qayd qilish (yig'ish) asboblari;
3. Qayta ishlash qurilmalari.

Seysmik tebranishlar manbai-to'satdan energiya ajraladigan atrof-muhitda kuchlanish hosil qiluvchi cheklangan zona. Hozirgi

vaqtda seysmorazvedka ishlarini o'tkazish uchun seysmik va akustik to'liqlar hosil qiluvchi manbalar ishlatiladi.

Manbani tanlashda ish olib borish sharoitlari (quruqlik, dengiz, shahar), yechiladigan geologik vazifalar (yerning chuqurlikdagi tuzilishini o'rganish, neft, ma'dan yoki injenerlik seysmorazvedkasi) va aniq seysmik xalal beruvchi omillar mavjudligi hisobga olinadi.

Tog' jinslarida seysmik to'liq hosil qilish uslublaridan biri portlashdir. Shu maqsadda 60÷100 m li seysmik portlatish skvajinalari burg'ulanadi va ularga portlovchi modda tushiriladi. Portlash punkti seysmostansiya bilan portlashning bir vaqtda ishga tushishini, portlashni amalga oshirishni va portlash daqiqasini belgilovchi sistema bilan ta'minlanadi.

Portlash – nisbatan arzon va yuqori samaradorlikka ega, yetarli energiya va tebranishlar chastotasi keng oralqdagi seysmik to'liqlar manbaidir. Uning asosiy kamchiliklari – manbadagi impuls tuzilishini aniq qaytarish mumkin emasligi, hamda qayta portlash impulslari vaqt oralig'ini bir xil saqlashni mumkin emasligi. Undan tashqari, portlash moddalarini saqlash, tashish va portlatish uchun maxsus ruhsatnoma zarur. Va yana portlashning ekologik ta'sirini ham hisobga olish kerak.

Tebranishlarning portlashsiz manbalari yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklardan holi hamda aniq ustunliklarga ega. Seysmorazvedka ishlarini quruqlikda o'tkazishda keng qo'llanilayotgan vibratsion manbalar (vibroseyvs) mavjud, ular metall plita yordamida tog' jinslarida 10 dan 80 Gts gacha chastotali bosim impulslari hosil qiladi. Vibroseys manbai aftomashinaga o'rnatilgan, shuning uchun tez harakatlanishi mumkin, qulay va aniq o'lchash mumkin bo'lgan signal olish imkonini beradi. Bunday manbalarni shaharlar hududida o'tkaziladigan seysmik izlanishlarda ham qo'llash mumkin, chunki ular atrof – muhitda hech qanday buzilishlarga olib kelmaydi.

Tebranishlarning impulsli manbalari dengizlarda o'tkaziladigan ishlarda qo'llaniladi. Ularga havo yoki suv to'plari kiradi, ular dengiz suviga siqilgan havo massasi yoki kuchli suv

oqimi tashlaydi. Sparker va bumerlar esa kondensator batareyalarni dengiz suviga razryadi natijasida akustik impulslar hosil qilib beradi. Bunda elektrodlar guruhi yoki qattiq alyumin plitadan foydalaniladi. Bumerlar sparkerlarga qaraganda yaxshiroq yechim (0.5m gacha) beradi, ammo ularning akustik impulsining quvvati kamroq, demak kirib borish chuqurligi ham kam (bir necha yuz metr). Inedjer – keramik, pezoelektrik o'zgartkichlar bo'lib, yuqori chastotali kam quvvatli akustik impulslar hosil qiladi. Ular yechimi 0.5m bo'lib, izlanish chuqurligi uncha katta emas (gillarda bir necha o'n metr, qum va zich jinslarda undan ham kam), shuning uchun inedjerlar dengizda injener–geologik izlanishlarda qo'llaniladi.

Seysmopriyomnik – seysmik to'lqinlarni qabul qilish, yerni mexanik tebranishlarini elektr kuchlanishiga o'zgartirib beruvchi qurilma. Yer yuzi va skvajinalarda o'tkaziladigan seysmorazvedkada elektrodinamik induksion o'zgartkichga ega bo'lgan seysmopriyomniklar ishlatiladi. Dengiz va daryo seysmorazvedkasida seysmopriyomniklar (gidrofonlar) to'lqin tarqalishida hosil bo'ladigan bosimni qabul qiladi va pezoelektrik o'zgartkich yordamida elektr signaliga aylantiradi.

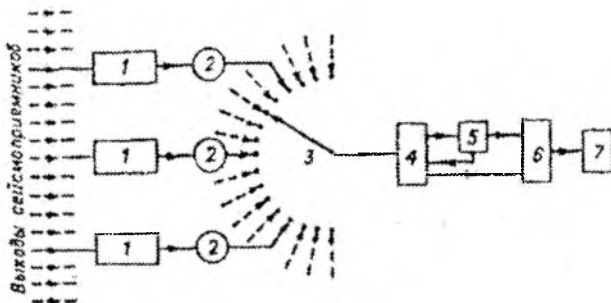
Seysmorazvedka kuchaytirgichlari signallarni kuchaytirish, ularni chastotasini filtrlash va asosiy kuchaytirgichga kirishda tebranishlar amplitudasini kamaytirish maqsadida kuchaytirishni muqobillashtirish uchun ishlatiladi.

Seysmorazvedka apparaturasida yuqori chastota, past chastota elektr filtrlari, polosa filtrlari va tor polosa (rejektorli) filtrlari ishlatiladi. Seysmik signal filtrlashdan so'ng fotoqog'ozga yoki magnit lentasiga registrator yordamida yozib olinadi.

Raqamli 48 – kanalli «Progress» seysmostansiyasi akslangan va singan to'lqinlar usullarida seysmorazvedka ishlarini o'tkazishga mo'ljallangan. Bu stansiyaning uchta turi seysmik tebranishlarni hosil qiluvchi turli portlash va portlashsiz manbalar bilan ishlashga xizmat qiladi. Stansiyalar raqamli yozuvni va seysmik signallarni to'plashni amalga oshiradi (3.6-rasm).

Seysmopriyomniklardagi signallar kuchaytirgichlarga va past, yuqori chastota filtrlariga, hamda rejektor filtrlariga (sanoat

chastotasi 50 Gts darajasidagi xalal beruvchi signallarni kuchsizlantirish uchun) keladi. Multipleksorda diskritizatsiya va signallarni diskret qiymatlarini ketma-ket tanlovi o'tkaziladi. Bunda boshlang'ich kuchaytirgichlar navbatma – navbat asosiy kuchaytirgichga (AK) ulanadi. Asosiy kuchaytirgich AK yettita kuchaytirgich bosqichiga ega, ular soni kirish signalining amplitudasiga qarab o'zgaradi.



3.6- rasm. «Progress» raqamli seysmorazvedka stansiyasining blok – sxemasi

1- kuchaytirgichlar, 2- filtrlar, 3- multipleksor, 4- asosiy kuchaytirgich, 5- analog – kod o'zgartgich, 6- raqamli qayd qiluvchi magnit lentasiga yozish qurilmasi bilan, 7- boshqarish pulti.

Analog – kod o'zgartgichi asosiy kuchaytirgichga kelayotgan signallarni kvantlashni amalga oshiradi va impulslar ketma-ketligini ikki yoqlama kodda tashkil etadi. Qayd qilish – formatter bloki seysmik signallar va kuchaytirish kodlarini (ulangan bosqichlar sonini) magnit lentasiga yozishga uzatadi.

«Progress – 2» seysmorazvedka stansiyasi alohida bloklar shaklida tayyorlanib avtomobilning maxsus kuzoviga joylashtirilgan. Seysmostansiya ikkita akkumulyatordan tok bilan ta'minlanadi. Uning tarkibiga konditsioner (yozda apparaturani sovutib turish uchun) va suvni isitish qurilmasi (qishda kerakli temperaturani saqlab turish uchun) kiradi.

Bunday raqamli seysmorazvedka stansiyalari asosan neft va gaz konlarini qidirish va razvedka qilishda keng qo'llaniladi.

Ulardan tashqari alohida sharoitlarda va maxsus vazifalarni yechish ishlarida qo'llash uchun maxsus stansiyalar tayyorlangan. Masalan, injener-geologik va gidrogeologik izlanishlarda (geologik kesimning yuqorigi 100m haqidagi ma'lumotlar zarurligida) kam chuqurlikni o'rganuvchi 1 dan 12 gacha kanalli seysmorazvedka stansiyalari ishlatiladi.

Suv havzalari (daryo, ko'llar) ostining geologik tuzilishini o'rganish uchun bir kanalli «Grunt», «Akvmarin», «Skat» (chastota diapozoni 2–20 Gts) seysmostansiyalari ishlatiladi. Yer yuzida bir necha o'n kilometr chuqurliklarni o'rganish uchun maxsus stansiyalar («Tayga», «Cherepaxa») ishlatiladi. Bunday stansiyalar tarkibiga bir nechta qayd qiluvchi teleboshqaruv bloklari kiradi. Ular bir-biridan 10km, tebranishlar manbaidan bir necha yuz kilometr masofada joylashishi mumkin. Har bir blok alohida (avtonom) olti yoki sakkiz kanalli seysmostansiya (magnit lentaga yozuvchi) bo'lib, markaziy boshqaruv punkti bilan telemetrik bog'langan. Akkumulyatorlar har bir blokning ikki – uch hafta davomida alohida (avtonom) ishlashini ta'minlaydi.

Geologik masalalarni hal etishda zilzilalar natijasida paydo bo'ladigan seysmik to'lqinlardan foydalanish mumkin. Bu tebranishlar «Zemlya» apparatura kompleksida qayd etiladi. Uning tarkibiga sakkizta seysmik qayd qiluvchi kanal va magnit yozib oluvchidan iborat avtonom bloklar kiradi. Har bir blok 10 sutka davomida avtonom ishlashga mo'ljallangan.

Skvajinalar seysmorazvedkasida ham maxsus seysmik stansiyalar ishlatiladi. Ular seysmik tovush yoki ultratovushli chastota diapozonida ishlaydi. Skvajina seysmik stansiyasi tarkibiga skvajina zondi kirishi shart. Bu zondga seysmik to'lqinlarni qabul qiluvchi joylashtiriladi; akustik, ultratovush karotajida esa tebranishlar manbai ham o'rnatiladi. Ma'lumotlar yer yuzida qog'ozga yoki magnit lentasiga analog yoki raqam shaklida yozib olinadi. Karotaj seysmostansiyasi tarkibiga zond uchun tushirish-ko'tarish qurilmasi kirib, unda zondning tushirilgan chuqurligi aniq o'lchanadi. Tog' lahlmlarida, shaxtalarda o'tuvchi, akslangan va singan to'lqinlarni yozib olish

uchun analog raqamli yengil seysmorazvedka apparaturasi ishlatiladi.

Qayta ishlash qurilmalari tez harakatlanuvchi EHM va maxsus raqamli yoki analog apparatlar majmuidan tashkil topgan. Seysmorazvedkada qayta ishlash qurilmalari dala seysmik yozuvlarini o'zgartirib, ulardan foydali geologik ma'lumot olishga mo'ljallangan. Katta hajmdagi ma'lumotlarni qisqa vaqtda qayta ishlash va seysmorazvedka ma'lumotlarini talqin qilish uchun raqamli qayta ishlash markazlaridan foydalaniladi. Katta hajmdagi tashqi omborlar boshlang'ich ma'lumotlarni, oraliq natijalarni va qayta ishlash programmalarini saqlash uchun ishlatiladi.

Seysmorazvedka ma'lumotlarini qayta ishlash tez harakatlanuvchi maxsus protsessorlarda bajariladigan juda ko'p oddiy hisoblar bilan bog'liq. Qayta ishlashning tayyorgarlik bosqichini (yozuvlarni tekshirish, amplitudalami tenglashtirish, tuzatishlar kiritish va boshqalar) yordamchi protsessor bajaradi. Qayta ishlash natijalarini vaqt va chuqurlik kesimlari ko'rinishida tuzish seysmik kesimlar tuzuvchilar – plotterlarda amalga oshiriladi. Bir vaqtning o'zida ma'lumotlar jadval ko'rinishida ham tayyorlanishi mumkin.

Tashqi katta hisob markazlaridan tashqari ekspeditsion va regional hisoblash komplekslari (RHK) mavjud bo'lib, ularda ko'p protsessorli boshqaruv sistemalari bor. Hisoblash komplekslarining hamma turlari faqat seysmorazvedka emas, balki karotaj, yadro – fizik va boshqa geofizik ma'lumotlarni qayta ishlashga mo'ljallangan.

Hisoblash komplekslari hamma programmalar majmui (to'plami) bilan ta'minlangan, ularda tuzatishlar kiritishning hamma yo'llari va qayta ishlashning zamonaviy uslublari nazarda tutiladi.

3.5. Seysmorazvedka ishlarining uslubiyati va texnologiyasi

Seysmorazvedkaning hamma usullari har xil to'liqlar, texnik va texnologik vositalar va qo'llash sharoitlarini ishlatishga asoslangan. Fizik usullar har xil seysmik to'liqlarni ishlatishga asoslangan. Bo'ylama to'liq usuli keng qo'llaniladi. Buning sababi, to'liq hosil qiluvchi portlash manbalarida asosan bo'ylama to'liq paydo bo'ladi. Ammo, maxsus qurilmalar yordamida ko'ndalang to'liqlarni ham olishimiz mumkin. Ko'ndalang to'liqlar usuli bo'ylama to'liq usuliga qaraganda yutuqli tomoni bor. Ko'ndalang to'liqlar bo'ylama to'liqlarga nisbatan kichik tarqalish tezligi va kam to'liq uzunligiga ega. Bu ko'ndalang to'liqning o'tish vaqtini aniq o'lchashga va usulni imkoniyatlarini oshirishga imkon beradi.

Texnik vositalar har xil chastota diapozonlarida (oraliklarda) ikkilamchi to'liqlarning u yoki bu turini aniq qayd qilish imkonini berishi kerak. Akslangan to'liqlar usuli (ATU) eng keng qo'llaniladigan usul hisoblanadi. Cho'kindi jinslarda kristall asosgacha har xil chuqurlikdagi, yotish burchagi $40-50^\circ$ gacha bo'lgan akslantiruvchi chegarani xaritalash va yer yuzidan akslantiruvchi chegaragacha o'rtacha effektiv tezlikni aniqlash uchun (seysmik chegaralarni tuzishda) qo'llaniladi.

Singan to'liqlar usulida (STU) sindiruvchi chegaralarni xususiyatlarini (chuqurligi, yotish burchagi) o'rganish maqsadida bosh to'liqlar qayd qilinadi. STU ma'lumotlariga asoslanib chegara tezligi, Ya'ni chegara ostidagi qatlamda to'liq tarqalish tezligi aniqlanadi.

Past chastotali (20–30 Gts) seysmorazvedka yer qobig'ini katta chuqurliklarini o'rganish uchun ishlatiladi. Chastotani kuzatish seysmorazvedkaning aniqligini oshiradi, ammo yuqori chastotali tebranishlar tog' jinslarida kuchli yutiladi. Yuqori chastotali seysmoakustik va ultratovushli usullarda o'lchanayotgan tebranishlar chastotasi bir necha o'n kilogertsga etadi.

Seysmorazvedkaning texnologik turlarida o'lchash uslubiyati faqatgina geologik kesim tuzilishiga emas, balki tebranishlar hosil qilish va ularni yozib olish sharoitlariga ham bog'liq bo'ladi.

Haqiqatdan ham, bu sharoitlar yer yuzida va dengizda, yer ostida va daryolarda har xil.

Umumiv chuqurlik nuqtasi usuli (UCHNU) manbalar va qabul qiluvchilarning turlicha joylashuvida chegaraning umumiy nuqtasidan kelgan akslangan to'liqlarni to'plash (yig'ish)ga asoslangan. UCHNU neftgazli rayonlarning hammasida neft va gaz konlarini qidirish va razvedkalashda ishlatiladi.

Agar seysmik to'liqin manbalari va qabul qiluvchilar skvajinalarda yoki tog' lahmilarida joylashgan bo'lsa, bunday usullar yer osti seysmorazvedkasi nomini olgan. Manbalar va qabul qiluvchilar geologik kesimni o'rganilayotgan qismini ikki tomoniga joylashganda o'tuvchi to'liqlar usuli qo'llaniladi, uning yordamida to'g'ri to'liqlarning tezligi, amplitudasi va boshqa xususiyatlari o'rganiladi. Bu usulning chastota varianti – seysmocarotajdir, u seysmik to'liqlarning qatlamdagi tezligi va o'rtacha tezliklarni aniqlash uchun bajariladi.

Agar yer ostida faqat o'tuvchi to'liqlar emas, balki ikkilamchi to'liqlar ham o'rganilsa, unda bu usul vertikal seysmik profilash (VSP) deyiladi. Seysmopriyomniklar o'rnatilgan skvajinadan pastda joylashgan akslantiruvchi chegaralar ag'darilgan (teskari) godograf usulida (AGU) o'rganiladi.

Dengiz seysmorazvedkasi okean va dengizlar yuzida maxsus kemalarda bajariladi. Bu kemalar faqat seysmorazvedka apparaturasi emas, balki turgan joyini aniqlash uchun navigatsiya uskunolari bilan ham jihozlanadi. Dengiz seysmorazvedkasining xususiy jihati – o'lchash ishlarini kema harakatlanayotganda o'tkazishdir. Dengiz seysmorazvedkasida maxsus seysmorazvedka kemalari ishlatiladi, tebranishlar esa qirg'oq bo'ylab qazilgan skvajinalarda hosil qilinadi. Aniq geologik obyektni o'rganish (qidirish va razvedkalash)da seysmorazvedkaning obyekt usullari qo'llaniladi. Masalan, geologik xaritalashda bunday obyekt stratigrafik chegara, tektonik zona bo'lishi mumkin. Neft va gaz konlari neft seysmorazvedkasi, ma'danli va noma'dan konlar – ma'dan seysmorazvedkasi bilan o'rganiladi. Geologik kesimni yuqori qismi xususiyatlarini (karst

bo'shliqlarini xaritalash, bo'shoq yotqiziqlar qalinligini aniqlash), hamda gidrologik sharoitlarini o'rganish injenerlik seysmorazvedkasining vazifasidir.

Shunday qilib, seysmorazvedka geologorazvedka jarayonining hamma bosqichlarida – mayda masshtabli geologik xaritalash, foydali qazilma konlarini qidirish va razvedkalashdan boshlab, konlarni qazishdagi vazifalarni yechishgacha bosqichlarda ishlatiladi.

Geologik kesim haqidagi ma'lumotlarga ega bo'lgan foydali to'liqlarni ishonchli ajratish uchun xalal beruvchi to'liqlarni maksimal darajada yo'qotish kerak. Shu maqsadda seysmik to'liqlarni hosil qilish va qabul qilishning ratsional sharoiti tanlanadi, quruqlikda, dengizda va yer ostida kuzatishlarni maxsus uslubiyatlari qo'llaniladi.

O'lchash qadami – har birida bitta yoki bir nechta seysmopriyomnik o'rnatilgan qo'shni kuzatuv nuqtalari orasidagi masofa. ATU da o'lchash qadami 20 dan 60 metrgacha (ba'zan undan ko'p) bo'lib, tabiiy sharoit va kuzatuv uslubiyatiga bog'liq.

Geologik vazifani eng kam xarajat va kam vaqtda bajarish imkonini beruvchi, to'liq manbalari va qabul nuqtalarining o'zaro joylashuvi kuzatish sistemasi deyiladi. ATU da akslanish bog'lanishi aniq bo'lganda uzluksiz profillash qo'llaniladi (3.7, a-rasm). Tebranishlar O_2 nuqtada hosil qilinganda, seysmopriyomniklar profilning O_1O_2 va O_2O_3 qismida joylashadi. Bu holda akslantiruvchi chegaraning G_1G_2 qismi kuzatiladi. Qo'shni qism G_2G_3 ni kuzatish uchun, to'liqlar O_3 nuqtada hosil qilinadi, seysmopriyomniklar O_3O_2 va O_3O_4 intervallarga o'rnatiladi va hokazo. Shunday qilib, kuzatuvlarning bunday sistemasi akslantiruvchi chegarani uzluksiz xaritalash imkonini beradi.

Murakkab seysmogeologik sharoitlarda, bitta gorizontdan akslangan to'liqlarni ajratish qiyinlashganda, uzluksiz qo'shaloq profillash qo'llaniladi, ya'ni har bir akslantiruvchi qism ikki marta to'liq manbai har xil joydalgida kuzatiladi.

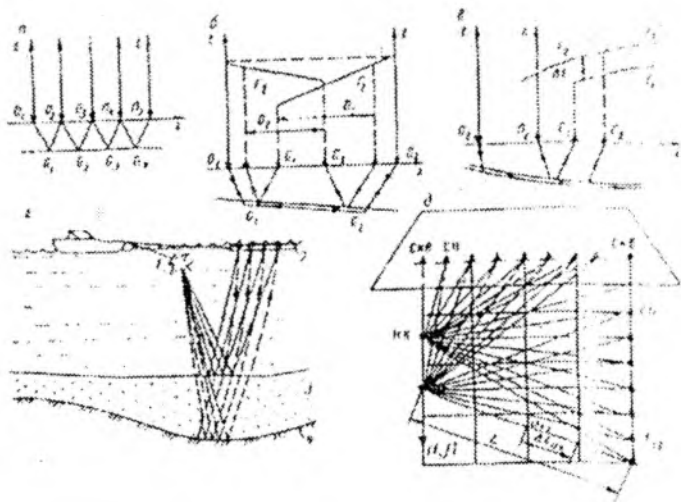
Katta chuqurliklarni o'rganishda yuqoridagi kuzatuv sistemalari yaxshi natijalar bermaydi, shuning uchun ko'pmartalik

profilash qo'llaniladi. Bu umumiy chuqurlik nuqtasi usuli (UCHNU) ning asosidir.

Seysmik chegaralar holatini va effektiv tezligini aniqlashda yoki chegaralar cheklangan uzunlikda bo'lganda seysmozondirlash qo'llaniladi.

Singan to'lqinlar usulida (STU) kuzatishlar sindiruvchi chegaraning chuqurligi(h)dan 3–4marta kattaroq oraliqlarda o'tkaziladi, chunki to'lqin manbai yaqinida singan to'lqinlar bo'lmaydi.

Singan to'lqinlar godografni talqin qilish uchun sindiruvchi chegaraning bitta qismiga tegishli ikkita qarama – qarshi gedograflarga ega bo'lish kerak (3.7,b- rasm) O_1 nuqtada to'lqinlar paydo qilinganda profilning S_1O_2 oralig'ida singan to'lqin kuzatiladiva G_1 godograf hosil bo'ladi. Tebranishlar O_2 nuqtada paydo bo'lganda S_2O_1 oraliqda singan to'lqin kuzatiladi va qarama – qarshi godograf G_2 hosil bo'ladi. Agar kuzatuv zonalari D_1D_2 bo'lsa, unda G_1G_2 oraliqda singan to'lqin ishonchli ajratiladi. STU da ketma – ket godograflar sistemasi keng qo'llaniladi G_1G_2 godograflari bir oraliq uchun S_1S_2 tuzilgan bo'lib, tebranish manbalari (O_1 va O_2) bu oraliqdan bir tomonda joylashgan bo'lishi kerak (3.7,v-rasm). Bunda $G_1 - G_2$ godograflarning davomi G_1 godografni Δt masofaga surish bilan topiladi.



3.7- rasm. Seysmorazvedkaning o'lchash sistemalari

a- uzluksiz bir martalik profillash (ATU); b- qarama-qarshi va ketma-ket godograflar (STU), v- dengizdagi seysmik profillash (ATU):

1- tebranishlar manbai, 2- seysmopriyomniklar guruhi, 3- suv osti bo'shoq yotqiziqlari, 4- akslantiruvchi chegara; d- skvajina seysmik tomografiyasi (SP- seysmopriyomnik, TM- tebranishlar manbai).

Dengiz seymorazvedkasida kemaga seysmik stansiya, navigatsiya sistemasi, turli yordamchi qurilma va uskunalar o'rnatiladi (3.7,g-rasm). Portlashsiz manbalar sifatida impulsli va vibratsion to'lqin tarqatuvchilar ishlatiladi. Akslangan to'lqinlar usulida ishlar harakatlanayotgan kemada olib boriladi, seysmopriyomniklar buksirovka (tortish) qilinadi.

Skvajina tomografiyasi kuzatuvlar sistemasi uchun ikkita yoki undan ortiq skvajina bo'lishi kerak (3.7, d- rasm). Seysmik to'lqin manbalari birinchi skvajinaga o'rnatiladi, seysmopriyomniklar boshqa skvajina va yer yuzida joylanadi. Skvajinalardagi manbalar va seysmopriyomniklar chuqurligini o'zgartirib nurlar sistemasi L hosil qilinadi, ularning har biri

uchun seysmik to'liqlarning o'rtacha o'tish vaqti $t_{o'rt}$ o'rtacha aniqlanadi. Undan keyin kesimga oldindan tushirilgan koordinata setkasi uchun chiziqli tenglamalar sistemasi yechiladi:

$$t_{y_{pm}} = \sum_{i=1}^i \cdot \sum_{j=1}^j \frac{\Delta L_{ijk}}{V_{ij}}, \quad (3.10)$$

bunda, ΔL_{ijk} - seysmik nurning kesim bo'yicha aniqlanishi kerak bo'lgan qismi koordinata setkasining (ij) - inchi yacheykasi uchun; V_{ij} - koordinata setkasining har bir yachaykasi uchun seysmik to'liqlarning hisoblanadigan tezligi.

Bu uslubiyat katta imkoniyatlarga ega bo'lib, bitta yacheyka o'lchamidagi ($5 \times 5m$, $10 \times 10m$) geologik obyektlarni ham ajratish imkonini beradi.

3.6. Dala ma'lumotlarini qayta ishlash va talqin qilish.

Seysmorazvedka ishlarining oxirgi natijasi seysmogeologik kesim bo'lib, unda seysmik chegaralar geologik ma'lumotlar bilan to'ldirilgan bo'ladi. Seysmik chegarani tuzish uchun foydali to'liqlarning kelish vaqti, uning tog' jinslarida tarqalish tezligi ma'lum bo'lishi kerak. Amalda foydali to'liqlarga hamma vaqt xalal beruvchi signallar qo'shilib ketgan bo'ladi. Kesimni yuqori qismini har xilligi ta'sirida to'liqinni kelish vaqti o'zgarishini kamaytirish uchun statik tuzatishlar kiritiladi. ATU natijalariga kinematik tuzatishlar kiritiladi. Ular tebranishlar manbaidan har xil masofada joylashgan kuzatish nuqtalariga foydali akslangan to'liqlarni kelish vaqtlaridagi farqni yo'qotadilar. Natijada qiyshiq chiziqli godograf chegara tuzilishidagi chiziqqa aylanadi.

Xalal beruvchi to'liqlarni yanada ko'proq bostirish uchun seysmik tebranishlarni filtrlash qo'llaniladi. Chastota filtriash xalal beruvchi signallarni spektral tarkibi foydali to'liqlar spektral tartibidan farq qilganda va fazoviy - vaqtli filtrlash foydali to'liqlar bilan xalal beruvchi signallar tuyulma tezligi bir-biridan farq qilganda qo'llaniladi.

Seysmik yozuvlarni qayta ishlashni oxirgi bosqichi - foydali to'liqlar korrelyatsiyasi, ya'ni hamma seysmik trassalarda doimiy foydali to'liq va doimiy xalal beruvchi to'liqinni topish,

belgilash va kuzatishdir. To'liqlar korrelyatsiyasi jarayoni qayta ishlashning murakkab va muhim operatsiyasidir.

Seysmik to'liqlarning qatlam tezligi integral va differensial karotaj natijalaridan aniqlanadi, hamda seysmik to'liqlarni o'tish vaqtlaridan hisoblab topiladi. Seysmik chegaralar godograflar va seysmik tezlik haqidagi ma'lumotlarga asosan tuziladi. Chegaralar qo'lda yoki elektron hisoblash mashinalarida tuziladi. Ellipslar uslubi qiyshiq chiziqli (asosan ko'tarilgan) chegaralarni tuzishda qo'llaniladi. Kesishuvlar uslubi akslantiruvchi to'g'ri chiziqli chegaralarni tuzishda ishlatiladi. Vaqt maydonlari uslubi har qanday qiyshiq akslantiruvchi va sindiruvchi chegaralarni tuzishga imkon beradi. Butun maydon bo'yicha aniq kuzatilgan ma'lum subgorizontal geologik chegaradan akslangan to'liqlar tayanch to'liqlar (yoki markirovka to'liqlari) deb ataladi. Tayanch to'liqlar seysmorazvedkaning boshqa ma'lumotlarini geologik talqin qilishga asos bo'ladi.

Seysmorazvedka ma'lumotlarini geologik talqin natijasida seysmik kesimlar, tuzilmalar xaritasi va sxemalar tuziladi. Buning uchun, burg'ulash, karotaj ishlari va boshqa geofizik usullar natijalarida olingan, geologik kesimning tuzilma – tektonik, fatsial-litologik tuzilishi haqidagi barcha ma'lumotlar ishlatiladi. Tayanch gorizontlarining stratigrafik holati haqidagi eng ko'p ma'lumotni vertikal seysmik profillash, hamda seysmocarotaj beradi.

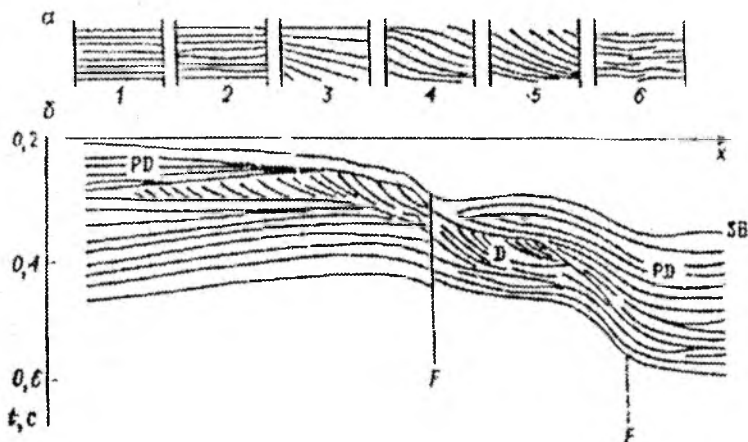
Kesimdagi diz'yunktiv buzilmalar quyidagi belgilar bo'yicha ajratiladi:

1) tayanch gorizontlarining keskin vertikal surilishi bo'yicha (ikki tomondan uzluksizlikning buzilishi);

2) to'liq maydonining o'zgarishi – asosiy turg'in to'liqlarni yo'qolishi va yangi to'liqlarni paydo bo'lishi, kesimning ma'lum qismida tebranishlarni dinamik darajasi va spektral tarkibining o'zgarishi bo'yicha;

3) difraktsiya to'liqlarining paydo bo'lishi uzilish joylarini aniq belgilaydi;

4) tezlikni gorizontal grafiklarida (ATU va STU) ma'lumotlariga asosan) tezlik xususiyatlarining o'zgarishi bo'yicha.



3.8-rasm. Seismostratigrafik analiz:

a) seysmik kesimlarda ajratiladigan qatlamlar tuzilishi 1- parallel, 2- subparallel, 3- tarqaluvchi, 4- sigmaga o'xshash, 5- qiyshiq yotqiziqli, 6- qirrali; b) seysmik kesimning geologik talqini: D- qiyshiq yotqiziqli, PD – jinslar parallel yoki qo'shiluvchan yotqiziqilar, cho'kindilar burmalangan, F tashlamalar bilan murakkablashgan; SB- dengiz tubidan akslanish.

3.7. Qo'llaniladigan sharoitlar

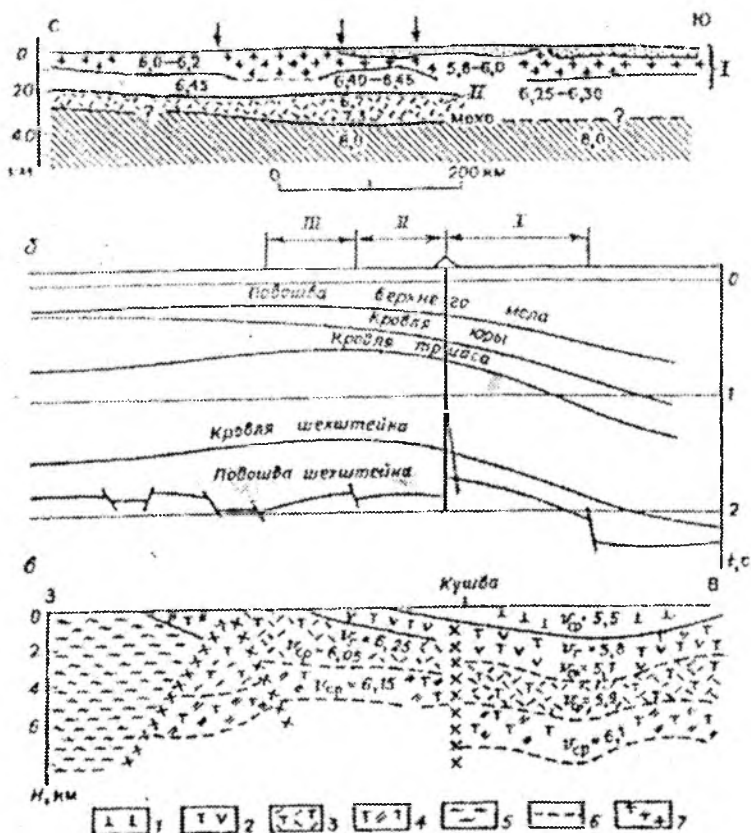
Seysmorazvedka geologorazvedka jarayonining hamma bosqichlarida turli xil vazifalarni yechishda qo'llaniladi.

Chuqur seysmik zondirlash (CHSZ) yer qobig'i va yuqori mantiyaning tuzilishini o'rganish uchun bajariladi. Bunda kristall asosning holati, Konrad chegarasi yuzasi (granit – bazalt qatlamlari orasidagi chegara, $V_{cheg} = 6,5 \div 7,0$ km/s) va Moxorovichich chegarasi yuzasi ($V_{cheg} = 8$ km/s) 30–75 km chuqurlikda o'rganiladi. Kuzatishlar akslangan va singan to'lqinlar usullarida olib boriladi. Bunda to'lqin manbalari bilan qabul nuqtalari orasi 200÷1000 km, zaryad massasi 2–3 tn bo'ladi. Past chastotali (2÷10 Gts) tebranuvchilar maxsus

sezuvchanligi yuqori bo'lgan seysmostansiyalarda yozib olinadi. Bunday ishlarda Yerning 30–40km qalinlikdagi kintinental qobig'i o'rganiladi (3.9a – rasm). Yer qobig'ining yuqori qismida seysmik to'lqinlar tezligi $5,8 \div 6,4$ km/s bo'lib, asosan granit va granodioritlarga to'g'ri keladi (3.9 a-rasm). Yer qobig'ining quyi qismiga seysmik to'lqinlarni $6,5 \div 7,3$ km/s tezligi to'g'ri kelib, ular turli metamorfik jinslarga tegishlidir.

Regional seysmorazvedka ishlari juda katta hududlarning geologik tuzilishini o'rganish maqsadida mufassal ishlar maydonlarini ajratish uchun o'tkaziladi. Bunda cho'kindilarni va kristall asos jinslarining umumiy tuzilishi o'rganiladi. Ishlar bir necha yuz kilometrli profillar bo'yicha bajariladi. Bu profillar taxminiy regional tuzilmalarga (bukilish, ko'tarilish, buzilish va b.) ko'ndalang bo'ladi. Kristall asos yuzasining tuzilishini o'rganishda STU qo'llaniladi, u yuqoridagi cho'kindi jinslarda ham bir–ikki chegarani o'rganish imkonini beradi. Ma'lumotlar talqini tezlik bilan o'tkazilib izlanishlar yo'nalishi va uslubiyati maqsadga muvofiqlashtiriladi. Talqin natijasida seysmik kesim tuziladi va keyingi qidirish seysmorazvedka ishlariga maydonlar ajratiladi.

Qidiruv seysmorazvedka ishlari tuzilmalar va ularni alohida elementlari (antiklinal, sinklinal, buzilma zonalar), stratigrafik nomuvofiqlik zonalarini qidirish, jinslarning hususiy litologik yoki petrografik tarkibli uchastkalarini ajratish uchun bajariladi. Kuzatish profillari geologik syomka, burg'ulash va geofizik usullar ma'lumotlariga asosan mavjudligi taxmin qilingan tuzilmalar yo'nalishiga ko'ndalang qilib joylashtiriladi. Ishlar ATU yoki STUda olib boriladi. Bunda STU 200–400m chuqurlikdagi tuzilmalarni o'rganish uchun, ATU esa 1km dan ortiq chuqurlikda yotgan gorizontlarni o'rganish uchun qo'llaniladi. Shuning uchun, neft va gaz qidiruv vazifalari asosan ATU bilan yechiladi. Ish natijalari asosida seysmik kesimlar va o'rta mashtabli (1:100000, 1:200000) tuzilma xaritasi va sxemalar tuziladi, hamda keyingi mufassal seysmorazvedka ishlari uchun maydonlar ajratiladi.



3.9-rasm. Seysmorazvedka qo'llaniladigan sharoitlar

a) regional seysmogeologik kesim (STUma'lumotlari asosida), strelkalar – yirik tektonik buzilmalar, raqamlar – seysmik tezliklar, km/sda.

b) seysmogeologik kesim I, II gaz konlari orqali va gazga moyil III uchastka orqali o'tgan; v) seysmogeologik kesim (Tagil cho'kmasi): 1- turin svitasi, 2- imennov svitasi, 3- kolchedanli qatlam, 4- diabaz kompleksi, 5- kvartsitli qumtosh, qumtoshlar, slyuda-kvartsi slanetslar, 6- akslantiruvchi gorizontlar, 7- tektonik buzilmalar zonasi: V_{cheg} – chegara tezligi (km/s), $V_{o'rt}$ o'rtacha tezliklar (km/s).

Mufasssal seysmorazvedka ishlari ma'lum tuzilmalarning geologo – tektonik tuzilishini to'liq (har tomonlama) o'rganish va uni razvedka burg'ulashiga tayyorlash maqsadida o'tkaziladi. Chuqurlikdagi tuzilmalarni ATU da ko'p marta qoplash uslubiylati bilan o'rganish aniq ma'lumotlar olish imkonini beradi. Bu ishlar asosan neft va gazli tuzilmalarni o'rganish, neft gazni mavjudligini baholash, notuzilma neft gaz yotqiziqlarini topish maqsadida o'tkaziladi.

Neft gaz konlarining asosiy katta qismi turli tuzilmali va stratigrafik qopqon (lovushka) lar (fatsial almashinuv, riflar, barlar, qadimiy daryo o'zanlari, antikilinal va b.) bilan bog'liq. Ularga katta chuqurliklardagi grabensimon ko'rinishdagi tuzilmalar ham kiradi (3.9b – rasm).

Ma'dan seysmorazvedkasi yuqoridagi bo'shoq yotqiziqlar qalinligini aniqlash, chuqurlik tektonikasi va yirik ma'danli tuzilmalarni o'rganish uchun qo'llaniladi. Katta chuqurliklarni (2–3km) o'rganishda ATU qo'llaniladi. Intruziv jinslar STU da o'rganiladi. Misol tariqasida Tagil cho'kmasini tuzilishini o'rganishda seysmorazvedka ishlari natijalarini ko'rib chiqamiz (3.9, v-rasm). Seysmogeologik kesimda imennov svitasi jinslariga bo'ylama to'liqin tezligi 5,8 km/s bo'lgan qatlam to'g'ri keladi. Ulardan g'arbda yer yuziga chiqadigan kolchedanli jinslar tezligi 6,25 km/s. Tezligi 6,6 km/s bo'lgan yuqori ordovik davrining diabazli kompleksi ustida kolchedanli svita yotadi. Sharq tomonda turin svitasi jinslari tarqalgan, ularda $V_r = 5,5$ km/s.

Ko'mir konlarini qidirishda seysmorazvedka platforma oblastlarida kristall asos yuzasidagi depressiyalarni (cho'kmalarni) aniqlash uchun, geosinklinal oblastlarda esa – ko'mirli tuzilmalarni xaritalash uchun qo'llaniladi. Ko'mir konlarini razvedka bosqichida seysmorazvedkaning yechadigan asosiy vazifasi maydon bo'yicha va chuqurlikda tektonik buzilmalarni topish va xaritalash. Buzilmalarni ajratish ATU anomalialaridagi to'liqin tezligi kamaygan zonalar (maydalanish zonasi) va shu zonalaridan akslangan to'liqinlarga asoslanib bajariladi. Ko'mir konlarini qazib olish bosqichida ish olib borish xavfsizligini ta'minlash maqsadida seysmorazvedka tog'

lahmlarida (to'kilish, tog' zarblari) bashoratlash uchun qo'llaniladi. Bunda tog' lahmlari devoriga o'rnatilgan yuqori chastotali qabul qiluvchilar yordamida tog' jinslarining yorilishi (sinishi) natijasida paydo bo'ladigan tabiiy mikroseysmlar qayd qilinadi. Seysmik to'lqinlarni sun'iy manbalari ikki tog' lahmlari orasidagi kuchsizlangan zonalar yoki bo'shliqlarni aniqlash uchun, ko'mir qatlamlarining buzilgan, bukilgan joylarini aniqlash uchun qo'llaniladi (bu ma'lumotlar ko'mir qazib olish kompleksining normal ishini ta'minlash uchun zarur).

Injenerlik seysmorazvedkasi litologik tuzilma, gidrogeologik va geokriologik xaritalash uchun qo'llaniladi. Injener-geologik izlanishlarda asosan STU ni har xil chastotada turli to'lqinlarda (ularni kinematik, dinamik xususiyatlarni qo'llab) quyidagi vazifalarni yechish mumkin: 1) yer ostidagi qoyali jinslar yuzasini va ularni nurash zonalarini xaritalash; 2) tektonik buzilmalarni, maydalanish zonalarini, jinslarni karstlanish zonalarini aniqlash; 3) yer osti suvlarining sathini chuqurligini aniqlash; 4) ko'p yillik muzlagan jinslar va taliklarni planda va chuqurlik bo'yicha o'rganish; 5) tabiiy sharoitda tog' jinslarining modullarini o'rganish; 6) mikroseysmorayonlashtirishni o'tkazish.

Profillar va o'lchash nuqtalarini to'lqin manbaiga yaqin joylashtiriladi, shuning uchun yuqori chastotali (150–200 Gts) to'lqinlar qayd qilinadi. Bu usulning darajasini oshiradi. Gidrogeologik izlanishlarda asosan STU qo'llaniladi, gidrogeologik rayonlashtirish, yer osti chuchuk suvlarni qidirish va razvedka qilish kabi vazifalar yechiladi. Bunda yana kristall asosning yotish chuqurligi va magmatizm xususiyatlari aniqlanadi, kesimni litologik tuzilmasini o'rganish bajariladi.

4.ELEKTORAZVEDKA

Elektorazvedka Yerdagi fizik-kimyoviy, kosmik jarayonlar ta'sirida hosil bo'lgan tabiiy va sun'iy hosil qilingan elektromagnit maydonlarni o'rganishga asoslangan.

Tabiiy va sun'iy maydonlar vaqt davomida o'zgarishiga qarab o'zgarmas va o'zgaruvchan bo'ladi. Agar bunday maydonlar uzoq vaqt (bir necha sekund) saqlansa, ular uyg'unlashgan maydonlar deyiladi. Qisqa vaqtli tok impulsi yoki uning o'zgaruvchan (+yoki-) impulslari yordamida hosil qilingan maydonlar uyg'unlashmagan maydonlar deyiladi. O'zgaruvchan uyg'unlashmagan maydonlar past chastotali ($f < 10$ kGts) va yuqori chastotaliga ($f > 10$ kGts) bo'linadi. Elektromagnit maydonlarning o'lchanayotgan har xil sathlardagi (kosmos, havo, okean, yer yuzi, quduqlarda) o'zgarishi tog' jinslarining elektromagnit xususiyatlari farqlanishidan kelib chiqadi. Elektromagnit maydonidagi har xil tarkibli tog' jinslari turlicha zaryadlanadi va ikkilamchi elektromagnit maydonni hosil qiladi. Bu maydon geologik obyektning o'lchamlari, chuqurligi va yotish sharoitiga bog'liq. Geologik jism, qatlamlarni o'lchamlari, ularning elektromagnit xususiyatlari birgalikda geoelektrik kesimni tashkil etadi.

Elektorazvedka geofizik usullar ichida geoelektrik kesimni o'rganish usul va uslublarining ko'pligi bilan ajralib turadi, chunki o'rganilayotgan maydonlarning kelib chiqishi, xususiyatlari, chastotasi, maydonlarni hosil qilish va o'lchash uslublarining ko'pligi sababdir.

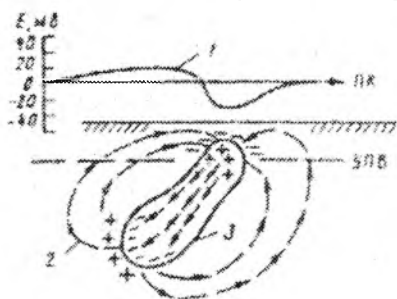
4.1. Tabiiy va sun'iy elektromagnit maydonlar

O'rganilayotgan elektromagnit maydonlar tabiiy (inson faoliyatiga bog'liq bo'lmagan) va sun'iy (inson tomonidan hosil qilingan) bo'ladi. Tabiiy elektromagnit maydonlari regional (katta hududlardagi) va lokal (kichik hududli) ga bo'linadi. Yer ionosferasiga zaryadlangan zarrachalar oqimi ta'sirida hosil bo'lgan elektromagnit (magnitotellurik) maydonlar regional maydonga kiradi. Odatda bunday maydonlar juda past chastotaga ega bo'lib, katta chuqurlikka kirib boradi. Bunday maydonlarni kuchlanishining elektr (E_x , E_u) va magnit (N_x , N_u) tashkil etuvchilari o'lchanadi. Ba'zan momoqaldiroq va chaqmoq vaqtida hosil bo'lgan elektromagnit maydonlari ham o'rganiladi., chunki

ularning chastotasi yuqori bo'lib, litosferaning ustki qatlamlarida katta masofaga tarqaladi.

Tabiiy lokal elektromagnit maydonlariga elektro-kimyoviy va elektrokinetik jarayonlar hosil qilgan maydonlar kiradi. Elektrokimyoviy maydonlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari natijasi bo'lib, bunday reaksiyalar elektron o'tkazgich (ma'danli mineral) bilan ion o'tkazgich (atrofdagi jinslar va yer osti suvlari) chegarasida bo'lib o'tadi. Elektrokinetik maydonlarga yer osti suvlarining g'ovak jinslardagi filtratsiyasi va diffuzion-adsorbtсион jarayonlar hosil qilgan maydonlar kiradi.

Sulfidli, ko'mirli, grafitli konlarda yer osti suvlarining faol ishtirokida o'tadigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari hosil qilgan tabiiy elektr maydonlari eng katta hisoblanadi. Bunday maydonning sulfidli konda hosil bo'lish jarayoni 4.1-rasmda ko'rsatilgan. Bunda ma'danning yuqori qismi faol (aktiv) zonada, ya'ni kislorod va uglekislotaga boy bo'lgan suv ta'sirida oksidlanish reaksiyalari yaxshi o'tadigan zonada joylashgan. Ma'danning pastki qismida qaytarilish reaksiyalari bo'lib o'tadi, shuning uchun ma'danning bu qismi manfiy zaryadlanadi. Atrof-muhitda zaryadlar qarama-qarshi taqsimlanadi va tabiiy galvanik element hosil bo'ladi. Bunday ma'danli konlar ustida tabiiy elektr maydon potensialining manfiy anomaliyasi paydo bo'ladi. Filtratsion jarayonlar har xil ishorali ionlarni harakatga keltiradi, natijada suv oqimi yo'nalishida musbat ionlar ko'payib, tabiiy elektr maydonining musbat anomaliyasini hosil qiladi.



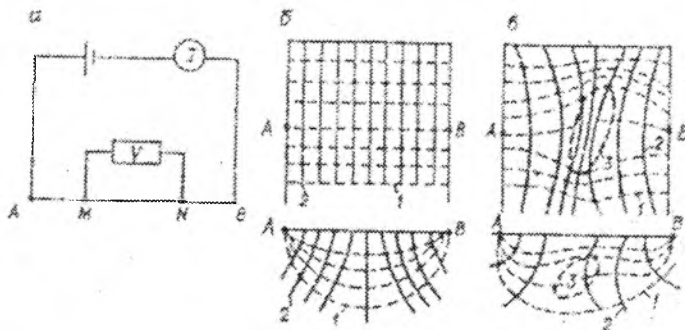
4.1-rasm. Sulfidli ma'dan ustida tabiiy maydon

1-tabiiy potensial grafifi; 2-tok chiziqlari; 3-ma'danli jism; SS-yer osti suvi sathi.

Sun'iy hosil qilinadigan elektromagnit maydonlari o'zgarmas va o'zgaruvchan bo'ladi. Maydon hosil qilishning galvanik, induktiv va aralash uslublari mavjud.

Galvanik uslubda Yerga metall elektrodlar yordamida o'zgarmas va o'zgaruvchan tok yuboriladi, tok manbai sifatida akkumulyator, generator yoki quruq elementli batareyadan foydalanish mumkin.

Galvanik uslubda A va V elektrodleri yordamida maydon hosil qilish 4.2-rasmda ko'rsatilgan. Tok chiziqlari va ekvipotensial chiziqlarning planda va kesmada (bir jinsli muhit uchun va ma'danli muhit uchun) taqsimlanishi 4.2, a, b, v – rasmlarda ko'rsatilgan. Ta'minlovchi A va V elektrodleri orasiga qabul qiluvchi M va N elektrodlerini joylashtirib, ular orasidagi potentsiallar farqini o'lchash, so'ngra elektr qarshilikni aniqlash mumkin. O'rganilayotgan maydondagi geofizik profilarni har bir nuqtasiga ushbu qurilmani joylashtirib qarshilik aniqlanadi.

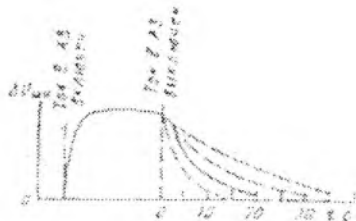


4.2-rasm. Qarshiliklar usulida maydon hosil qilish uslubi.

1-tok chiziqlari, 2-ekvipotensial chiziqlar,

3- o'tkazuvchanligi past bo'lgan anomal obyekt.

Xuddi shunday qurilma bilan sun'iy elektrokimyoviy maydon yoki undalgan qutblanish maydoni ham o'lchanadi. O'zgarmas tok yoki juda past chastotali o'zgaruvchan tok bilan maydon hosil qilinganda yomon o'tkazuvchan muhit tarkibidagi o'tkazuvchan minerallar chegarasida qutblanish paydo bo'ladi. Ta'minlovchi tok o'chirilganda undalgan qutblanish maydoni ma'lum vaqt davomida saqlanib, asta-sekin yo'qolib boradi. (4.3-rasm)



4.3-rasm. ΔU_{MN} ning AV da tok o'chirilgandan keyingi vaqtga bog'liqligi grafigi

Maydon hosil qilishning induktiv uslubida yerga ulanmagan halqaga o'zgaruvchan yoki zinasimon ("+" "-") o'zgaruvchi tok manbai ulanadi. Bunda hosil bo'lgan ikkilamchi elektromagnit maydoni elektrodlar (elektr qismini o'lchash uchun) yordamida o'rganiladi. Ikkilamchi elektromagnit maydonining kuchi kesimdagi tog' jinslarining tarkibi va elektromagnit xususiyatlariga bog'liq.

4.2. Tog' jinslari va ma'danlarning elektromagnit xususiyatlari

Tabiiy va sun'iy elektromagnit maydonlarini o'rganishda ularni potentsiali va potentsialning gradienti, maydon kuchlanishining amplitudasi va fazasi o'lchanadi, hamda geologik kesimning solishtirma qarshiligi, qutblanishi, dielektrik va magnit o'tkazuvchanligi, magnitlanish qobiliyati o'rganiladi.

Tog' jinslari va ma'danlarni solishtirma elektr qarshiligi keng ko'lamda o'zgaradi – om.metrning mingdan bir bo'lagidan (elektron o'tkazuvchan sof metallar) bir necha milliard om.metr gacha (dielektrik izolyator minerallar-kvarts, slyuda va boshqalar). Ko'pchilik ma'danli minerallarni yarim o'tkazgichlarga kiritish mumkin, ularning solishtirma qarshiligi 10^5 dan 10^2 om.metr gacha o'zgaradi. Tog' jinsi geterogen jins bo'lib, mineral skelet, g'ovaklari, yoriqlari suv, neft gaz bilan to'lgan bo'ladi. Shuning uchun, solishtirma qarshilik bu elementlarning o'zaro qiymati, hamda harorat va bosimga bog'liq bo'ladi.

Magmatik (otqindi) jinslar juda katta solishtirma qarshilikka ega (ming, o'n ming om.metr). Metamorfik jinslar shunga teng

yoki bir oz kamroq (o'n minglar om.metr), ularni ichida grafitlashgan, ko'mirlashgan jinslar eng kam (om.metrning o'ndan bir bo'lagicha) solishtirma qarshilikka ega.

Cho'kindi jinslar yuqori g'ovaklilik va namlikka ega bo'lgani uchun solishtirma qarshiligi past (bir necha o'n om.metr). Quruq qum, angidrid, oxaktoshlar yuqori solishtirma qarshilikka (bir necha ming om.metr) ega.

Nurash mahsulotlari tog' jinslari turidan qat'iy nazar namlik hisobiga past qarshilikka ega.

G'ovaklari va yoriqlari tartibli yo'nalishda joylashgan jinslarda (slanetslashgan jinslarda) o'lcangan ko'ndalang (ρ_k) va bo'ylama (ρ_B) qarshiligi farq qiladi. Bunday jinslar anizotrop jinslar hisoblanib, ularda anizotropiya ko'effitsiyenti $\Lambda = \sqrt{\rho_k / \rho_B}$ hisobga olinadi.

Ko'pchilik ma'danlarni solishtirma qarshiligi ular tarkibidagi elektron o'tkazuvchan minerallar bilan boshqa minerallarni o'zaro qiymati va tekstura-struktura xususiyatlariga bog'liq. Ma'dan tashkil qiluvchi mineral yaxlit bo'lsa, qarshiligi past bo'ladi, minerallar sochma yoki tarqoq joylashsa ular qarshiligi atrofdagi jinslardan farq qilmaydi.

Dielektrik ϵ va magnit μ o'tkazuvchanlik – moddaning elektr va magnit maydoni kuch chiziqlarini to'plash yoki tarqatish qobiliyatini bildiradi. 10^4 - 10^5 Gts chastotada ishlaganda ularni ta'siri sezilmaydi, yuqori chastotalarda (ming kilogerts va yuqori) esa ϵ 1 dan 80 gacha o'zgaradi. Sulfidlar va oksidlar ϵ ning 25 dan 40 gacha qiymatiga ega. Ko'pchilik tog' jinslarining magnit o'tkazuvchanligi μ havonikiga teng, faqat ferromagnit ma'danlarniki bundan 2–10 barobar yuqori.

Tog' jinslarining tabiiy elektr maydoni hosil qilish xususiyati elektrokimyoviy faollik- α deyiladi. α – proporsionallik ko'effitsiyenti, o'z-o'zidan qutblanish potensialini hisoblash formulasidagi boshqa omillarga (elektrolit kontrentatsiyasi, g'ovaklardagi suv, filtratsiyani hosil qilgan bosim va boshqalar) bog'liqlik ko'effitsiyentini bildiradi. α -- ko'effitsiyenti bir necha millivolt dan (yomon o'tkazuvchan mineralli jinslarda) bir necha yuz millivoltgacha (o'tkazuvchanligi yuqori mineralli jinslarda) o'zgaradi.

Qutblanish η tog' jinslari yoki ma'danlarni qutblanish qobiliyatini belgilaydi, ya'ni ularning elektr toki ta'sirida zaryadli hajmiy (sathlar) hosil qilib, tok o'chirilganda yo'qolishini ko'rsatadi. (4.3-rasm). U hosil qilingan maydon kuchlanishining (E_{uq}) (yoki undalgan qutblanishning) birlamchi maydon kuchlanishiga (E) nisbati orqali aniqlanadi. $\eta = E_{uq}/E$ va foizda belgilanadi.

Tog' jinslari tarkibiga kiruvchi elektron o'tkazgichlar (sulfidlar, grafitlashgan slanetslar va boshqalar) bir necha o'n foizli qutblanish hosil qiladi. Undan tashqari qutblanish namlikka ham bog'liq, shuning uchun cho'kindi qum-gilli jinslarda qutblanish 2–6%, yaxlit kristall jinslarda 3–4% ga teng.

4.3. O'zgarmas elektr maydon usullari

O'zgarmas elektr maydon usullari elektrprofilash va elektr zondirlash bo'lib, ularda ta'minlovchi AV va qabul qiluvchi MN tarmoqlariga ega bo'lgan qurilmalardan foydalaniladi. O'rganiladigan o'zgarmas tok maydonlari quyidagi kattaliklarga

ega: potensial U , kuchlanish $E = -\frac{\partial u}{\partial n}$ va tok zichligi $j = \gamma E = \frac{E}{\rho}$

Bu usullar bilan ish olib borganda birlamchi va ikkilamchi maydonlar bir-biriga qo'shilib ketadi. Shuning uchun o'lgangan qiymatdan maydonning bir jinsli muhit uchun hisoblangan qiymatini ajratib maydonning anomal qismini aniqlash kerak. (4.2-b rasm).

A va V elektrodleri orqali yerga tok berilib, M va N nuqtalarda maydon potensialini o'lgab, potensiallar farqini aniqlash mumkin. Bir jinsli muhit uchun:

$$\Delta U_{MN} = \frac{I \cdot \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} \right)$$

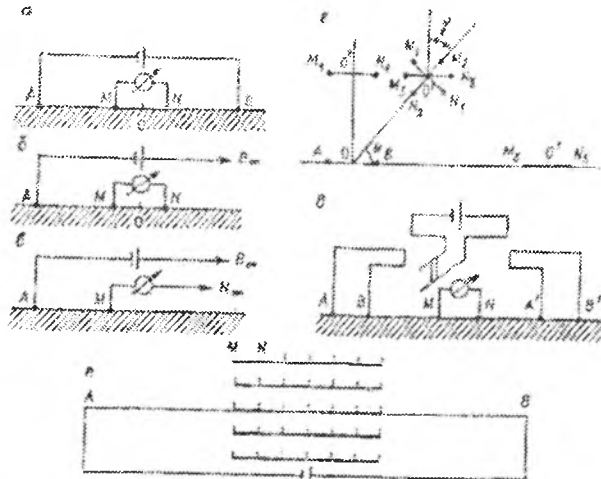
bundan $K = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}}$ belgilab, bir jinsli muhitning

solishtirma qarshiligini aniqlash mumkin $\rho = K \frac{\Delta U}{I}$, bunda K-qurilma koeffitsiyenti deyiladi va u ta'minlovchi va qabul qiluvchi elektrodler orasidagi masofaga bog'liq.

Dala sharoitida o'lgangan solishtirma qarshilik tuyulma qarshilik ρ_t deyiladi, chunki o'rganilayotgan muhit ko'p jinsli, murakkab bo'lib, o'lgangan ρ shartlidir.

Ta'minlovchi va qabul qiluvchi elektrodlar joyini va ular orasidagi masofani o'zgartirib ρ_t ni aniqlash geoelektrik va geologik kesimlarni o'rganish imkonini beradi. Jumladan yomon o'tkazuvchan obyekt ustida (4.2 v- rasm) tok chiziqlari zichligi oshadi, demak ρ_t grafigidan turli tarkibdagi tog' jinslarini aniqlash, ma'danlarni qarshilikka asoslanib ajratish mumkin.

Qarshilik usullarida qo'llaniladigan qurilmalar ikkita elektr zanjiridan – ta'minlovchi va qabul qiluvchidan tashkil topgan va o'zaro joylashishi bilan farqlanadi. Ta'minlovchi va qabul elektrodning o'zaro joylashishi va soniga qarab: to'rt elektrodli va uch elektrodli (elektrodlarni biri uzoq masofaga joylashib uning ta'siri sezilmaydi) qurilmalar ishlatiladi. To'rt elektrodli simmetrik qurilmada elektrodlar markazga nisbatan bir xil masofada joylashadi ya'ni $AO=OV$ va $MO=ON$ (4.4a – rasm). Elektrodlar orasidagi masofa o'zgarsa, qurilma koeffitsiyenti ham o'zgaradi.



4.4-rasm. Elektroprofilash qurilmalari sxemasi.

a) -simmetrik, b)-uch elektrodli, v)-dipolli (AVM_1N_1 -azimutal, AVM_2N_2 -radial, AVM_3N_3 -parallel, AVM_4N_4 -ekvatorial, AVM_5N_5 -bir o'qli), g) – ikki tomonlama dipol bir o'qli, d)-o'rta gradient.

Bundan tashqari, dipol qurilmalar ham ishlatiladi. Ularda AV va MN tarmoqlar qisqa masofali bo'lib, ular markazlari orasidagi masofa OO^1 ancha katta bo'ladi (4.4 v-rasm). AV va MN dipollarning o'zaro joylashuviga qarab dipol bir o'qli, azimutal, radial, parallel va ekvatorial qurilmalar ishlatiladi. Undan tashqari, o'rta gradient qurilmasi ham ishlatiladi. Bunday qurilmada A va V elektrodleri katta masofaga joylashtirilib, uning $1/3$ qismida M va N elektrodleri harakatlanadi. MN elektrodleri qo'shni profillarda ham shunday masofada ΔU ni o'lchashi mumkin.

Ta'minlovchi va qabul qiluvchi elektrodler temir yoki latundan tayyorlanadi, ularni uzunligi $0,7 \pm 1,5$ m, diametri 15–20 mm bo'ladi. O'tish qarshiligini kamaytirish va ta'minlovchi tokni ko'paytirish uchun elektrodleri yerga ko'proq kirgizishga harakat qilinadi. Undan tashqari, elektrodleri yerga ulangan joyida elektrokimyoviy jarayonlar natijasida E.YU.K hosil bo'lib o'lchanayotgan potensialni U o'zgartirishi mumkin. Bu ta'sirni yo'qotish uchun qutblanish kompensatorlaridan foydalaniladi. Qarshilik usullarida kirish qarshiligi yuqori bo'lgan past chastotali (4,88 Gts) apparatura (ANCH-apparatura nizkoy chastoti) va tuyulma qarshilikni o'lchash apparaturalari (22,5 Gts) (IKS-izmeritel kajunegosya soprotivleniya) ishlatiladi. Tok manbai sifatida quruq elementli batareyalar, akkumulyatorlar, generatorlar, benzoelektroagregatlardan foydalaniladi. Yer qobig'ining chuqurlikdagi tuzilmalarini o'rganishda maxsus elektrorazvedka stansiyalarida o'rnatilgan yuqori quvvatli (bir necha o'n kilovatt) o'zgarmas tok manbalari (50–60A) ishlatiladi. Har bir stansiya tarkibiga alohida avtomashinalarga o'rnatilgan generator qurilmasi va universal laboratoriya kiradi. Ta'minlovchi va qabul qiluvchi tarmoqlarda mustahkam, qarshiligi kam, kesimi kichik, yaxshi himoya qatlamli simlar ishlatiladi.

Elektroprofillashda elektrodler berilgan yo'nalishda, orasidagi masofa o'zgarmasdan, ko'chirib boriladi. Faqatgina o'rta gradient qurilmasida AV elektrodleri qo'zg'almas, MN elektrodleri ko'chiriladi.

Elektroprofillash geoelektrik kesimning ma'lum chuqurligi haqida ma'lumot olish imkonini beradi. Bu chuqurlik simmetrik qurilmada AV masofaning taxminan 1/3–1/10 qismiga teng va MN elektrodleri joylashgan nuqtadagi ρ qiymatiga tegishlidir.

Ish jarayonida profilning har bir nuqtasida AV tarmoqdagi tok kuchi va MN tarmoqdagi potentsiallar farqi o'lchanadi. So'ngra har bir nuqta uchun ρ_t hisoblanadi.

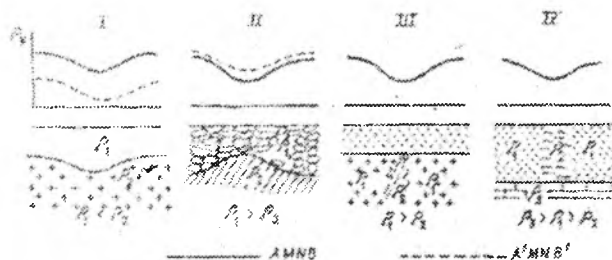
$$\rho_t = \frac{\Delta U_{MN}}{I_{AB}}$$

Undan keyin har bir profil uchun ρ_t grafigi va ρ_t izochiziqlari xaritasi syomka masshtabida chiziladi.

Simmetrik elektrofillash (SEP) AMNB qurilmasi bilan tektonik buzilmalar, bukilmali tuzilmalar, yotiq va tik joylashga chegaralar va boshqalarni xaritalash maqsadida o'tkaziladi.

Ammo, shuni nazarda tutish kerakki, ρ_t anomaliyasi (yoki ρ_t grafigi) har xil geologik tuzilish uchun bir xil tuzilishda bo'lishi mumkin. Masalan, bir xil ρ_t anomaliyasiga ega bo'lishi mumkin sharoitlar cho'kindi, suvli jinslar ostidagi granit rel'yefining pasayishi (4.5 rasm- I), past qarshilikka ega bo'lgan gilli slanetslar (4.5 rasm- II), tektonik yorilib ketgan zonalar (4.5 rasm- III), fatsial o'zgargan gilliligi oshgan zonalar (4.5 rasm-IV).

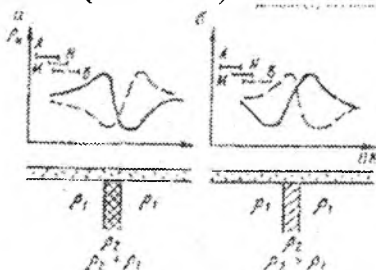
Shuning uchun, bunday anomaliyalarni aniqroq tushunish maqsadida ikkita ta'minlovchi tarmoqqa ega bo'lgan qurilma bilan ish olib borib, ikki chuqurlik bo'yicha ρ_t grafiklarini olish kerak. Bunday qurilma ($A_1A_2MNB_2 B_1$) qatlamlarni og'ish tomonini aniqlash imkonini beradi.



4.5-rasm. Har xil geologik kesimlar ustida ρ_t grafigi

Murakkab geoelektrik kesimli maydonlarda simmetrik qurilma bilan olingan ρ_{tt} grafiklarida ta'minlovchi tarmoq elektrodlarining yerga ulanish sharoiti ta'sirida xatoliklar bo'lishi mumkin. Shuning uchun, bunday sharoitlarda o'rta gradient qurilmasidan foydalaniladi, chunki, uning tokli AV elektrodleri uzoq masofada qo'zg'almas joylashtiriladi, MN elektrodleri esa AV ning o'rtadagi 1/3 masofasida bir nechta parallel profilda harakatlanadi. O'lchash nuqtalari orasidagi masofa MN tarmoq uzunligiga teng qilib olinadi va o'rganilayotgan qatlam qalinligining 2–5 barobaridan oshmasligi kerak. O'rta gradient qurilmasi yuqori qarshilikka ega bo'lgan kichik qalinlikdagi obyektlarni (daykalar, kvartslari va pegmatitli tomirlar va boshqalar) ajratishda yaxshi natijalar beradi. Elektroprofilashning murakkab qurilmalari (MEP) tik joylashgan, kam qalinlikdagi yuqori va past qarshilikdagi obyektlarni, tog' jinslari chegaralarini xaritalashda qo'llaniladi. Murakkab qurilma ikkita uch elektrodli qurilmalarning qarama-qarshi joylashuvidan hosil bo'lib ($AMNC_{\infty}$ va $S_{\infty}MNB$), ulardagi MN qabul elektrodleri va uzoqqa joylashgan S_{∞} elektrodli umumiydir. Ish davomida S_{∞} elektrod qo'zg'almas bo'lib, boshqa hamma elektrodlar (orasidagi masofalar o'zgarmas holda) profil bo'yicha ko'chirib boriladi. Har bir nuqtada ρ_t ning ikkita qiymati olinadi va ikkita grafik tuziladi.

Past elektr qarshilikka ega bo'lgan obyektlar ustida grafiklar kesishganda, birinchi grafikda ($AMNC_{\infty}$) maksimumdan minimumga o'zgarish bo'ladi (to'g'ri, ma'danli o'zgarish) va ikkinchi grafikda buning teskari, ya'ni minimumdan maksimumga o'zgarish bo'ladi (4.6,a- rasm). Qarshiligi yuqori obyektlar ustida teskari (ma'dansiz) holatni kuzatish mumkin.



4.6- rasm. Murakkab elektroprofilashning yaxshi o'tkazuvchan (a) va yuqori qarshilikli obyektlar ustidagi ρ_t grafiklari

Elektroprofilash natijalari odatda sifat jihatdan tahlil qilinadi. Bunda avvalo rel'yef o'zgarishi hosil qilgan xalal beruvchi anomaliyalarni bartaraf etish kerak. Keyin ρ_t grafiklari va ρ_t izochiziqlari xaritasidan yuqori va past o'tkazuvchan anomal zonalar ajratiladi. Bu zonalar odatda ma'danli jinslar, tektonik buzilmalar, daykalar, kvarts tomirlari, tog' jinslari chegaralari va boshqalar bilan bog'liq bo'ladi.

Anomal obyektlarni yotish chuqurligi, joylashishi va solishtirma qarshiligini aniqlash uchun ρ_t grafiklari formulada hisoblab tuzilgan nazariy grafiklar bilan yoki fizik-geologik modellashtirish natijasida tuzilgan grafiklar bilan solishtiriladi.

Vertikal elektr zondirlash usuli (VEZ). Bunda solishtirma qarshilikni chuqurlik bo'yicha o'zgarishi o'rganiladi va geologik kesimdagi gorizontalar (yoki shunga yaqin) yotgan turli qarshilikka ega bo'lgan qatlamlarning yotish chuqurligi, ular orasidagi chegaralarni aniqlash uchun o'tkaziladi. Platforma va bukilmalarni kesimidagi cho'kindi jinslarni ajratish, geologik asos yuzasining o'zgarishini o'rganish va uni ustidagi jinslar qalinligini baholash elektr zondirlash yordamida o'tkaziladi.

Elektr zondirlash qarshilik usullaridan biri bo'lib, unda ta'minlovchi va qabul qiluvchi tarmoqlar orasidagi masofa kengaytirib boriladi. Bu masofa qanchalik katta bo'lsa, tokning kirib borish chuqurligi shuncha katta bo'ladi, o'lgangan tuyulma qarshilik katta chuqurlikdagi jinslarga tegishli bo'ladi. Shunday qilib, ρ_t ni har xil chuqurlikda o'lgah, geoelektr kesim hosil qilinadi, bu esa burg'ulash ishlariga ketadigan xarajatlarni anchagina kamaytiradi.

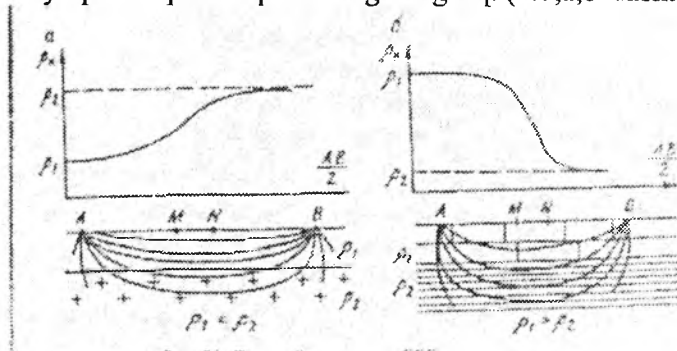
Zondirlashning ikki uslubi mavjud: vertikal elektr zondirlash (VEZ) 300–500 metr chuqurlikni o'rganish uchun va dipol elektr zondirlash (DEZ) 500 m dan katta chuqurliklarni o'rganish uchun.

VEZ ni bajarish uchun to'rt elektrodli simmetrik qurilmadan foydalaniladi. Qurilma markazida o'lgah abobi, ikkita g'altak masofalar belgilangan simi bilan AV tarmog'i uchun, MN elektrodleri o'rnatiladi. AV va MN elektrodleri shunday joylashishi kerakki, bunda quyidagi tengsizlik bajarilishi lozim:

AV/2 ning maksimal uzunligi geoelektrik kesimning o'rganilishi kerak bo'lgan chuqurligidan 5–10-marta katta bo'lishi lozim. AV masofaning har bir o'zgarishida har bir nuqtada tok kuchi va potentsiallar farqi o'lchanadi, ρ hisoblanadi:

Potensiallar farqi ΔU juda kamayib ketganda, MN orasidagi masofa oshiriladi: bunda o'lchash ishlari AV ning har bir uzunligida ikkita ρ_t (ikkita MNda) o'tkaziladi, ular bir biridan 5% gacha farq qilishi mumkin. O'lchash natijalari bo'yicha logarifmik masshtabli (moduli 6,25sm) blankda VEZ grafigi tuziladi, bunda gorizontal bo'yicha ρ_t qiymatlari, vertikal bo'yicha AV/2 qiymatlari belgilanadi.

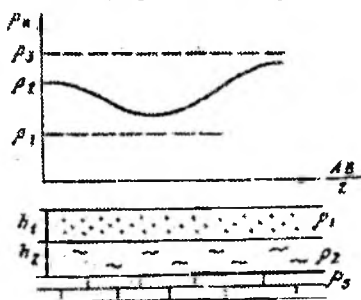
VEZ grafigi tuzilgandan so'ng qurilma keyingi zondirlash nuqtasiga ko'chiriladi. O'rganilayotgan geoelektrik kesimni tuzilishiga qarab VEZ grafigining har xil turlari hosil bo'ladi. Bulardan eng keng tarqalgani ikki qatlamli grafiklar bo'lib, ularni tuzilishi yuqori va pastki qatlamlarga bog'liq. (4.7,a,b- rasm).



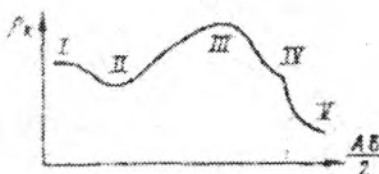
4.7-rasm. VEZ ning ikki qatlamli grafiklari a) $\rho_1 < \rho_2$ b) $\rho_1 > \rho_2$

Qum, gil va ohaktosh qatlamlaridan iborat uch qatlamli kesimni ko'rib chiqamiz, bunda qatlamlarni qarshiliklari nisbati $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$ (4.8-rasm). AV masofaning kichik qiymatlarida $\rho_t \rightarrow \rho_1$ ga intiladi. AV tarmoq kengaytirilganda undagi tok ikkinchi, o'tkazuvchan gil qatlamiga yetib boradi va ρ_t kamayadi, keyin AV ning katta qiymatlarida tok uchinchi qatlamda o'ta boshlaydi.

AV/2 cheksiz bo'lsa ham $\rho_1 \rightarrow \rho_3$ ga intiladi. VEZ ning bunday uch qatlamli grafiklari N turidagi grafiklar deyiladi.



4.8-rasm. VEZ ning N turidagi uch qatlamli grafigi. $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$



4.9-rasm. VEZ ning K turidagi uch qatlamli grafigi. $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$

Faraz qilamizki, geoelektrik kesim ikki xil jinsdan yumshok yotkiziqlar va karbonatlardan tashkil topgan bo'lib, karbonatning quyi qismi suv bilan to'lgan. Bunda karbonatning quruq qismida ρ_1 ning maksimum qiymati hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan VEZ grafigini K turidagi grafik deyiladi. 4.9-rasmda ko'rinib turibdiki, geoelektrik kesim hamma vaqt ham litologik kesim bilan to'g'ri kelmaydi.

Agar qarshiliklar nisbati $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ bo'lsa, A turidagi, $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ bo'lsa, Q turidagi uch qatlamli grafiklar hosil bo'ladi. Geoelektrik kesim ko'p qatlamlardan tashkil topgan bo'lsa, hosil bo'lgan grafiklar ko'p qatlamli deyilib, ularni turi uch qatlamlilar birligi shaklida belgilanadi. Masalan, NKQ besh qatlamli grafigi va hokazo.

Katta chuqurliklarni o'rganishda AV tarmoq 10–12 km ga cho'zilishi mumkin. Shuning uchun, bunday hollarda dipol elektr zondirlash (DEZ) elektrorazvedka stantsiyalari yordamida

o'tkaziladi. Dipol zondirlashni asosiy ustunligi ishlatiladigan simlar uzunligi kichkinaligi, ta'minlovchi va qabul tarmoqlari bir-biridan uzoq va alohida joylashishi, tabiiy sharoitga mos ravishda o'tkazilishi.

VEZ va DEZ grafiklari bir hilda sifat va miqdoriy talqin qilinadi. Birinchi bosqichda sifat talqini o'tkazilib, geoelektrik kesim haqida boshlang'ich ma'lumotlar olish mumkin: qatlamlarni ajratish, sonini, litologik tarkibini, yoshini, gidrogeologik sharoitiga mosligini aniqlash, har xil turdagi grafiklarni profillar va maydon bo'yicha o'zaro bog'lash.

VEZ va DEZ grafiklarini miqdoriy talqini natijasida qatlamlarni qalinligi (h_1, h_2, h_3) va solishtirma qarshiligi (ρ_1, ρ_2, ρ_3 va hokazo) aniqlanadi. Miqdoriy talqinda paletka usuli keng qo'llaniladi.

Paletka – har xil qalinlik va har xil qarshiliklar uchun nazariy tuzilgan grafiklar to'plamidir. Nazariy grafiklar masshtabi dalada olingan grafiklar masshtabi bilan bir xil. Miqdoriy talqin uchun dalada olingan zondirlash grafigi VEZ paletkalari albomidagi bitta yoki bir necha nazariy grafiklar bilan solishtiriladi.

VEZ ning ikki qatlamli grafiklarini talqin qilish juda oson. Buning uchun, dala grafigi shaffof qog'ozga ko'chirib olinib, nazariy grafiklardan biriga solishtiriladi, bunda koordinatalarning parallel bo'lishiga rioya qilinadi. Agar grafiklar bir-biriga to'g'ri kelmasa, nazariy grafiklar orasida parallel joylashtirilishi mumkin. So'ngra paletkadagi ρ_1 va h_1 chiziqlari kesishgan nuqta qog'ozga o'tkaziladi va birinchi qatlamning solishtirma qarshiligi ρ_1 va qalinligi h_1 aniqlanadi. Nazariy grafikni moduli μ bo'yicha ikkinchi qatlamni solishtirma qarshiligini topish mumkin. $\rho_2 = \mu \cdot \rho_1$.

Uch qatlamli dala grafiklarini talqin qilishda ularni tegishli tur va o'xshash tuzilishli nazariy grafiklar bilan solishtiriladi. Eng yaxshi mos kelgan grafikdan paletkadagi μ va Y indekslar bo'yicha $\rho_1, h_1, \rho_2 = \rho_1 \mu, h_2 = h_1 Y$ va ρ_3 aniqlanadi.

Ko'p qatlamli grafiklar ham shunday paletkalar yordamida miqdoriy talqin qilinadi, ammo bunda aniqlik pasayadi. Shuning uchun, oxirgi vaqtlarda miqdoriy talqin uchun EHMLar jalb

etilmoqda; solishtirish algoritmlari yoki $\rho_1 h_1, \rho_2 h_2, \rho_3 h_3$ kattaliklarni tanlab nazariy grafiklarini dala grafigiga moslash yo'li bilan geoelektrik kesimni keltirib chiqariladi.

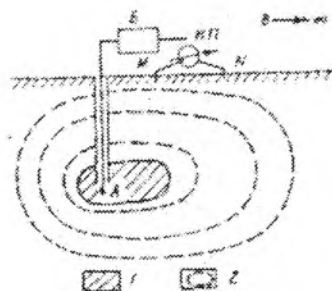
Elektrozvedkaning teskari vazifasini hal qilish bir hil emas, chunki dala grafigiga bir nechta nazariy grafikni mos kelishi mumkin, demak $\rho_2 h_2 \rho_3 h_3$ va hokazolarni bir nechta taxminiy qiymatlari kelib chiqishi mumkin. Shuning uchun, hamma qatlamlarni aniq qalinligini topish uchun ularni haqiqiy qarshiligini bilish zarur. Buning uchun gorizontlarni qarshiligi ularni yuzaga chiqib qolgan joylarda, skvajinalarda, shaxtalarda aniqlanadi. Qarshilikni bu qiymatlari VEZ grafigidan hamma qatlamlar, gorizontlar qalinligini profildagi har bir VEZ nuqtasi va maydon bo'yicha aniq topish imkonini beradi. Ikkinchi qatlam qalinligini hisoblash formulasi quyidagicha:

$$h_2 = \frac{h_1 \cdot \mu \cdot \rho_1}{\rho_2} - K \text{ va } Q \text{ turidagi grafiklar uchun.}$$

Agar ρ_1, h_1, μ -parametrlari paletka yordamida aniqlangan, ρ_2 esa yuqoridagi uslublaridan, ρ_3 qiymatlari avvaldan aniq bo'lsa, VEZ va DEZ natijalari talqinidagi xatolik 10%dan oshmaydi.

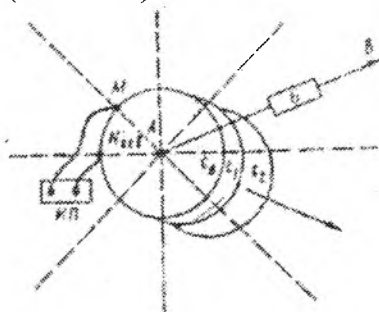
Zondirlash ma'lumotlariga asoslanib, tayanch gorizonti yuzasining tuzilishi xaritasi va u yoki bu qatlamini qalinligini o'zgarishi xaritasi tuziladi. Ularni geologik ma'lumotlar bilan solishtirib, tuzilma geologik xaritasini tuzish yoki aniqlik kiritish mumkin.

Zaryad usuli. Yuqori o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ma'danlarni ajratish va chegaralarini aniqlash (geologik ishlarning baholash va razvedkalash bosqichida) hamda gidrogeologik vazifalarni yechishda (yer osti suvlarining oqish yo'nalishi va tezligini aniqlash) zaryadlangan ma'dan usuli (yoki zaryad usuli) qo'llaniladi. Bunda ta'minlovchi (tokli) elektrodlardan biri o'rganilayotgan ma'danga o'rnatiladi yoki quduq bo'yicha yer osti suvlari sathidan pastroqqa tushiriladi. Ikkinchi tokli elektrod «cheksiz» masofaga (ya'ni o'rganilayotgan ma'danning taxminiy o'lchamlaridan 20-marta katta masofaga) o'rnatiladi. MN elektrodleri ma'dan ustidagi maydon bo'yicha ekvipotensial chiziqlar holatini aniqlaydi, chunki ular ma'dan tuzilishini ko'rsatadi (4.10-rasm).



4.10.-rasm. Zaryadlangan ma'danni elektr maydoni. 1-ma'danli jism, 2-potensial chiziqlari, B-batareya, AV-ta'minlovchi tarmoq, IP-o'lchash asbobi, MN-qabul (o'lchash) tarmog'i

Usulning gidrogeologik variantida suvli gorizont ochilgan quduqqa A tokli elektrod bilan birga tuz solingan qop tushiriladi, V elektrod «cheksiz» masofaga o'rnatiladi. Yer osti suvida tuzlangan muhit hosil bo'ladi, bu muhit suvni boshqa joylariga qaraganda ko'prok elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lib qoladi. Avvaliga bu muhit sharsimon tuzilishga ega bo'lib, keyin suv oqimi tomonga cho'ziladi. Shuning uchun, muhit tuzilishining o'zgarishiga qarab suv oqimining yo'nalishini va tezligini aniqlash mumkin (4.11-rasm).



4.11.-rasm. Bitta quduq bo'yicha yer osti suv oqimining yo'nalishi va tezligini aniqlash.

AV-ta'minlovchi tarmoq, MN-o'lchash tarmog'i, B-batareya, IP-o'lchash asbobi, oqim yo'nalishi strelka bilan ko'rsatilgan; t_1 t_2 t_3 suv tuzlangandan so'ng har xil vaqtda o'lchangan ekvipotensial chiziqlar

4.4. Apparatura va uskunalar

O'zgarmas elektr tok usullarida qo'llanilayotgan hamma apparaturalar ikki turga bo'linadi:

1. Ta'minlovchi AV elektrodlar orasidagi masofani 3–6 km gacha bo'lgan, ya'ni kichik chuqurlikdagi (1 km gacha) geoelektrik kesimlarni tekshirishga mo'ljallangan kichik ulchamli kuchma dala o'lchash asboblari ESK-2, AE-72, ANCH-3, IKS-1, IKS-50.

2. Ta'minlovchi AV elektrodlar orasidagi masofasi 20–30 km gacha bo'lgan, ya'ni katta chuqurlikda (5–7 km gacha) geoelektrik kesimlarni tekshirishga mo'ljallangan dala stansiyalari: ERS-16,5, SGE-72, ERSU-71, VPS-63, ERS-67.

Elektrqidiruv usullariga qarab, barcha o'lchash asboblarning tuzilishi va o'lchash qoidalari quyidagicha bo'ladi. Birinchidan, o'lchash miqdorlari to'g'ridan-to'g'ri ko'rsatkichli o'lchash asbobida o'lchanadi. Ikkinchidan, o'lchash miqdorlari qog'ozga, fotoqog'ozga yoki magnit lentaga qayd qilinadi.

Avtokompensator AE-72, uning tuzilishi va o'lchash texnikasi

Elektrqidiruv avtokompensatori AE-72 elektr qidiruv ishlarini o'zgarmas tok usullari bilan olib borishda qabul qiluvchi MN elektrodlar orasida potentsiallar ΔU_{MN} ayirmasini va ta'minlovchi AV elektrodlar orasidagi tok I_{AV} kuchini o'lchashga mo'ljallangan. Bundan tashqari avtokompensator AE-72 tabiiy elektr maydonlarini o'lchashda ham qo'llaniladi. Atrof-muhitning harorati -10°S $+50^{\circ}\text{S}$ darajagacha o'zgargan vaqtlarda va havoning namligi 90% bo'lgan sharoitda ham avtokompensator barqaror ishlaydi. AE-72 potentsiallar ayirmasini 0,3 mV dan 1 Voltgacha, tok kuchini esa 3 mA dan 3 A gacha aniq o'lchaydi.

Avtokompensator ishlashi uchun 14 Voltdan 22 Voltgacha kuchlanishga ega bo'lgan kuchlanishli elektr manbalari ishlatiladi. Bunday kuchlanishni 4 ta 3336 L batareykalari yordamida hosil qilish mumkin. Polyarizatsiya kompensatori kuchlanishi 1,5 v

Potensiallar $AUMN$ ayirmasi /kuchlanish/ o'lchangandan keyin ta'minlovchi AV elektrodlar orasidagi tok I_{AV} - kuchi o'lchanadi. Buning uchun polyarizatsiya kompensatori uzib ko'yiladi /qayta ulagich /KP-vik./ /Vik. /holatiga ko'yiladi/. Ish turini o'zgartiruvchi qayta ulagich holatiga qo'yiladi. Keyin tokni ulash $I''I_{AV}$ -vik./ knopkasini bosib o'qli asbobning ko'rsatishi olinadi. Tok kuchi santiamper o'lchov birligida o'lchanadi.

Past kuchlanganlikdagi elektrqidiruv apparatupalapi

O'zgarmas tok usullarida kichik chuqurlikdagi geologik kesimlarni tekshirishda past chastotali elektr qidiruv IKS-1, IKS-50, ANCH-1, ANCH-3 – apparaturalari qo'llaniladi. Tuyilma qarshilikni o'lchashda o'zgarmas tokning o'rniga o'zgaruvchan tokdan foydalanish skin – effekt jarayoni bilan chegaralanadi.

Past chastotali elektrqidiruv ANCH-3 apaparaturasining tarkibiga ko'chma quvvati 20 VA bo'lgan bitta generator, bitta quvvati 300VA stantsionar generator va uchta o'lchash asbobi (mikrovoltmetrlar) kiradi.

ANCH-3 apparaturasi bilan dala ishlarini olib borish texnikasi quyidagicha:

1. Ta'minlovchi AV va qabul qiluvchi MN elektrodlar mo'ljallangan o'lchash qurilmasiga o'rnatib chiqiladi.

2. Ta'minlovchi va qabul qiluvchi simlardagi induksiya toki ta'sirini kamaytirish uchun simlarni bir-biridan 1–2 m oraliqda joylashtirish mumkin.

3. Generator yaxshilab izolyatsiyalangan bo'lishi shart.

4. O'lchashni olib boradigan operator o'lchagich bilan qabul qiluvchi elektrodning bir yonida turadi (Masalan N elektrodini yonida).

5. Hamma ulash ishlari bajarilgandan so'ng, operator generatorni ishga solish to'g'risida buyruq beradi va o'lchagichdagi o'lchash miqdorini aniqlaydi.

Elektrqidiruv stansiyalarida ΔUMN va IAB miqdorlari ostsillografda qayd qilinadi. Bunday o'lchashda potensiallar ayirmalarining kichik miqdori ham g'oyat aniq o'lchanadi. O'zgarmas elektr tok yordamidagi tekshiruvlarda ERS-16,5, SGE-72, ERSU-71 elektrqidiruv stansiyalaridan foydalaniladi.

SGE-72 — elektr qidiruv stansiyasi UAZ-69 avtomashinasining kuzoviga oʻrnatilgan boʻladi. Oʻzgarmas tokni avtomashinaning yuritkichini yurgizib beradigan PN-72 generatori ishlab chiqarib beradi. Elektrqidiruv SGE-72 stansiyasining tarkibiga PN-72 generatori, kontaktlar bloki va stansiyaning boshqarish pultini kiradi. Stantsiyaning eng katta quvvati 14,5 kVt ga ega boʻlib, 460 V oʻzgarmas kuchlanishni beradi. Tok kuchining eng yuqori qiymati 31,5 A boʻlishi mumkin.

ERSU-71- katta quvvatli elektrqidiruv stansiyasi hisoblanadi. Bu stansiyaning tarkibiga ZIL-131 avtomashinaga oʻrnatilgan ERGT-71 generatorli stansiya va GAZ-66 avtomashinasiga oʻrnatilgan EUL- 71 universal elektrqidiruv tadqiqotgohi kiradi.

Elektrqidiruv EUL-71 oʻlchash laboratoriyasi GAZ-66 avtomashinasining berk kuzoviga oʻrnatilgan. Bu laboratoriya bilan ikki qabul qiluvchi va bitta induktiv qabul qiluvchi halqadan kelgan kuchlanishni va bir vaqtda qayd qilsa boʻladi. Oʻlchash miqdorlarini fotoqogʻozga ostsilloqraf yordamida qayd qilinadi.

EUL-71 oʻlchash laboratoriyaning tarkibiga ikki oʻzgarmas tok kuchaytirgichlari, oʻlchash IPO-6 paneli, oʻlchamlarini boshqarish pultini, elektrqidiruv EPO-9 ostsilloqrafi, qabul qiluvchi elektrodlar va simlar induktiv qabul qiluvchi halqa, akkumulyatorlar, quruq batareyalar, aloqa bloki, yordamchi va sozlash uskunalari kiradi.

Generator stansiya bilan aloqada boʻlishi uchun kichik toʻlqindagi radiostansiya ham berilgan.

Dala elektrqidiruv ishlarini olib borish uchun oʻlchash asboblari tashqari, asosiy va yordamchi elektrqidiruv uskunalari boʻlishi lozim. Bular: elektr toki bilan taʼminlash batareyalari, elektr tokini yerga ulash uchun har xil taʼminlovchi elektrodlar, potentsiallar ayirmasini oʻlchash uchun qabul qiluvchi elektrodlar, oʻlchash qurilmalarini montaj qilish uchun kerakli simlar va simlarni koʻchirish, elektrodni yerga qoqish uchun bosqonlar (kuvaldalär) va boshqa asosiy hamda yordamchi elektrqidiruv uskunalari kiradi.

Tok manbalari. Turli elektr zanjirlari va sxemalarni elektr toki bilan taʼminlash uchun elektrqidiruv usullarida quruq elementlardan

tuzilgan batareyalar, akkumulyatorlar, o'zgaruvchan va o'zgarmas toklarni ishlab chiqaruvchi generatorlari, benzoelektroagregatlar va sanoat tarmogi qo'llaniladi.

Elektrqidiruv simlar. Elektrqidiruv qurilmalarini montaj qilishda maxsus geofizik GPMP, GPSMP va GPSMPO kabi simlardan foydalaniladi. Ta'minlovchi AV elektrodning orasidagi masofa 10–15 km bo'lganda va katta tok kuchi talab qilinadigan qurilmalarda GPMP simlari ishlatiladi.

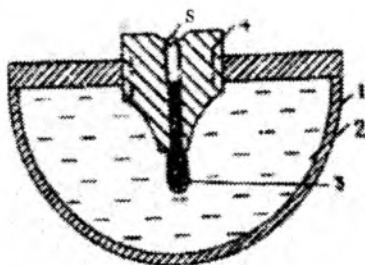
GPMP – sim uzaklari misdan yasalgan va uzaklarning izolyatsiyasi yaxlit massali 0,8–1,0 mm qalinlikdagi qora rangli polietilendan tayyorlanadi. Simning yug'onligi 5,6 mm, tok o'tkazuvchi o'zaklarning elektr qarshiligi 3,1 Om/km. Bir km simning ogirligi 73 kg.

GPSMP – misli sim o'zaklarining orasiga po'lat simlar qo'shilgan. Simning yug'onligi 4,5 mm va tok o'tkazuvchi o'zaklarning elektr qarshiligi 10 Om/km. Bir km simning og'irligi 38 kg. Bu sim ta'minlovchi AV tarmoqlarning uzunligi 3–8 km bo'lgan qurilmalarda qo'llaniladi.

GPSMPO simi GPSMP simining yengillashtirilgan turidir. Bu simning yo'g'onligi 3,25 mm, tok o'tkazuvchi o'zaklarining elektr qarshiligi 50 Om/km. Bir km simning og'irligi 14,5 kg. GPSMPO sim ta'minlovchi AV tarmoqlarining uzunligi 3 km gacha bo'lgan qurilmalarda va qabul qiluvchi MN tarmoqlarda qo'llaniladi.

Ko'rsatilgan hamma simlar izolyatsiyasining elektr qarshiligi 100 Mom/km dan ortik. Bu simlardan tashqari, elektrqidiruv qurilmalarining qabul qiluvchi MN tarmoqlarida izolyatsiyasi xlorvinildan yasalgan yengil simlar ham qo'llanilishi mumkin.

Yerga ulagichlar (elektrodlar). Ta'minlovchi AV o'lchamlarini yerga ulash uchun uzunligi 0,5 m dan 1 m gacha, yo'g'onligi 1,5 sm dan 2,0 sm gacha bo'lgan temir po'latli qoziqlar elektrodlar sifatida qo'llaniladi. Qabul qiluvchi MN tarmoqlarini yerga ulash uchun uzunligi 0,5 m dan 0,7 m gacha, yo'g'onligi 2 sm gacha bo'lgan mis yoki jezdan yasalgan qoziqlar elektrodlar sifatida qo'llaniladi. Ba'zi elektrqidiruv usullarda qabul qiluvchi MN tarmoqlarida maxsus qutblanmaydigan elektrodlar qo'llaniladi. Qutblanmaydigan elektrodning tuzilishi quyidagidan iborat.

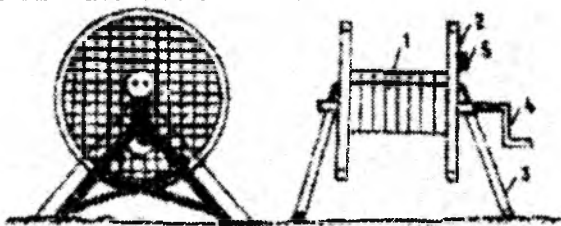


Qutblanmaydigan elektrod tuzilishi.

1- sopol korpus, 2- mis kuporosi eritmasi, 3- mis o'zak, 4-izolyatsiya materialidan tiqin, 5-simlarni o'lash uyasi.

Korpusning tepa tomoni izolyatsiyalangan bo'lib sirlangan qatlam bilan bo'yalgan, korpusning pastki tomoni esa bo'yalmagan bo'lib, shu bilan mis uzak yer bilan mis kuporos eritmasi orqali ulangan bo'ladi. Tiniq izolyatsiya materiallaridan, plastmassa yoki ebonitdan yasalgan bo'lib, uning tepa tomonida simlarni ulash uchun uyali teshik parmalab qo'yilgan. Uyali teshikni yonbosh devorlari mis o'zak bilan to'g'ri ulangan.

Yordamchi uskunalar. Elektrqidiruv ishlarini olib borish uchun yordamchi uskunalar qatoriga simlarni ulovchi g'altaklar, elektrodni yerga qoqib kirgizadigan bosqonlar (kuvaldalar) va simlarni ulash uchun villkalar kiradi.



4.12.racm. Elektr qidiruv galtagi.

1-o'zak, 2-g'altak cheklagichi, 3- tirgovich,

4-g'altakni aylantirish dastasi

G'altaklar asosan simlarni saqlash, bir nuqtadan boshqa nuqtaga ko'chirish va o'rab-chuvatish uchun qo'llaniladi.

Elektrqidiruv apparaturalarini ishlab chiqaruvchi korxonalar asosan sig'imi 500 m dan kam bo'lmagan g'altaklar chiqaradi.

Elektrodlarni yerga qoqib kirgizish uchun 3–5 kg og'irlikdagi temir bosqonlar (kuvaldalar) qo'llaniladi. Simlarni bir-biri bilan va apparaturalarga ulashda shtepsellar, vilkalar va rozetkalar qo'llaniladi. Simlarni va elektrqidiruv apparaturalarini sozlash uchun yana har xil asboblari, izolyatsiya tasmalar va boshqa jihozlash materiallari qo'llaniladi.

4.5. Past chastotali elektromagnit maydon usullari

Bu guruhga past chastotali induktiv usullar, elektromagnit zondirlashlar va magnitotellurik usullar kiritilgan. Ularda bir gertsdan bir necha o'n ming gerts gacha chastotali elektromagnit maydonlari o'rganiladi. Bunday maydonlar nazariyoti Maksvell tenglamalariga asoslangan. Bu tenglamalar elektr maydon E bilan magnit maydon N kuchlanishlarining, elektr D va magnit V induktsiyalari va elektr toki zichligi j ning o'zaro bog'liqliklarini aniqlaydi. Elektrozvedkaning past chastotali usullari bilan garmonik va zinasimon o'zgaruvchi maydonlar o'rganiladi. Garmonik maydonlar sinusoidal yoki kosinusoidal qonun bo'yicha o'zgaradi.

Agar ikkita kattalik bir xil burchak chastotada garmonik o'zgarsa, ularni fazalari surilishi ularni boshlang'ich fazalari farqidan aniqlanadi; odatda ta'minlovchi qurilmadagi tokni boshlang'ich fazasi nolga teng deb olinadi, shuning uchun maydon xususiyatlarini belgilovchi boshqa kattaliklarning fazasi maydon manbaidagi tok fazasining surilishiga tengdir.

Elektromagnit maydonning tuzilishi va xususiyatlari to'liqini qiymatga k bog'liq. Bu qiymat absolyut dielektrik singdiruvchanlik ε , magnit singdiruvchanlik μ , muhitning elektr o'tkazuvchanligi γ va maydon chastotasi ω orqali aniqlanadi:

$$R = \sqrt{\omega^2 \cdot \varepsilon \cdot \mu + i\gamma\mu\omega}$$

k -kattalik kompleks bo'lib ($k=a+ib$), uning moddiy qismi a -orqali elektromagnit tebranishlarning tarqalish tezligi $\mathcal{S} = \omega/a$ va to'liq uzunligi $\lambda=2\pi/a$ aniqlanadi, uning mavhum qismi b -

yutilish koeffitsiyenti deyiladi va to'liqlarni muhit ichiga kirib borish chuqurligini bildiradi.

Yuqori elektr o'tkazuvchanli muhitlarda $k \varepsilon$ ga bog'liq bo'lmay qoladi va o'rganilayotgan xususiyatlar asosan o'tkazuvchanlik toklariga bog'liq bo'ladi. Past o'tkazuvchanli muhitlarda k muhitning γ sig'a bog'liq bo'lmay o'rganilayotgan hodisalar asosan siljish toklariga bog'liqdir. 10kGts dan kam chastotada ish olib borganda siljish toklari ta'siri hisobga olinmaydi. Muhitning chastota o'zgartiruvchi xususiyatlarini o'rganish, uning fizik kattaliklari haqidagi ma'lumotlar olish imkonini beradi.

Elektromagnit maydoni komponentlarini belgilovchi ifodalarga to'liqlik qiymatni o'zi emas, balki uning ko'paytma moduli kr kiradi, bunda r -maydon manbaigacha bo'lgan masofa. Bu modul past chastotali maydonning R kattaligi (parametri) deyiladi $R=2,81r\sqrt{f/\rho}$, bunda, f -chastota, Gts da, ρ -karshilik, ommada, r -kilometrda. $|kr|$ kattalikka qarab uchta zonani belgilash mumkin: yaqin zona ($|kr| \ll 1$), uzoq zona ($|kr| \gg 1$) va oraliq zona. Elektromagnit maydon kattaliklari o'zgaruvchan bo'lgani uchun r ning aniq qiymatlari uchun maxsus diagrammalardan $|kr|$ ni aniqlash mumkin. Buni to'liqlik uzunligi λ orqali ifodalasak, uzoq zonada $r \gg \lambda$, yaqin zonada $r \ll \lambda$ bo'ladi.

Zinasimon o'zgaruvchi maydon xususiyati shundaki, $t=0$ bo'lganda kattaligi jihatdan o'zgarmas magnit maydoni mavjud bo'ladi, $t \geq 0$ bo'lganda yo'qoladi. Eng sodda zinasimon o'zgaruvchi maydon yerga ulanmagan tarmoq yoki halqa orqali $t=0$ bo'lguncha j toki o'tkazilsa va $t \neq 0$ bo'lganda o'chirilganda paydo bo'ladi. Bunda manba atrofidagi o'tkazuvchan muhitda hosil qilingan magnit N va elektr E maydonlari asta-sekin yo'qoladi. Maydonlarni saqlanish davri ma'danli obyektlarning o'tkazuvchanligi va o'lchamlariga bog'liq: o'tkazuvchanlik va ma'dan qancha katta bo'lsa, shunchalik ko'proq o'tish jarayoni (maydon barqarorlashishi) davom etadi, bunday maydonlar esa uyg'unlashmagan yoki statsionar bo'lmagan maydonlar deyiladi.

Uyg'unlashmagan elektromagnit maydonlari kattaliklarining vaqtga bog'liqligi maydonning o'tish xususiyati deyiladi va u geologik muhit haqidagi ma'lumot asosi hisoblanadi.

4.6. Elektrorazvedkaning induktiv maydon usullari

Induktiv usullar ikki xil bo'ladi: garmonik maydon usullari va o'tish jarayonlari usullari. Maydon hosil qiluvchi manbalar: yerga ulanmagan halqalar, ular orqali o'zgaruvchan past chastotali yoki zinasimon o'zgaruvchi tok o'tkaziladi. Halqalarni tuzilishi quyidagicha: a) to'rtburchak shaklida, tomonlar uzunligi katta -2 km gacha; b) magnit dipoli (uncha katta bo'lmagan diametrli 1-2m, ko'p o'ramli halqa, ramka); v) 3-4km uzunlikdagi kabel (uning oxirgi nuqtalari yerga ulangan).

Garmonik maydonlar usulini (past chastotali induktiv usul) mazmuni shundaki, yerga ulanmagan halqa orqali o'zgaruvchan tok o'tkazilganda, uning atrofiga o'zgaruvchan magnit maydoni paydo bo'ladi, u esa o'z navbatida kesimning o'tkazuvchan qismlarida ikkilamchi toklarni I_{ik} hosil qiladi. Bu toklar ikkilamchi magnit maydoni N_i hosil qiladi, uning yo'nalishi birlamchi magnit maydoniga qarama-qarshi bo'ladi. (4.12-rasm) Yer yuzida ikkala magnit maydoni yig'indisi H_x o'lchanadi (birlamchi va ikkilamchi maydonlar vektorlari yig'indisi).

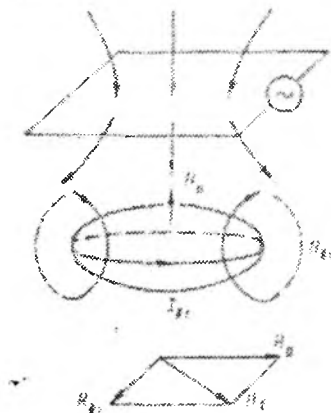
Magnitli obyektlarda past chastotali (bir necha o'n, yuz gerts) maydonlar hosil qilgan anomaliyalar, magnitorazvedkada o'rganiladigan anomaliyalarga o'xshash, ammo qoldiq maydon ta'siridan ozod. Chastota oshirilganda o'tkazuvchan jismlarda paydo bo'lgan uyurma (vixrevie) toklar ikkilamchi magnit maydonini kamaytiradi (nol qiymatgacha).

Yaxshi o'tkazuvchan magnitsiz obyektlarni qidirishda anchagina yuqori chastotalar (bir necha ming gerts) ishlatiladi. Syomka ishlari ikki bosqichda olib boriladi: avval maydon bo'yicha (obyektni topish uchun), keyin mufassal (obyekt o'lchamlarini o'rganish uchun). Yerga ulanmagan halqa ichida yoki uzun kabelga perpendikulyar yo'nalishda o'tkazilgan profillarda o'lchash ishlari o'tkaziladi. Uzun kabel usulida profillar tog' jinslarining yotish yo'nalishiga perpendikulyar

bo'ladi. Dipol induktiv profillash (DIP) usulida generator va qabul qiluvchi dipollar profil bo'yicha ketma-ket harakatlanadi.

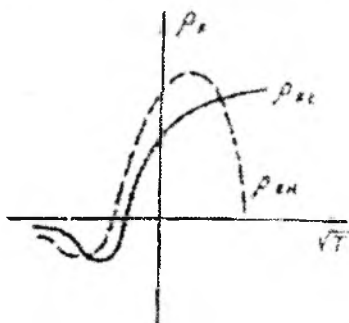
O'tish jarayonlari usulini (MPP-metod perexodnix protsessov) past chastotali induktiv usullardan farqi shundaki, yerga ulanmagan halqaga zinasimon o'zgaruvchi tok beriladi va o'lchash ishlari halqada tok yo'q vaqtidagi oraliqlarda (pauzalarda) o'lchanadi. Maydonning zinasimon o'zgarishi, kesimni o'tkazuvchan qismlarida magnit maydoni hosil qiladigan uyurma toklariga o'xshash maydon hosil qiladi. Shuning uchun bu toklar hosil qilgan ikkilamchi magnit maydonining yo'qolish davri muhitni elektr o'tkazuvchanligi va ma'danni o'lchamlariga bog'liq.

O'tish jarayonlari usulidagi ishlar maydon bo'yicha olib boriladi va ko'pincha bitta halqa ham ta'minlovchi (tokli) ham o'lchovchi sifatida ishlatiladi. Shuning uchun bu variant bir halqali o'tish jarayonlari usuli (MPPO) deyiladi. Bunda halqa profil bo'yicha ko'chirib boriladi (halqa tomoniga teng masofaga). O'lchash natijalari halqa markaziga tegishli hisoblanadi. Natijalar asosida $\Delta U/I$ grafiklari va $\Delta U/I$ ning vaqtga bog'liqlik grafiklari tuziladi. U/I grafiklaridagi anomaliya qismlar (yoki o'tish jarayonlari xususiyatlari sekin kamayadigan qismlar) mufassal izlanishlar uchun ajratiladi.



4.12-rasm. Yerga ulanmagan halqaning magnit maydonida o'tkazuvchan jism va past chastotali induktiv elektrorazvedka uchun birlamchi va ikkilamchi maydonlarni vektor diagrammasi

CH3 natijalari asosida biologarifmik blankda CH3 ning elektr va magnit qismlari grafiklari quriladi. Bunda vertikal bo'yicha ρ_T , gorizontaal bo'yicha chuqurlikka proporsional kattalik $\sqrt{T} = 1/\sqrt{f}$ belgilanadi (4.14-rasm).



4.14-rasm. Chastotali elektromagnit zondirlashni ikki qatlamli amplituda grafiklari

Maydon barqarorlashishi (qaytishi) bo'yicha zondirlash yaqin (ZSP BZ) va uzoq (ZSP) zonada o'tkaziladi. Zondirlash ta'minlovchi halqaga berilgan katta tokda raqamli elektrorazvedka stansiyalari yordamida o'tkaziladi. Generator guruhi va o'lchash laboratoriyasi orasidagi masofa-r o'rganilayotgan tayanch gorizontining taxminiy chuqurligidan $3 \div 6$ marta katta qilib olinadi. Asosan magnit maydonining vertikal tashkil etuvchisi V_z o'lchanadi va olingan natijalar asosida tuyulma elektr qarshilik hisoblanadi. $\rho_T = K[\Delta U(t) / J]$ Barqarorlashish grafiklarining talqini maxsus paletkalar yoki EXM yordamida amaiga oshiriladi.

4.8. Magnitotellurik maydon usullari

Yerning tabiiy magnitotellurik maydonini o'rganishga asoslangan. Quyoshning korpuskulyar nurlanishi ta'sirida ionosfera va magnitosferada paydo bo'ladigan tok tizimlari Yerning o'tkazuvchan qatlamlarida uyurma (vixrevie) toklar hosil qiladi. Bunday hosil bo'lgan maydonning elektr va magnit tashkil etuvchilari Yer yuzida o'lchanib, yozib olinadi.

Vertikal yo'nalishda tarqaluvchi elektromagnit to'lqin maydoni har qanday nuqtada ikkita o'zaro perpendikulyar

kattalikka (E_x va N_u) ega bo'ladi. Ularning nisbati $\vec{Z} = E_x / H_y$ kesim impedansi deyiladi (to'lqinli qarshilik) va muhitning elektromagnit xususiyatlari va maydon chastotasiga bog'liq. Yer yuzida o'lchangan kirish impedansi $Z(0)$ bir jinsli muhitda uning solishtirma qarshiligi bilan quyidagi ifoda bilan bog'liq:

$$\rho = 2T[Z(0)]^2$$

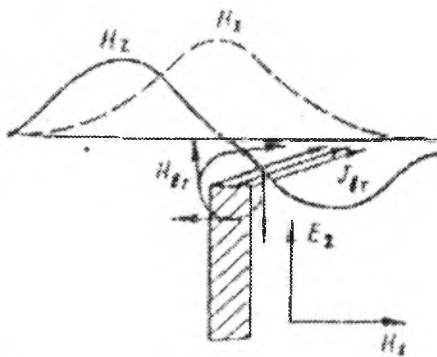
Bunda T-to'lqin davri, sekunda. Ko'p jinsli muhitda ρ geoelektrik kesimni murakkab funksiyasi bo'lib, to'g'ri vazifa yechilayotganda aniqlanadi va geologik asosni, gorizontalar yotuvchi qatlamlarni qalinligi va qarshiligiga bog'liq.

Magnitotellurik zondirlash (MTZ) $Z(0)$ yoki ρ_T ning maydon chastotasiga bog'liqligini o'rganishga asoslangan (chunki maydon chastotasi qanchalik kichik bo'lsa uning kirib borish chuqurligi shuncha katta). O'lchash natijalari biologarifmik blankda chizilgan $\rho_T = f\sqrt{T}$ grafiklari (MTZ grafiklari) ko'rinishida bo'ladi. Kesimni parametrlari paletkalar yordamida aniqlanadi.

Tellurik toklar usuli (TT) yoki tabiiy o'zgaruvchan elektromagnit maydoni usuli geologik kesimda vertikal joylashgan jinslarni xaritalash uchun qo'llaniladi va momoqaldir (chaqmoq) vaqtida hosil bo'ladigan elektromagnit maydonlarini o'rganadi. Bunda o'zgaruvchan magnit maydonining gorizontalar tashkil etuvchisi va magnit maydonining og'ish burchaklari o'lchanadi. O'lchovchi sifatida ikkita o'zaro perpendikulyar qabul halqalaridan foydalaniladi.

Xaritalash – izlash ishlari amaliyotida maydonni elektr tashkil etuvchisi yerga ulangan qabul elektrodleri yordamida IKS apparaturasida o'lchanadi (maydonning 22,5 Gts chastotada o'zgarishi o'rganiladi). O'lchash natijalari asosida tuzilar grafiklar tektonik zonalar, daykalar, tog' jinslari chegaralari, o'tkazuvchan ma'danlarni ajratish imkonini beradi.

(to'siq)vazifasini bajaradi. Shuning uchun generator va qabul qiluvchining quduqlardagi (yoki shaxtalardagi) o'zaro joylashish o'rnini o'zgartirib, obyektни elektromagnit soyasiga asosan belgilab topiladi.



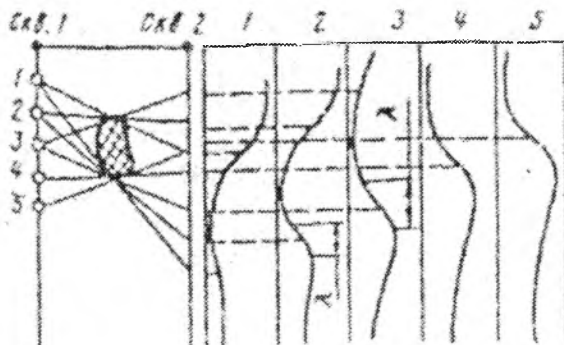
4.15-rasm. O'tkazuvchan vertikal qatlam uzoqdagi radiostansiya maydonida

Bu quduqlar va shaxtalar radioyoritish usulining asosidir. Uslubiy jihatdan uzatkich va qabul qiluvchini quduqlar (yoki shaxtalar) bo'yicha barobar harakatlantirish mumkin yoki uzatkichni bir joyda qoldirib qabul qiluvchi harakatlantiriladi, keyin uzatkich joyi o'zgartirilib, o'lchash qaytariladi. Olingan natijalar grafiklar va nurlar diagrammalarini talqin qilishda (4.16-rasm), soyaga qarab obyektning joyi va tuzilishini aniqlashda ishlatiladi.

Radioto'lqinli zondirlash injener-geologik, gidrogeologik xaritalashda, doimiy muzliklarni o'rganishda qo'llaniladi va radioto'lqinli interenferentsion zondirlash (RVZ), radiolokatsiyani impuls usuli (IMR) da o'tkaziladi.

RVZ to'g'ri va qaytuvchi (sinuvchi) radioto'lqinlarni interferentsion hodisasini o'rganishga asoslangan. Qaytuvchi to'lqin $\gamma, \omega, \varepsilon$ qiymatlari turlicha bo'lgan gorizontlarda hosil bo'ladi. O'lchash chastotalari 0,5 dan 20mGts gacha, o'rganish chuqurligi – bir necha o'n metr. To'lqin hosil qiluvchi manba – ixcham radiostansiyaning gorizontal antennasi bo'lib, o'lchash

ishlari har xil chastotada qabul antennasi yordamida generator va qabul antennalari orasidagi masofani 1–2 marta o'zgartirib amalga oshiriladi.



4.16 -rasm. Radioto'lqinli yoritish (soya usuli) bilan ma'danli jismni quduqlar orasidagi joyini aniqlash: 1–5- generator va qabul qiluvchi har xil joylashganda maydon grafiklari

Interferentsion holatni aniqlab (maydon kuchlanishining chastotaga bog'liqligi grafigin tuzib) va maxsus formulalar yordamida uning xususiyatlarini o'rganib chiqib, qaytaruvchi chegaralarni chuqurligini aniqlash mumkin.

IMR da oddiy radiolokatsiya holati qo'llaniladi: asosiy va qaytgan to'lqinlar orasidagi vaqt t va radioto'lqinlar tarqalish tezligi b bo'yicha to'lqin qaytaruvchi chegara chuqurligi (aks-chuqurlik) ni aniqlash mumkin $h=bt/2$.

Ikkala uslub kesimni yuqori qismi katta qarshilikka ega bo'lgan sharoitlarda gidrogeologiya va glatsiologiya vazifalarini yechishda qo'llaniladi.

4.10. Fizik-kimyoviy elektr maydon usullari

Bu guruhga tabiiy elektr maydon usuli (TM), undalgan qutblanish usuli (UQ), qutblanish grafiklari kontakti uslubi – QGKU (KSPK-kontaktniy sposob polyarizatsionnix krivix), metalni qisman chiqarib olish usuli – MQCH (CHIM-chastichnoe izvlechenie metallov) kiradi.

Tabiiy elektr maydoni usuli (TM) tabiiy o'zgaras elektr maydonini o'rganishga asoslangan. Bunday maydonni hosil bo'lishi sabablari: oksidlanish-qaytarilish, diffuzion-adsorbtсион jarayonlar va yer osti suvlarining filtratsiyasi (harakati). Dala ishlari maydon bo'yicha yoki alohida profillar bo'yicha olib boriladi. O'lchash ishlari ikki uslubda o'tkaziladi: potensial uslubi, bunda qo'zg'almas o'lchash elektrodi bilan boshqa hamma nuqtalar orasidagi potentsiallar farqi ΔU o'lchanadi, potensial gradienti uslubi, bunda ikkala o'lchash elektrodleri orasidagi masofa o'zgarmay profil yoki maydon bo'yicha ko'chirib ular orasidagi potentsiallar farqi ΔU o'lchanadi.

Ish o'tkazishda qutblanmaydigan elektrodlerden foydalaniladi. Ulardan eng oddiysi quyidagicha tuzilishga ega: g'ovak idish (keramikadan tayyorlangan) mis kuporosi eritmasi bilan to'ldiriladi va unga mis sterjeni tushiriladi. Bunday elektrod yerga 10–20 sm ga o'rnatiladi, sterjenga o'lchash asbobi ulanadi.

O'lchash natijalarini qayta ishlashda nol nuqtaga nisbatan har bir nuqtadagi potensial hisoblanib ΔU_{TM} grafiklari va izochiziqlar xaritasi tuziladi. Ma'lumotlar talqini asosan sifat jihatdan bo'lib, potensial qiymati yuqori bo'lgan zona va uchastkalar aniqlanadi.

Undalgan qutblanish usuli (UQ) elektrorazvedkaning eng keng qo'llaniladigan usullaridan bo'lib, yuqori qutblanishga ega bo'lgan elektron o'tkazuvchanli minerallarga (mis va temir sulfidlari, magnit, grafit va shunga o'xshash) ega bo'lgan obyektlarni qidirish va razvedka qilishda yaxshi natijalar beradi.

Undalgan qutblanish usulining mazmuni shundaki, o'rganilayotgan muhitga o'zgaras yoki past chastotali o'zgaruvchan tok yuborib, muhitning tok o'chirilgandan keyingi qutblanish xususiyatlarini o'rganishdir. Tok o'chirilgandan so'ng MN o'lchash elektrodlerida aniqlangan potentsiallar ayirmasi (ΔU_{UQ}) ning AV da tok oqayotgan vaqtda o'lchangan potentsiallar ayirmasi (ΔU_{to}) ga nisbati tuyulma qutblanish $\eta_t = \frac{\Delta U_{UQ}}{U_{to}} \cdot 100\%$

Usulning nazariy asoslari va talqin uslublari to'g'ri tuzilishdagi jismlar (shar, silindr va b.) uchun sun'iy qutblanish maydoni haqidagi vazifalarni yechimini qo'llashga tayangan.

Undalgan qutblanish usulida ishlash uchun qarshilik usullarining har qanday qurilmasini qo'llash mumkin. Odatda qutblanishni profil bo'yicha o'rganishda o'rta gradient qurilmasi (ba'zan murakkab qurilma) ishlatiladi, vertikal zondirlash uchun esa to'rt elektrodli simmetrik qurilmadan foydalaniladi. Ish vaqtida ikkita kattalik (ρ_t va η_t) aniqlanadi va ikkita grafik tuziladi. Undalgan qutblanish usuli qurilmalarining qarshilik qurilmalaridan ustunligi shundaki, qabul tarmog'i MN da qutblanmaydigan elektrodlar ishlatiladi. Usul natijalarini talqin qilishda yuqori qutblanishga ega bo'lgan uchastkalar ajratiladi, ma'danli jismlarni o'lchamlari, yotish chuqurliklari baholanadi, buning uchun grafiklarni tuzilishi va o'zgarish nuqtalaridan foydalaniladi, undan tashqari amaliy grafiklar nazariy grafiklar bilan taqqoslanadi. Jumladan, to'g'ri tuzilishdagi jismni o'rtasigacha bo'lgan chuqurlikni $h=0,4d$ ifodadan aniqlash mumkin; bunda d-grafikdagi η_k ning minimumlari orasidagi masofa yoki η_k anomaliyasi maksimal amplitudasining 0,5 qismida anomaliya kengligi q bo'yicha topish mumkin $h=1/2 q$.

Hozirgi vaqtda undalgan qutblanish usuli o'zgaruvchan tokda ham o'tkazilmoqda. Bunday o'lchashlarga qutblanishning ta'minlovchi tokni o'tish vaqtiga va chastotasiga bog'liqligi asos qilib olingan. Undalgan qutblanish hosil qilish uchun kichik vaqt tok o'tkazish yetarli. Tok o'tkazish vaqti ko'paysa (ya'ni chastota kamaysa) qutblanish o'sadi va tezda (2–5 minutda) maksimal qiymatga ega bo'ladi. 20–30 Gts chastotalarda undalgan qutblanish paydo bo'lmaydi, shuning uchun undalgan qutblanishni ω_1, ω_2 chastotalarda o'lchab, ρ_T ni aniqlab η_t ni hisoblash mumkin:

$$\eta_t = \left\{ \left[\rho_T(\omega_1) - \rho_T(\omega_2) \right] / \rho_T(\omega_2) \right\} \cdot 100 \%$$

O'zgaruvchan tokdagi undalgan qutblanish qurilmalari va natijalarni talqin qilish o'zgarmas tokdagi undalgan qutblanishdan hech qanday farq qilmaydi.

Polyarizatsiya grafiklarining kontakt uslubi (kontaktniy sposob polyaritsatsionnax krivix–KSPK) ning asosi: elektron o'tkazuvchan minerallar bilan tog' jinslaridagi namlik chegarasida

elektrokimyoviy reaksiyalarni keltirib chiqarish va reaksiyalarning o'tkazilayotgan tok o'zgarishiga bog'liqligini o'rganishdir. Bo'lib o'tayotgan jarayonlar polyarizatsiya grafiklari shaklida qayd qilinadi.

Bu grafiklar ma'danli jism bilan atrof-muhit chegarasida o'tkazilayotgan tok kuchining (I) chegaradagi potentsiallar farqiga (ΔU) grafik bog'liqligini ko'rsatadi. Bunda tokli elektrodlardan biri ma'danli obyektga (yer yuzida, skvajinada, shaxtada) o'rnatiladi, ikkinchisi atrof-dagi jinslarga joylashtiriladi, va o'tkazilayotgan tok kuchi o'zgartiriladi. Chegaradagi potentsiallar farqi ΔU qabul elektrodlarida o'lchanadi (ulardan biri ma'danga, ikkinchisi atrof-muhitga o'rnatiladi).

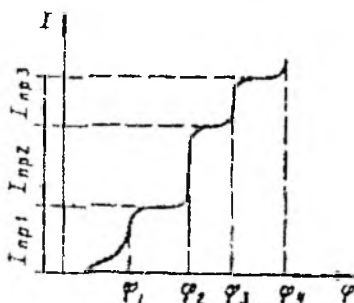
Elektr toki ta'sirida mineral – namlik chegarasida oksidlanish (anod) va qaytarilish (katod) jarayonlari bo'lib o'tadi. Tok o'tayotgan vaqtda minerallar parchalanadi, potentsiallar farqi oshadi, tok esa o'zgarmas qoladi-polyarizatsiya grafigida zina hosil bo'ladi, uning abtsissasi ($U_1, U_2, U_3 \dots$) (gorizontal o'q bo'yicha qiymati) reaksiyalar potentsialini bildiradi. (4.17-rasm.). Gorizontal zinalar ordinata balandligi tok qiymatlariga to'g'ri keladi (bir mineralda reaksiya tugab, ikkinchisida boshlanishi). Ular orasidagi farq reaksiyaning chekli toki Jchek deyiladi. Potentsiallar farqining kattaligi mineral turini, Jchek tok esa reaksiyada ishtirok etayotgan modda massasini bildiradi, va shu bilan ma'danni mineral tarkibi haqida ma'lumot hosil bo'ladi.

Reaksiya potentsialining qiymatiga qarab ma'dandagi mineral aniqlanadi va etalon bilan taqqoslanadi. Reaksiya potentsiali qiymati o'zgarmas va mineral turi va atrof-muhitga bog'liq emas. Ma'danli jism massasi quyidagi formulada hisoblanadi:

$$S = J_{\text{chek}} \cdot k/s$$

bunda S -mineral yuzasi, J - tok kuchi, k -empirik koeffitsiyent (turli minerallar uchun belgilangan).

Dala ishlari uchta avtomobilga o'rnatilgan maxsus stansiya KSPK-1 yordamida o'tkaziladi. Bu usul ma'danlarni mineral tarkibini, o'lchamlarini aniqlash va tarkibidagi foydali qazilma qiymatini baholashda qo'llaniladi.



4.17-rasm. Ideal polarizatsion grafik

Metallarni qisman chiqarish usuli (MQCH) ba'zi minerallarning o'zgarimas tok ta'sirida erish qobiliyatiga, erigan metalning u yoki bu ta'minlovchi elektrod tomonga harakatlanib, u yerda to'planishiga asoslangan. Ishlar maxsus CHIM-10 stansiyasida o'tkaziladi. Uning tarkibiga kimyoviy laboratoriya, apparatura guruhi va elektrostansiya kiradi. Elektrod-element tutuvchilar sistemasi ishlatiladi. To'plangan elementlar kimyoviy laboratoriyada analiz qilinadi, natijalar asosida elektrokimyoviy godograflar tuziladi. Bu bir jinsli muhit uchun to'g'ri chiziq, ma'danli mineral bo'lsa bu to'g'ri chiziqqa qo'shimcha og'ma chiziq qo'shiladi (abtsissa o'qiga boshqa burchak ostida).

Kuzatish natijalari asosida profillar bo'yicha grafiklar tuziladi, ularni ordinatasi u yoki bu metallni (har xil nuqtalarda bir xil vaqt oralig'ida to'plangan metalni) massasi bo'lib, grafikdagi maksimumlar ma'danlarni yer yuziga yaqinlashishini ko'rsatadi.

Bu usul (CHIM) qidirish-baholash va razvedkalash ishlariga va ma'danlarni yotishi va chuqurligini nazorat qilishga mo'ljallangan.

5. RADIOMETRIYA VA YADRO GEOFIZIKASI

Yadro geofizikasi radioaktiv ma'danlarni qidiruvi va razvedkasini fizik usullari (ularni tabiiy radioaktivligi bo'yicha – radiometriya) bilan tog' jinslarini elementlar bo'yicha tahlili, ya'ni undalgan radioaktivlikni o'rganish usullari (yadro-fizik usullar) ni birlashtiradi. U geofizika va geoximiya oralig'ida bo'lib, kuzatuvlarni mazmuni, metodikasi va texnikasi bo'yicha geofizik usullarga kiradi (ba'zi geokimyoviy vazifalarni echsa ham). Yadro geofizikasi "yaqin – ta'sirli"gi bilan farqlanadi, ya'ni o'rganish chuqurligi kamligi bilan, chunki yadro nurlanishlar atrofda jinslar va havoda tez yutilib ketadi. Shunga qaramay radioaktiv yemirilish mahsulotlari harakatlanishga qodir (migratsiya), jinslar va ma'danlar atrofida gazli, suvli va mexanik sochmalar hosil qiladi, ular bo'yicha tub jinslarni radioaktivligi haqida fikr yuritish mumkin.

Radiometriyaning asosiy usullari gamma – syomka (GS), unda gamma – nurlanishni jadalligi o'rganiladi, va emanatsion – syomka (ES), unda tuproqdagi havoda tabiiy alfa – nurlanish bo'yicha undagi radonni-radioaktiv gazni konsentratsiyasi aniqlanadi.

Gamma – usullar (GU) uran, radiy, toriy va boshqa elementlarni radioaktiv ma'danlarinigina emas, balki ular bilan paragenetik yoki fazoviy bog'liq bo'lgan noradioaktiv foydali qazilmalarni (redkozemel, metal, fosfat va b.) ham qidiruvi va razvedkasi uchun xizmat qiladi. Ular yordamida tog' jinslarini absolyut yoshini aniqlash mumkin. Gamma – va emanatsion syomkani litologik va tektonik xaritalashda va boshqa vazifalarni yechishda ham ishlatadilar. Radiometriyaga shartli ravishda geokosmik usulni ham kiritish mumkin, u kosmik nurlanishlarni yer ostida o'lchashga asoslangan (KNEOO').

Sun'iy radioaktivlik tog' jinslari va muhitni gamma – kvantlar yoki neytronlar bilan nurlantirilganda hosil bo'ladi. Hosil qilingan maydonni u yoki bu tavsiflarini o'lchab, tog' jinslarini gamma – yoki neytron xususiyatlari haqida fikrlash mumkin. Tog' jinslarini kimyoviy tarkibi va fizik xususiyatlarini aniqlashni ko'plab sun'iy yadro – fizik usullari mavjud, ular neytronlarni

ishlatishga (neytron – neytron, neytron – gamma va b.) yoki gamma – nurlanishni ishlatishga (gamma – gamma, gamma – neytron, rentgen-radiometrik va b.) asoslangan.

Yadro – geofizik usullar aerokosmik, dala, yer osti, laboratoriya usullariga bo‘linadi, ammo eng ko‘p qo‘llaniladiganlari skvajinalardagi yadro usullaridir.

5.1. Yadro geofizikasining fiziko-kimyoviy va geologik asoslari. Radioaktivlik haqida umumiy ma’lumotlar

Tabiiy radioaktivlik, ya’ni atom yadrolarining o‘z – o‘zidan yemirilib, boshqa elementlarni yadrolariga aylanishi bo‘lib, u alfa – nurlar, beta – zarralar, gamma – kvantlar chiqarilishi va boshqa jarayonlar bilan bo‘lib o‘tadi. Har xil elementlarni 230 dan ortiq radioaktiv izotoplari ma’lum, ular radioaktiv nuklidlar yoki radionuklidlar deb ataladi. Mendelev jadvalida tartib raqami 82 dan katta bo‘lgan og‘ir elementlarni radioaktivligi bir elementni ikkinchisiga ketma – ket aylanishiga va turg‘un noradioaktiv izotop hosil bo‘lishiga olib keladi. Og‘ir elementlarni asosiy radioaktiv qatorlari yoki oilasi uran – 238, uran – 235, toriy – 232 qatorlaridir. Bu elementlar (ular boshlang‘ich radionuklidlar deyiladi) oila (qator) boshlovchilari bo‘lib, uzoq yashovchilarga kiradi: ularni yarim yemirilishi davri ($T_{0,5}$), ya’ni ulardagi atomlar sonini ikki barobar kamayishiga ketadigan vaqt $4,5 \cdot 10^9$; $7,13 \cdot 10^8$; $1,39 \cdot 10^{10}$ yil tegishli ravishda. Uran qatori tarkibiga shunday nuklidlar kiradiki, jumladan radiy ($T_{0,5}=1620$ -yil) va eng uzoq yashovchi radioaktiv gaz-radon ($T_{0,5}=3,82$ sutka). Uranni yemirilishini oxirgi mahsuloti noradioaktiv qo‘rg‘oshindir (radiogen qo‘rg‘oshin).

Radioaktiv qatorlardan tashqari yakka radionuklidlar ham mavjud, ularda radioaktiv yemirilish o‘zgarishni bitta akti bilan cheklangan. Ular orasida eng ko‘p tarqalgani kaliy – 40 ($T_{0,5}=1,4 \cdot 10^9$ yil). Umuman, yer qobig‘ida quyidagi uchta radioaktiv elementni konsentratsiyalari yuqori: uran ($2,5 \cdot 10^{-4}\%$), toriy ($1,3 \cdot 10^{-3}\%$) va kaliy-40 (2,5%). Shuning uchun radiometriyada faqat shu elementlar o‘rganiladi. Ular tog‘ jinslarida sochma holda, izomorf va mustaqil mineral ko‘rinishda joylashgan.

Radioaktiv yemirilish bitta izotopni ikkinchisiga aylanish jarayoni sifatida atom yadrosini tashqi sharoitlarga bog'liq bo'lmagan ichki holatidan kelib chiqadi. Radioaktiv yemirilishni quyidagi parametrlar tavsiflaydi:

1. Yarim yemirilish davri, u har xil elementlarda juda keng oraliqda o'zgaradi -10^{-4} sek. dan 10^{10} -yilgacha. $T_{0,5}$ har bir element uchun ma'lum va o'zgaras kattalik va uning diagnostik alomati bo'lib xizmat qilishi mumkin. Yadro fizikasida quyidagi formula ma'lum:

$$N=N_0 \cdot e^{-0,693t/T_{0,5}} \quad (5.1.)$$

U biror radioaktiv elementni atomlarini boshlang'ich soni N_0 bilan (masalan, jinsni paydo bo'lgan daqiqasida) shu elementni t vaqt o'tgandan so'ng (masalan, hozirgi vaqtda) atomlarni soni N orasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi. Uzoq yashovchi boshlang'ich nuklid (atomlari soni N_M va yarim yemirilish davri $T_{0,5}^M$) va uni mahsuloti (N_D va $T_{0,5}^d$ bilan) orasida radioaktiv tenglik mavjud, u quyidagi tenglamada ifodalanadi:

$$N_M \cdot T_{0,5}^d = N_D \cdot T_{0,5}^M \quad (5.2.)$$

U (5.1) nisbatdan olingan va biror parametrini aniqlashga imkon beradi, agar uchasi ma'lum bo'lsa.

Tabiiy nurlanishlar tarkibi – alfa, beta va gamma-nurlanishlar. Alfa nurlanish musbat zaryadlangan zarralar (geliy atomi yadrolari) oqimi bo'lib, energiyasiga havodagi 10sm li, jinslardagi millimetрни bir qismi yo'lida atrof-muhitni ionizatsiyasi va qizitilishiga sarflanadi, shuning uchun ularni o'tish qobiliyati juda kam. Beta – nurlanish elektronlar va pozitronlar oqimi bo'lib, ularni energiyasi atrof-muhitni atomlarini ionizatsiyasi va hayajonlantirilishiga sarflanadi, natijada ular sochiladi (bu ularni jadalligini susaytiradi) va yutiladi (o'z energiyasini yo'qotadi), uni yo'l uzunligi alfa – nurlanishnikidan 100-marta katta. Gamma – kvantlar juda yuqori chastotali ($\varphi > 10^{18}$ Gts) elektromagnit nurlanishlar oqimidir. Ular ham atrof-muhitda sochilib yutilsa ham, elektr neytral bo'lganligi uchun juda yuqori o'tish qobiliyatiga ega (havoda yuzlab metr va jinslarda bir metrgacha).

Radioaktiv yemirilishda asosiy nurlanishlardan tashqari ba'zi yadrolarni o'z atomlari elektronlarini yutib olish ham kuzatiladi

(K- va L – yutish), bunda yumshoq va rentgen gamma – nurlanish hosil bo‘ladi.

Yadro geofizikasida keng qo‘llaniladigan nurlanishlarga tabiiy hosil qilinadigan neytron – nurlanish kiradi. U yadro reaksiyalarida (masalan, poloniy va berilliy aralashmasida) paydo bo‘ladi yoki boshqariladigan neytron generatorlari, siklotronlari va b. yordamida yaratiladi. Nurlanishlarni hamma turlari ichida neytron nurlanishi eng katta o‘tish qobiliyatiga ega. Shunga qaramay, neytronlar sochilish jarayonida sekinlashadi, keyin muhitda yutiladi, Ya’ni atom yadrolariga yutiladi, vaqti mikrosekunddan millisekundgacha, o‘z navbatida, yutilish gamma – kvantlarni ikkilamchi nurlanishi bilan o‘tadi.

Gamma – nurlanish dozasining miqdori, konsentratsiyasi va quvvati. Uzoq yashovchi elementlarni (U,Th, K^{40}) tog‘ jinslaridagi miqdori va konsentratsiyasi ularni massasi va foiz miqdori (yoki uranni ekvivalent miqdori) bilan aniqlanadi. Radionuklidlarni radioaktivligini absolyut birligi SI sistemasida bekkerel ($1Bk=1yemirilish/sek.$). Ba’zan sistemadan tashqari birlik ishlatiladi – g-ekv.Ra (gamma- nurlanishi 1 g Ra ni nurlanishiga ekvivalent bo‘lgan modda miqdori). Solishtirma radioaktivlikni birligi SI da bekkerelni birlik massa yoki birlik hajmga nisbatidir. Nurlanishni ekspozitsion dozasini birligi SI da kulonni kilogrammga nisbati (Kl/kg) va sistemadan tashqari – rentgen ($1R=2,58 \cdot 10^{-4} Kl/kg$). Doza quvvati, Ya’ni bir birlik vaqtdagi nurlanish, radiometriyada ampyerni kilogrammga nisbati (A/kg), soatiga mikrorentgen ($mkR/soat$) da ifodalanadi.

Nurlanish energiyasi zarralarni boshlang‘ich kinetik energiyasi va million elektron – voltda (MeV) o‘lchanadi. Alfa -, beta -, gamma – nurlanishlar uchun maksimal qiymatlar 10, 4, 3 MeV tegishli ravishda. Neytronlar energiyasi bo‘yicha sovuq (0,001 eV), issiq (0,025 eV), issiq usti ($>0,025eV$), rezonans (0,5 – 100eV), sekin ($<1keV$), oraliq ($1keV \div 0,5 MeV$), tezkor ($>0,5 MeV$) larga bo‘linadi.

5.2. Radioaktiv nurlanishlarning atrof-muhit bilan

o'zaro ta'siri

Alfa va beta zarrachalar asosan atrof-muhitni ionizatsiyalaydi, ya'ni atomlarni tashqi o'ramasidan elektronlar yulib olib musbat ionlar va erkin elektronlar hosil qiladi.

Modda orqali o'tishda gamma – kvantlar atomlarni elektronlari bilan o'zaro ta'sirga kirib, asosan uchta fizik hodisaga sabab bo'ladi.

A. Fotoelektrik yutilish (fotoeffekt) kam energiyali gamma-kvantlarni (yumshoq gamma – nurlanish, energiyasi 0,5 MeV dan kam) zich modda atomlari bilan o'zaro ta'siri. Natijada atomlardan elektronlar ajratiladi, muhit esa ionizatsiyalanadi. Elektronini yo'qotgan atom hayajonlangan holatda bo'lib qoladi va bo'shab qolgan tashqi o'ramani bitta elektron bilan to'ldirishi mumkin. Bu o'ziga xos (rengen) nurlanishi kvantini chiqarish bilan bo'lib o'tadi. O'tish yo'li uzunligini birlik o'lchamida gamma – kvantlarni yutilishini yutilish koeffitsiyenti μ_F orqali ifodalash mumkin.

B. Yuqori energiyali (>0,5 MeV) gamma – kvantlarni yengil moddalar atomlari bilan kompton o'zaro ta'siri (sochilishi). Natijada gamma – kvant energiyasini bir qismini elektronga uzatadi, o'zining to'g'ri chiziqli tarqalish traektoriyasidan buriladi va noqayishqoq (neuprugoe) sochilish bo'lib o'tadi, energiya yutilishi bilan birgalikda bo'ladi. Uni yutilish koeffitsiyentini μ_k bilan tavsiflash mumkin.

V. Elektron – pozitron juftlar hosil bo'lishi yuqori energiyali (>1 MeV) gamma – kvantlarni atom yadrosi maydoni bilan o'zaro ta'sirida amalga oshadi. Bunda gamma – kvant energiyasini beradi va yutiladi. Bunday yutilishni koeffitsiyenti μ_e .

Gamma – kvantlarni boshqa o'zaro ta'sirlari ham mavjud (fotoneytron effekt, atomlarni bog'langan elektronlaridagi releev sochilishi va b.). Umuman, tarkibida yengil va og'ir elementlar bo'lgan jinslarda gamma – kvantlarni yutilishini chiziqli koeffitsiyenti (hamma effektlar hisobiga) quyidagi formulada aniqlanishi mumkin:

$$\mu_V = \mu_f + \mu_k + \mu_e \quad (5.3)$$

Shunday qilib μ tog' jinslarini gamma – parametri hisoblanadi.

Neytron – nurlanish atrof-muhit elementlarini yadrolari bilan quyidagicha o'zaro ta'sirda bo'ladi.

A. Tezkor neytronlarni noqayishqoq (neuprugoe) sochilishi og'ir elementlarni yadrolarida bo'lib o'tadi va ularni hayajon holatga olib keladi. Yadro asosiy boshlang'ich holatga qaytishida gamma – kvant chiqaradi.

B. Tezkor neytronlarni qayishqoq (uprugoe) sochilishi yengil elementlarni yadrolarida bo'lib o'tadi va bunda neytronni energiyasi yadroga uzatiladi, natijada ularni sekinlashishiga olib keladi, muhitni massa soni qanchalik kam bo'lsa sekinlashish shuncha yuqori bo'ladi. Issiqlik energiyasigacha sekinlashgan neytronlarni yadrolar yutib oladi, ya'ni neytronlarni radiatsion yutilishi bo'lib o'tadi. Yutilish jarayoni gamma – kvant chiqarilishi bilan birga o'tadi.

Shunday qilib, neytronlar tog' jinslarida yadrolar bilan o'zaro ta'siri natijasida sekinlashadi. Bu sekinlashishni kuchsizlanish koeffitsiyenti μ_k bilan tavsiflash mumkin. Neytronlarni energiyasi issiqlik darajasigacha kamayganda ular yadrolarda yutiladi, gamma – nurlanish hosil bo'ladi, ya'ni undalgan radioaktivlik kelib chiqadi. Issiqlik neytronlarini va ikkilamchi gamma – nurlanishni natijaviy soni neytronlarni boshlang'ich energiyasiga, tog' jinslarini neytron xususiyatlariga va minbagacha masofaga bog'liq.

5.3. Tog' jinslari va ma'danlarni radioaktivligi

Tog' jinslari va ma'danlarni radioaktivligi ulardagi uran, toriy, hamda kaliy – 40 qatorlarini tabiiy radioaktiv elementlarini konsentratsiyasiga bog'liq. Jins hosil qiluvchi elementlar radioaktivlik (radiologik xususiyatlar) bo'yicha to'rtta guruhga bo'linadi:

1. Eng yuqori radioaktivlikga uran minerallari (boshlang'ich – uranit, nasturan, ikkilamchi-karbonatlar, fosfatlar, uranil sulfatlari va b.), toriy minerallari (torianit, torit, monatsit va b.), hamda uran, toriy va b. ni sochma holatdagi elementlariga ega.

2. Yuqori radioaktivlik keng tarqalgan, tarkibida kaliy – 40 bo'lgan, minerallar (dala shpati, kaliy tuzlari)ga tegishli.

3. O'rtacha radioaktivlik bilan magnetit, limonit minerallari, sulfidlar va b. farqlanadi.

4. Past radioaktivlikga kaltsit, kvarts, gips, toshtuz va boshqalar ega.

Bu tasnifda qo'shni guruh radioaktivligi taxminan o'n barobarga farq qiladi.

Tog' jinslarini radiativligi, avvalo, jins hosil qiluvchi mineralni radioaktivligiga bog'liq. Minerallarni sifatii va miqdoriy tarkibi, hosil bo'lish sharoitlari, yoshi va metamorfizm darajasiga bog'liq ravishda ularni radioaktivligi keng oraliqda o'zgaradi. Jinslar va ma'danlarni radioaktivligi uranni ekvivalent foiz miqdori bo'yicha quyidagi guruhlariga ajratish qabul qilingan: a) radioaktiv bo'lmagan jinslar ($U < 10^{-9}\%$); b) o'rtacha radioaktivlikdagi jinslar ($U < 10^{-6}\%$); v) yuqori radioaktivlikdagi jinslar va kamsuqum ma'danlar ($U < 10^{-3}\%$); g) kambag'al radioaktiv ma'danlar ($U < 10^{-2}\%$); d) qatorli va boy radioaktiv ma'danlar ($U > 0,1\%$).

Amalda radioaktiv bo'lmaganlarga cho'kindi jinslar (angidrit, gips, toshtuz, oxaktosh, dolomit, kvartslı qum va b.), hamda ultra asosli, asosli va o'rta jinslar kiradi. O'rtacha radioaktivlikga nordon otqindi jinslar, cho'kindilardan – qumtosh, gil va ayniqsa yupqa dispers dengiz ili (suvda erigan radioaktiv elementlarni adsorbtsiyalash – yig'ish qobiliyatiga ega) kiradi. Radioaktiv ma'danlar (kamsuqumdan boygacha) endogen va ekzogen kelib chiqishdagi uranli yoki uran-toriyli konlarda uchraydi. Ular ni radioaktivligi keng oraliqda o'zgaradi va uran, toriy, radiy va boshqa elementlarni miqdoriga bog'liq.

Tog' jinslarini radioaktivligi bilan tabiiy suvlar va gazlarni radioaktivligi bog'liq. Umuman gidrosferada va atmosferada radioaktiv elementlar miqdori juda kam. Yer osti suvlari har xil radioaktivlikga ega bo'lishi mumkin.

U radioaktiv konlarni yer osti suvlarida va suvlarni sulfidbaryli va xlorid-kalsiyli turlarida ayniqsa baland. Tuproqdagi havoni radioaktivligi radon, toron, aktinon kabi radioaktiv gazlarni emanatsiyasi miqdoriga bog'liq. Uni jinslarni emanirlanish koeffitsiyentida (S_e) ifodalash qabul qilingan. Bu koeffitsiyent jinsga ajralgan emanatsiyalar miqdorini – asosan

radonni, eng katta $T_{0,5}$ bilan – emanatsiyalarni umumiy miqdoriga nisbati ko'rsatadi. Yaxlit jinslarda $S_e=5 - 10\%$, bo'shoq darzlangan jinslarda $S_e=40 - 50\%$.

Radioaktiv elementlarni umumiy konsentratsiyasidan tashqari radioaktivlikni zaruriy tavsifi nurlanishni energetik spektri yoki energiyani tarqalish oraliq'idir. Yuqorida aytilganidek, har bir radioaktiv elementni alfa, beta va gamma nurlanishini energiyasi o'zgaras yoki ma'lum spektrda joylashgan.

Jumladan, eng qattiq va o'tuvchan gamma – nurlanish bo'yicha har bir radioaktiv element ma'lum energetik spektr bilan tavsiflanadi. Masalan, uran-radiyli qator uchun gamma – nurlanishni maksimal energiyasi 1,76 MeV dan oshmaydi, umumiy spektr esa 0,65 MeV, toriy qatori uchun esa shu kattaliklar 2,62 va 1,0 MeV ni tashkil etadi. Kaliy – 40 ni gamma – nurlanishini energiyasi o'zgaras (1,46 MeV). Shunday qilib, gamma – nurlanishni umumiy jadalligi bo'yicha radioaktiv elementlarni mavjudligi va konsentratsiyasini baholash mumkin, nurlanishlarni spektral tafsifini (energetik spektrini) tahlil qilib uran, toriy yoki kaliy – 40 ni konsentratsiyasini aniqlash mumkin.

Tog' jinslarini yadro – fizik xususiyatlari

Tog' jinslarini yadro-fizik (gamma – va neytron) xususiyatlari ularni har xil energiyali gamma-kvant yoki neytronlarni turlicha sochish, sekinlashtirish va yutish qobiliyatidir. Bu xususiyatlar yuqorida aytilgan fizik hodisalardan kelib chiqadi, ular gamma-kvantlarni atomlarni elektronlari va yadrolari bilan o'zaro ta'siri (fotoelektrik yutilish, kompton o'zaro ta'siri, elektron – pozitron juftlarni hosil bo'lishi va b.) yoki neytronlarni atom yadrolari bilan (noqayishqoq va qayishqoq sochilish va yutilish, bunda issiqlik neytronlarini atom yadrolari bilan yutilishi va ikkilamchi gamma-nurlanish). U yoki bu o'zaro ta'sirni ehtimoli gamma- kvant yoki neytronni energiyasiga, manbadan nurlantirilayotgan tog' jinsigacha bo'lgan masofaga va uning yadro-fizik xususiyatlariga bog'liq.

Bu xususiyatlardan asosiylari gamma-kvantlar va neytronlarni o'rganilayotgan tog' jinsini alohida yoki hamma atomlari bilan o'zaro ta'sirini mikro yoki mikroskopik kesimlaridir.

Umumiy (to'liq) mikroskopik kesim birlik hajmdagi va qalinlikdagi tog' jinsi qatlamini gamma-nurlanishdagi son jixatdan susaytirish (yutish)ni to'liq chiziqli koeffitsiyentiga teng. Gamma- kvantlarni tor to'plami uchun uni quyidagi tenglamalar yordamida aniqlanadi:

$$\mu_j = \sum_{i=1}^k \sigma_{ji} N_i, I_j = I_{j0} \cdot e, \quad (5.4)$$

bunda, σ_{ji} - i - kimyoviy element atomini gamma-kvant bilan o'zaro ta'sirini mikroskopik kesimi, bu elementni atomlarini umumiy soni N_i , elementlar soni - k ; I_j, I_{j0} - gamma - nurlanish jadalligi L qalinlikdagi yutuvchi qatlamni oxirida va boshlanishida. Amaliyotda susaytirishni effektiv (samarali) koeffitsiyenti gamma - nurlanishni effektiv jadalligi tajribada olingan qiymati bo'yicha aniqlanadi:

$$I_{jef} = I \cdot l^{-\mu_{jef} L} \quad (5.5)$$

O'zaro ta'sirni mikroskopik kesimi yoki susaytirishni effektiv chiziqli koeffitsiyenti tog' jinsini kimyoviy elementlarini Mendeleev davriy sistemasidagi tartib raqami va massasiga, hamda tog' jinsini zichligiga σ bog'liq. Tog' jinslarini kimyoviy tarkibi va zichligini jadalligi bo'yicha, sochma gamma - nurlanishni o'rganish usullari shu xususiyatlarni o'zgarishiga asoslangan ($I_{jj} = I_{j0}$). Birlik hajmdagi tog' jinsini umumiy (to'liq) neytron mikroskopik kesimi μ_n uni tashkil etadigan hamma kimyoviy elementlarni mikroskopik kesimlari σ_{ni} bilan aniqlanadi $i = 1$ dan $i = R$ gacha i - elementni atomlar soni N_i Nurlantirish neytronlarini tor to'plami uchun bu parametrlarni bog'lanishi formulasi quyidagi ko'rinishga ega :

$$\mu_n = \sum_{i=1}^R \sigma_{ni} N_i, I_n = I_{n0} l^{-\mu_n L} \quad (5.6)$$

bunda, I_n, I_{n0} - neytronlarni zichligi (jadalligi) L qalinlikdagi qatlamni oxiri va boshida. Yadroni neytron mikroskopik kesimi σ_{ni} uning effektiv maydoniga teng, u odatda uni geometrik kesimidan katta. Neytron kesimni maydon birligida o'lchaydilar

(10^{-28}m^2). Eng katta neytron kesimiga redkozemel elementlar ega, masalan, gadolinii uchun $\sigma_{ni}=46\cdot 10^{-25}\text{m}^2$, kadmiy ($2,25\cdot 10^{-25}\text{m}^2$), bor ($0,769\cdot 10^{-25}\text{m}^2$)

simob ($0,38\cdot 10^{-25}\text{m}^2$) va b. Ko'pchilik elementlarda yadroni mikroskopik kesimi ($0,1\div 100$) $\cdot 10^{-25}\text{m}^2$ oralig'ida o'zgaradi.

Amalda μ_n koeffitsiyent effektiv koeffitsiyent bo'lib, tog' jinslarini neytronlar bilan nurlantirilganda ularni sekinlashtirish va yutish xususiyatlarini μ_{ef} ko'rsatadi. μ_{ef} ga teskari kattalik L_n ni neytronlarni to'liq o'tish yo'li deb ataydilar. U sekinlashtirish uzunligi va diffuziya uzunligini o'z ichiga oladi.

Neytronlarni sekinlashtirishni o'rtacha uzunligi L_z yadrolarning neytronlari sochish qobiliyatidan aniqlanadi va neytronlar energiyasining boshlang'ich qiymatdan (tezkor neytronlarda energiya 0,5 MeV dan ortiq) issiqlik darajadagi energiyagacha (0,025eV) kamayishigacha masofaga teng. Eng kam sekinlashtirish uzunligi ($L_z<10\text{sm}$) berilliy, uglerod, temir va vodorodli minerallarga va uglerodli jinslarga (suv, neft va gazga to'lgan) tegishli. Boshqa jinslarda, ayniqsa og'ir kimyoviy elementlarga egalarida L_z bir necha o'n santimetrni tashkil etadi.

Issiqlik energiyasiga kuchsizlangan neytronlar jinslarda diffuziya yo'li bilan aralashib ketadi va oxir – oqibat biror yadroda yutiladi. Yuqorida aytilganidek, yutilish jarayonida ikkilamchi gamma–kvantlar ajralib chiqadi. Tog' jinslarining issiqlik neytronlarini yutish qobiliyati diffuziyaning o'rtacha uzunligi L_d orqali yoki unga proporsional qiymat – issiqlik neytronlarini o'rtacha yashash vaqti τ_m orqali ifodalanadi. Bu parametrlarni eng kichik qiymatlari ($L_d<5\text{sm}$, $\tau_m<5\text{ mks}$) neytronlarni yutishni yuqori kesimli kimyoviy elementlarga (redkozemel, kadmiy, bor, simob, temir, marganets, xlor va b.) ega bo'lgan ma'danlarga va mineral suvlarga to'yingan boshqoq cho'kindi jinslarga tegishli. Jins hosil qiluvchi minerallarni ko'pchiligi va tog' jinslari uchun L_d 10 dan 30 sm gacha, τ_m esa 10 dan 3000 mks gacha o'zgaradi.

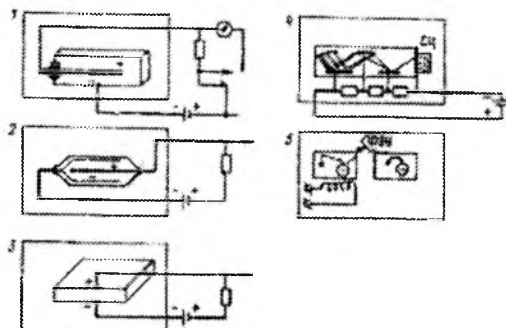
Kimyoviy elementlarni neytron xususiyatlarini o'zgarishiga tog' jinslarini elementlar bo'yicha tahlili va ularni suv neftgaz miqdorini o'rganishni neytron usullari asoslangan. Bu usullar

issiqlik neytronlarini I_{nn} yoki ikkilamchi gamma–nurlanishni I_{ny} zichligini (jadalligini) o‘rganishga suyanadi.

5.4. Yadroviy nurlanishlarni o‘rganish uchun apparatura.

Radioaktivlikni o‘lchash uchun sezuvchan elementlar

Sezuvchan elementlar (detektorlar) yadroviy nurlanishlarni jadalligi va energetik spektrini aniqlash uchun xizmat qiladi, bunda radioaktiv nurlanish energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi. Yadro geofizik tadqiqotlar apparaturasida sezuvchan element sifatida ionizatsion kameralar, Geyger–Myuller schetchiklari, yarim o‘tkazgichli detektorlar, stsintillyatsion schetchiklar, termolyuministsent kristallar ishlatiladi (5.1. – rasm).



5.1.- rasm. Yadro–geofizik kuzatuvlarda qo‘llaniladigan asboblarning sezuvchan elementlar (detektorlar) ning sxemalari.

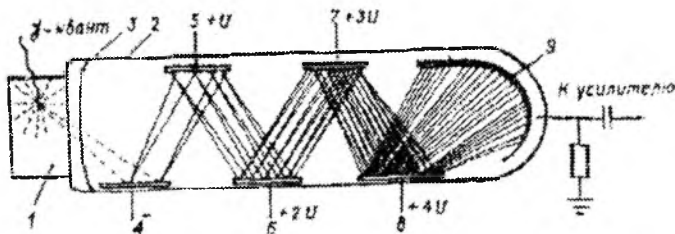
1 – ionizatsion kamera, 2 – Geyger–Myuller schetchigi, 3 – yarim o‘tkazgichli kristall, 4 – stsintillyatsion schetchik, 5 – termolyuministsent kristall, sts – stsintillyator, FEU – fotoelektron umnojitel.

1. Ionizatsion kamerada gaz va ikkita elektrod joylashgan, ularga bir necha yuz volt kuchlanish beriladi. Neytronlarni yutilishi natijasida paydo bo‘ladigan alfa – beta nurlar yoki ikkilamchi zaryadlangan zarralar ta‘sirida gaz ionizatsiyalanadi, erkin elektronlar va ionlar esa elektrodlar tomonga harakatlanadi. Natijada zanjirda tok hosil bo‘ladi. Uni yoki potensiallar ayirmasini o‘lchab, ionizatsiyani hosil qilgan nurlanishni jadalligini aniqlash mumkin.

2. Geyger–Myuller schetchigida (yoki gazorazryad schetchigida) balonda past bosimda inert gaz va yuqori kuchlanish (1000 V gacha) ostida ikkita elektrod joylashgan. Balonni gamma–kvantlar bilan nurlantirilganda ikkilamchi zaryadlangan zarralar (ionlar va elektronlar) hosil bo‘ladi va unda razryadlar tizimi tok impulsleri ko‘rinishida kuzatiladi, ularni o‘lchash mumkin.

3. Yarim o‘tkazgichli detektor – ionizatsion kameraning qattiq tanali analogi. Detektorni nurlantirilganda hosil bo‘ladigan ionlantiruvchi zarralar yarim o‘tkazgichda elektron–teshikli juftlar yaratadi, bular elektr kuchlanish ta’sirida tok paydo bo‘lishiga olib keladi.

4. Stsintillyatsion schetchik stsintillyator yoki lyuminofordan (noorganik yoki organik kristallar, suyuq va gazsimon stsintillyatorlar) tashkil topgan, ular ionizatsiya ta’sirida yorug‘lik nurlarini chiqarish qobiliyatiga ega. Yorug‘lik kvantlari (fotonlar) fotoumnojitelni fotokatodiga tushib undan elektronlar chiqaradi. Ikkilamchi emissiya va bir qator elektrodlar mavjudligi hisobiga (ular katta kuchlanish ostida) fotoumnojitelda elektronlarni ko‘chkisimon kuchayib boruvchi oqimi hosil bo‘ladi. Natijada, anodda fotokatoddan urib chiqarilgan elektronlardan $10^5 \div 10^{10}$ -marta ko‘p elektronlar to‘planadi, zanjirda esa elektr toki hosil bo‘ladi (5.2-rasm).



5.2-rasm. Stintillyatsion detektorni (schyotchikni) sxemasi:

1-lyuminafor (stsintillyator), 2-FEU korpusi, 3-katod,
4–8-diʻodlar, 9-anod (stsintillyator)

5. Termolyuministsent kristall (masalan L i F) ionizatsiya ta’sirida erkin elektronlar yaratish qobiliyatiga ega, bu elektronlar kristallni reshetkasidagi defekt hisobiga to‘planadi va uzoq vaqt

saqlanishi mumkin. Agar bunday kristall fotoluminojitel oldida qizdirilsa, u chiqaradigan yorug'lik avval qabul qilingan nurlanish dozasi ga proporsional.

Yadro – geofizik tadqiqotlar uchun asbobl ar

Umumiy tushuncha. Radiometrik asboblarda sezuvchan elementdan tashqari kuchaytirgichlar, indikatorlar (vizual hisob uchun), registratorlar (avtomatik yozib olish uchun) tabiiy gamma–nurlanish jadalligini I_γ yoki radon emanatsiyasi konsentratsiyasini, yoki sun'iy undalغان nurlanishlarni $I_{\gamma\gamma}, I_{nn}, I_{n\gamma}$ yozib oladi. Nurlanishni energetik spektrini aniqlash uchun asboblarda diskriminatorlar va amplituda analizatorlari o'rnatiladi. Ular yordamida ionizatsiyalovchi nurlanish energiyasini ma'lum diapazoniga mos keluvchi impuls lar ajratiladi. Keyin signallar normalizatorlarga uzatiladi, ular ma'lum amplituda va tuzilishli impuls lar yaratadi, so'ngra o'lchanadi yoki yozib olinadi.

Aero – va avtoradiometrlar. Havodagi va avtomobildagi gamma – syomka uchun har xil aero va avtoradiometrlar ishlatiladi, ular tezkorligi, ya'ni kam inertsiyaligi bilan farqlanadi (MGS–48M2, AGS–71S va b.). Ular stsintillyatsion schetchiklar to'plami, hamda kuchaytiruvchi, yozib oluvchi, tok bilan ta'minlovchi bloklardan tashkil topgan. Stsintillyatsion schetchiklar to'plami radioaktivlikni o'lchashda sezuvchanlikni oshirishga xizmat qiladi. Kuchaytirish– yozib olish bloklarida kuchaytirgichlar, diskriminatorlar, normalizatorlar, yozish qurilmalaridan tashkil topgan kanallar o'rnatilgan. Ular gamma–aktivlikni, nurlanishni har xil spektrlarini aniqlashga mo'ljallangan. Asboblarni tok ta'minoti samolyotni (vertolyotni) bort tarmog'idan yoki avtomobilni akkumulyatoridan amalga oshiriladi.

Dala radiometrlari. Yer usti (piyoda) gamma–syomka uchun har turdagi strelkali indikatorli dala radiometrlari (SRP–68 va b.) ishlatiladi. Undan tashqari, naushniklar yordamida impuls larni ovoqli indikatsiyasini amalga oshirish mumkin. Konstruktsiyasi bo'yicha asbob chiqariladigan zond, boshqarish pulti va quruq anod batareyalari ta'minotidan tashkil topgan.

O'lchash mikroampermetri shkalasi bo'yicha gamma – nurlanishni jadalligini I_γ aniqlash mumkin bo'lishi uchun radiometrlar graduovkalanadi. Shu maqsadda namunaviy radiy nurlantiruvchisi ishlatiladi, u gamma – nurlanishni tor to'plamini yaratish uchun kollimatorga joylashtiriladi.

Radioaktiv nurlanishni energetik spektrini aniqlash uchun dala gamma – spektrometrlari (SP-4 va b.) ishlatiladi. Bu asboblarda stsintillyatsion schetchiklardan tashqari diskriminatorlar bo'lib, ular yordamida har xil energetik darajadagi gamma – nurlarni jadalligi aniqlanadi.

Emanometr. Tuproq osti havosidagi radon konsentratsiyasini o'rganish uchun emanometrlar ishlatiladi. Ishlab chiqarilayotgan emanometr ("Radon" turidagi va b.) alfa – zarralarni stsintillyatsion schetchigi, hamda nasos va zondlar to'plamidan (ular yordamida tuproq osti havosi 1m chuqurlikgacha olinadi) tashkil topgan. Unda radon konsentratsiyasi qanchalik ko'p bo'lsa, schetchik shunchalik ko'p alfa – zarralarni aniqlaydi. Asbob quruq anod batareyalaridan tok ta'minoti oladi. Asbobni shkalasini maxsus etalon yordamida graduovkalanadi, etalon tuproq osti havosidagi radon konsentratsiyasini S_e tavsiflaydi.

5.5. Radiometrik va yadro – fizik usullarni kuzatish metodikasi, qayta ishlash va qo'llanishi

Yadro-geofizik usullar fizik uslublar bilan tog' jinslarini ekspress geokimyoviy analizi vazifalarini yechib, turliligi bilan ajralib turadi va tezkor rivojlanmoqda. Ularni asosiylarini ko'rib chiqamiz.

Razvedkaning radiometrik usullari

Razvedkaning radiometrik usullari (radiometriya)- bu radioaktiv ma'danlarni qidirish va razvedkalash, radiometrik namunalash va boshqa xaritalash-qidirish vazifalarini yechish usullari bo'lib, ma'danlar va tog' jinslarini tabiiy radioaktivligini o'rganishga asoslangan.

tekshiriladi, shundan so'ng ularning geologik tabiati haqida xulosa qilinadi.

Gamma-kvantlar bir necha metrlik qoplama jinslar bilan yutilgani uchun, havo syomkasida qoplamalarni radioaktivligi o'lchanadi, ular elementlarni migratsiyasi va emanatsiya hisobiga o'zlari radioaktiv bo'lib qoladi.

Avtogamma-syomka –tezkor yer usti gamma–syomkasi, u avtomobil harakatlanayotgan vaqtda avtomatik bajariladi. Ishlar avtogammasppektrometrlar (AGS–3, AGS – 4) yordamida o'tkaziladi. Avtogamma – syomkaning sezuvchanligi aerogamma – syomkanikiga nisbatan ancha yuqori, stansiyaning o'rganish obyektiga yaqinligi hisobiga. Uning yordamida aerogamma – anomalialarini mufassallashtirish ham va ularni boshlang'ich qidiruvi ham o'tkaziladi.

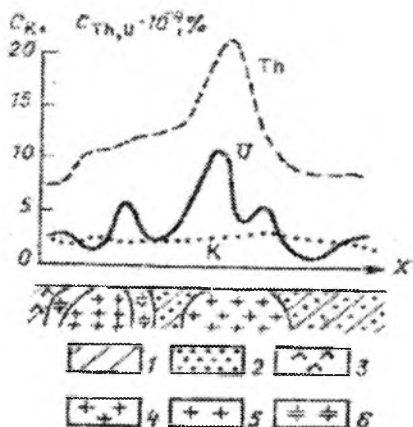
Avtogamma–syomkaning metodikasi yuqori o'tuvchanlikka ega avtomashinalar yura oladigan uchastkalarda profillar va maydon bo'yicha kuzatuvlar o'tkazishga asoslangan. Profillar orasidagi masofa mashinalarni o'tish imkoniyati, syomka masshtabi, o'rganilayotgan obyektlarni o'lchamlariga bog'liq. Maydoniy avtogamma-syomka masshtablari 1:2000 dan 1:10000 gacha o'zgaradi, bunda profillar orasidagi masofa 20 dan 100 m gacha bo'ladi. Syomka tezligi – 3 – 15 km /soat: Ishlarni sezuvchan element joylangan kassetaning yer yuzasidan har xil balandliklarda bajarish mumkin. Baland ko'tarilgan kassetada razvedka zonasini kengligi ortadi, past joylashganda maydon jadalligi va razvedka mufassalligi ortadi. Kuzatuv profillari mo'ljallar va xarita bo'yicha, hamda maxsus kursoproladchik yordamida bog'lanadi.

Avtogamma–syomka natijalari gamma–nurlanishni har xil energiyalari uchun $\Delta I = I - I_{oct}$ (qoldiq fon avtomatik hisobga olingan qiymatlar)ni analog yozuvini lentalarini ko'rinishida taqdim etiladi. Aniqlangan anomal uchastkalar joylarga instrumental uslubda "bog'lanadi" va mashinani bir necha minutga to'xtatib nuqtaviy o'lchovlar bilan, hamda yer usti gamma – spektrometrik syomka bilan tekshiriladi. Materiallarni boshlang'ich qayta

ishlagandan so'ng grafiklar xaritasi va ΔI_j xaritasi tuziladi. Ularda, "uch sig'ma uch nuqta" qoidasidan foydalanib (yoki EXM yordamida) anomalionalar ajratiladi. Ularni geologik xaritalar yoki boshqa ma'lumotlar bilan solishtirib, radioaktiv elementlarga istiqboli baholanadi.

Pivoda (yer usti) gamma-syomkasi – radiometrik tadqiqotlarni asosiy qidiruv va razvedka usullaridan biri. Uni dala radiometrlari va spektrometrlar (SRP-68, SP-4) yordamida o'tkazadilar. Radiometrlar va spektrometrlar vaqti-vaqti bilan gamma-nurlanishni standart namunalari (etalonlar) yordamida gradirovka qilinadi. Bu integral yoki spektral radioaktivlik shkalalarini bo'limlari qiymatlarini aniqlash uchun lozim. Gradirovka ma'lumotlari bo'yicha gamma-nurlanishni ekspozitsion dozasi quvvatini aniqlash mumkin (mA/kg yoki mkR/soat, 1mkR/soat = 0,0717 mA/kg). Asbobni ish tartibini toriyli yoki radiyli kichik nazorat manbalari yordamida har kuni tekshirib turish tavsiya etiladi.

Radiometrik syomkalar mustaqil – 1:10000 va yirikroq masshtabda (profilar orasidagi masofa 100 m dan kam) maydoniy tadqiqotlar, va yo'ldosh – 1:25000 – 1:50000 masshtabdagi marshrutli geologik syomkalar bilan birgalikda o'tkaziladiganlari bo'ladi. Yo'ldosh va qidiruv ishlarida dala radiometrini chiqariladigan zondini gilzasi yer yuzasidan 10 – 20 sm balandlikda joylashtiriladi va operator harakatlanayotganda jinslarni radioaktiv fonini "eshitadi" (harakat yo'nalishi bo'yicha bir necha metr kenglikda). Har 5 – 50 m da (syomka qadami) yoki fonni anomal ko'tarilishida gilzani detektor bilan yerga 0,5–1 min.ga tushiriladi va asbob millari bo'yicha maydon jadalligining o'rtacha hisobi olinadi. Yo'ldosh va qidiruv gamma – syomkasining maqsadi – ma'danli maydonlar va konlarni aniqlash. Anomal uchastkalar mufassal gamma – syomkalar bilan o'rganiladi, masshtabi 1:10000 dan yirikroq (1:1000gacha), to'r zichligi 100X10 m atrofida (10x1m gacha). Natijada alohida ma'danli tanalar ajratiladi va sanoat istiqboli baholanadi.



5.3.-rasm. Tantal koni ustida gamma – spektrometriya ma'lumotlari bo'yicha uran, toriy va kaliy konsentratsiyalari profillari.

- 1 – qum – slanetsli qattam jinslari;**
- 2 – rogoviklashgan jinslar;**
- 3 – diabazli porfiridlar;**
- 4 – ikki slyudali muskovitli granitlar;**
- 5 –porfirsimon muskovitli granitlar;**
- 6 – amazonit-albitli granitlar.**

Yer usti gamma – syomkasi natijasida grafiklar, grafiklar xaritasi, ΔI_γ jadalligi xaritasi, bunda ΔI_γ jinslarni gamma – aktivligiga $\Delta I_\gamma = I_\gamma - I_{nf}$ ekvivalent. Spektrometrik gamma – syomka ma'lumotlarini qayta ishlash har xil energiyalarda I_γ ni hisobini olish tezligi bo'yicha uran, toriy va kaliy konsentratsiyalarini (g_u, g_{Th}, g_k)- hisoblashdir. 5.3 – rasmda sharqiy Sibirda o'tkazilgan spektrometrik gamma – syomka natijalarini qayta ishlash misoli keltirilgan, buni natijasida granitlardagi tantal-niobiyli mineralizatsiyani ajratishga erishilgan.

Piyoda gamma – syomkaning o'rganish chuqurligi 1 m dan oshmagani uchun radioaktiv ma'danlarga istiqbolli uchastkalarda o'rganish chuqurligini oshirish uchun chuqurlik gamma – syomkasi o'tkaziladi, bunda jinslarni gamma – nurlanishi shpurlarda (chuqurligi 1 m gacha), ba'zan 25 m gacha chuqur

skvajinalarda aniqlanadi. O'lchovlar piyoda yoki skvajina radiometrlarida o'tkaziladi.

Tog' jinslari namunalarini va tog' laxmlarini devorlarini radiometrik analizi (tahlili) ularda uran, radiy, toriy va boshqa radioaktiv elementlar miqdorini baholash uchun xizmat qiladi. Ko'pincha jinslarni namunalaridan maydalangan talqonsimon namunalar o'rganiladi. Namuna va etalonni bir xil hajmidagi beta- va gamma-aktivligi (masalan, uranli kuchsiz radioaktivli ma'dan) har qanday radiometr yordamida o'lchanadi. Asboblari bo'yicha nurlanish jadalligini solishtirib va etalondagi radioaktiv element miqdorini bilgan holda, bu elementlarni tog' jinsi namunasidagi ekvivalent miqdorini baholash mumkin. Jinslarni namunalaridagi uran, toriy, kaliylarni miqdorini alohida aniqlash gamma - spektrometrik analiz yordamida bajariladi.

Maxsus yoki dala radiometrlari yordamida konlardagi tog' laxmlari, kanavalar, shurflarni devorlarini gamma - nurlanishini o'lchash mumkin. Bunday gamma-ekspres-analiz (GEA) radioaktiv ma'danli konlarni razvedkasi va qazib olinishida, boyitish fabrikalarida (shu jumladan konveer lentalarida, vagonetkalarda va shu kabilarda) konsentratlarni o'rganishda keng qo'llaniladi.

Gamma - syomka yechadigan masalalar. Gamma- va spektrometrik gamma - syomkalar faqatgina radioaktiv ma'danlarni emas, balki ular bilan paragenetik va fazoviy bog'langan noradioaktiv foydali qazilmalarni qidirish va razvedkalashda ishlatiladi. Masalan, redkozemel elementlar, boksitlar, kaliy, berilliy konlarida toriyni miqdori yuqori, niobiy, tantal, volfram, molibdan konlarida - uran ko'p, ba'zi polimetal konlarida - kaliy miqdori yuqori.

Boshqa geofizik usullar bilan bir kompleksda gamma - syomkani qattiq foydali qazilmalarni (ayniqsa, aktsessor mineral radioaktiv mineral bo'lganda), hamda neft va gaz qidirishda ishlatish mumkin. Gamma - syomkani geologik xaritalash vazifalarini yechish uchun ham ishlatish mumkin. Har xil tabiiy radioaktivligi, hamda yutuvchanligi va emanatsiya qobiliyatlariga asoslanib jinslarni litologiyasi, buzilganlik darajasi (radioaktiv

elementlarni migratsiyasini yengillashtiruvchi), gillashganligi (migratsiyani qiyinlashtiruvchi) bo'yicha bo'laklarga ajratish, tektonik buzilmalarni aniqlash (ulardagi radioaktiv elementlar to'plamlari bo'yicha) va boshqa vazifalarni yechish mumkin.

Emanatsion syomka – bu emanatsiya miqdorini o'rganish, Ya'ni tuproq ostidagi, skvajinalar va tog' laxmlarini to'ldirgan havodagi radioaktiv elementlarni yemirilishida hosil bo'lgan gazsimon mahsulotlarni o'rganishdir. Radioaktiv gazlardan radon eng katta yarim yemirilish davriga ega (3,82 kun), shuning uchun emanatsion syomka amalda radon emanatsiyasini o'lchaydi. Jinslarni emanatsiyalanishi yoki ularning radon emanatsiyasini tuproq osti havosiga yoki yer osti suvlariga berish qobiliyati faqatgina uran qatorini radioaktiv elementlarini mavjudligi va miqdoriga emas, balki jinslarni tuzilishi, ularni zichligi, buzilganligi, darzlanganligi, namligi, harorati va boshqa omillarga bog'liq. Jinslarni emanatsiyalar berish darajasi emanatsiyalash ko'effitsiyenti S_e bilan tavsiflanadi.

Jinslarni emanatsiyalashidan tashqari emanatsiya paydo bo'lishi ularni radon konsentratsiyasi past tomonga diffuziyasi va yer yuzasiga konvektsiyasi bilan bog'liq bo'ladi. Bu sabablar yuqori qatlamda emanatsiyalar konsentratsiyasini keskin o'zgarishiga olib keladi, bu meteorologik va boshqa sharoitlar bilan bog'liq, faqat 1 m chuqurlikda u jinslarni emanatsiyalashi bilan belgilanadi. Dala emanatsion syomkasini metodikasi 0,5 – 1,0 m chuqurlikdan tuproq osti havosini namunasini olish va emanometr yordamida undagi radon konsentratsiyasini aniqlashdir. Buning uchun emanometr zondi tuproq ostiga kiritiladi, nasos yordamida kameraga tuproq osti havosi tortib olinadi va radon konsentratsiyasi S_e o'lchanadi. Radonning suyuq namunaviy manbalari yordamida emanometr oyiga 1 marta gradurovka qilinadi, bu asbobni shkalasini bo'laklari qiymatini aniqlash uchun lozim (Bk/dm^3 da).

Emanatsion syomka marshrut bo'yicha va maydon bo'yicha bo'lishi mumkin. Ishlarni masshtabi 1:2000 dan 1: 10000 gacha o'zgaradi. Maydoniy syomkada profililar orasidagi masofa 20 dan 100 m gacha, qadam esa – 2 dan 10 m gacha o'zgaradi. Mufassal

emanatsion razvedka maydoniy syomka ko'rinishida (10–50) x (1–5 m) to'r bo'yicha o'tkaziladi.

Emanatsion syomka natijasida grafiklar va radonni teng konsentratsiyalari S_e xaritalari tuziladi va ularda anomalialar – radonni yuqori miqdorli uchastkalari ajratiladi. Radioaktiv ma'danlar konlari ustida anomalialar yuzlab va minglab bekkerel kub detsimetrga etadi. Emanatsiyalash jinslarni maydalanganligi va darzlanganligi hisobiga oshgan uchastkalar ustida anomalialar o'nlab bekkerel kub detsimetrga tashkil etadi, normal fon – odatda 30 Bk/dm^3 atrofida.

Emanatsion syomkani radioaktiv ma'danlarni va radioaktiv elementlarni sochmalarini razvedkalash uchun qo'llaydilar. Undan tashqari, uni radon o'tkazish qobiliyati yuqori bo'lgan uchastkalarni (tashlamalar, maydalanish, darzlanish, karstlanish zonalarini) va ekranlash uchastkalarini (bunday joylarda gaz o'tkazmaydigan qatlamlar – gillar, slanetslar, muzlagan jinslar yotadi) aniqlash uchun ishlatiladi. Umuman emanatsion syomkani chuqurligi 5–10 m dan ortmaydi. Biroq radonni yaxshi o'tkazadigan zonalar (tashlamalar, yer osti suvlarini jadal tsirkulyatsiyasi zonalarini va b.) hisobiga chuqurlik o'nlab metrga etishi mumkin. Radon konsentratsiyasini skvajinalarda o'rganish tektonik aktiv rayonlarda qattiq zilzilalarni prognozlash bo'yicha tadqiqotlarda qo'llanish topdi.

Tabiiy radioaktivlikni o'rganishni ver osti usullari. Tabiiy radioaktivlikni o'rganishni bunday usullariga gamma – usuldan tashqari kosmik nurlanishlarni yer ostida yozib olish usulini (KNEOYOU) yoki geokosmik usulni kiritish mumkin. U tog' laxmlarida kosmik nurlanishni qattiq (myu–mezonli yoki myuonli) komponentlarini o'rganishga asoslangan. Myuonlar birlamchi nurlanish yadrolarini atmosferadan o'tishida hosil bo'ladigan ikkilamchi kosmik nurlarni katta qismini tashkil etadi (dengiz sathida 70% atrofida). Myuonlar katta o'tuvchanlik qobiliyatiga ega. Ammo, moddada juda kuchsiz elektromagnit yutilish mavjud bo'lganda myuonlar oqimi chuqurlik bo'yicha yo'qolib boradi. Yo'qolish asosan jinslarni zichligiga bog'liq. Shuning uchun, myuonlar suvda 9 km gacha, jinslarda esa 3–4 km

gacha tarqalishi mumkin. Ularni singish chuqurligini suv ekvivalentida metrlarda baholash qabul qilingan, ya'ni myuonlarni yutilishi o'rganilayotgan jinslar qatlamidagidek suv qatlamidagi yutilish (bundagi suv qalinligi metrlarda).

Tog' laxmlarida myuonlar oqimini o'lchash uchun geokosmik teleskoplar ishlatiladi. Ular kassetalar to'plami (16 tagacha) bo'lib, ularni har birida 10 tagacha gazorazryadli schetchik o'rnatilgan, bular asbob yo'nalishini tor diagrammasini olish uchun va yuqori sezuvchanlik uchun lozim.

Maxsus elektron sxema va o'zi yozuvchi qurilma yordamida bir necha soat davomida myuonlar oqimi avtomatik ravishda yozib olinadi. Kuzatuvlar laxmlar bo'ylab laxmlar chuqurligidan biroz kam qadamda o'tkaziladi. Myuonlar oqimini yuqoridan o'rganish uchun teleskoplar vertikal yo'naltiriladi.

Maydon variatsiyasi, yer yuzasi relefi va boshqalar uchun tuzatishlar kiritilgandan so'ng har bir nuqta uchun myuonlar oqimini birlik vaqtdagi jadalligi I_μ hisoblanadi. Maxsus graduировка grafiklari yordamida kuzatuv profillari bo'ylab I_μ grafiklari suv ekvivalenti chuqurligigacha N_v hisoblanadi.

Agar marksheyderlik bog'lanmasi ma'lumotlari bo'yicha kuzatuv punktlarini haqiqiy joylashuv chuqurligi N ma'lum bo'lsa, yer yuzasi va kuzatuv nuqtasi orasidagi jinslarni o'rtacha zichligini aniqlash mumkin:

$$\sigma = H_B/H$$

Shunday qilib, geokosmik usulda olinadigan jinslarni asosiy parametri laxm ustidagi jinslarni o'rtacha zichligidir. O'rtacha zichlikni laxm bo'ylab o'zgarishi jinslarni litologiyasi, g'ovakliligi, darzlanganligi karstlanishi, suvlanishi o'zgarganligi, laxm ustida foydali qazilma mavjudligi haqida dalolat beradi.

Jinslarni absolyut yoshini aniqlash. Tog' jinslarini absolyut yoshini aniqlash uchun yadroviy (yoki izotopli) geoxronologiya ishlatiladi. Uning asosida radioaktiv yemirilish tezligi hamma geologik davrlarda doimiy ekanligi haqidagi xulosa yotibdi. Tog' jinsidagi u yoki bu radioaktiv oilani asosiy va keyingi elementlari miqdorini (N_m va N_d) aniqlab va yemirilish yarim davrini bilib,

(5.1) va (5.2) ifodalardan olingan formula bo'yicha uning yoshi t_{abs} aniqlanadi:

$$t_{\text{abs}} = 1,44 \cdot T_{1/2}^m \cdot \ln(1 + N_d / N_m) \quad (5.7)$$

bu formulani asosiy jinsni yarim yemirilish davri T^m ma'lum bo'lganda va o'rganilayotgan elementlar chiqarib tashlanmagani va qo'shilmagani aniq bo'lganda qo'llash mumkin. T_{abs} ni aniqlash aniqligi N_d va N_m izotoplar miqdorini analitik, odatda mass – spektrometrik aniqlashni aniqligiga bog'liq.

O'ndan ortiq yadro – geoxronologik usullar mavjud. Qadimiy jinslarni o'rganishda yarim yemirilish davri katta bo'lgan radioaktiv elementlar qatorlari (uran–qo'rg'oshinli, rubidiy–strontsiyli, kaliy– argonli va b. usullar) ishlatiladi. Yosh tog' jinslarini o'rganishda yarim yemirilish davri katta bo'lmagan radioaktiv elementlar qo'llaniladi (radiouglerodli, ionievo – protaktiniyli va b. usullar).

Meteoritlarni va tog' jinslari namunalarini yadro – geoxronologik o'lchashlar bo'yicha koinotni kuzatilayotgan qismida kimyoviy elementlarni sintezi 11 mlrd. yil avval tugagan, quyosh sistemasini yoshi – 4,7 mlrd. yil, yerni yoshi – 4,55 mlrd. yil, yer va oyni eng qadimiy jinslarini yoshi 4 mlrd. yildan ortadi.

Yadro – fizik usullar

Yuqorida aytilganidek, yadro-fizik (izotopli) usullar – bu tog' jinslarini element ekspress kimyoviy analizi bo'lib, tog' jinslarini har xil energiyali neytronlar va gamma – kvantlar bilan sun'iy nurlantirilganda bo'lib o'tadigan fizik hodisalarni o'rganishga asoslangan.

Umumiy tasnif. Sun'iy yadro-fizik usullarda tog' jinslari namunalarini, tog' laxmlari devorlarini va ochilgan joylarni nurlantirish u yoki bu radioaktiv elementlar, ularni aralashmalari yoki neytron generatorlari yordamida o'tkaziladi. Har xil energiyali nurlanish olish uchun manbalar sekinlashtiruvchi–ekranlarga joylashtiriladi, ular nurlanishni kuchsizlantiradi (qo'rg'oshinli – gamma-nurlanish uchun, kadmiyli yoki parafinli – neytronlar uchun). Yadro – fizik usullar eng ko'p amaliy qo'llanishni skvajinalarni geofizik tadqiqotida topdi. Quyida faqat

bir nechta laboratoriya usullarini ko'rib chiqamiz, ularda tog' jinslarini namunalari yoki ochilib qolgan joylari o'rganiladi.

Neytron usullar 1. Aktivatsion analiz. Bunda tog' jinslari namunalari tezkor yoki sekin neytronlar bilan nurlantiriladi va undalgan sun'iy radioaktivlik o'rganiladi. Bu usulda faqat nurlantirish vaqti emas, balki undalgan alfa-, beta-, gamma-aktivlikni o'rganish vaqti ham o'zgaradi. Masalan, ikkilamchi gamma-nurlanish jadalligini nurlantirish tugagandan so'ng har xil vaqtlar uchun o'lchab $I_{jp}(t)$ ning t ga bog'liqlik grafigi bo'yicha radioaktiv elementni namunadagi miqdori va yarim yemirilish davrini baholash mumkin. Aktivatsion usul yuqori aktivatsion qobiliyatli elementlarni – Al, Cd, Cl, Cu, K, Mn, Na, P, Si, va b. – ajratishda keng qo'llaniladi.

2. Neytron analizi. Tog' jinslarini neytron analizi ularni sekin neytronlar bilan nurlantirish va issiqlik neytronlari I_m oqimini zichligini yoki ikkilamchi gamma – nurlanish jadalligini I_{nj} aniqlashdir. I_m (yoki I_{nj})ni manbagacha bo'lgan masofaga bog'liqlik grafigi moddaning yutish xususiyatlarini tavsiflaydi. ular bo'yicha sekin neytronlarni yutish bo'yicha anomal yuqori kesimga ega bo'lgan yadroli elementlar ajratiladi (B, Fe, Cd, Cl, Li, Mn, Hg, redkozeniel elementlar va b.). Borni 25 sm gacha qalinlikdagi qatlamda ajratish uchun avtomobil va piyoda borometrik syomka keng qo'llaniladi.

Vodorodli jinslarni o'rganish usullari neytronlarni sekinlashtiruvchi anomal kesimlarni aniqlashga asoslangan. Jumladan, vlagomer yordamida tog' jinslarini namligi aniqlanadi, agar ularni zichligi boshqa usullar (masalan, GGM – P) bilan aniqlangan bo'lsa.

3. Gamma – spektral usul. Bu usulda radioaktiv yutishni ikkilamchi gamma-nurlanishini – I_{nj} spektral energetik tarkibi o'rganiladi. Bunday tadqiqotlar imkoniyati nurlantirilayotgan jinsni har bir elementi issiqlik neytronlarini yutib, ma'lum energiya va spektrli I_{nj} berishiga asoslangan. Gamma – spektral usul Fe, Cu, Ni, Al, K, Na va boshqa elementli ma'danlarni analizi uchun qo'llaniladi.

Gamma – usullar. 1. Fotoneytron analiz. U maydalangan tog' jinsini yuqori energiyali (1 – 2 MeV dan baland) qattiq gamma-kvantlar bilan nurlantirib, ikkilamchi neytronlarni jadalligini I_{nj} aniqlashga asoslangan. I_{nj} ning ko'tarilishi berilliy va deyteriy mavjudligida kuzatiladi, shuning uchun fotoneytron analiz bu elementlar miqdorini analizida eng ko'p qo'llaniladi, jumladan, deyteriy ko'p bo'lgan suvli va neftli jinslarni o'rganishda.

2. Zichlik bo'yicha gamma–gamma usul (GGM–P). Energiyasi 0,3 MeV dan yuqori gamma–kvantlar bilan tog' jinslarini nurlantirilsa, ularda kompton sochmasi bo'lib o'tadi, u jins hosil qiluvchi minerallar tarkibiga kam bog'liq bo'ladi, ammo ularni zichligiga proportsional. Manbadan 20 sm dan ortiq masofada I_{jj} jadalligi eksponentsial qonun bo'yicha zichlikga bog'liq ravishda o'zgaradi. Shu hodisaga zichlik bo'yicha gamma–gamma usul (GGM–P) asoslangan, uning yordamida 20 sm gacha qalinlikdagi qatlam zichligi aniqlanadi.

3. Selektiv gamma–gamma usul (GGM–S). Agar tog' jinslarini kuchsiz energiyali (0,3 MeV dan kam) gamma–kvantlar bilan nurlantirilsa, ularda fotoelektrik yutilish sodir bo'ladi. I_{jj} bo'yicha aniqlanadigan nurlarni kuchsizlanish koeffitsiyenti jinsni effektiv atom nomeriga bog'liq bo'ladi. Selektiv gamma–gamma usul shu hodisani qo'llashga asoslangan va namunalarda, ochilgan joylarda, tog' laxmlarida og'ir elementlarni (Fe, Hg, Pb, W va b.) aniqlashda ishlatiladi.

4. Rentgenoradiometrik usul. Tog' jinslarini yumshoq gamma–kvantlar (energiyasi 0,1 MeV dan kam) bilan nurlantirilganda o'ziga xos rentgen nurlanishi kuzatiladi. Uni o'rganishga rentgenoradiometrik usul (RRM) asoslangan va u ko'plab elementlarni jinslardagi miqdorini aniqlashda ishlatiladi (Fe, Pb, Mn, Mo, Sb, Sn, Cr, W, Zn va b.).

6. SKVAJINALARNI GEOFIZIK TADQIQOTI

Mufasssal geologik tadqiqotlar uchun, foydali qazilmalarni mavjudligi haqidagi masalani yechish uchun, haında ularni zaxiralarni hisoblash uchun skvajinalar burg'ılanadi, ular geofizik usullar yordamida o'rganiladi. Skvajinalardagi geofizik tadqiqotlarni yechiladigan vazifaga (geologik va texnik) bog'liq ravishda bir nechta turga ajratish mumkin. Geologik vazifalarga, birinchi navbatda, kesimlarni geologik bo'laklarga ajratish, ularni bog'lash (korrelyatsiyalash), foydali qazilmani aniqlash va zaxiralarni hisoblash uchun zarur parametrlarni aniqlash kiradi. Texnik vazifalarga kesimlarni injener-geologik va gidrogeologik xususiyatlarini, skvajinalarni texnik holatini o'rganish, neft, gaz, ko'mir konlarini ishlatishni nazorat qilish, otish – portlatish ishlarini o'tkazish kiradi.

Skvajinalarni geofizik tadqiqotida (karotaj ishlarida) zond yordamida har xil fizik maydonlarni parametrlari o'lchanadi, ular jinslarni fizik, kimyoviy va boshqa xususiyatlarini tavsiflaydi. Bunda o'rganilayotgan obyekt – skvajina kesimi va katta bo'lmagan radius (bir necha sm. dan bir necha metrgacha)dir.

Ma'danli foydali qazilmalarni qidirish va razvedkalashda skvajinalar atrofi va skvajinalar oralig'ini o'rganish usullari katta ahamiyatga ega. Bularda o'rganish radiusi bir necha metr dan bir necha o'n metrga etadi. Shuning uchun, bu usullar yordamida skvajinalar kesib o'tmagan obyektlar (ma'danli tanalar, karst bo'shliqlari) aniqlanishi va o'rganilishi mumkin.

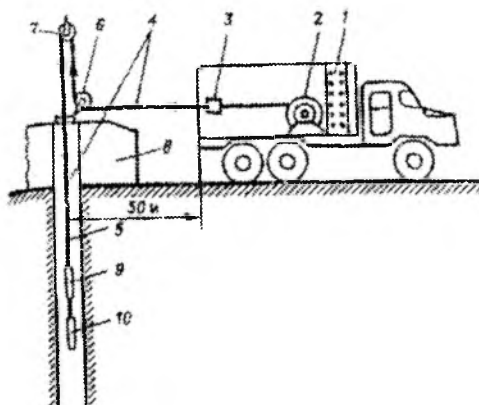
Skvajinalarni geofizik tadqiqotlari oldiga qo'yilgan vazifalarni murakkab sharoitlarda yechish muhitni fizik xususiyatlarini har tomonlama to'liq o'rganishni talab etadi. Shunga ko'ra geofizik usullar soni juda ko'p, ular bir nechta guruhlarga birlashtirilgan: elektrik, elektromagnit, yadro – fizik, akustik, magnit, gravimetrik, mexanik va geokimyoviy usullar.

Burg'ilash quduqlarida geofizik tadqiqotlar (yoki karotaj) quduq kesib o'tgan geologik kesimni o'rganish maqsadida

o'tkaziladigan geofizik ishlarni o'z ichiga oladi. Bunda karotaj zondi yordamida jinslarni fizik, kimyoviy va boshqa xususiyatlarini tavsiflovchi har xil fizik maydonlarni parametrlari o'lchanib o'rganiladi.

Jinslarni o'rganilayotgan xususiyatiga qarab elektrik, radioaktiv, magnit, akustik va boshqa karotaj usullari mavjud. Undan tashqari ma'danli foydali qazilmalarni qidirish va razvedkalashda quduq atrofi va quduqlar orasidagi muhitni o'rganish katta ahamiyatga ega. Bunda quduq kesib o'tmagan obyektlar (ma'danli tanalar, karst bo'shliqlari va b.) aniqlanish va o'rganilishi mumkin.

Qudumlardagi geofizik tadqiqotlarga quduq devoridan namuna olish, quduqni texnik holatini o'rganish ham kiradi. Bu tadqiqotlarni umumiy sxemasi **6.1-rasmda** ko'rsatilgan.



6.1-rasm. Qudumlarni geofizik tadqiqotini umumiy sxemasi.
1-karotaj stansiyasini laboratoriyasi, 2-ko'targich, 3-kabelni uzunligi va tarangligini o'lchagich, 4-karotaj kabeli, 5-chuqurlik belgilari, 6-yo'naltiruvchi blok, 7-burg'ilash elevatori osma bleki bilan, 8-burg'ilash asosi, 9-quduq asbobi (karotaj zondi), 10-osma yuk.

6.1. Elektrokarotaj usullari

Elektrokarotaj quduqda tabiiy paydo bo'ladigan va sun'iy hosil qilinadigan elektr maydonlarini o'rganishga asoslangan.

Elektrokarotaj quduqlardagi geofizik tadqiqotlarni asosini tashkil etadi. Unda tabiiy elektr potensial, tog' jinslarini elektr qarshiligi, qutblanish o'rganiladi.

Tabiiy qutblanish usuli. Tog' jinslarini tabiiy qutblanish potensialini o'lchash usuli skvajinalardagi tabiiy elektr maydonlarini o'rganishga asoslangan. Tabiiy maydonlar diffuzion – adsorbtsion, oksidlanish – qaytarilish jarayonlari va filtratsiya natijasida hosil bo'ladi.

Diffuzion – adsorbtsion E.YU.K. Qatlamlardagi va skvajinalardagi suvlar elektrolitlardir, chunki ularda erigan tuzlarni ionlari mavjud. Ko'p hollarda – bu natriy va xlorini ionlari. Ionlar doimiy harakatda (ionlar diffuziyasi), diffuziya oqimi kam konsentratsiyali eritma tomonga yo'nalgan (odatda skvajinadagi suv tomonga). Anionlar (xlor ionlari) kationlar (natriy ionlari)ga nisbatan tezroq harakat qiladi. Shuning uchun, skvajinada qatlam suvli kollektor qarshisida xlor ionlari natriy ionlariga qaraganda ko'proq bo'ladi. Hosil bo'lgan hajmiy manfiy zaryad E.YU.K. mavjudligini bildiradi, uni kelib chiqish sababidan diffuzion EYUK deyiladi. Uning kattaligi E_{Δ} quyidagi formulada baholanadi:

$$E_{\Delta} = 11,6 \lg \frac{S_{qs}}{S_f}$$

bunda S_{qs} va S_f – qatlam suvi va burg'ilash qorishmasi filtratidagi NaCl konsentratsiyalari.

Filtratsion potentsiallar. Suyuqlik tog' jinslari bo'yicha oqib o'tishida filtratsion potentsiallar hosil bo'ladi. Ularni hosil bo'lishi qo'shaloq elektr qatlami mavjudligidandir. Qattiq va suyuq fazalar chegarasida hosil bo'ladigan qo'shaloq elektr qatlamda musbat ionlar qattiq fazada to'planadi va manfiy zaryadni kompensatsiyalaydi. Suyuq fazadagi ionlar harakatchan bo'lgani uchun ularni bir qismini oqib o'tayotgan suv olib ketadi, natijada va kapillyar musbat zaryadlanadi. Suyuqlik qatlamga oqqanda

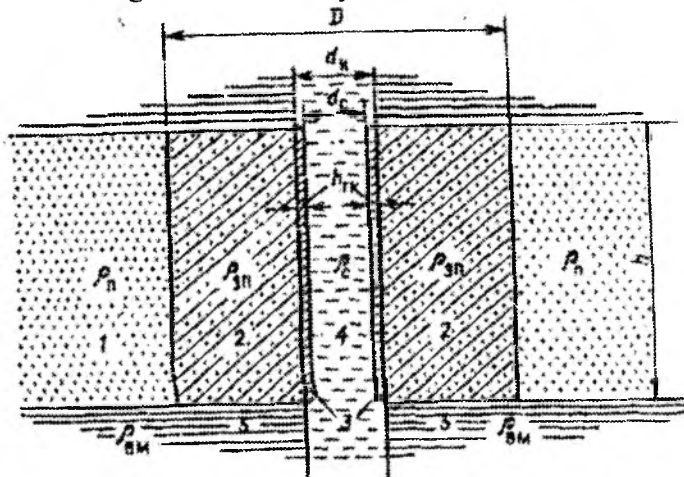
skvajinada manfiy potensial hosil bo'ladi, suv qatlamdan oqib chiqqanda skvajinada musbat zaryad hosil bo'ladi.

Filtratsion potentsiallarga asoslangan tabiiy qutblanish usullari asosan, gidrogeologik skvajinalarda suyuqlik oqib chiqadigan yoki yutiladigan uchastkalarni ajratishda ishlatiladi.

Elektrod potentsiallari. Elektron o'tkazuvchanlikga ega jinslarni (sulfidli ma'danlar, grafit, antratsit) kationlari suvni qutblangan malekulalari bilan o'zaro ta'sirlanib eritmaga o'tadi. Bunda jinslarni yuzasi manfiy zaryadlanadi, eritma esa-musbat. Hosil bo'lgan potentsiallar farqi elektrod potentsiali deyiladi.

Bunday potentsial ko'mirli va ma'danli kesimlarni o'rganishda ahamiyatli.

Tabiiy qutblanishni skvajinalarda o'rganish. Diffuzion – adsorbtsion va filtratsion faollik potentsiallarini o'lchashda 6.2. – rasmda ko'rsatilgan sxemadan foydalaniladi.



6.2-rasm. Quduq kesib o'tgan qatlam-kollektorni sxemasi: 1-qatlam-kollektorni singish yetib bormagan qismi (qalinligi h , solishtirma qarshiligi ρ_p), 2-singish zonasi, diametri D va solishtirma qarshiligi ρ_{zp} , 3-gilli qatlamcha, qalinligi h_{GK} , 4-quduq, nominal diametri d_N , fakt diametri d_f va yuvish suyuqligini solishtirma qarshiligi ρ_s , 5- atrof jinslari, solishtirma qarshiligi ρ_o .

Bunda elektrodlar orasida hosil bo'lgan potentsiallar farqi:

$$\Delta U_{tq} = U_m - U_N$$

bunda U_m va U_N – M va N elektrodlarini potentsiali. N elektrodi harakatsiz, uning potentsiali o'zgarmas, shuning uchun U_m ni potentsialini o'zgarishi tabiiy qutblanishni o'zgarishiga proporsional bo'ladi, ya'ni ΔU_{tq} U_m dan doimiy qiymatga farq qiladi. Ba'zan kesimni mufassal o'rganishda, hamda xalal beruvchi signallar kuchli bo'lganda TQ gradientlari diagrammalari ham yozib olinadi, ammo ularni talqini (interpretatsiyasi) murakkab.

Elektrod faolligini o'lchashga asoslangan usul – elektrod potentsiali usuli uchun qo'llaniladigan qurilmada M^1 – elektrodi skvajinani devoriga tegib turadi. N elektrod esa ikki bo'lakdan (M ni ikki tomonida) iborat. M elektrodi katta elektrod potentsialiga ega bo'lgan jinsga tekkanda potentsiallar farqi ΔU_{tq} keskin oshadi.

Tabiiy qutblanish usuli neftgaz skvajinalari kesimini o'rganishda asosiy elektrik usullardan biri hisoblanadi. U injener – geologik va gidrogeologik skvajinalarni o'rganish kompleksini asosiy usullaridandir. Ma'danli va ko'mirli skvajinalarni o'rganishda elektrod potentsiali usuli yaxshi natijalar beradi.

Qarshilik (TOa) usullari. Tog' jinslarini elektr o'tkazuvchanligi elektron va ion xususiyatga ega. Ion o'tkazuvchanli tog' jinslarini solishtirma elektr qarshiligi, asosan, ular tarkibidagi suv miqdori va uni mineralizatsiyasiga bog'liq, ya'ni jinsni g'ovaklilik koeffitsiyenti k_p va qatlam suvini solishtirma qarshiligiga ρ_{qs} (u mineralizatsiyaga teskari proporsional) bog'liq.

Elektron o'tkazuvchanli foydali qazilmalar (ma'danlar, grafit, antratsit) solishtirma qarshilikni minimumi bo'yicha ajratiladi, ularni miqdori esa tegishli korrelyatsion bog'liklar bo'yicha baholanadi.

Qarshilikni o'lchashga mo'ljallangan uch elektrodli AMN qurilma zond deyiladi. To'rtinchi elektrod V yer yuzasida

joylashtiriladi Bunday qurilmada o'lichangan solishtirma elektr qarshilik quyidagi formulada hisoblanadi:

$$\rho_t = 4\pi \frac{AM \cdot AN}{MN} \cdot \frac{\Delta U}{Y}$$

bundagi $K = 4\pi \frac{AM \cdot AN}{MN}$ – zond koeffitsiyenti deyiladi.

Agar $MN \gg AM$ bo'lsa, qurilma potensial – zond deyiladi, $MN \ll AM$ bo'lsa – gradient – zond deyiladi.

Potensial – zond uzunligi $L=AM$ ga teng gradient – zond uzunligi L zondagi A dan O nuqtagacha (M va N ni markazida) bo'lgan masofadir. Zondlar quyidagicha belgilanadi: elektrodlar yuqoridan pastga ketma – ketlikda yoziladi va ular orasiga masofalar qo'yiladi (metrda):

A 1,0 M 0,1 N – ketma – ket gradient – zond (bunda $L = 1,05$ m.),

N 1,0 M 0,1 A – teskari potensial – zond (bunda $L = 0,1$ m.).

Qarshilik karotaji zondlari kesimni litologik bo'laklarga ajratish, foydali qazilma ma'danlarni aniqlash, suvli va neft gazli kollektorlarni ajratish uchun qo'llaniladi.

Yonlama karotaj zondirlashi (YOKZ). Yuqorida aytilgandek, o'lchanayotgan solishtirma qarshilik qiymati faqatgina qatlam qarshiligiga emas, balki zond uzunligiga L , uning qatlam chegarasigacha bo'lgan masofaga τ , qatlam qalinligiga, skvajina diametriga, singish zonasi diametriga D , burg'ilash qorishmasi qarshiligiga ρ_p va boshqalarga bog'liq. Juda kichik o'lchamdagi zond uchun qatlam qarshiligini ta'siri juda kam bo'lib, o'lchangan qiymat $\rho_t \approx \rho_s$ bo'ladi. Katta zond uchun qatlam qarshiligini ta'siri kuchli va $\rho_t \approx \rho_q$ bo'ladi, ya'ni zond uzunligi (L/d_c nisbat) qanchalik katta bo'lsa, ρ_q ni ta'siri shunga kuchli va ρ_s ta'siri kam bo'ladi YOKZ usuli qatlamlarni mufassal o'rganish maqsadida, ularni miqdoriy tavsiflarini (birinchi navbatda ρ_g , ρ_{ng}) olish uchun o'tkaziladi. YOKZ odatda kesimni faqat maxsuldor uchastkasida bajariladi.

Bir elektrodli (yoki tokli) karotaj (TK) – elektrokarotajni eng oddiy turi bo'lib, ko'mir va ma'danli konlarni quduqlarida

qo'llaniladi. Bunda V elektrod yer yuzasida joylashtiriladi A esa quduq bo'yicha harakatlantiriladi, ya'ni elektr zanjirdagi tok kuchi "A" elektrodni qarshiligiga proportsional. Bu elektrod antratsit qatlami yoki ma'danli tana bo'ylab harakatlanganda zanjirdagi tok kuchi keskin oshadi. Tok kuchi ko'prik sxemasi yordamida yozib olinadi.

Sirpanuvchi kontakt usuli (SKU). SKU jinslarni tuyulma solishtirma qarshiligini ta'minlovchi A elektrodi zanjiridagi tokni o'lchab aniqlashga asoslangan. Tok past qarshilikli qatlamlarda oshadi va yuqori qarshilikli qatlamlarda kamayadi. Elektrod skvajina devori bo'yicha sirpanuvchi bitta yoki bir nechta shetkalardan tuzilgan. Bunday tuzilish yuvish eritmasini yozilayotgan signal kattaligiga ta'sirini kamaytiradi, shuning uchun SKUni chuchuk yuvish eritmasi bilan to'ldirilgan skvajinalarda ham, quruq skvajinalarda ham qo'llash mumkin. Usul antratsit, sulfidlar, magnetitli, mis kolchedanli va boshqa ma'danlarni (past solishtirma qarshilikli) ajratish uchun hizmat qiladi.

SKU zondi ebonitdan tayyorlanadi, unga uchta resor – fonar o'rnatiladi, ularni har biriga izolyatsiya qilingan tokli elektrod mahkamlanadi (bu elektrod cho'tkali ham bo'lishi mumkin). SK usulida elektrod quduq devori bo'yicha sirpanib boradi va sulfidlar yoki antratsitlar bilan uchrashganda uning qarshiligi keskin kamayadi.

TK va SK zondlari ma'danli tanalar o'lchamlarini va qatlamlar chegaralarini aniqroq belgilash uchun qo'llaniladi.

Induksion karotaj. Quduqlar quruq (havo bilan to'lgan) yoki o'tkazmaydigan yuvish suyuqligi bo'lgan sharoitlarda induksion karotaj (IK) jinslarni elektr xususiyatlari haqida ma'lumot olishni yagona manbai hisoblanadi. Bu usul elektromagnit maydonini parametrlarini o'lchashga asoslangan.

IK ni eng oddiy zondi generator va o'lchash g'altaklaridan tashkil topgan. Generator g'altagi orqali birlamchi magnit maydonini hosil qiluvchi o'zgaruvchan tok o'tkaziladi. Bu magnit

maydoni atrof-muhitda uyurma (vixr) toklari va ikkilamchi magnit maydoni yaratadi, ular o'z navbatida qabul g'altagida elektr yurituvchi kuch E ni hosil qiladi. generator g'altagidagi tok kuchi o'zgarmas bo'lgani uchun, zondda o'lchanayotgan elektr yurituvchi kuchni o'zgarishi zond atrofidagi muhitni solishtirma elektr o'tkazuvchanligini o'zgarishiga proporsional:

$$E = K \cdot \gamma_T = K \cdot 1/\rho_T,$$

Bunda, γ_T va ρ_T – muhitni tuyulma elektr o'tkazuvchanligi va tuyulma qarshiligi, K – zond koeffitsiyenti.

Zamonaviy IK apparaturasi zondlari asosiy ikkita g'altakdan tashqari qo'shimcha fokuslovchi (ekranlovchi) zondlarga ega.

Ular atrof-muhit, quduq va singish zonasini zond ko'rsatgichiga ta'sirini kamaytiradi. IK natijasida tuyulma elektr o'tkazuvchanlikni quduq bo'yicha o'zgarishi grafigi olinadi.

6.2. Radioaktiv karotaj

Radioaktiv karotaj (RK) quduqlarda radioaktiv nurlanishlar maydoni xususiyatlarini o'rganishga asoslangan. Nurlanish maydoni tog' jinslarini tashqi manbalar bilan nurlantirganda yoki tog' jinslarini tabiiy radioaktivligi natijasida paydo bo'ladi.

Radioaktiv karotajni hamma turlarini asosiy xususiyatlari: o'rganish chuqurligini kamligi (30 sm. dan kam); obsadka kolonnalari bilan mustahkamlangan quduqlar kesimini ham o'rganish imkoniyati; o'lchash natijalarining jinslarni asosan element tarkibiga (struktura xususiyatlariga emas) bog'liqligi.

Radioaktiv karotaj hamma konlardagi quduqlarda keng qo'llaniladi, ayniqsa ko'mir va ma'danli quduqlarda uning ahamiyati va hajmi yuqoridir.

Gamma-karotaj (GK) – tog' jinslarini tabiiy γ – aktivligini o'lchashga asoslangan. Radioaktiv ma'danlar va kaliyli tuzlar γ – aktivlikni anomal yuqori qiymatlariga ega. Cho'kindi jinslar tarkibidagi radioaktiv minerallar miqdori bo'yicha farqlanadi. Qumtoshlar, oxaktoshlar va dolomitlar kam radioaktiv, eng kam radioaktivlikka ko'mir, antratsitlar va toshtuz ega.

GK ni o'tkazishda quduqqa γ – nurlanish detektori tushiriladi. Yozib olinadigan nurlanish qatlamni, yuvish suyuqligini nurlanishi va asbobni foni yig'indisidir. GK ma'lumotlariga quduq va apparaturani ta'sirini yo'qotish uchun ikki yoqlama farq parametridan foydalaniladi:

$$i_{gk} = (I_{gk} - I_{min}) / I_{max} - I_{min},$$

bunda, i_{gk} , I_{min} , I_{max} – GK grafigida o'rganilayotgan qatlam qarshisidagi, o'rganilayotgan oraliqdagi minimal va maksimal ko'rsatkichlar.

GK barcha quduqlarda kesimni hammasi bo'yicha o'tkaziladi. Ma'danli quduqlarda GK grafigi kesimda radioaktiv jinslar va ma'danlarni ajratish uchun ishlatiladi.

Gamma-gamma karotaj (GGK) – tog' jinslarini γ –kvantlar bilan nurlantirilganda paydo bo'ladigan sochma γ – nurlanishni o'lchashga asoslangan.

Quduq asbobida γ – nurlanishni manbai va detektori joylashtiriladi, ular orasiga qurg'oshin ekran qo'yiladi, u detektorni manba nurlanishidan himoya qiladi.

Manbani aktivligi shunchalik bo'lishi kerakki, hosil qilingan sochma γ – nurlanishni jadalligi tog' jinslarini tabiiy radioaktivligidan bir necha barobar baland bo'lishi kerak.

Amaliyotda GGK ni ikki turi qo'llaniladi. Neft gazli, ko'mir va ma'danli quduqlarni o'rganishda zichlik bo'yicha GGK qo'llaniladi va bunda sochma γ – nurlanishni qattiq tashkil etuvchisi yozib olinadi (GGK-P).

GGK-P ma'lumotlari bo'yicha tog' jinslarini zichligi σ va boshqa usullar bilan birgalikda litologiyasi aniqlanadi. Odatda jinslarni aniqlangan zichligi asosan umumiy g'ovaklikni baholash uchun ishlatiladi. Bu kattaliklar quyidagi nisbatda bog'liq:

$$R_g = \frac{\sigma_{sk} - \sigma}{\sigma_{sk} - \sigma_s}, \quad (6.2)$$

bunda, σ_{sk} va σ_s – jins skeletini va uni g'ovaklaridagi suyuqlikni zichligi.

Ko'mirli quduqlar kesimida ko'mir qatlamlari ajratiladi, ularni tuzilishi va qalinligi aniqlanadi. Ko'mirni zichligi atrof jinslarnikidan kam ($1,6$ taga, atrofniki $2,3 - 2,5 \text{ g/sm}^3$), shuning uchun ko'mir G GK-P grafigida aniq maksimum bilan ajralib turadi.

Ma'danli quduqlar kesimini o'rganishda selektiv gamma-gamma karotaj (G GK-S) qo'llaniladi, bunda sochma γ — nurlanishni yumshoq tashkil etuvchisi yozib olinadi. Bunda ma'dandagi og'ir metallar miqdori o'lchanadi (G GK-S grafigida minimumlar bo'yicha).

Rentgen-radiometrik karotaj (RRK) — tog' jinslarini foton nurlanishi manbai bilan nurlantirilganda hosil bo'ladigan rentgen nurlanishini yozib olishga asoslangan. Manba sifatida Co, Cd izotoplari ishlatiladi, rentgen nurlanishini yozib olish uchun stsintillyatsion schyotchiklar qo'llaniladi. RRK jinslardagi og'ir ($Z > 30$) kimyoviy elementlar miqdorini aniqlashga mo'ljallangan (qo'rg'oshin, rux, qalay, volfram, bariy va b.).

Ikki va hatto uch elementli ma'danlardagi og'ir kimyoviy elementlar miqdorini birlikda va alohida aniqlash imkonini beruvchi apparatura va metodikasi ishlab chiqilgan (rux va qo'rg'oshin, volfram va molibden, qo'rg'oshin, rux va bariy, mis, nikel va temir).

Neytron — neytron karotaj (NNK). Tashqi neytron manbai bilan nurlantirilganda tog' jinslarini neytron nurlanishini o'lchashga asoslangan. NNK da $\text{Ro} + \text{Ve}$ izotop manbalari, hamda neytron generatorlaridan foydalaniladi. Agar generator neytronlarni ma'lum davrda bo'lib-bo'lib tarqatsa, impulsli neytron-neytron karotaji (INNK) deyiladi.

Generator chiqaradigan tezkor neytron issiqlik energiyasigacha sekinlashadi va atrof-muhitda yutilib ketadi. Detektor yaqinidagi neytronlar zichligi jinslarni vodorod miqdoriga va moddiy tarkibiga bog'liq. Shuning uchun NNK va INNK jinslarni namligi va g'ovakliligini aniqlash uchun ishlatiladi, undan tashqari NNK neytronlarni kuchli yutadigan

elementlar (bor) miqdorini aniqlash uchun va kamyob elementlar, simob, litiy, manganets konlarini o'rganish uchun ishlatiladi.

Neytron-gamma karotaj (NGK) – tog' jinslarini tashqi issiqlik darajasidagi neytronlar manbai bilan nurlantirganda paydo bo'ladigan γ – nurlanishni o'lchashga asoslangan. Neytronni yutib olgan modda atomini yadrosi hayajonga keladi, uning avvalgi tinch holatiga qaytishida γ – kvantlar ajraladi, ular ortiqcha energiyani olib ketadi. NGK hozirgi vaqtda keng qo'llaniladi, ayniqsa neft gaz quduqlarida kesimni litologik bo'laklashda, kollektorlarni ajratishda, ularni g'ovakligini aniqlashda. Xlor asosiy jins hosil qiluvchi elementlarga nisbatan issiqlik darajasidagi neytronlarni 100 marta kuchliroq yutadi. Shuning uchun, NGK ni ko'rsatkichlari qatlam suviga to'yingan kollektor qarshisida yuqoridir. Ma'danli quduqlarda eng kuchli yutilish xlor, alyuminiy, titan, manganets, temir, nikel, misga tegishli.

Aktivatsion karotaj (NAK) – tog' jinslari va ma'danlarni neytronlar bilan nurlantirganda hosil bo'ladigan sun'iy izotoplarni γ – nurlanishini o'rganishga asoslangan.

Neytronlar manbai quduqqa tushiriladi va uning biror uchastkasi aniqlanmoqchi bo'lgan elementni yarim yemirilish davriga teng vaqt davomida nurlantiriladi. Bu vaqt Al uchun 3 min, Mn ni ajratish uchun – 1 soat, Na uchun – 20 soat. Nurlantirishdan so'ng manba boshqa chuqurlikga o'tkaziladi va nurlantirilgan nuqtaga γ – nurlanish indikatori o'rnatiladi va undalغان γ – aktivlikni vaqt davomida o'zgarishi yozib olinadi (konveer uslubi). NAK ma'lumotlari bo'yicha kimyoviy elementni turi (yarim yemirilish davri bo'yicha) va uning miqdori (γ – nurlanishni jadalligi bo'yicha) aniqlanadi.

Gamma-neytron karotaj (GNK). Fotoyadro reaksiyasidan foydalanishga asoslangan, ya'ni qattiq γ – kvantlar ta'sirida kimyoviy elementlar yadrolarini parchalanishiga asoslangan.

Bu reaksiya chegaraviy hisoblanadi. Eng past chegaraga berilliy ega, uning yadrolarida bu reaksiya ^{124}Sb izotopi manbai

bilan amalga oshiriladi. Shuning uchun GNK faqat berilliyli ma'dan oraliqlarini aniqlash va ularda bu elementni miqdoridan oraliqlarini aniqlash va ularda bu elementni miqdorini baholash uchun qo'llaniladi. GNK ni berilliy bo'yicha sezuvchanligi yuqori, shuning uchun GNK faqat razvedka uchun emas, balki kon zaxiralarini hisoblashda ham qo'llaniladi.

6.3. Qududlardagi tadqiqotlarni boshqa turlari

Akustik karotaj (AK) – seysmik to'liqlarni tog' jinslarida tarqalishini o'rganishga asoslangan. Seysmik to'liqlarni hosil qilish va o'tkazish uchun quduqqa zond tushiriladi, unda qabul qiluvchi va ikkita seysmik tebranish manbai I_1 va I_2 o'rnatilgan. I_1 va I_2 manbalardan chiqqan bosh bo'ylama to'liqlarni qabul qiluvchiga kelgan vaqtlari t_1 va t_2 (mksek da) yozib olinadi, ular asosida aniqlangan to'liqinni birlik masofani o'tgan oraliq vaqti aniqlanadi:

$$\Delta T = \frac{t_2 - t_1}{S} \quad (6.4)$$

Unga teskari kattalik

$$\vartheta_p = 1/\Delta T = S/(t_2 - t_1) \quad (6.5)$$

bo'ylama to'liqinni tarqalish tezligi bo'lib, oraliq tezlik yoki qatlam tezligi deyiladi.

Vertikal seysmik profillash (VSP) – geologik kesim ichida to'liqin maydonini o'rganish uchun qo'llaniladi. Tebranishlar yer yuzasida bir necha punktda hosil qilinadi. Qudug' ichida o'tuvchi, qaytgan va singan to'liqlar yer yuzidagiga nisbatan keskinroq aks etadi. VSP har xil turdagi to'liqlarni stratigrafik gorizontlar bilan bog'liqligini aniqlash va bu to'liqlarni mazkur geologik kesim uchun tezliklarini o'rganish uchun ishlatiladi.

Magnit karotaji (MK) – quduq kesimini tashkil etuvchi jinslarni magnit xususiyatlarini o'rganish uchun o'tkaziladi, u atrof jinslar orasida ma'danli tanalarni ajratish imkonini beradi. MK ni variantlaridan biri Yerni magnit maydonini vertikal tashkil etuvchisi Z ning (yoki to'liq vektor T a ning) o'zgarishini o'rganishidir.

Ikkinchi variant: magnitlanish qobiliyati bo'yicha karotaj (MQK), bunda quduqda tog' jinslarini magnitlanish qobiliyati æ o'rganiladi. Ko'pincha rayonlarda æ qiymati bilan ferromagnit minerallar miqdori orasidagi bog'liqlik yuqori, shuning uchun ma'danlardagi temir miqdorini aniqlash mumkin. Qo'llaniladigan apparatura Za va æ ni quduq bo'yicha bir vaqtda o'lchash imkonini beradi.

6.4. Quduqlarning texnik holatini o'rganish usullari

1. Inklinometriya. Quduqlar vertikal va avvaldan berilgan yo'nalish bo'yicha yotiq burg'ilanadi. Bir qator geologik va texnologik sabablarga ko'ra quduq belgilangan yo'nalishdan o'zgaradi. Quduq o'qini berilgan yo'nalishidan o'zgarishi og'ish deyiladi.

Quduq o'qini biror chuqurlikdagi holati ikkita burchak bo'yicha aniqlanadi: quduq og'ishini zenit burchagi va quduq og'ishini magnit azimuti. Bunda ishlatiladigan asboblari inklinometrlar deyiladi. Inklinometr bilan o'lchashlar alohida nuqtalarda o'tkaziladi, nuqtalar orasidagi masofa odatiy burg'ilashda 25 m, yotiq yo'naltirilgan burg'ilashda 10 m. inklinometriya natijalari quduq o'qini gorizontali yoki vertikal yuzaga proektsiyasi ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

2. Kavernometriya. Odatda quduqni o'rtacha diametri chuqurlik bo'yicha o'zgaradi va dolotoni (koronkani) nominal diameridan farq qiladi. Bunda diametr kam ham bo'lishi mumkin, ko'p ham, ba'zan jida ko'p (kavernalarda). Quduq kesimi aylanadan anchagina farq qilishi mumkin.

Quduqni haqiqiy diametri haqidagi ma'lumotlar geofizik materiallarni talqini uchun, obsadka kolonnasini tushirishga taerlashda, quduqni tsementlashga tayyorlashda, hamda avariyanini oldini olish uchun quduq profilini bilish kerakligida lozim.

Quduqni o'rtacha diametrini aniqlash uchun kavernometrilar ishlatiladi. O'lchashlar natijasida kavernogramma – diametrni chuqurlik bo'yicha o'zgarish grafigi hosil bo'ladi.

3. Rezistivimetriya. Yuvish suyuqligini solishtirma qarshiligini quduq bo'yicha o'lchash elektrokarotaj natijalarini talqini uchun va quduqning texnik holati nazorati hamda gidrogeologik tadqiqotlar uchun lozim.

O'lchashlar (rezistivimetriya) quduq rezistivimetri yordamida o'tkaziladi. Quduqlardan olingan suyuqlikni alohida namunalarini, yoki qatlam namunalarini solishtirma qarshiligi yer usti rezistivimetrida aniqroq o'lchanadi. Uning natijalari nomogramma yordamida quduqni kerakli chuqurlikdagi haroratiga keltiradi.

4. Jinslarni namunalarini olish. Geologik kesimni tashkil etuvchi tog' jinslari haqidagi eng ishonchli ma'lumotlar quduqlarni buro'lash jarayonida olingan namunalar (kern) bo'yicha olinadi. Neft, gaz va ko'mirni razvedka quduqlarida kernga qo'shimcha namuna (grunt) quduq devoridan yonlama gruntonos yoki kerno-otbomik yordamida olinadi.

Namunalar obsadka qilinmagan quduqlarda geofizik tadqiqotlardan keyin va kesim geologik o'rganilganda kern yetarlicha chiqmagan oraliqlardan olinadi. Olingan kern va gruntlar petrofizik laboratoriyada o'rganiladi, granulometrik tarkib, tog' jinslarini fizik, kollektorlik va boshqa xususiyatlari aniqlanadi.

6.5. Apparatura va asboblalar

Quduqlardagi geofizik tadqiqotlar karotaj stansiyalari va quduq asboblari, hamda geofizik zondlar yordamida o'tkaziladi.

Karotaj stansiyasi harakatlanuvchi qurilma bo'lib, nazorat-o'lchash va yozib olish apparaturasi, ta'minot manbalari va tushirish-ko'tarish uskunalari o'z ichiga olgan.

Bajaradigan ishiga qarab karotaj stansiyalari ikki xil bo'ladi. Katta chuqurlikdagi (10 km. gacha) razvedka, neft va gaz quduqlarini tadqiqoti uchun mo'ljallangan karotaj stansiyalari ikkita avtomobilga o'rnatilgan. Birinchisi – karotaj laboratoriyasi bo'lib, unga o'lchash apparaturasi va ta'minot manbalari joylashtirilgan, ikkinchisi – karotaj ko'targichi bo'lib, unga asboblari va zondlarni quduqqa tushirish, keyin ko'tarish uskunalari joylashtirilgan. Chuqur bo'lmagan (1500 m. gacha) ko'mir va ma'danli quduqlarni tadqiqoti uchun karotaj stansiyalari bitta avtomobilga o'rnatilgan (6.4-rasm).

Avtomatik karotaj stansiyalarda o'lchash jarayonini boshqarish qo'lda bajariladi, ma'lumotlarni yozib olish esa – avtomatik analog yoki raqamli tuzilishda.

Stansiya bajaradigan asosiy geofizik kompleksga tabiiy qutblanish, qarshilik karotaji va tabiiy radioaktiv karotaj kiradi. Laboratoriyadagi pultlarni almashtirib MK, YOK, IK, AK grafiklarini yozib olish, inklinometriya, kavernometriya, termometriya o'tkazish mumkin.

Qo'llaniladigan karotaj stansiyalari turlari: AKS/1-7, LTSK-10, AEKS-1500 va boshqalar.

Quduq asboblari. Quduqlarda geofizik tadqiqotlarni o'tkazish uchun karotaj stansiyasi bilan maxsus apparatura qo'llaniladi. Quduq geofizik apparaturasi kompleksiga zond (quduq asbobi) va yer usti paneli kiradi. Ular orasidagi elektr aloqa uchun karotaj kabeli xizmat qiladi (kabel quduq asbobini tushirish-ko'tarishga ham mo'ljallangan). Quduq asbobi maxsus qoplamaga joylashtirilgan, u asbobni mexanik ta'sirlardan, yuqori bosim va haroratdan va quduqdagi flyuiddan (burg'ilash eritmasi, yuvish suyuqligi va b.) himoya qiladi odatda qoplama mustahkam, suv o'tkazilmaydigan materialdan (metall, maxsus plastmassa) tayyorlangan gilzadir. ba'zi quduq asboblari uzunligi bir necha metrga yetadi, shuning uchun ularni karotaj stansiyada transportirovka uchun bo'laklanadigan qilib tayyorlanadi.

Karotaj o'tkazishdan avval quduq asbobi kabel bilan ulanadi. Har bir foydali qazilma, geologik sharoit, qo'yilgan vazifadan kelib chiqib geofizik usullarni oqilona to'plami tanlanadi. Bu to'plam vazifani minimal vaqt va harajadlar bilan yechishga olib kelishi lozim. Umumiy tadqiqotlar quduq bo'yicha 1:500 masshtabda, mufassal tadqiqotlar alohida oraliqlar uchun 1:200, 1:100, 1:50 masshtabda bajariladi.

Umumiy tadqiqotlar bir necha usullarda bajariladi. Ularga elektrokarotaj (TM, YOK, IK yoki qarshilik karotaji) usullaridan biri, gamma-karotaj, neytron karotaj, kavernometriya va inklinometriya kiradi. Mufassal tadqiqotlarda usullar soni 10–12 taga etishi mumkin.

6.6. Karotaj materiallarini qayta ishlash va talqin qilish

Quduqlarni geofizik tadqiqoti materiallari qo'lda va elektron hisoblash mashinasida qayta ishlanadi va talqin qilinadi. Qo'lda talqin qilishda o'lgangan ma'lumotlar nazariy grafiklar, nomogrammalar, paletkalar, gradirovka grafiklari bilan solishtiriladi. Elektron – hisoblash tizimlaridan foydalanilganda ma'lumotlarni qayta ishlash va talqin qilish maxsus algoritmlari va programmalari qo'llaniladi.

Geofizik talqin natijasida tog' jinslarini geofizik parametrlarini haqiqiy qiymatlari aniqlanadi (solishtirma elektr qarshiligi, qatlam tezligi, dielektrik singdiruvchanlik va b.).

Geologik talqin bosqichida geofizik parametrlarni haqiqiy qiymatlari bo'yicha foydali qazilma konini kollektorlik xususiyatlari va hisoblash parametrlari aniqlanadi – foydali kimyoviy elementni mavjudligi, uning miqdori, g'ovaklilik, gillilik, samarali qalinlik va ko'pgina boshqalar.

Ma'danli va noma'dan foydali qazilmalar uchun burg'ilangan quduqlarda karotaj natijalari bo'yicha quyidagi asosiy vazifalar yechiladi: 1) kesimni litologik bo'laklarga ajratish; 2) foydali qazilma qatlamlarini aniqlash, morfologiyasi va yotish

elementlarini aniqlash; 3) ma'danli qatlamda foydali komponent miqdorini aniqlash.

Birinchi vazifani yechish uchun QK, TQ, GK ma'lumotlari ishlatiladi. Magnitlanish qobiliyati bo'yicha karotaj va neytron karotaj qo'shimcha ma'lumot beradi.

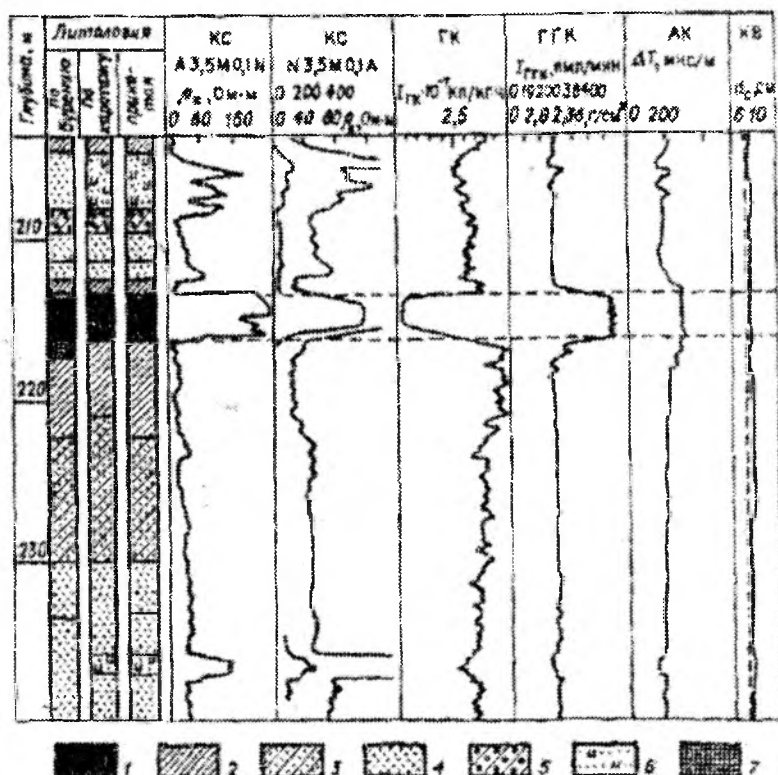
Ma'danli konlarda qatlamlarni tuzilishi va geologik kesimlar turlarini har xilligi alohida litologik bo'laklarni to'liqroq o'rganishni talab etadi.

Foydali qazilma mavjud oraliqlarni ajratish karotaj grafiklarini o'ziga xos xususiyatlari bo'yicha amalga oshiriladi. Foydali komponentni miqdori graduировка grafiklari bo'yicha aniqlanadi. Ular karotajni har bir turi uchun moslashtirish asosida tuziladi yoki kimyoviy analiz natijasi asosida yaratiladi.

Ko'mir uchun burg'ilangan quduqlardagi geofizik tadqiqotlar quyidagi vazifalarni yechadi: 1) kesimni litologik bo'laklarga ajratish; 2) ko'mir qatlamlarini ajratish, yotish chuqurligi qalinligi va ifloslanish darajasini (zolnost) aniqlash; 3) tektonik buzilmalarni ajratish; 4) quduqlar kesimlarini korrelyatsiyasini (o'zaro bog'liqligini) bajarish.

Ko'mirli qatlamlarni ajratish uchun qo'llaniladigan asosiy usullar – QK, GK, GKG va kavernometriya. QK va GK diagrammalarida ko'mirli qatlam ρ_t ni maksimumi va Y_{gk} ni minimumi bilan ajratiladi. GKG diagrammasida ko'mirli qatlam sochma γ – *nurlanishni* maksimumi bo'yicha ajraladi

Ko'mir sifatini belgilovchi muxim kattalik uning ifloslanish darajasi (zolnost) dir, ya'ni ko'mir yongandan so'ng qoladigan qattiq qoldiqning foiz miqdori. U bir necha foizdan 50% gacha o'zgarishi mumkin. Bu kattalik karotaj ma'lumotlari bo'yicha jadval va grafiklar ko'rinishida tuziladigan korrelyatsion bog'liklar bo'yicha aniqlanadi.



6.8-rasm. Geofizik tadqiqot ma'lumotlari bo'yicha ko'mir qatlamini ajratish va kesimni litologik bo'laklarga ajratish: 1-ko'mir, 2-mayda donali alevrolit, 3-yirik donali alevrolit, 4-mayda donali qumtosh, 5-qumtosh va alevrolitni almashinuvi, 6-karbonatli qumtosh, 7-kern olinmagan qism.

7. GEOFIZIK USULLARNI KOMPLEKSLASH

Hozirgi zamonda amaliy (razvedka) geofizikasi ko'p sonli usullardan iborat va ularni oqilona komplekslash amaliy geologiya masalalarini yechishda alohida ahamiyatga ega.

Geofizik tadqiqotlar natijalarini talqining turlichaligi har xil geofizik usullarni kompleks ishlatish zarurligiga olib keladi. Undan tashqari, geologik tuzilishni har xil elementlari geofizik maydonlarda turlicha aks etadi. Masalan, gorizont-al-qatlamli muhitlar seysmorazvedka va elektromagnit zondirlash usullari ma'lumotlarida yaxshi aks etadi, vertikal-blokli tuzilish esa elektromagnit profillash, gravirazvedka va magnitorazvedka bilan ishonchli xaritalanadi.

Shunday qilib, geofizik usullarni komplekslashni asosiy maqsadi-qo'yilgan vazifani bir xil yechimiga erishishdir. Konkret qo'yilgan geologik, injener-geologik va h.k. vazifaga asosan geofizik usullar kompleksi tanlanadi.

Ko'pchilik geologik vazifalarni yechishda geofizik kompleks asosiy usullar (o'rganilayotgan hududni hammasida ishlatiladigan) va qo'shimcha usullardan (cheklangan maydonda mufassallashtirish maqsadida qo'llaniladi) tashkil topadi.

Asosiy usullar odatda tezkor, yuqori samarador va nisbatan arzon bo'ladi. Bitta usul o'rniga bir nechtasini qo'llash xarajatlarni proportsional oshishi emas, chunki ishlarni tashkil etish, transport topografik va maishiy xizmatlar umumiydir.

Oqilona kompleksni tanlash uchun:

- birinchidan, tadqiqotchi komplekslashni zaruriyatini va har bir usulni vazifasini aniq tushunishi;
- ikkinchisidan, obyektning fiziko-geologik modeli tuzilishi;
- uchinchidan, har bir usul va ularni birikmasini geologo-iqtisodiy bahosi ta'minlanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Никитин А.А, Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов. Учебник. – Москва. 2012 .
2. Геофизические исследования и работы в скважинах, – Уфа 2010 г. ОАО “Башнефтегеофизика” под.ред. Я.Р.Адиева.
3. Сковородников И.Г., Геофизические исследования скважин. Екатеринбург 2009 .
4. Бондаренко В.Б., Димура Г.Б., Савенко Е.И.Общий курс разведочной геофизики. – М. “Норма”. 1998 .
5. Хмелевской В.К., Горбачев Ю.И., Калинин А.В., Попов М.Г., Селивэрстов М.И., Шевнин В.А.. Геофизические методы исследований. Изд. Камчатск пед. ун-та, 2004 .
6. Комплексирование геофизических методов при решении геологических задач. Под.ред. Никитского В.Е., Бродового В.В.. – М. “Недра” 1987 .
7. Никитин А.А., Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической информации. – М.2008.
8. Хмелевской В.К., Горбачев Ю.И., Калинин А.В., Попов М.Г., Селивэрстов Н.И., Шевнин В.А.. Геофизические методы исследований. Учебное пособие для геологических специальностей вузов. – Петропавловск-Камчатский; изд-во КГПУ, 2004.
9. Atabayev D. va b. Geofizik tadqiqot usullari. – O‘z MU, 2016.
10. Sim L.A. Foydali qazilma konlarini qidirish va razvedka qilishni geofizik usullari. – Toshkent, 1996.
11. Field Geophysics, Copyright © 2003 by John Milsom, Published 2003 by John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.

**YUSUPOV RUSTAM YUNUSOVICH,
XAYDAROV BOTIR HAMIDOVICH**

AMALIY GEOFIZIKA

Darslik

Muharrirlar:	A.Tilavov A.Abdujalilov
Texnik muharrir:	Y.O‘rinov
Badiiy muharrir:	I.Zaxidova
Musahhiha:	N.Sultanova

Nash.lits. № AI 245. 02.10.2013.
Terishga 16.10.2019-yilda berildi. Bosishga 13.12.2019-yilda
ruxsat etildi. Bichimi: 60x84 1/16. Ofset bosma. «Times New
Roman» garniturası. Shartli b.t. 12.0. Nashr b.t. 11,16.
Adadi 100 nusxa. Buyurtma № 88.
Bahosi shartnoma asosida.

«Sano-standart» nashriyoti, 100190, Toshkent shahri,
Yunusobod-9, 13-54. e-mail: sano-standart@mail.ru

«Sano-standart» MCHJ bosmaxonasida bosildi.
Toshkent shahri, Shiroq ko‘chasi, 100-uy.
Telefon: (371) 228-07-96, faks: (371) 228-07-95.



"Sano-standart"

ISBN 978-9943-6116-0-3



9 789943 611603