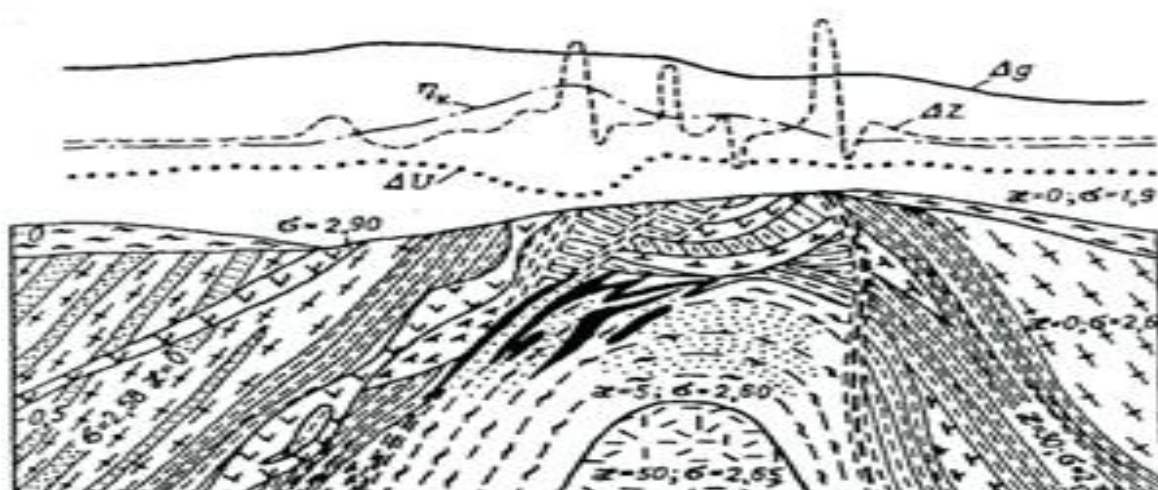


**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

R.YU. YUSUPOV, B.X.XAYDAROV

AMALIY GEOFIZIKA

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI TOMONIDAN DARSLIK SIFATIDA TAVSIYA ETILGAN**



TOSHKENT 2019

UDK 550.83

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.

Yusupov R.Yu., Xaydarov B.X. Amaliy geofizika. Darslik. T.: 2019,– 188 b.

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

ToshDTU ilmiy – uslubiy kengashi qaroriga asosan chop etildi.

Toshkent davlat texnika universiteti, 2019

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 echishda 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.

V uchebnike privedeni klassifikatsiya, teoriticheskie osnovi, metodika polevix rabot, svedeniya o primenyaemoy apparature geofizicheskix metodov (gravirazvedka, magnitorazvedka, elektrorazvedka, seysmorazvedka, radiometriya i yadernaya geofizika, termorazvedka, geofizicheskie issledovaniya skvajin), metodika obrabotki i interpretatsii geofizicheskix dannix. Rassmotreni metodiki kompleksirovaniya geofizicheskix metodov pri reshenii geologicheskix i gorno-texnicheskix zadach.

Predusmotreno dlya studentov visshix i srednix spetsialnix uchrejdeniy geologorazvedochnogo napravleniya.

Danniy uchebnik podgotovlen na osnove ranee opublikovannix uchebnikov i uchebnix posobiy (oni privedeni v spiske literatur), vvedeni neobxodimie ispravleniya i dobavleniya, sootvetstvuet uchebnomu planu kursa metodi geofizicheskix issledovaniy dlya studentov geologicheskix i geofizicheskix napravleniy visshego obrazovaniya.

The textbook shows the characteristics of geophysicals methods (gravitational, magnetic, electrical, seismic, thermic exploration, radiometric and nuclear geophysics, geophysical studies of wells) , the theoretical basis of methods, methodology of field

work, information on the used equipment, processing the geophysical data and the procedure of their interpretation. The methods of integration of methods and technical tasks are considered. The textbook is designed for students of the geological exploration of medium and higher educational institutions. It was prepared on the basis of previously issued textbooks, educational benefits (listed in the list of used literature), geophysics researches methods, the following changes and the additions are the corresponding to the study plan of higher education of students of geological and geophysical directions for the course of geophysical researches methods.

MUNDARIJA

Kirish

1.Gravirazvedka

1.1.Erning gravitatsion maydoni	16
1.2. Gravitatsion potentsial va uning hosilalari	18
1.3. Og'irlik kuchining reduksiyalari	20
1.4. Tog' jinslari va ma'danlarning zichligi	22
1.5. Geologik ob'ektlarning gravitatsion maydoni	24
1.6. Gravimetrlar va gradientometrlar.....	32
1.7. Gravimetrik s'yomkalar uslubiyati	37
1.8. Gravimetrik s'yomka materiallarini qayta ishlash va talqin qilish.....	40
1.9. Gravirazvedkaning qo'llanish sharoitlari	42

2. Magnitorazvedka

2.1. Erning magnit maydoni	47
2.2. Tog' jinslarini magnit xususiyatlari	51
2.3. Har xil tuzilishdagi jismlar magnit maydoni	56
2.4. Magnitometrlar	63
2.5. Magnit s'yomkalari uslubiyati	68
2.6. Dala materiallarini qayta ishlash va talqin qilish	72
2.7. Magnit s'yomka natijalarini talqini.....	73
2.8. Qo'llanish sharoitlari	76

3.Seysmorazvedka

3.1. Seysmik to'lqinlar va geometrik seysmika	79
3.2. Tog' jinslarini seysmik xususiyatlari	82
3.3.Seysmik to'lqinlarning vaqt maydonlari va godograflari	89
3.4. Seysmorazvedka apparaturalari va uskunalari	92
3.5. Seysmorazvedka ishlarining uslubiyati va texnologiyasi	97
3.6. Dala ma'lumotlarini qayta ishlash va talqin qilish	102
3.7. Seysmorazvedka qo'llaniladigan sharoitlar	104

4. Elektrorazvedka

4.1. Tabiiy va sun'iy elektromagnit maydonlar	109
4.2. Tog' jinslari va ma'danlarni elektromagnit xususiyatlari	112
4.3. O'zgaras elektr maydon usullari	114
4.4. Apparatura va uskunalari	124
4.5. Past chastotali elektromagnit maydon usullari	132
4.6. Elektrorazvedkaning induktiv maydon usullari	135
4.7. Elektromagnit zondirlashlar	136
4.8. Magnitotellurik maydon usullari	138
4.9. Radioto'lqinli usullar	139
4.10. Fizik-ximik maydon usullari	143

5. Radiometriya va yadro geofizikasi

5.1. Yadro geofizikasining fizik-kimyoviy va geologik asoslari	148
5.2. Radioaktiv nurlanishlarni atrof muhit bilan o'zaro ta'siri	151
5.3. Tog' jinslari va ma'danlarni radioaktivligi	152
5.4. Yadroviy nurlanishlarni o'rganish uchun apparatura	157
5.5. Radiometrik va yadro-fizik usullarni kuzatish metodikasi, qayta ishlash va qo'llanishi	161

6. Skvajinalarni geofizik tadqiqoti

6.1. Elektrokarotaj usullari	176
6.2. Radioaktiv karotaj	181
6.3. Quduqlardagi tadqiqotlarni boshqa usullari	184
6.4. Quduqlarni texnik xolatini o'rganish usullari	185
6.5. Apparatura va asboblari	187
6.6. Karotaj materiallarini qayta ishlash va talqin qilish	188

7. Geofizik usullarni komplekslash.....191

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	192
--	------------

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

1. Гравиразведка

1.1. Гравитационное поле Земли	16
1.2. Гравитационный потенциал и его производные.....	18
1.3. Редукции силы тяжести.....	20
1.4. Плотность горных пород и руд.....	22
1.5. Гравитационное поле геологических объектов.....	24
1.6 . Гравиметры и градиентометры.....	32
1.7. Методика гравиметрических съемок.....	37
1.8. Обработка и интерпретация материалов гравиметрических съемок.....	40
1.9. Условия применения гравиразведки.....	42

2. Магниторазведка

2.1 Магнитное поле Земли.....	47
2.2. Магнитные свойства горных пород.....	51
2.3. Магнитное поле тел различной формы.....	56
2.4. Магнитометры.....	63
2.5. Методика магнитных съемок.....	68
2.6. Обработка и интерпретация полевых материалов.....	72
2.7. Интерпретация результатов магнитных съёмок.....	73
2.8. Применяемые условия.....	76

3. Сейсморазведка

3.1. Сейсмические волны и геометрическая сейсмика.....	79
3.2. Сейсмические свойства горных пород.....	82
3.3. Поля времён и годографы сейсмических волн.....	89
3.4. Сейсморазведочные аппаратуры и оборудования.....	92
3.5. Методика технология сейсморазведочных работ.....	97
3.6. Обработка и интерпретация полевых данных.....	102
3.7. Условия применения сейсморазведки.....	104

4. Электроразведка

4.1. Естественные и искусственные электромагнитные поля.....	109
4.2. Электромагнитные свойства горных пород и руд.....	112
4.3. Методы постоянного электрического поля	114
4.4. Аппаратура и оборудование.....	124
4.5. Методы низкочастотного электромагнитного поля.....	132
4.6. Электроразведочные методы индуктиного поля.....	135
4.7. Электромагнитные зондирования.....	136
4.8. Методы магнитотеллурического поля.....	138
4.9. Радиоволновые методы.....	139
4.10. Методы физико-химического поля.....	143

5. Радиометрия и ядерная геофизика

5.1. Физико-химические и геологические основы ядерной геофизики.....	148
5.2. Взаимодействие радиоактивных излучений с окружающей средой...	151
5.3. Радиоактивность горных пород и руд.....	152
5.4. Аппаратура для изучения ядерных излучений.....	157
5.5. Методика наблюдений, обработка и применение радиометрических и ядерно-физических методов.....	161

6. Геофизические исследования скважин

6.1. Методы электрокаротажа.....	176
6.2. Радиоактивный каротаж.....	181
6.3. Другие методы исследования скважин.....	184
6.4. Методы изучения технического состояния скважин.....	185
6.5. Аппаратура и приборы.....	187
6.6. Обработка и интерпретация материалов каротажа.....	188

7. Комплексование геофизических методов.....191.

Список использованных литератур.....	192.
---	-------------

TABLE OF CONTENTS

Introduction.

1.Gravity research

1.1. Gravitational field of the earth.....	16
1.2. Gravitational potential and its derivatives.....	18
1.3. Reduction of gravity.....	20
1.4. Density of rocks.....	22
1.5. Gravitational field of geological objects.....	24
1.6. Gravimeters and gradiometers.....	32
1.7.M method of gravitation observations.....	37
1.8. Mrocessing and interpretations of materials of gravitation observations.....	40
1.9. Conditions of application of gravitation observations.....	42

2. Magnetic studies

2.1. Magnetic field of the earth.....	47
2.2. Magnetic properties of rocks.....	51
2.3. Magnetic fields of bodies of various shapes.....	56
2.4. Magnetometers.....	63
2.5. Metodics magnetic researches.....	68
2.6. Processing and interpretation of field materials.....	72

3. Seismic researches

3.1. Seismics waves and geometric seismic.....	79
3.2. Seismic properties of rocks	82
3.3. Fields of time and hodograves of seismic waves	89
3.4. Seismic equipement and devices.....	92
3.5. Methods of seismic work.....	97
3.6.Pprocessing and interpretation of field materials.....	102
3.7. Terms of application of seismic work.....	104

4. Electrometric researches

4.. Natural and artificial electromagnetic fields.....	109
4.2. Electromagnetic properties of rocks and ores.....	112
4.3. Constant electric fields methods.....	114
4.4. Electromagnetic equipement and devices.....	124

4.5. Low frequency electromagnetic field methods.....	132
4.6. Inductive electromagnetic field methods.....	135
4.7. Electromagnetic probing.....	136
4.8. Magnet telluric field methods.....	138
4.9. Radio waves methods.....	139
4.10. Method of phisico-chemical fields.....	143

5. Radiomrtriya and nuclear geophysics

5.1. Phisico-chemical and geological foundations of nuclear geophysics.....	148
5.2. Interaction of radioactive radiation with a geological environment.....	151
5.3. Radioactivity of mountains rocks and ores.....	152
5.4. Equipment for studying radioactive radiation.....	157
5.5. Method of work in the conduct of works on radiometry and nuclear physical methods, processing of materials and application of methods.....	161

6. Geophysical studies of wells.

6.1. Methods of electrical research of wells.....	176
6.2. Methods of radioactive research of wells.....	181
6.3. Others methods of research of wells.....	184
6.4. Methods of studying the technical condition of wells.....	185
6.5. Processing of materials of research and interpretation of results.....	187

7. Completion of geophysical methods.....191

List of used literature.....	192
-------------------------------------	------------

Matnda uchraydigan qisqartmalar

ATU - akslangan to'liqlar usuli;
STU – singan to'liqlar 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'liqli yoritish usuli ;
TM - tabiiy maydon usuli ;
UQ - undalgan qutblanish usuli ;
MQCH - metallarni qisman chiqarish usuli ;
GS - gamma s'emka ;
ES - emanatsion s'emka ;
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 – xom ashyo bazasini chuqurlikdagi va qalin qoplangan foydali qazilma konlarini aniqlash hisobiga kengaytirish; mineral – xom ashyo resurslarini borish qiyin va kam o'rganilgan rayonlarda qidirish; foydali komponentni kontsentratsiyasi past, ammo zaxirasi katta ma'danli konlarni aniqlash va razvedkalashdir. Bu vazifalarni echishda asosiy o'rinlardan biri geofizik razvedkaning geofizik usullariga tegishli, ular er qobig'ini chuqurlikdagi tuzilishini o'rganish, foydali qazilma konlarini atmosferadan, kosmosdan, er ustida, dengiz yuzasida, skvajinalarda, er 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 ob'ektlar haqida ma'lumot olinishi;
- 2) maqsadli geologik ob'ektlar 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 ob'ektni 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 ob'ekt 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

yotqiziqqlarni 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 χ 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 koeffitsienti 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. Erning 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 ob'ektlar bilan o'zaro tasirini ikkilamchi maydoni kiradi. Har bir geofizik maydon geologik muxitni 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, er usti, dengiz, er osti, skvajinalardagi geofizik tadqiqotlar), masshtabi bo'yicha (mayda-, o'rta-, yirik – masshtabli va mufassal), hamda echadigan 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 echimi juda murakkab bo'lsa ham, yagonadir. SHu bilan birga, fizik maydon parametrlarini bir xilda taqsimoti geologik ob'ektni fizik xususiyatlari va o'lchamlarini har xil nisbatlariga to'g'ri kelishi mumkin. Boshqacha aytganda,

geofizikani teskari vazifasini matematik echimi, ya'ni geologik ob'ektni o'lchamlari va uni tashkil etgan jinslarni xususiyatlarini kuzatilgan maydon bo'yicha aniqlash juda murakkabgina emas, balki, odatda, yagona emas.

Geologik usullarni 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 echishda 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 jinslarni fizik xususiyatlari, ularni litologiyasi, tektonik tuzilishi, gidrogeologik sharoitlari haqidagi hamma ma'lumotlarni ishlatish lozim. Konlarni razvedkalashda chuqurlik va murakkablikni 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. Erni 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. Erni gravitatsion maydoni nazariyoti 1647 yildan boshlangan, bunda I. Nyuton butun olam tortishish qonunini kashf etgan. 1753 yilda M.V. Lomonosov Er yuzasidagi og'irlik kuchining Erni ichki tuzilishi bilan bog'liqligi xaqida fikr bildirgan va gazli gravimetr g'oyasini ishlab chiqqan. Uning atmosferadagi elektr haqidagi ishlarini Erni elektromagnit tadqiqotlarini birinchilaridan deb hisoblash mumkin. Elektrozvedka bo'yicha birinchi ishlarga R.Foksning (Buyuk Britaniya) 1830 yildagi sul'fidli qatlamlarni tabiiy qutblanishini kuzatuvlarini va E.I.Rogozinning 1903 yilda bu usulni asoslarini berishini kiritish mumkin. 1913 yilda K.SHlyumberje (Frantsiya) 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) er magnetizmi nazariyoti rivojlana boshlagan. Rossiyada birinchi magnitorazvedka ishlari 1894 yilda Moskva davlat universiteti professori E.E.Leystning Kursk magnit anomaliyasida o'tkazgan s'yomkasi, 19-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 geofizikasini rivojlanishini boshlanishi deyish mumkin. Geofizik tadqiqotlar usullarini 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 nazariyoti 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 xududlarda 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, erni gravitatsion maydoni hususiyatlarini o'rganishga asoslangan. Gravitatsion maydon tortish kuchi maydoni va markazdan qochma kuch maydoni yig'indisidir, u og'irlik kuchi maydoni deb ataladi. Bu maydonni o'rganish Erni yuqori qismining geologik tuzilishi haqida xulosalar qilishga imkon beradi.

Gravirazvedka yopiq hududlarni tektonik, petrografik va litologik xaritalash, neft va gazli tuzilmalarni qidirish, neft va gazni 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 Erning tuzilishi (figurasi) ni o'rganishda ham gravirazvedka qo'llaniladi.

1.1. Erning 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.

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

$$F_T = G \int_V dm / r^2, \quad (1.2)$$

bunda: r -tortilayotgan birlik massadan Er massasining dm elementigacha bo'lgan masofa, V -Er 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 – Er massasi,

R - Er markazidan tortilayotgan massagacha bo'lgan masofa.

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

Er 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 proportsional:

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

Tortish kuchi F Er 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 Xalqaro geodeziya va geofizika uyushmasining XV assambleyasida tezlanish birligini "galileo" (G -gall) deb atash taklif qilingan. Bu birlik juda katta - og'irlik kuchi maydoni Erning hammasida 9,81 G ga teng. Gravitatsiyada tezlanishning birligi Gal ($1\text{Gal} = 10^{-2} \text{m/s}^2$) va undan maydasi-milligal ($1\text{m Gal} = 10^{-5} \text{m/s}^2$) 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 potentsial va uning xosilalari.

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

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

W funktsiyaning X, Y, Z - koordinatalar bo'yicha xosilalari 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:

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

$$\text{Bunda } dx = ds \cos(s, x), \quad dy = ds \cdot \cos(s, y), \quad dz = ds \cdot \cos(s, z). \quad (1.7)$$

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 ekvipotentsial yuza). $W = \text{const}$ iborasiga har-xil qiymat berib, ekvipotentsial yuzalar guruxini 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 ekvipotentsial yuzalar orasidagi masofa, dW -ikkita juda yaqin teng qiymat yuzalardan bir-biriga o'tganda potentsialning o'zgarishi.

(1.8) formulaga asosan ikkita ekvipotentsial yuzalar orasidagi masofa ta'sir etayotgan og'irlik kuchiga teskari proportsional va potentsial o'zgarishiga to'g'ri proportsional (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 xosilalari keng qo'llaniladi. YUqorida aytib o'tgandik, potentsialning x, y, z koordinatalari bo'yicha birlamchi xosilalari 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 differentsiallashtirish 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} xosilalar nuqtani gorizonttal yo'nalishlarda (x va y) ko'chirganda og'irlik kuchining gorizonttal gradientlari deyiladi va koordinata o'qlari bo'yicha yo'nalgan vektorlar shaklida ko'rsatiladi. W_{zz} xosila g ning vertikal yo'nalish bo'yicha o'zgarishini ko'rsatadi va og'irlik kuchining vertikal gradienti deyiladi.

Amaliyotda ikkilamchi xosila 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 xosilalarning SI sistemasidagi o'lchov birligi s^{-2} .

Erning normal gravitatsion maydoni.

Erning nazariy yuzasi uchun hisoblangan og'irlik kuchi maydoni Erning 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 xosilasi 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) $-14 \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2$ tuzatish bilan MDX va SHarqiy Evropa 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 xududining hammasiga tegishli.

Og'irlik kuchining normal qiymatlari maxsus jadvallarda keltirilgan.

1.3. Og'irlik kuchining reduktsiyalari.

Og'irlik kuchining normal qiymati γ_0 Erning ideal shakli (aylanish ellipsoidi) uchun hisoblanadi. Og'irlik kuchining haqiqiy qiymati g_n esa Erning fizik yuzasida (ellipsoid yuzasidan farq qiluvchi) o'lchanadi. Og'irlik kuchi anomaliyasini aniqlash uchun elipsoid yuzasidagi og'irlik kuchi qiymatini Erning haqiqiy yuzasidagi kuzatish nuqtalariga keltirish zarur (reduktsiyalash). Buning uchun γ_0 qiymatlariga tuzatishlar kiritiladi: kuzatuv nuqtasining balandligi uchun, oraliq qatlam tortishishi uchun, atrof muxit rel'efi 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 satxi 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 satxi 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 $-\sigma$ -qatlam jinslarining o'rtacha zichligi, g/sm^3 , h – qatlam qalinligi, m. Bu tuzatish “-” ishora bilan kiritiladi, chunki oraliq qatlamning mavjudligi er yuzasida o'lchangan og'irlik kuchini oshiradi. Kuzatuv nuqtasi balandligi va oraliq qatlam tortishi uchun tuzatishlar yig'indisi Buge tuzatishi deyiladi;

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

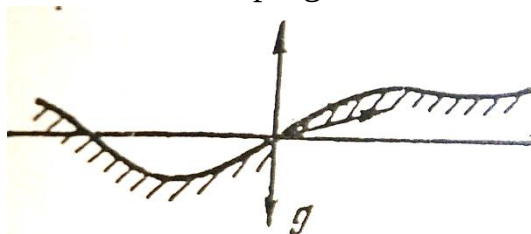
Og'irlik kuchining Buge anomaliyasi:

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

YAshirin anomal massalarini aniqlashda Buge reduktsiyasi erkin havo reduktsiyasidan ustun turadi, chunki Buge anomaliyasida oraliq massalari ta'siri ko'proq.

Gravimetrik s'emkalar natijalari asosida Buge anomaliyalari xaritasi oraliq qatlam zichligi 2,3 va 2,67g/sm² 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 reliefi uchun tuzatish kiritiladi. U doimo musbat, chunki reliefning pasayishi (o'lchash nuqtasining pastida massalar kamayadi), reliefning ko'tarilishi (o'lchash nuqtasining yuqorisida ortiqcha massalar) og'irlik kuchining o'lchangan qiymatini kamayishiga olib keladi (1.1-rasm). Har qanday reduktsiyalashda relief 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.Relefning og'irlik kuchiga ta'siri.

Og'irlik kuchini Er ostida va suv ostida o'lchaganda Prey reduktsiyasi ishlatiladi, u og'irlik kuchining Er qa'riga kirib borishda 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'lchash nuqtasi tagida bo'lganda og'irlik kuchini oshiradi, nuqtadan yuqorida bo'lganda og'irlik kuchini shu qiymatga kamaytiradi.

Prey anomaliyasi:

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

Dengizda suv osti s'emkasida 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 ob'ektning 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. Er 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 ximik-mineralogik tarkibi va ulardagi nisbatan engil (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 er yuziga chiqqan joylaridan, tog' lahmlaridan, skvajina kernlaridan va tabiiy yotgan joylaridan olinadi. Zichlikni laboratoriyada o'lchashni har-xil usullari mavjud. Eng keng qo'llaniladigani gidrostatik o'lchash.

Buning uchun, tarozida 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,	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,	1,6÷2,8 2,0÷2,4 2,1÷2,8 2,0÷2,6 2,1÷2,9
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,	3,0÷5,5 1,3÷1,5 2,1÷2,3 0,7÷1,1

Maxsus densitometr asbobining zichlikni o'lchash printsipli 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 er ostida o'lchash natijalari asosida aniqlanadi. Zichlikni har bir usulda o'lchash maxsus yo'llanmalar asosida o'tkaziladi.

1.5. Geologik ob'ektlarning gravitatsion maydoni.

Gravitatsion anomaliyalarni geologik talqinida bu anomaliyalarni geologik ob'ektlar 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

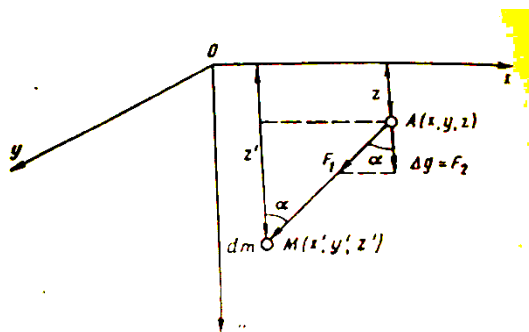
uslubda geologik ob'ektning o'lchamlari, tuzilishi, yotish chuqurligi va boshqalar aniqlanadi. Miqdoriy talqinda gravirazvedkaning to'g'ri va teskari vazifalari echiladi.

To'g'ri vazifa - ma'lum geometrik tuzilish va ma'lum zichlikka ega bo'lgan jismni gravitatsion maydonini hisoblash. To'g'ri vazifani echish 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 jismni 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 echiladi (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 Er 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.

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

bunda $\cos \alpha = (z' - z) / r$



1.2-rasm. 1.11 formulaga tushuntirish.

Zichligi σ_0 bo'lgan muhitda dv hajmli σ^v 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 ob'ektlar tuzilishi shar tuzilishida yoki shunga yaqin bo'ladi: uyasimon va shtoksimon ma'danli yotqiziqlar, tuz gumbazlari, karst bo'shliqlari va boshqalar. Er 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 $z^1 = h, y = z = 0, x^1 = y^1 = 0$, 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 differentsiallash natijasida potentsialning 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

$$\Delta g_{x0,5} = GMh/r_{0,5}^3 = 0,5\Delta g_{\max}$$

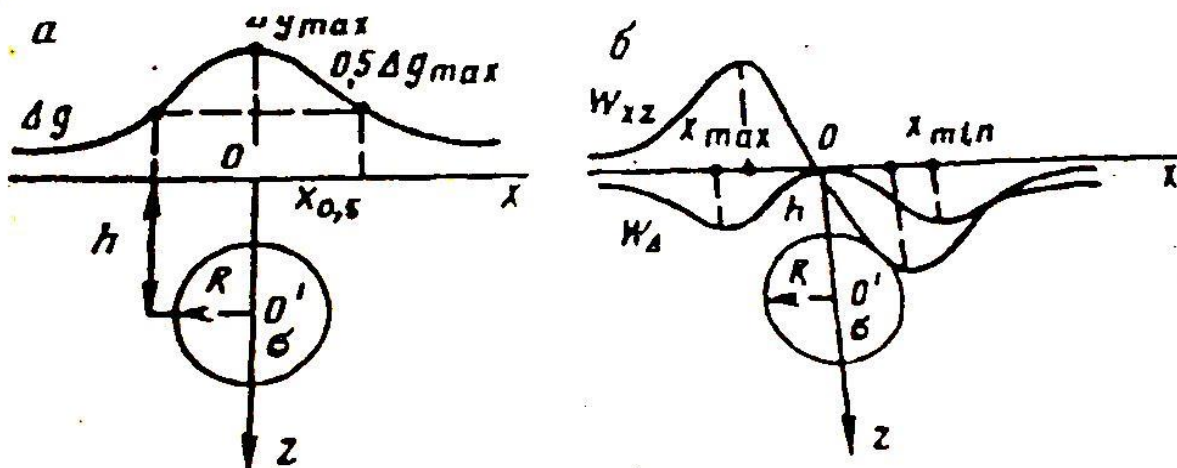
$r_{0,5}$ ni h va x bilan almashtirib

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

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} grafiglari.

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

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

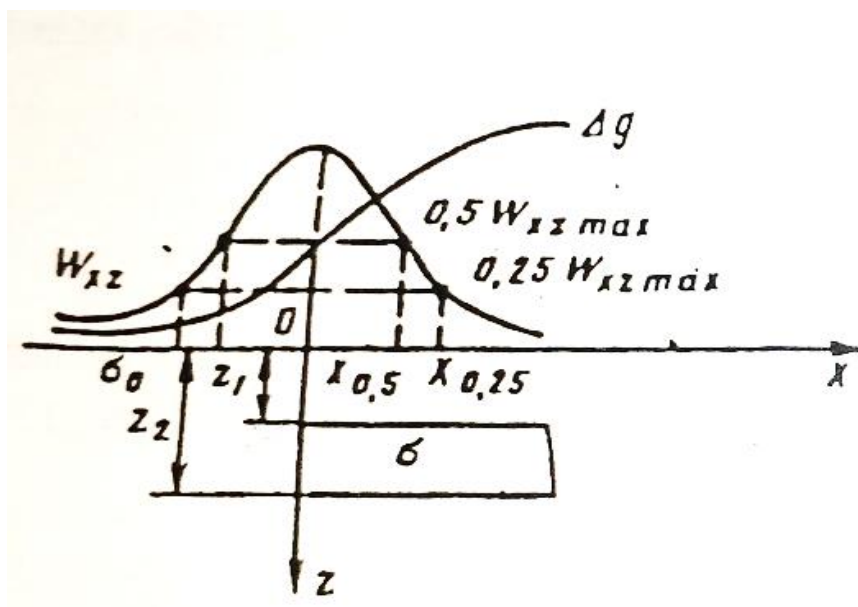
Jismning yotish chuqurligi va massasini aniqlash uchun W_{xz} grafigining abtsissa va ordinatasini ishlatish mumkin: U x ning manfiy qiymatlarida maksimum qiymatga va musbatda minimumga ega. Jism markazi ustida grafik noldan o'tadi.

W_{xz} grafigi ekstremumlari abtsissasi $dW_{xz}/dx=0$ shartiga asosan topiladi. Differentsiallashdan 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 ob'ektni 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 gorizontal gradientlarini ustun uchun hisoblash formulasi quyidagicha:

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

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

(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 $\Delta g = 2G\delta\pi(z_2 - z_1)$ 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. $W_{xz} = 2G\delta \cdot \ln(z_2/z_1)$ 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:

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

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

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

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

$z_1+z_2=2m$ belgilab va kvadrat tenglamaning ildizi yig'indisi va ko'paytmasi hususiyatlaridan 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 tsilindr. CHEksiz uzunlikdagi gorizontaal tsilindr "u" o'qi bo'yicha joylashsa, o'lchov profili bu yo'nalishga ko'ndalang joylashsa bir jinsli tsilindrning tortishi uning massasi uzunlik bo'yicha tarqalganda ham bir xil bo'ladi $m^1 = dm^1 / dy = \pi R^2 \cdot \sigma$

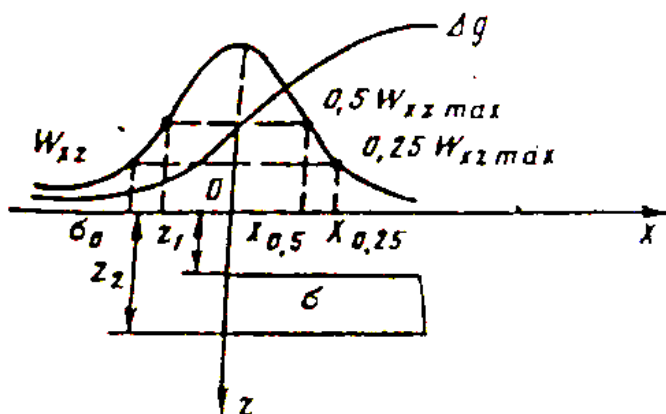
(1.12) formuladan foydalanib:

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

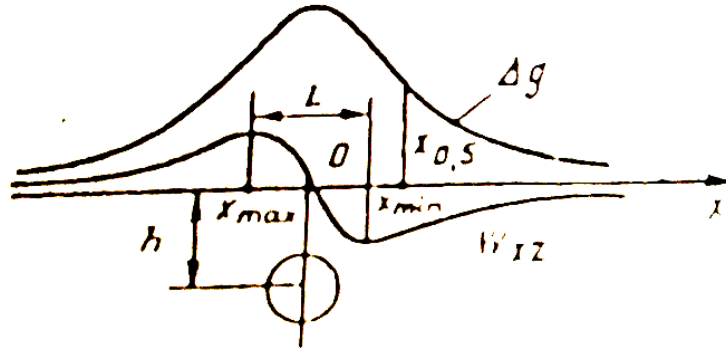
$$W_{xz} = \frac{2Gm^1h}{x^2 + h^2}$$

Δg va W_{xz} grafiklari

1.4-rasmda keltirilgan. Ulardan tsilindr 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 tsilindr ustida Δg va W_{xz} grafiklari.

$\sigma^1 > \sigma_0$ bo'lganda, tsilindr ustida Δg grafigi musbat va simmetrik, maksimum $\Delta g_{\max}$ tsilindr 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} funktsiyasining 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.

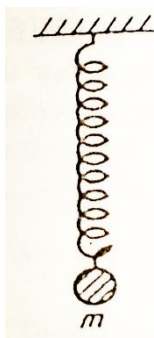
Hozirgi vaqtda og'irlik kuchini o'lchashning uchta usuli qo'llaniladi: mayatnikli, erkin tushish va statik usullari. Buning uchun mayatniklar, gravimetrlar, variometrlar va gradientometrlar ishlatiladi. Gravimetrlar og'irlik kuchining absolyut qiymatini yoki uning boshqa o'lchash nuqtasidagi qiymatiga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

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

SHu maqsadda lazerli gravimetrlar yaratilgan. Ular og'irlik kuchi qiymatini $2 \cdot 10^{-7} \text{ m/c}^2$ xatolikda aniqlash imkonini beradi. Og'irlik kuchining absolyut qiymati ba'zi asosiy nuqtalarda, asosan observatoriyalarda o'lchanadi.



1.6-rasm. Prujinali tarozi sxemasi.

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 asboblarda bilan 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 printsipida ishlaydi. Uzunligi l_0 bo'lgan prujinaga m massa osilgan. Prujinani l uzunlikka cho'zilishi τ_n kuchga proporsional $\tau_n(l-l_0)=mg$ 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 proporsional.

Og'irlik kuchini statik usulda o'lchaydigan hamma asboblarda nisbiy hisoblanadi. Eng keng qo'llaniladigan kvartslar gravimetrlari bo'lib, ularda gorizontal ipga qotirilgan richag ko'rinishidagi yuk gorizontalga nisbatan aylanma harakat qiladi. O'lchash uslubi – kompensatsion. Buning uchun osma mayatnikning iplari burilish burchagi o'zgaradi va mayatnik gorizontal 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'rsatkichlari atmosfera bosimi o'zgarishlariga bog'liq emas. Hisob olishdan oldin gravimetr albatta nivelirlanadi, ya'ni oyoqchalarining ko'tarma vintlari yordamida gorizontal o'rnatiladi.

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

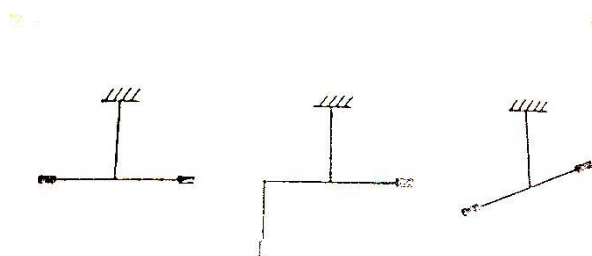
Gravimetr nol-punkti o'zgarishi og'irlik kuchi o'zgarmaganda ham hisobning vaqt davomida uzluksiz, sekin va nochor o'zgarishidir. Buning sababi temperatura o'zgarishi va katta kuch ta'sirida sistemaning deformatsiyalanishi, hamda prujinaning eskirishidir. Nol-punkt o'zgarishi dala ishlari jarayonida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

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

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 erda va samolyotda ishlaydigan turlari qo'llaniladi. Ularda sezuvchi element vazifasini metall ipga osilgan yuk bajaradi. Ipning 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 potentsialining ikkilamchi xosilalarini o'lchash uchun gravitatsion variometrlar va gradientometrlar qo'llash zarur. Ularni birinchisi og'irlik kuchi gradientining gorizonttal tashkil etuvchilari W_{xz} , W_{yz} va qiyshiqlik 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 printsipiga asoslangan. Eng oddiy burama tarozi tarang metall ipga osilgan engil elkaning 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 tarozilarni turlari.

Bir xil gravitatsion maydonda yuklarga bir xil kuch ta'sir qiladi va tarozi tinch holatda bo'ladi. Agar maydon xar xil bo'lsa, tarozining turli nuqtalariga turlicha kuch ta'sir etadi va uning tinch holati buziladi va u buriladi. Ipning burilish darajasiga qarab gorizonttal gradientlar va qiyshiqlikni 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 ob'ektlar chuqurligi 100-200 m bo'lganda.

1.7. Gravimetrik s'yomkalar uslubi.

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

Er usti s'yomkasi.

Gravimetrlar bilan er usti s'emkasi 1:200 000 dan 1:5000 gacha masshtablarda o'tkaziladi. Kuzatish profillari odatda, to'g'ri chiziqli, o'rganilayotgan ob'ektlar 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 s'emka 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:

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

Bunda $N_{o'rt}$ –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. Gravimetrlarning nol-punkti o'zgarishi reysning har bir zvenosi uchun alohida aniqlanadi. Dala ishlarida bir yoki ikkita gravimetr ishlatiladi. S'emkaning sifatini tekshirish uchun dala ishlari jarayonida qayta o'lchashlar o'tkaziladi yoki asosiy profillarga 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 reduktsiyasidagi anomaliyani aniqlashdagi $0,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2$ xatolikka teng bo'ladi.

Dengiz s'emkasi. 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: er 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 kemaning 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 Erni 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 kvartsli tarang torli (strunnie) gravimetrlar ishlatiladi, ularni qiymatlari raqam sifatida va analog ko'rinishda yozib olinadi.

Dengizda og'irlik kuchini o'lchash uslubiyati va texnikasi erdagi gravimetrik s'emka 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 s'emkasida og'irlik kuchini aniqlash xatoligi $10\text{-}5\text{m/s}^2$ 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 mustaxkamlanmagan skvajinalarda o'tkaziladi. Ular tog' jinslarining zichligi haqida ma'lumot olish, er yuzi gravimetrik s'emkasi natijalarini teskari vazifasini aniqroq echishda 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 karotajda 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 – anomaliyalarni 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, saezlarida 10-25m. Tayanch turlarini yaratish iqtisodiy nomuvofiq.

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

1.8. Gravimetrik s'yomka materiallarini qayta ishlash va talqin qilish

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

$$\sigma = \pm \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_{\text{max}}^2 + \sigma_B^2 + \sigma_{\gamma 0}^2 + \sigma_p^2}$$

Bunda $\sigma_{pk}, \sigma_{\text{max}}$ - o'rtacha kvadratik xatoliklar, og'irlik kuchini reys qatoridagi nuqtalarda va tayanch nuqtasida o'lchaganda; $\sigma_B, \sigma_{\gamma 0}, \sigma_p$ - o'shanday tuzatishlar Buge, og'irlik kuchining normal qiymati va joyni reliefi ta'sirini hisobga olish uchun;

Dengiz s'emkasi 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 gravimetrdagi olib boriladi, ularni har birini natijalari ma'lum vaqt oralig'i uchun o'rtachasi olinadi.

Gravimetrlar bilan o'lchash natijalari Δg ning teng qiymat chiziqlari xaritasi va og'irlik kuchi anomaliyalarining o'lchash profillari bo'yicha o'zgarishi grafiklari shaklida ko'rsatiladi. Geologik talqin uchun Buge anomaliyalari xaritasi va grafiklari tuziladi.

Gravimetrik s'emka natijalari talqini. Avval ko'rsatilganidek gravimetrik ma'lumotlar talqini sifat va miqdor talqinga bo'linadi. Miqdoriy talqinda ikki xil operatsiyalar bajariladi: 1) kuzatilgan gravitatsion anomaliyalarni ajratish yoki transformatsiyalash (bu anomaliyalar er qobig'ining turli zichliklaridan kelib chiqishidan), ya'ni tashkil etuvchilarga bo'lish; 2) umumiy yoki bo'lingan anomaliyalardan ob'ektlar elementlarini (o'lchamlari, tuzilishi, yotish chuqurligi) aniqlash, ya'ni teskari vazifani echish.

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 echishda ma'lum bo'lgan hamma ma'lumotlarni hisobga olish kerak.

O'rtachalash usulida nuqtaviy massaning anomaliyasi Δg radiusi R bo'lgan aylana anomaliyasiga Δg_{ypm} 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 anomaliyaning o'rtacha qiymati olinadi, ulardan umumiy o'rtacha qiymat topiladi va uni o'rtacha Δg_{ypm} 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 Δg_{yly} bilan shu nuqtada hisoblangan Δg_{ypm} qiymat orasidagi farq bo'yicha lokal anomaliya qiymatini aniqlash mumkin:

$$\Delta g_{\text{лок}} = \Delta g_{\text{yly}} - \Delta g_{\text{ypm}}$$

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

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

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

$$F(g) = \frac{\Delta g_{\text{ypm}}(R_2) - \Delta g_{\text{ypm}}(R_1)}{R_2 - R_1};$$

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

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

Bu holda $R_1 < h < 0,7 R_2$ chuqurlikda yotgan ob'ektlar anomaliyasi 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 Erni tuzilishini, Er qobig'ini tuzilishini o'rganishda, geologik xaritalashda, foydali qazilmalarni qidirish va razvedkalashda qo'llaniladi.

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

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

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

Kontinent va okeanlarda o'tkazilgan gravimetrik va seysmik izlanishlar natijasida Er qobig'i qalinligi, og'irlik kuchining Buge reduktsiyasidagi anomaliyasi bilan kuzatish nuqtasining dengiz sathidan balandligi – *ho'*rtasida chiziqli bog'liqlik aniqlangan:

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

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

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

Gravimetrik s'emka 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 relefyuzasiini 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 qitlar ustida. Bu erda asosning zichlik bo'yicha farqlanuvchi alohida bloklari katta amplitudali anomaliyalar hosil qiladi.

Geosinklinal oblastlar yuqori jadallikdagi ($100 \cdot 10^{-5} \text{ m/c}^2 \text{ yil}$) musbat va manfiy regional anomaliyalarga 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 xom ashyo, apatit, fosforitlar, kaliyli tuzlar) konlarini qidirish va razvedkalash vazifalarini echadi.

Gravirazvedka – neftgazli tuzilmalarni (tuzli gumbazlar, antiklinal burmalar, gumbazsimon ko'tarmalar, rif massivlari) qidirishda asosiy usullardan biridir. Gravirazvedkani boshqa geofizik va geoximik usullar bilan bir kompleksda neft va gaz konldarini 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 anomaliyalarni 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 echilishi 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 etishi 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 ob'ektlarni keyingi razvedkasida yuqori aniqlikdagi gravimetrlar ishlatiladi.

Eng samarador gravimetrik s'emkani 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 anomaliyalarni ajratishga yordam beradi.

Gravimetrik o'lchashlar 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 anomaliyalarini ma'danli va ma'dansizga ajratishga xizmat qiladi. Kimberlit trubkalari ustida og'irlik kuchining manfiy anomaliyalari kuzatiladi, trapplar bilan bog'liq magnit anomaliyalari esa Δg ning musbat anomaliyalari

bilan birga bo'ladi. Gravirazvedka korund qidirishda (ko'p hollarda) yagona samarador geofizik usuldir, chunki korund qatlamlari musbat gravitatsion anomaliyalar bilan ajratiladi (bunda yuqori aniqlikdagi gravimetr va gradientometrlarda o'lchash natijalari olinadi). SHunga o'xshash aniq o'lchovlar platforma turidagi boksit konlarini qidirishda o'tkaziladi. Bu konlarni linzasimonlari og'irlik kuchining kuchsiz manfiy anomaliyalari bilan ajratiladi. Gravimetrik s'emka 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 anomaliyasining 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 magnitlilikini farqlanishidan kelib chiqadi). Bu usul asosan geologik xaritalash va foydali qazilmalarni qidirishda qo'llanilib, magnit maydoni er ustida, dengiz yoki okeanda, havoda, quduqlarda va er osti tog' laxmlarida o'lchanadi.

2.1. Erning magnit maydoni

Erning har qanday nuqtasida va undan tashqarida magnit kuchlari ta'sir etadi. Bu Er yadrosidagi elektr toklari ta'sirida Erning magnitlanishi bilan bog'liq. Erni magnit maydonini shar maydoniga taqqoslash mumkin. Uning o'qi er 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. Erni 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): 1nTl = 10⁻⁹Tl. Induktsiya kuchlanish bilan (vakuumda) quyidagicha bog'liq:

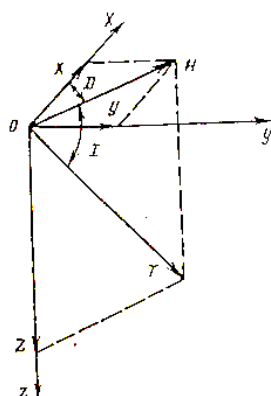
$$T = \mu_0 \cdot \vec{H}$$

Bunda μ_0 - vakuumning absolyut magnit o'tkazuvchanligi, magnit doimiysi deyiladi, u skalyar kattalik bo'lib, SI da $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tl} \cdot \text{m/A}$ (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 $\vec{T} = \mu_0 \vec{H}$. Er 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. Er 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.Erni 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:

$$T = \sqrt{Z^2 + H^2}; \quad Z = H \operatorname{tg} i; \quad X = H \cos D; \quad y = H \sin D.$$

Dipolni magnit induktsiyasi 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 – Er radiusi, M – dipolni magnit momenti, θ - Erni magnit o'qi bilan kuzatuv nuqtasini Er 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 $I=0$, $H=T$, $Z=0$. Erni dipol magnit maydoni normal maydon deyiladi. Uni Er yadrosida oqadigan elektr toklari hosil qiladi. Magnit maydonining normal qiymatga nisbatan o'zgarishi anomaliya deyiladi. Anomaliya Erni geologik tuzilishining murakkabligi va bir jinsli emasligi bilan bog'liq. Katta xududlarda (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'lchangan (fizik) maydon T va normal maydon T_0 orasidagi farq magnit anomaliyasini hosil qiladi:

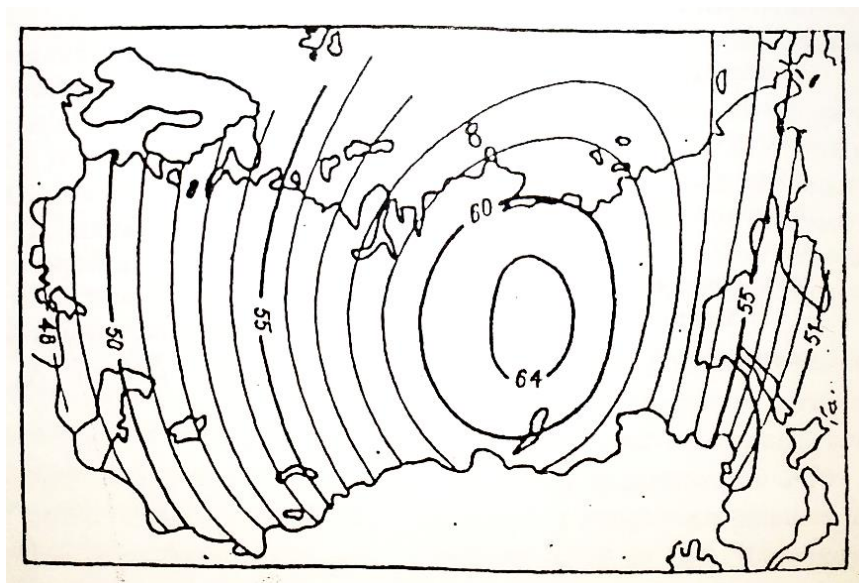
$$T_a = T - T_0$$

T_a ning kattaligi Er qobig'ining geologik jinslariga bog'liq. Bu maydon magnitorazvedka o'rganadigan asosiy ob'ektdir. Haqiqiy maydon asboblarda yordamida o'lchanadi, 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.

Erni normal magnit maydoni har xil fazoviy kuzatuv nuqtalarida o'lchanadi. Normal maydonning berilgan yo'nalish bo'yicha o'zgarish tezligining birlik masofaga (m, km) nisbati normal maydonni gradienti deyiladi. Atrofimizdagi xududda normal vertikal gradient 20-30 nTl/km ni tashkil etadi, gorizontal 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, Er 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 Er 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 stantsiyalar – MVS yordamida). Ba'zan MVS sifatida biror dala magnetometrini ishlatish mumkin. Bunda bir nuqtada magnit maydonining o'zgarishini ma'lum o'zgarmas vaqt oraliqlarida o'lchab-yozib boriladi.

Magnitorazvedkada, odatda, absolyut va nisbiy kattaliklar olinadi:

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

2.2. Tog' jinslarining magnit xususiyatlari

Hamma tog' jinslari u yoki bu darajada magnitli hisoblanadi. Ularni magnitlik holatini belgilovchi va magnitorazvedka ma'lumotlarini talqin qilishda qo'llanuvchi eng zarur kattaliklar jinslarni umumiy magnitlilik $\vec{J}$, yuqtirilgan magnitlilik $\vec{J}_i$, magnitlanish qobiliyati– α , tabiiy qoldiq magnitlilik $\vec{J}_n$ va $Q = \vec{J}_n / \vec{J}_i$ omili. $\vec{J}$ magnitlilik $\vec{J} = \vec{J}_i + \vec{J}_n$ yig'indiga teng. Magnitlilik o'lchov birligi SI da A/m.

Magnitlanish qobiliyati – ϵ turli moddalarning tashqi magnit maydoni ta'sirida magnitlanish imkoniyatini bildiradi. U o'lchash birligisiz qiymat. Nisbiy magnit o'tkazuvchanlik - μ va magnitlanish qobiliyati - ϵ quyidagicha o'zaro bog'liq $\mu = 1 + \epsilon$

Kuchlanishi N bo'lgan doimo ta'sir etuvchi magnit maydoni ta'sirida paydo bo'ladigan magnitlilik bilan magnitlanish qobiliyati orasidagi bog'liqlik quyidagi formulada ko'rinadi:

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

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

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

Magmatik tog' jinslarida termoqoldiq 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. Termoqoldiq magnitlilik Q omilining katta qiymatlariga (bir necha yuz) ega bo'lishi mumkin. Qadimiy geologik davrlarda geomagnit maydoni o'z ishorasini o'zgartirgan (Er magnit maydonining inversiyasi), shuning uchun ba'zi tog' jinslari teskari (manfiy) magnitlilikka ega. Bu magnit s'emkalar natijalarini talqin qilishda ahamiyatli omildir.

Kelib chiqishi turlicha bo'lgan jinslarda ximik qoldiq magnitlilik ham uchraydi, u ferromagnit minerallarni fiziko-ximik 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 magnitlili - $\vec{J}_i$ deyiladi. U $\vec{J}_n$

dan ancha katta bo'lishi, ham ancha kichik bo'lishi ham mumkin. Q omili bitta jinsning xatto ikkita namunasi uchun ham farq qilishi mumkin.

Hamma moddalar magnit maydonida magnitlanish qobiliyatiga ega, shu jumladan jins hosil qiluvchi minerallar ham. Ular magnit hususiyatlariga 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 diamagnitlarga organik birikmalar, bir qator metallar (oltin, vismut, ximik toza mis) va kvarts, fosfor, oltingugurt, galit, gips, kaltsit, angidrit, tsirkon, galenit va boshqalar kiradi.

Paramagnetiklar diamagnetiklarga nisbatan ko'proq χ 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 – χ ni katta qiymatlariga ega (25 SI birligigacha). Magnitlilik notekis va magnitlovchi maydon va harorat funktsiyalari 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 zonalarning chegaralarida atom magnit momentlari bir-biriga parallel joylashgan va bir tomonga yo'nalgan. Ularni magnitliliyi juda kuchli. Bunday minerallarga titanomagnetit, maggemit kiradi. Antiferromagnetiklarda (gematit, marganets, kobaltning 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 hususiyatlariga ega. Ayniqsa magmatik jinslar magnit xususiyatlari turlicha bo'ladi. Turli

tarkibdagi intruziv jinslarni magnitlanish qobiliyati ular ichidagi magnetit miqdoriga 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 $\approx 6 \cdot 10^{-5}$ SI birl., J_n 0,1 dan 50 A/m gacha, ammo ular ichida magnitli komplekslar ham uchraydi ($\approx 0,07-0,08$ 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 ($\approx \leq 4 \cdot 10^{-3}$ SI birl. $J_n \leq 0,3 \text{ A/m}$) 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 $7 \cdot 10^{-3}$ CH birl. teng bo'lishi bilan birga Er qobig'i rivojlanishining platforma davrida hosil bo'lgan giperbazitlar va serpentinitlashgan ultraasosli jinslar 0,8 SI birl. $\approx$ ga ega. Xuddi shunday tarkibni asoslilik bilan bog'liqligi effuziv jinslarda ham kuzatiladi, ularda $\approx 0,3$ dan $1,5 \cdot 10^{-2}$ SI birl. gacha o'zgaradi.

Intruziv jinslarni tabiiy qoldiq magnitliligi 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 $\approx$ va J_n qiymatlari cho'kindi jinslarni regional metamorfizmi mahsuloti bo'lgan jinslarga tegishli: gilli slanetslar, kvartsitlar, mramorlar, paragneyslar. Bu jinslarda $\approx$ qiymati $6 \cdot 10^{-4}$ SI birl. dan oshmaydi.

Kuchli magnitli xloritli va xlorit tarkibli slanetslar, temirli kvartsitlar, skarnlar $10 \div 20$ SI birl. $\approx$ ga teng. Greyzenlashish, xloritlanish $\approx$ 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 ϵ 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 emiriladi va cho'kindi jinslar hosil bo'ladi, ulardagi ϵ platformadagilardan o'n barobar yuqori.

Ko'pchilik cho'kindi jinslarda $J_n J_i$ 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 Er 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 ϵ qiymatlariga ega ($0,4$ dan 20 SI birl. gacha). Sideritli, gematitli ma'danlar va cho'kindi ma'danlar kuchsiz magnitli. Sulfidli mis-nikelli 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 ($\epsilon=0,02-0,12$ SI birl) va kimberlitlar ($\epsilon=0,5 \div 0,8 \cdot 10^{-3}$ dan $6 \cdot 10^{-2}$ CH birl. gacha) magnitli hisoblanadi.

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

YUqorida keltirilgan ma'lumotlarga asoslanib aytish mumkinki, magnit s'emka samarasi va yutug'i faqat tog' jinslari va ma'danlarni magnit xususiyatlari bo'yicha farqlanishidandir. ϵ va I_n qiymatlarini tog' jinslarini namunalarida o'lchab aniqlash yoki jinslar ustida, quduqlarda, tog' lahmlarida 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 ϵ aniqlanadi) uslublar ishlatiladi.

2.3. Har xil tuzilishdagi jismlarning magnit maydoni

Magnit s'emkalar natijalarini taxlil 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 echish 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 echilishi bir xil emas. Vazifalar ikki o'lchamli (yassi) va uch o'lchamli bo'lishi mumkin.

Ikki o'lchamli vazifada gorizontall joylashgan tsilindrik 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.

Vxajmdagi magnitli tanani potentsiali quyidagi formulada aks etadi:

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

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 xosilalarini teskari ishoralari bilan olish kerak:

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

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 echilishini ko'rib chiqamiz. Bir tekis magnitlanish deganda tana xajmidagi 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 $2v/h = 0,1 \div 0,2$ bo'lishi kerak. Kichik qalinlikdagi cheksiz qatlam chuqurlikga γ burchak ostida yotgan xolatni 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).

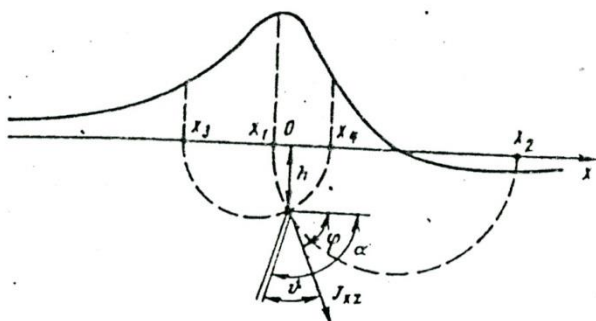
Bunday qatlamni Z_a va ΔT tenglamalari quyidagi ko'rinishga ega:

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

$$\Delta T = \frac{\mu_0 J_{xz} \cdot b}{\pi} \cdot \frac{h \cdot \cos\epsilon - x \sin\epsilon}{h^2 + x^2} \cdot \sin\alpha \frac{\sin i_0}{\sin\phi_0} \quad (2.4)$$

bunda, J_{xz} – magnitlanish vektorini xOz yuzaga proektsiyasiga, u ox o'qi bilan φ burchak hosil qiladi; x – kuzatuv nuqtasini 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'rniga ε kiradi va $\sin i_0 / \sin \varphi_0$ nisbat paydo bo'ladi. Bunday xolda to'g'ri vazifani echishda (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 pstk i 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 aeromagnet s'yomka 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_2 , va X_4 kattaliklardan foydalanib h ni qiymatini bu juftliklar hosilalari modullari orasidagi o'rtacha geometrik qilib topish mumkin:

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

bu nuqtalar juftini ishlatishni qatlamni yuqori chegarasini holatini aylanalar radiuslarini $0,5 (x_1 x_2)$ va $0,5 (x_3 x_4)$ kesishgan nuqtalari sifatida aniqlash mumkin, aylanalar 2.3 rasmda punktir chiziq bilan ko'rsatilgan.

Qalin yotiq qatlam

Qatlam qalin hisoblanadi, agar $2v/h > 1$ 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:

$$Z_a = \frac{\mu_o \gamma_{xz}}{2\pi} \left[\cos\vartheta \cdot \arctg \frac{2bh}{h^2+x^2-b^2} - \frac{1}{2} \sin\vartheta \ln \frac{h^2+(x+b)^2}{h^2(x-b)^2} \right] \sin \alpha \quad (2.11)$$

Bunday qatlamni h , b θ parametrlarini Z_a anomaliyasi bo'yicha emas, balki ularni gorizonta gradientlari 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^I tuziladi.

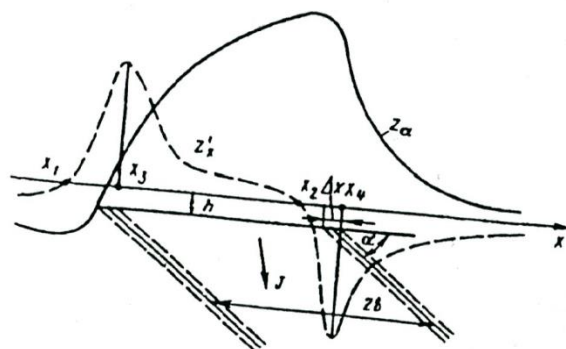
Maydon o'zgarishini Z_a^I grafigini qalin qatlam yotgan burchak ostida yotgan ikkita kichik qalinlikdagi Δx qatlamlarni anomaliyasi Z_a sifatida ko'rish mumkin (2.4-rasm). Bunda chapdagi qatlam haqiqiy qatlamdek magnitlangan, o'ngdagisi-teskari yo'nalishda magnitlangan.

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, $\alpha=90^\circ$, $\vartheta = 0$ ni qo'yish etarli bo'ladi.

Gorizonta aylana tsilindr

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

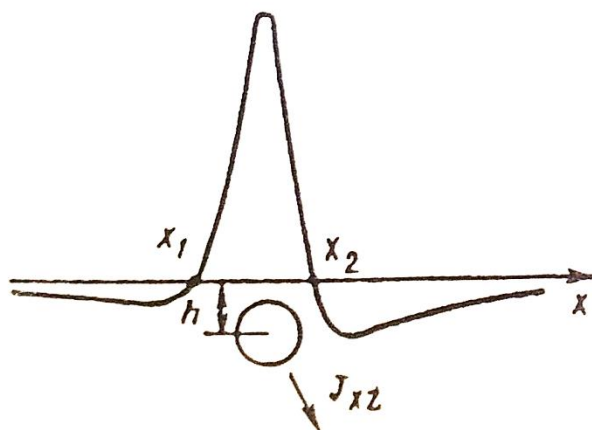


2.4 – rasm. Katta qalinlikdagi yotiq qatlam ustida Z_a, Z_x grafiklari.

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

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

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



2.5 rasm. Gorizontaal aylana tsilindr ustida Z_a grafigi

1. x_1 dan x_2 gacha OX o'qi bilan h va $h+\Delta h$ satxlarda 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 $\vartheta = \arccos(2h/l)$. TSilindrni bir birlik uzunligini magnit momenti $M = 2\pi h Z_{max} / \mu_0 \cdot Y_{xz}$ ni bilib tsilindrni 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 xaqiqiy 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:

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

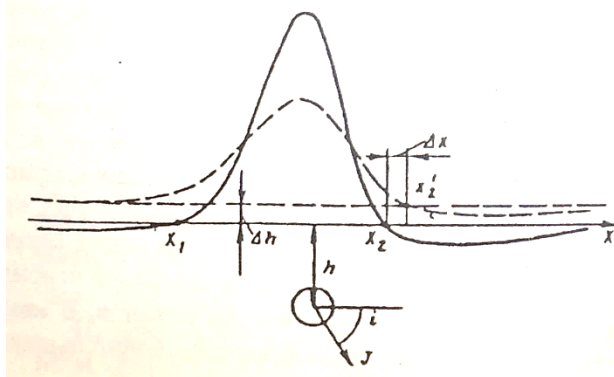
$$\Delta T = - \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{(2h^2 - x^2) \cos 2i + 3hx \sin 2i - (h^2 + x^2) \cos i}{(h^2 + x^2)^{5/2}} \quad (2.13)$$

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

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

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

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 *ining* 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 iga nisbatan echib $\operatorname{ctg} i = (2-k)^{2/3} R$ ni hosil qilamiz. $\operatorname{ctg} i$ ni bilgan xolda, (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 xolati belgilanadi. SHarni magnit momenti maydon amplitudasi bo'yicha koordinata boshida ($Z_a = 0$) hisoblanadi:

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

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

2.4. Magnitometrlar

Magnit maydoni induktsiyasini o'lchaydigan asboblarni magnitometrlar deb ataladi. O'lchash uslubiga asoslanib ular optik-mexanik, ferrozondli, kvantli va protonliga 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 gorizontallash etuvchisini aniqlash uchun ishlatiladi.

Absolyut o'lchashlar kvantli va protonli magnitometrlarda bajariladi. Bu asboblarni avvaldan gradirovkalash 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 magnetometrlar yordamida nisbiy o'lchashlar o'tkazish yo'li bilan olib boriladi. Bu magnetometrlarni oldindan graduировka qilish talab etiladi – bu asbobni shkalasini har xil bo'lagini qiymatini aniqlashdir. Bunda ma'lum magnit maydoni “N” da asbob ko'rsatkichlari “n” aniqlanadi. Shkala bo'lagining qiymati $c = H/n$. Bo'lak qiymatiga teskari kattalik asbobni sezuvchanligi deyiladi: $S = 1/c = n/H$.

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

Optik-mexanik magnetometrlar. Ular er usti piyoda s'yomkasini o'tkazish uchun ishlatiladi.

Asbobni sezuvchan elementi magnit-indikator bo'lib, gorizontal metal simga mahkamlangan, u shunday joylashganki, sezuvchan elementni harakat yuzasi doimo vertikal bo'lishi kerak. Maydonni vertikal tashkil etuvchisi ta'sirida magnit gorizontal 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 gorizontal tashkil etuvchisi N ni ta'siri bo'lmasligi uchun, magnit – indikator gorizontal o'rnatilgan, azimutni qanday bo'lishidan qa'iy nazar hamma nuqtada bir xil qoladi. Asbob bilan ishlaganda gorizontallik sathi aniq o'rnatilishi kerak.

Ferrozondli magnetometrlar 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 magnetometrlarida (TSMK-40) ishlatilgan, ular diametri 36 mm. dan ortiq va chuqurligi 2000 m. gacha skvajinalarda o'lchashga mo'ljallangan. Asbob kompleksiga er 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 oralig'i kamida ± 8000 nTl (kompensator yordamida ± 180000 nTl gacha kengaytirish mumkin), maydonni aniqlash hatoligi ± 100 nTl, magnitlanish qobiliyatini o'lchash oralig'i $0 \div 12$ SI birl, μ ni aniqlashni nisbiy xatoligi 5 % gacha.

Kvantli magnetometrlar tashqi magnit maydoni ta'sirida atomlarni optik yo'nalishi yoki ishchi moddani optik harakati printsipligiga asoslangan. Bu magnetometrlarda 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 printsipga 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:

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

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

Avtomobil magnitometri MMA-301, aeromagnitometr MMP-305 va piyoda magnitometri MMP-303 larda optik kuzatuv printsipti 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-punktni 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 printsiptida 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 konstantsiyasidir 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 magnetometrlarda ishchi modda sifatida protonga boy suyuqlik (spirtni suvli eritmasi, kerosin va b.) ishlatiladi.

Kuchsiz magnit maydonlarda (jumladan Erni 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 chastotomerga uzatiladi. CHastota bo'yicha maydon vektori modulini kattaligi hisoblanadi: $T = \omega/\gamma$.

Protonlarni erkin pretsessiyasi printsipida MMS – 214 va SKAT – 77 aeromagnitlari, MSS – 1 va MSS – M avtomagnetmetrlari, gidromagnit s'yomkalar uchun MPM – 4, APM – 3 va PAG – 5 magnetmetrlari, skvajina magnetmetri MSP – 2, MMP – 203 piyoda magnetmetrlari ishlaydi.

MMP – 203 piyoda protonli magnetmetr 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-punktini 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 magnetovariatsion stantsiyalar yaratilgan: optik-mexanik – SMV – 2M va IZMIRAN – 4, kvantli – MVS va KM – 5 va protonli – AMVS. Dala magnetmetrlari 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, æ 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 s'yomkalari 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 echilishi ta'minlansin, unda umumlashtirilgan geologo-tuzilma ma'lumotlar (tuzilishi, o'lchamlari, yotish chuqurligi va fazoviy holati), ob'ektni va atrof jinslarni fizik xususiyatlari haqidagi ma'lumotlar keltiriladi. FGM kutilayotgan magnit maydonini hisoblash imkonini beradigan ob'ektni xos xususiyatlarini yoritishi lozim. Kuzatuvlar to'ri shunday tanlanishi kerakki, bunda bu ob'ektni 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. s'yomka aniqligini baholash uchun kesishadigan profillarni bir qator nuqtalarida nazorat o'lchovlari o'tkaziladi va s'yomkani 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 (nTl 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 s'yomkalari kuzatuv nuqtalarini Er yuzasiga nisbatan joylashuviga qarab er usti, aeromagnit, gidromagnit (suv usti) va er osti (shaxta va skvajinalarda) s'yomkalarga bo'linadi.

Er usti magnit s'emkasi piyoda va avtomagnit s'yomkadan iborat.

Piyoda magnit s'yomkasi 1:10000 va yirikroq masshtabda o'tkaziladi. S'emka 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 s'yomkasi 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 s'yomka 1:10000 masshtabda o'tkaziladi va h.k.

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

S'yomkani 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 s'yomka o'tkazishda uning ishini shu vaqt oralig'ida nazorat qilib turish kerak. SHuning uchun, s'yomka 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 harbir 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) magnetometrlarni nol-punktini siljishi juda kam. Shuning uchun ular bilan ishlaganda nazorat punktida ertalab va kechquringi o'lchovlar bilan cheklanish mumkin.

Magnet maydoni variatsiyalarini hisobga olish muhimdir, chunki ular s'yomka natijalarini o'zgartiradi. Buning uchun o'lchanayotgan maydon elementlarini (ΔZ , ΔT) vaqt davomida o'zgarishi magnetogramma-grafiklariga ega bo'lish lozim. Ular odatda ish rayonida magnetovariatsion stantsiyalarda (MVS) variatsiyalarni uzluksiz yozish bilan olinadi.

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

Avtomagnet s'yomkasi 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 s'yomkasi 1:25000dan 1:2000gacha masshtablarda aeromagnet s'yomka anomaliyalarini mufassallashtirish uchun hamda ba'zi geologik-xaritalash vazifalarini piyoda s'yomkaga nisbatan qisqa vaqtlarda va kam xarajatlarda echish uchun o'tkaziladi.

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

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

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

S'yomka sifati nazorat yurishlarida 3-5 % hajmda baholanadi va formula bo'yicha s'yomkani o'rtacha kvadratik xatoligi hisoblanadi, odatda u 3-5 nTl oralig'ida yotadi.

Aeromagnit s'yomka samolyotlar yoki vertolyotlar yordamida havoda bajariladi. U yuqori samaradorlikka ega, piyoda s'yomka uchun borish qiyin bo'lgan rayonlarni o'rganishda o'tkaziladi. Maydon s'yomkasi 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 magnetometrlar 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 s'yomka uchastkasiga yaqin erda 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 anomaliyalarni yo'nalishiga ko'ndalang o'tkaziladi. Uchish balandligi 50-300 m bo'lib, kompleks s'yomkalarda 25 m gacha kamayadi. Aeromagnit marshrutlar va anomaliyalarni bog'lash aerofotos'yomka va radiogeodezik vositalar yordamida bajariladi. S'yomka aniqligini baholash uchun kesishuvchi marshrutlarda o'lchovlar o'tkaziladi.

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

2.6. Dala materiallarini qayta ishlash

Piyoda magnit s'yomkasi natijalarini qayta ishlash anomal magnit maydonini ΔZ_a (M-27M magnetometri bilan ishlaganda), ΔT yoki T_a (MMP-203 magnetometrlari 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 magnetometrlar 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 xaroratni 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 s'yomka masshtabiga mos kelishi kerak, vertikal masshtab esa shunday tanlanadiki, s'yomkaning o'rtacha kvadratik xatoligi 1 mm. ga to'g'ri kelishi kerak. Izochiziqlar xaritasini tuzishda izochiziqlar oralig'i $2,5 \sigma_{rs}$ qilib belgilanadi.

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

Keyin s'yomka 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'lchashlar o'tkazganda hosil qilinadi (masalan, har 45^0 da). Avtomobil profil bo'yicha harakatlanganda avtomobil kursi planda o'zgarmaydi, shuning uchun ushbu proflni hamma nuqtalari uchun kurs

tuzatishi bir xil bo'ladi va grafikni nol chizig'ini parallel surish bilan kiritish mumkin. Qolgan tuzatishlar piyoda s'yomkadagi 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 s'yomkasi ma'lumotlarini qayta ishlashni avtomatlashgan tizimi (ASOM-AM) yaratilgan, u s'yomka 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 s'yomka materiallarini qayta ishlashda hozirgi kunda EHM qo'llaniladi. S'yomka jarayonida maydonni o'lchash 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 s'yomkani asosiy hisobot materiallari hisoblanadi.

Grafiklar xaritalarini tuzish uchun uchish chizig'i olinadi. Bunda aeromagnitometrlarni chastota o'lchovlari bilan o'lchash 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 s'yomkadagi kabi tanlanadi.

2.7. Magnit s'yomka natijalarini 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 qoplamani 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 tuzilmalarni 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 s'yomkasi 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 abtsisslari 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 anomaliyalarini talqin qilishda eng keng tarqalgani tanlash uslubidir. Uning mazmuni shundaki, tanlangan tanani hisoblangan anomaliyasi talqin qilinayotgan bilan mos keladi. Bu uslubni ishlatishda tanani magnitlanishi taxmin qilinadi. Qidirilayotgan tanani parametrlari asta-sekin yaqinlashish bilan belgilanadi. Vazifa EHM yordamida echiladi (interatsion modellashtirish uslubi).

Qo'lda talqin qilishda hisoblar quyidagicha bajariladi: maydon izochiziqlari xaritasida anomaliya 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 echiladi. 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 anomaliyalarni ajratish o'tkaziladi, buning natijasida anomaliyalarni tashkil etuvchilari ketma-ket ajratiladi, ular bo'yicha tanalarni chuqurligi yotish elementlari va magnitlanishi hisoblanadi.

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

O'rtachalashtirishda x_0 va y_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:

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

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

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

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 s'yomkalar ma'lumotlarini qayta ishlashda EHMda echiladigan magnitorazvedkaning tekskari 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 echishga imkon beradi. Elementar tanalar sifatida shar, sterjen, tsilindr 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 geoximik usullar bilan bir kompleksda qo'llaydilar.

Regional magnit s'yomka 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'lganidir.

Aeromagnit s'yomkasi bilan o'rganilgan xududni 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 paleozoyi 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 xududidagi yuqori aniqlikdagi qayta magnit s'yomkasi materiallari bo'yicha asriy o'zgarish anomaliyalari zonasi ajratilgan. Ular Uralni asosiy strukturalarini SHarqiy-Evropa va G'arbiy-Sibir platformalaridan ajratib turadi. Geodezik kuzatuvlarni ko'rsatishiga, bu zonalar er qobig'ining zamonaviy vertikal xarakatlarini maksimal gradient oblastlari bilan mos keladi.

Magmatik jinslar rivojlangan oblastlarda magnit s'yomkasi 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 xollarda kvantli va protonli magnetometrilar ishlatib terrigen yotqiziqlarga xos anomaliyalarni qaydb qilish mumkin. Uzilmali tektonik buzilmalar zonalarini xaritalashda magnit s'emkasi samarali natijalar beradi. Ba'zan bu buzilmalar normal magnit maydonida chiziqli manfiy aniq anomaliyalar 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 s'yomkasi 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 aktsessor 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 litogeoximik s'yomkada olingan bo'shoq jinslar namunalarini magnit maydoni va magnitlanish qobiliyati o'lchanadi (kappametriya). Olingan ma'lumotlarni birgalikdagi taxlili o'rganilayotgan maydonni geologik tuzilishini ba'zi qo'shimcha xususiyatlarini aniqlashga imkon beradi.

3. SEYSMORAZVEDKA

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

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 er yuziga qaytib kelishi, u erda 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), er osti seysmorazvedkasi (skvajinalar, tog' lahmlari, shaxtalarda).

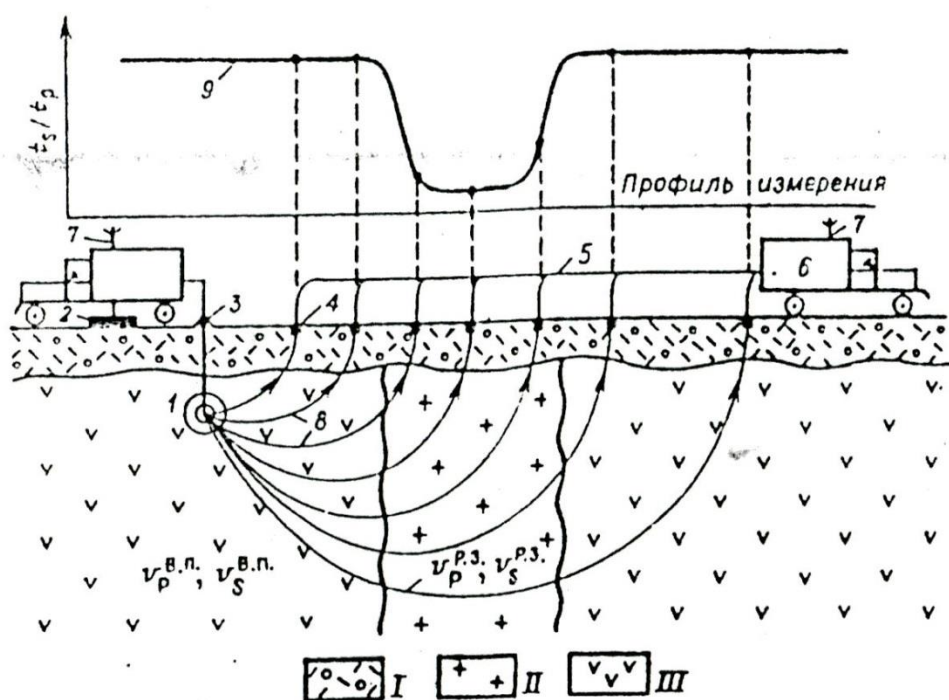
Tuzilmalarni o'rganish vazifalari (er qobig'ining tuzilishini o'rganish, cho'kindi jinslar va kristall asos jinslaridagi tuzilmalarni o'rganish, cho'kindilarni litologo-stratigrafik xaritalash), neft, gaz, toshtuz, boksit konlarini qidirish va razvedka qilish, ma'danli geologiyada, injener-geologik vazifalar (seysmik rayonlar, surilma zonalarini xaritalash, zilzilalarni bashoratlash), gidrogeologik vazifalar (er 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 koeffitsienti (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-

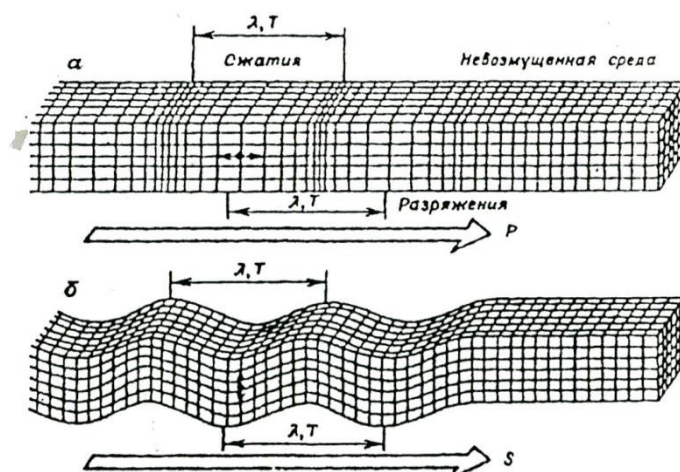
to'qlinlarni tarqalish yo'nalishi, 9- ko'ndalang va bo'ylama to'qlinlartarqalish vaqtlari nisbatining grafigi (t_s/t_r), V- to'qlinlarni tarqalish tezligi $V_r v_p > V_r r_z$, $V_s v_p > V_s r_z$.

Siqilish va cho'zilish uchastkalari orasidagi masofa to'qlin 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'qlin uzunligi va chastota bir-biri bilan quyidagicha bog'liq : $\lambda = V/f$.

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

P va S to'qlinlar bitta tebranishlar manbaidan hosil bo'lishi mumkin, ammo S to'qlinlar faqat qattiq moddalarda (zarrachalari mustahkam bog'langan) hosil bo'ladi va tarqaladi. Bu ikki xil to'qlinlardan tashqari Reley to'qlinlari mavjud, ular er yuzi bo'ylab tarqaladi. Bu to'qlinlarni harakati kam tezlikka ega bo'lgan qatlamning yuqori va quyi chegaralaridagi akslanishi natijasidir. Seysmik to'qlinlarning muhitda tarqalishi elektromagnit tebranishlari tarqalishi printsiplari va qonunlariga bo'ysinadi, ammo tog' jinslarining xususiyatlari va seysmik to'qlinlarning chastotasini hisobga olish kerak.

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



chiziq ko'rinishida

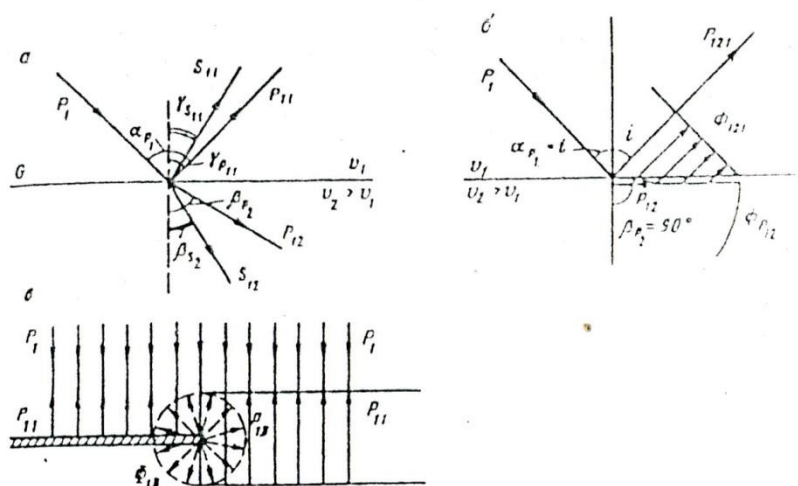
3.2 rasm. Jinslar zarrachalaridan to'lg'in o'tganda hosil bo'ladigan deformatsiyalar va tebranishlar: a-bo'ylama; b-ko'ndalang S (B.A.Bolt bo'yicha).

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

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

3.2. Jinslarning seysmik xususiyatlari.

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



3.3- rasm. To'lg'inlarning hosil bo'lishi : a) akslangan va singan; b) bosh to'lg'inlar; v) difraktsion to'lg'inlar; to'lg'in nurlari: R_1 -tushayotgan; R_{11} -akslangan

monotip; R₁₂-sigan monotip; R₁₂₁-bosh monotip; R₁₀-difraktsion monotip; S₁₁-akslangan almashgan; S₁₂-sigan almashgan; to'liqlar frontlari : F₁₂-sigan; F₁₂₁-bosh; F₁₀-difraktsion; G-muhitlar orasidagi chegara.

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

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

o'ndalang to'liqlar S tezligi :

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

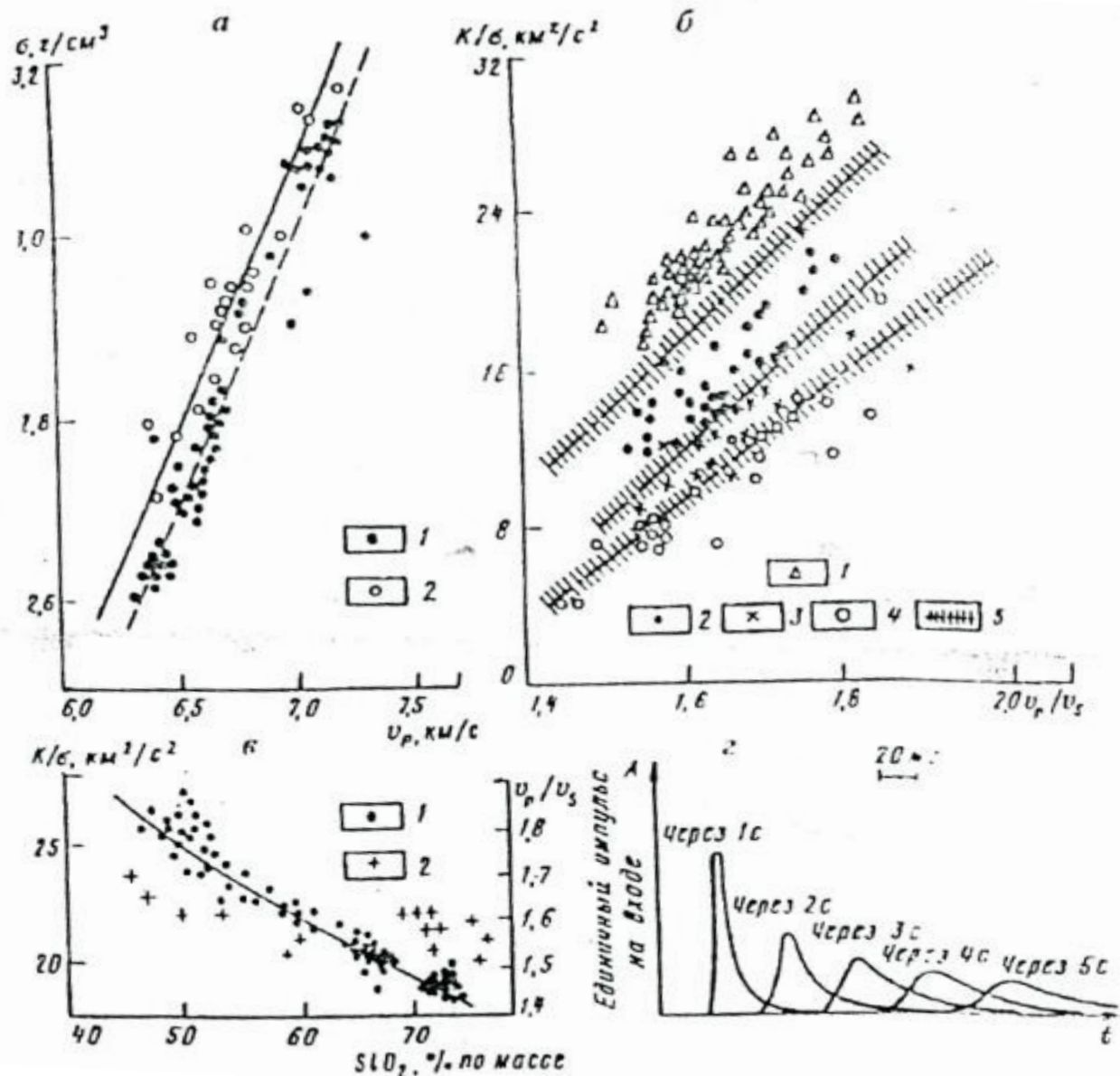
Tog' jinslarining σ va σ_{11} qiymatlari nisbatan kam o'zgargani uchun, V_p va V_s asosan YUng moduliga (E) bog'liq. To'liqlarni tarqalish tezligi haqidagi ma'lumot akslantiruvchi va sindiruvchi chegaralarning chuqurligini aniqlash hamda jinslarni tarkibi haqida ma'lumot olish (ba'zan g'ovaklarni to'ldiruvchi haqida) uchun ishlatiladi. Bu jinslarning fizik kattaliklarini o'zgarishi bilan bog'liq. Cho'kindi jinslarda YUng moduli 0.3x10¹⁰ dan 9x10¹⁰ n/m² gacha o'zgaradi, kristall jinslarda 3x10¹⁰ dan 16x10¹⁰ 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/sm³, korrelyatsiya koeffitsienti R=0.975; F=K/σ = V_p²*4/3V_s² (km²/sek²) – seysmik parametr bo'lib, hajmiy siqilish moduli – K bilan zichlik σ ni nisbatiga teng; K= p(ΔV/V), bunda p- hajmiy kuchlanish, ΔV/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 $\pm 100 \div 200$ 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:

$$\sum SiO_2 \% = 152,4 - 20,82 V_p / V_s - 2,58 K / \sigma \quad (3.4)$$

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 proportsional 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 koeffitsientlarda belgilangan. Tekis chegaradan akslangan to'lqin amplitudasining shu chegaraga tushayotgan to'lqin amplitudasiga nisbati akslanish koeffitsienti (A_{rr} va A_{rs}) deyiladi.

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

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

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

To'lqin tezligi haqidagi ma'lumotlar dala seysmorazvedkasi, seysmik va akustik karotaj, jinslar namunalarini laboratoriyaga o'rganish natijalaridan olinadi. Keng ko'lamdagi materiallar analizi to'lqin tarqalishi tezligi haqida umumlashgan xulosalar qilishga imkon beradi (3- jadval). Bo'ylama (R) to'lqinlar tezligi hajmiy bosim oshganda ko'payadi. Jumladan gilli-qumli yotqiziqlarning asta-sekin zichlashishi va tsementlashishi hisobiga ularni to'lqin 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 klastolavalalar	-	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 tuflari 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 $h_1h_2h_3...h_n$ va alohida tezliklarga ega $V_1V_2V_3...V_n$. 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'liqin 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 erda juda ko'p to'liqinlar hosil bo'ladi va chuqurlikdan kelayotgan to'liqinlarni qayd qilishga halal beradi. KTZ katta yutish koeffitsientiga ega, shuning uchun bu erda to'liqinlar kuchsizlanadi va yuqori chastotali tebranishlar ta'sirida o'zgaradi.

Sferik seysmik to'liqin tarqalganda uning energiyasi E kamayadi, ya'ni $E/4\pi r^2$, bunda r - sferaning radiusi, (tebranishlar manbaidan to'liqinlar frontigacha bo'lgan masofa). Energiyaning bunday kamayishi seysmorazvedkada yutilish koeffitsienti α deyiladi va u to'liqinning 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 koeffitsient 0,25 dan 0,75 dB/m (bunda to'liqin uzunligi λ metrda o'lchanadi). Bunda yuqori chastotali to'liqinlar vaqt va masofa davomida past chastotali to'liqinlarga nisbatan tezroq so'nadi. Masalan, $V=2.0\text{km/s}$ va $\alpha=0.5$ dB/m bo'lgan jinslarda chastotasi 100 Gts ($\lambda=20\text{m}$) bo'lgan to'liqin 200m masofada 5 dB ga kuchsizlanadi, chastota 10 Gts ($\lambda=200\text{m}$) bo'lgan to'liqin esa atigi 0.5 dB ga

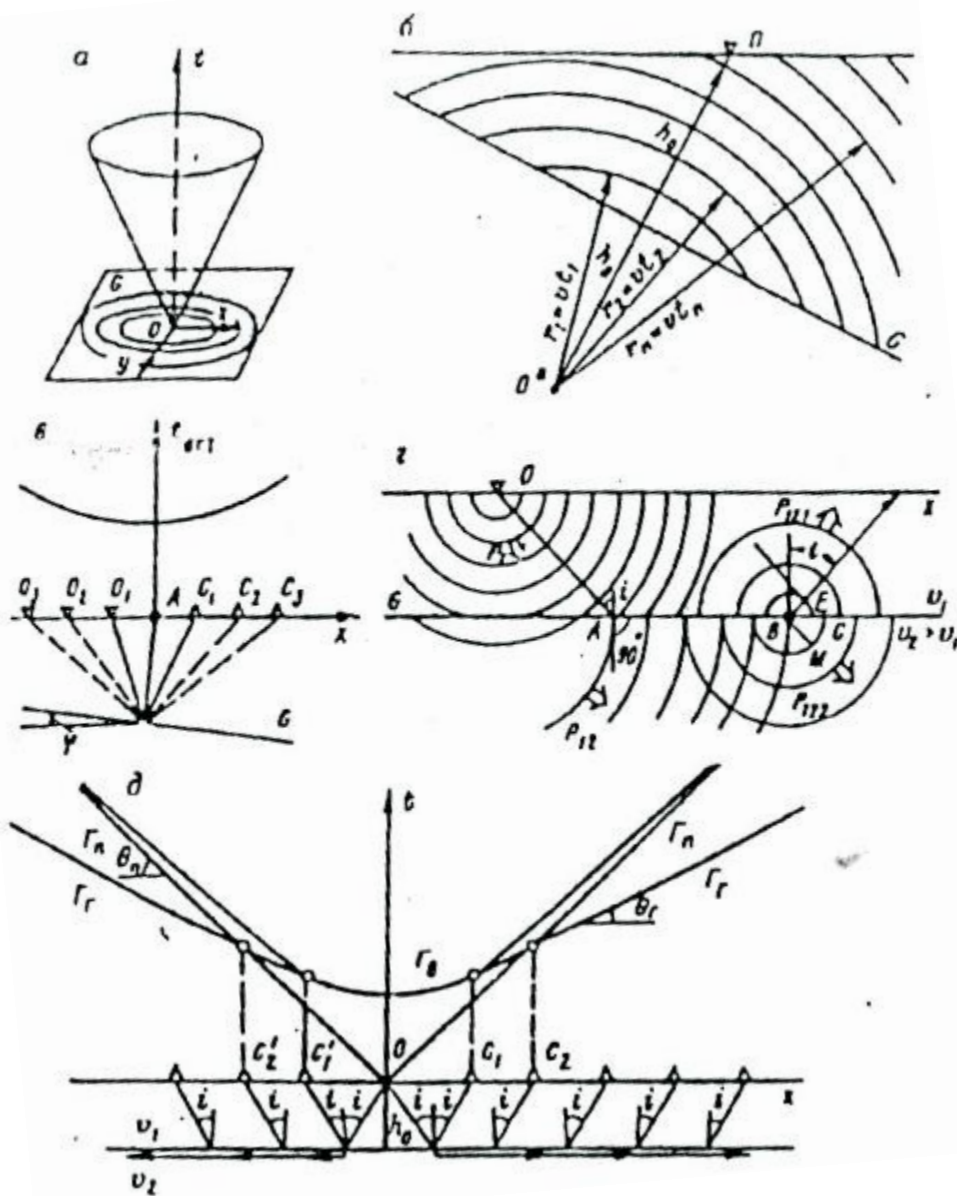
kuchsizlanadi. Odatda seysmik to'liqin keng chastota spektriga ega, shuning uchun tarqalish davomida uning yuqori chastotali qismlari yo'qolib boradi.

3.3. Seysmik to'liqlarning vaqt maydonlari va godograflari.

Seysmik to'liqin tarqalayotgan muhitning har bir nuqtasi uchun to'liqin fronti etib kelgan vaqtni 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 er 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 er 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 er yuzida izoxronlar; b) akslangan to'liqlar vaqt maydoni.

v) umumiy chuqurlik nuqtasi (UCHN); g) tushuvchi, singan va bosh to'liqlar vaqt maydoni; d) gorizontaal chegarada to'g'ri to'liqlar (G_t), akslangan (G_a), singan (G_s), to'liqlar gadograflari : 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'liqlar birinchi qatlamda, R_{122} - bosh to'liqlar ikkinchi qatlamda

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

Agar akslantiruvchi chegara gorizontali bo'lsa, unda to'liq 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'liq godograflariga urinma shaklida bo'ladi. Akslantiruvchi chegara chuqurlashib borsa giperbola yotiqroq bo'la boshlaydi. Akslantiruvchi chegara 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 nuqtaga 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 muxit chegarasida singan to'liq R_{12} paydo bo'ladi. A nuqtada to'liq fronti chegaraga perpendikulyar bo'lib qoladi, OA nur esa kritik burchak (i) da yo'nalgan bo'ladi. SHundan so'ng, R_{12} to'liq nuri chegara bo'ylab yo'naladi, to'liq fronti esa $V_2 > V_1$ tezlikda tarqaladi. Gyuygens printsipiga asosan bu to'liq fronti harakati davomida quyi va yuqori muhitni to'xtovsiz qimirlatib boradi. V nuqtadan tarqaluvchi sferik to'liq bir vaqtning o'zida quyi muhitda ko'proq VM masofani, yuqori muhitda kamroq VE masofani o'tadi. Natijaviy to'liq fronti SE chegara bilan i burchak hosil qiladi. Binobarin, bosh to'liq R_{12} ning nuri shu i burchak ostida er yuziga ketadi.

Bosh monotip to'liqin birinchi bo'lib er yuzidagi S_1 va S_i nuqtalarga keladi (3.5,d-rasm). Bosh to'liqinning tuyulma tezligi V_t o'zgarmas, chunki hamma i burchaklar bir-biriga teng. V_t 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 erda 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 apparaturalari va uskunalari.

Seysmorazvedka texnik asboblari 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), echiladigan geologik vazifalar (erning chuqurlikdagi tuzilishini o'rganish, neft, ma'dan yoki injenerlik seysmorazvedkasi) va aniq seysmik halal beruvchi omillar mavjudligi hisobga olinadi.

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

Portlash – nisbatan arzon va yuqori samaradorlikka ega, etarli energiya va tebranishlar chastotasi keng oraliqdagi 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 xoli hamda aniq ustunliklarga ega. Seysmorazvedka ishlarini quruqlikda o'tkazishda keng qo'llanilayotgan vibratsion manbalar (vibroseys) 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 echim (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 echimi 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.

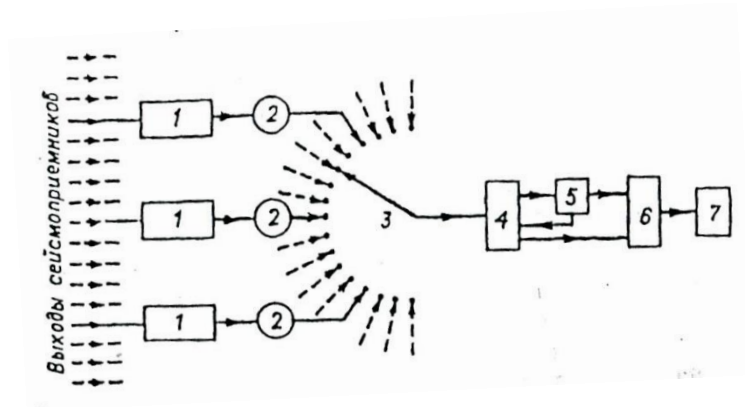
Seysmopriyomnik – seysmik to'liqlarni qabul qilish, erna mexanik tebranishlarini elektr kuchlanishiga o'zgartirib beruvchi qurilma. Er yuzi va skvajinalarda o'tkaziladigan seysmorazvedkada elektrodinamik induksion o'zgartkichga ega bo'lgan seysmopriyomniklar ishlatiladi. Dengiz va daryo seysmorazvedkasida seysmopriyomniklar (gidrofonlar) to'liq 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» seysmostantsiyasi akslangan va singan to'liqlar usullarida seysmorazvedka ishlarini o'tkazishga mo'ljallangan. Bu stantsiyaning uchta turi seysmik tebranishlarni hosil qiluvchi turli portlash va portlashsiz manbalar bilan ishlashga xizmat qiladi. Stantsiyalar 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 halal 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 ettita kuchaytirgich bosqichiga ega, ular soni kirish signalining amplitudasiga qarab o'zgaradi.



3.6- rasm. «Progress» raqamli seysmorazvedka stantsiyasining 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 impulsar 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 stantsiyasi alohida bloklar shaklida tayyorlanib avtomobilning maxsus kuzoviga joylashtirilgan. Seysmostantsiya 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 stantsiyalari asosan neft va gaz konlarini qidirish va razvedka qilishda keng qo'llaniladi. Ulardan tashqari alohida sharoitlarda va maxsus vazifalarni echish ishlarida qo'llash uchun maxsus stantsiyalar 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 stantsiyalari ishlatiladi.

Suv havzalari (daryo, ko'llar) ostining geologik tuzilishini o'rganish uchun bir kanalli «Grunt», «Akvamarin», «Skat» (chastota diapozoni 2-20 Gts) seysmostantsiyalari

ishlatiladi. Er yuzida bir necha o'n kilometr chuqurliklarni o'rganish uchun maxsus stantsiyalar («Tayga», «CHerepaxa») ishlatiladi. Bunday stantsiyalar 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 seysmostantsiya (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 stantsiyalar ishlatiladi. Ular seysmik tovush yoki ultratovushli chastota diapozonida ishlaydi. Skvajina seysmik stantsiyasi tarkibiga skvajina zondi kirishi shart. Bu zondga seysmik to'lqinlarni qabul qiluvchi joylashtiriladi; akustik, ultratovush karotajida esa tebranishlar manbai ham o'rnatiladi. Ma'lumotlar er yuzida qog'ozga yoki magnit lentasiga analog yoki raqam shaklida yozib olinadi. Karotaj seysmostantsiyasi tarkibiga zond uchun tushirishko'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 engil 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, amplitudalarni 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 (oraliqlarda) 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 $40\div 50^\circ$ gacha bo'lgan akslantiruvchi chegarani xaritalash va er 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'liqin tarqalish tezligi aniqlanadi.

Past chastotali (20-30 Gts) seysmorazvedka er 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 uslubi faqatgina geologik kesim tuzilishiga emas, balki tebranishlar hosil qilish va ularni yozib olish sharoitlariga ham bog'liq bo'ladi. Haqiqatdan ham, bu sharoitlar er yuzida va dengizda, er ostida va daryolarda har xil.

Umumiy 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' lahmlarida joylashgan bo'lsa, bunday usullar er 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 – seysmokatardir, u seysmik to'liqlarning qatlamdagi tezligi va o'rtacha tezliklarni aniqlash uchun bajariladi.

Agar er ostida faqat o'tuvchi to'liqlar emas, balki ikkilamchi to'liqlar ham o'rganilsa, unda bu usul vertikal seysmik profillash (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 uskunalari bilan ham jihozlanadi. Dengiz seysmorazvedkasining xususiy jihatini – 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 ob'ektni o'rganish (qidirish va razvedkalash)da seysmorazvedkaning ob'ekt usullari qo'llaniladi. Masalan, geologik xaritalashda bunday ob'ekt 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 echishgacha bosqichlarda ishlatiladi.

Geologik kesim haqidagi ma'lumotlarga ega bo'lgan foydali to'lqinlarni ishonchli ajratish uchun halal beruvchi to'lqinlarni maksimal darajada yo'qotish kerak. SHu maqsadda seysmik to'lqinlarni hosil qilish va qabul qilishning ratsional sharoiti tanlanadi, quruqlikda, dengizda va er 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'lqin 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'lqinlar 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.

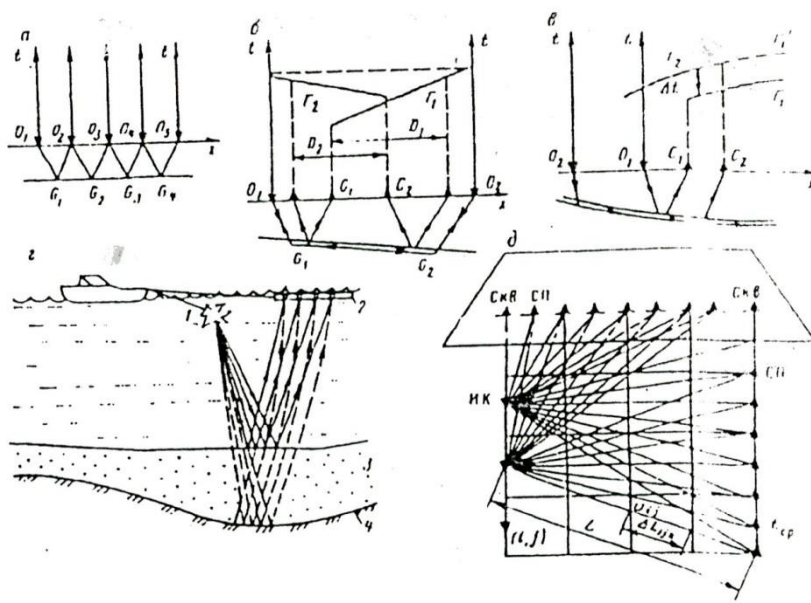
Murakkab seysmogeologik sharoitlarda, bitta gorizontdan akslangan to'lqin-larni ajratish qiyinlashganda, uzluksiz qo'shaloq profillash qo'llaniladi, ya'ni har bir akslantiruvchi qism ikki marta to'lqin manbai har xil joydalgida kuzatiladi.

Katta chuqurliklarni o'rganishda yuqoridagi kuzatuv sistemalari yaxshi natijalar bermaydi, shuning uchun ko'pmartalik profillash 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 godografini 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 stantsiya, 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 er yuzida joylanadi. Skvajinalardagi manbalar va seysmopriyomniklar chuqurligini o'zgartirib nurlar sistemasi L hosil qilinadi, ularning har biri uchun seysmik to'lqinlarning o'rtacha o'tish vaqti $t_{o'rt}$ o'rtacha aniqlanadi. Undan keyin kesimga oldindan tushirilgan koordinata setkasi uchun chiziqli tenglamalar sistemasi echiladi:

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

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'lqinlarning hisoblanadigan tezligi.

Bu uslubiyat katta imkoniyatlarga ega bo'lib, bitta yacheyka o'lchamidagi (5×5m, 10×10m) geologik ob'ektlarni 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'liqning kelish vaqti, uning tog' jinslarida tarqalish tezligi ma'lum bo'lishi kerak. Amalda foydali to'liqga hamma vaqt halal beruvchi signallar qo'shilib ketgan bo'ladi. Kesimni yuqori qismini har xilligi ta'sirida to'liqni 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.

Halal beruvchi to'liqlarni yanada ko'proq bostirish uchun seysmik tebranishlarni filtrlash qo'llaniladi. CHastota filtrlash halal beruvchi signallarni spektral tarkibi foydali to'liqlar spektral tartibidan farq qilganda va fazoviy – vaqtli filtrlash foydali to'liqlar bilan halal 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 halal beruvchi to'liqni topish, belgilash va kuzatishdir. To'liqlar korrelyatsiyasi jarayoni qayta ishlashning murakkab va muhim operatsiyasidir.

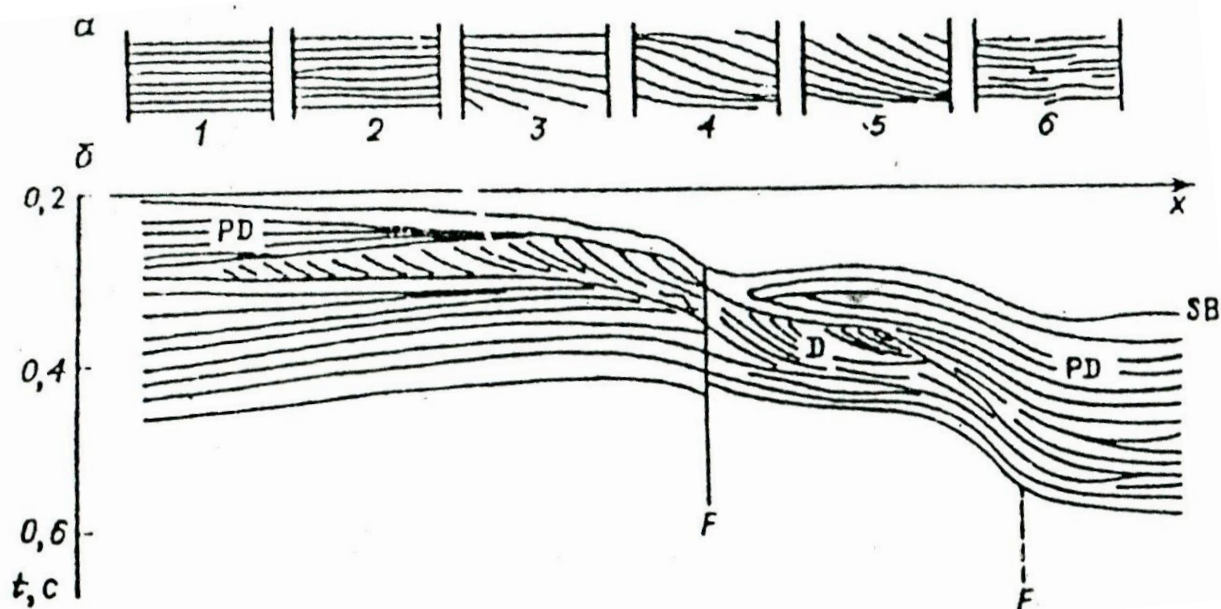
Seysmik to'liqlarning qatlam tezligi integral va differentsial karotaj natijalaridan aniqlanadi, hamda seysmik to'liqlarni o'tish vaqtlaridan hisoblab topiladi. Seysmik chegaralar godograflar va seysmik tezlik haqidagi ma'lumotlarga asosan tuziladi. CHegaralar qo'lda yoki elektron hisoblash mashinalarida 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 seysmokat taj beradi.

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

- 1) tayanch gorizontlarining keskin vertikal surilishi bo'yicha (ikki tomondan uzluksizlikning buzilishi);
- 2) to'lqin maydonining o'zgarishi – asosiy turg'in to'lqinlarni yo'qolishi va yangi to'lqinlarni paydo bo'lishi, kesimning ma'lum qismida tebranishlarni dinamik darajasi va spektral tarkibining o'zgarishi bo'yicha;
- 3) difraktsiya to'lqinlarining paydo bo'lishi uzilish joylarini aniq belgilaydi;
- 4) tezlikni gorizontalar 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 yotqiziqlar, cho'kindilar burmalangan, F tashlamalar bilan murakkablashgan; SB- dengiz tubidan akslanish.

3.7. Qo'llaniladigan sharoitlar

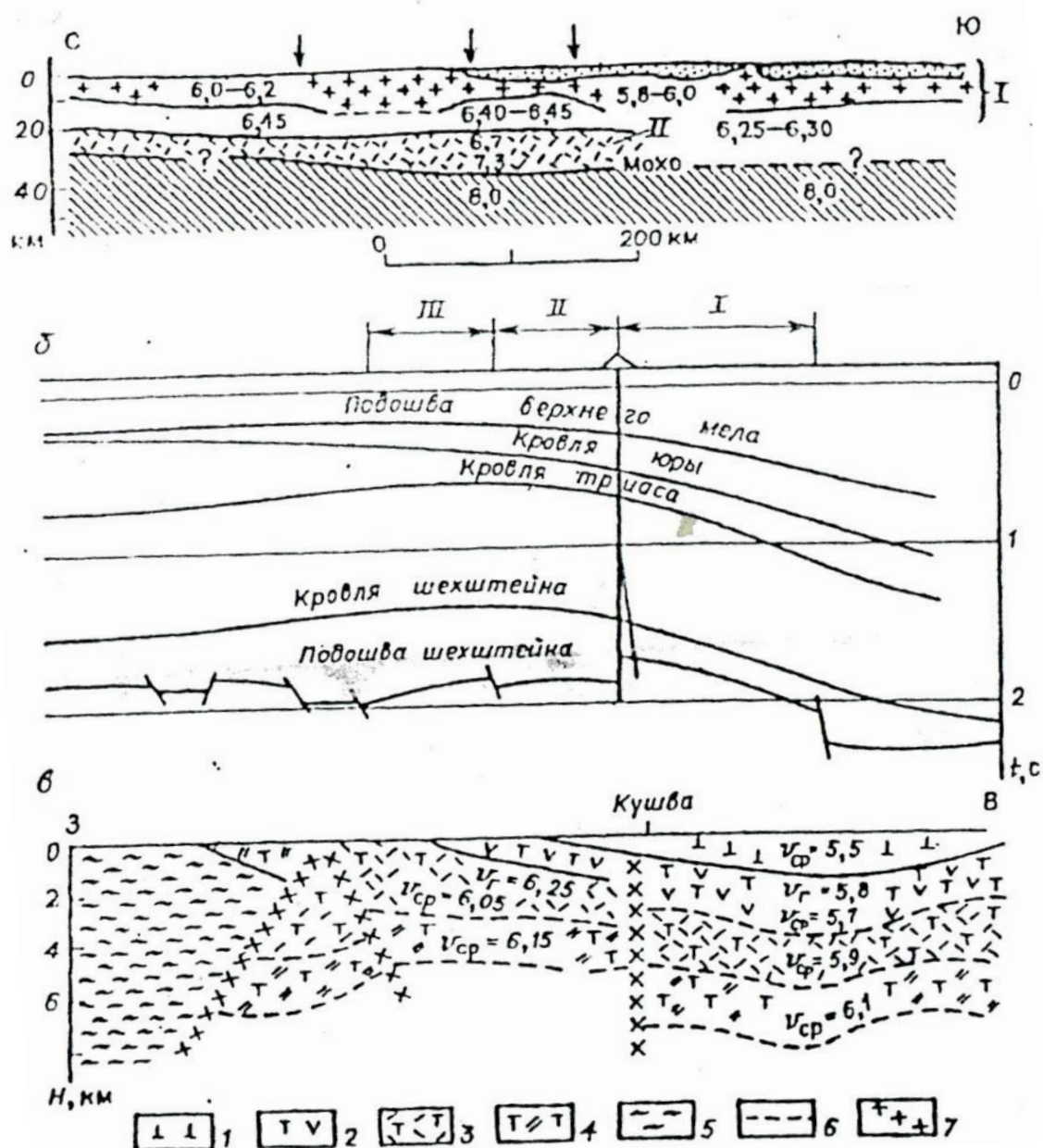
Seysmorazvedka geologorazvedka jarayonining hamma bosqichlarida turli xil vazifalarni echishda qo'llaniladi.

CHuqur seysmik zondirlash (CHSZ) er 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) 30-75km 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 seysmostantsiyalarda yozib

olinadi. Bunday ishlarda Erning 30-40km qalinlikdagi kintinental qobig'i o'rganiladi (3.9a - rasm). Er 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). Er 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 s'yomka, 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 echiladi. 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.



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, slyudakvartsli slanetslar, 6- akslantiruvchi gorizontlar, 7- tektonik buzilmalar zonasi: V_{cheg} – chegara tezligi (km/s), $V_{\text{o'rt}}$ - o'rtacha tezliklar (km/s).

Mufassal 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'pmarta qoplash uslubi 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, antiklinal 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'lqin tezligi 5,8 km/s bo'lgan qatlam to'g'ri keladi. Ulardan g'arbda er 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 echadigan asosiy vazifasi maydon bo'yicha va chuqurlikda tektonik buzilmalarni topish va xaritalash. Buzilmalarni ajratish ATU anomaliyalaridagi to'lqin tezligi kamaygan zonalar (maydalanish zonasi) va shu zonalardan akslangan to'lqinlarga

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 echish mumkin: 1) er ostidagi qoyali jinslar yuzasini va ularni nurash zonalarini xaritalash; 2) tektonik buzilmalarni, maydalanish zonalarini, jinslarni karstlanish zonalarini aniqlash; 3) er 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, er osti chuchuk suvlarni qidirish va razvedka qilish kabi vazifalar echiladi. Bunda yana kristall asosning yotish chuqurligi va magmatizm xususiyatlari aniqlanadi, kesimni litologik tuzilmasini o'rganish bajariladi.

4.ELEKTORAZVEDKA

Elektorazvedka Erdagi fizik-ximik, 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 xar xil sathlardagi (kosmos, xavo, okean, er 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 ob'ektning 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, hususiyatlari, chastotasi, maydonlarni hosil qilish va o'lchash uslublarining ko'pligi sababdir.

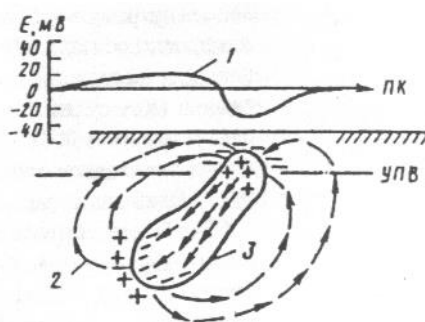
4.1. Tabiiy va sun'iy elektromagnit maydonlar.

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. Er 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 momoqaldir 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-ximik va elektrokinetik jarayonlar hosil qilgan maydonlar kiradi. Elektroximik maydonlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari natijasi bo'lib, bunday reaksiyalar elektron o'tkazgich (ma'danli mineral) bilan ion o'tkazgich (atrofdagi jinslar va er osti suvlari) chegarasida bo'lib o'tadi. Elektrokinetik maydonlarga er osti suvlarining g'ovak jinslardagi filtratsiyasi va diffuzion-adsorbtsion jarayonlar hosil qilgan maydonlar kiradi.

Sulfidli, ko'mirli, grafitli konlarda er 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 potentsialining 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.



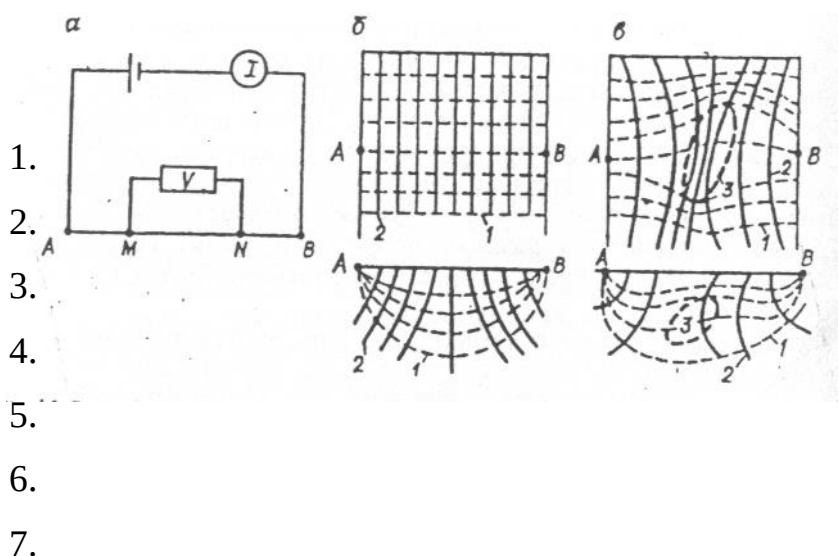
4.1-rasm. Sulfidli ma'dan ustida tabiiy maydon

1-tabiiy potentsial grafigi; 2-tok chiziqlari; 3-ma'danli jism; SS-er 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 Erga metall elektrodlar yordamida o'zgaras va o'zgaruvchan tok yuboriladi, tok manbai sifatida akkumulyator, generator yoki quruq elementli batareyadan foydalanish mumkin.

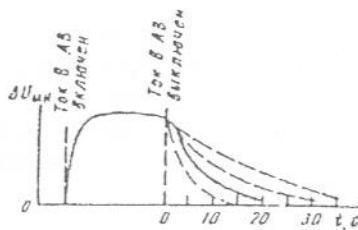
Galvanik uslubda A va V elektrodleri yordamida maydon hosil qilish 4.2-rasmda ko'rsatilgan. Tok chiziqlari va ekvipotentsial chiziqlarning planda va kesmada (bir jinsli muhit uchun va ma'danli muhit uchun) taqsimlanishi 4.2, a, b, v - rasmlarda ko'rsatilgan. Ta'minlovchi A va V elektrodleri orasiga qabul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



4.2-rasm. Qarshiliklar usulida maydon hosil qilish uslubi.

1-tok chiziqlari, 2-ekvipotentsial chiziqlar, 3- o'tkazuvchanligi past bo'lgan anomal ob'ekt.

Xuddi shunday qurilma bilan sun'iy elektroximik maydon yoki undalgan qutblanish maydoni ham o'lchanadi. O'zgaras 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 erga ulanmagan xalqaga 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'lchangan ko'ndalang (ρ_k) va bo'ylama (ρ_B) qarshiligi farq qiladi. Bunday jinslar anizotrop jinslar hisoblanib, ularda anizotropiya koeffitsienti $\wedge = \sqrt{\rho_k / \rho_B}$ hisobga olinadi.

Ko'pchilik ma'danlarni solishtirma qarshiligi ular tarkibidagi elektron o'tkazuvchan minerallar bilan boshqa minerallarni o'zaro qiymati va tekstura-struktura hususiyatlariga 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 hususiyati elektroximik faollik- α deyiladi. α - proportsionallik koeffitsienti, o'z-o'zidan qutblanish potentsialini hisoblash formulasidagi boshqa omillarga (elektrolit kontrentratsiyasi, g'ovaklardagi suv, filtratsiyani hosil qilgan bosim va boshqalar) bog'liqlik koeffitsientini bildiradi. α - koeffitsienti bir necha millivoltdan (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 kutblanishning) 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: potentsial 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'lchangan qiymatdan maydonning bir jinsli muhit uchun hisoblangan qiymatini ajratib maydonning anomal qismini aniqlash kerak. (4.2-b rasm).

A va V elektrodleri orqali erga tok berilib, M va N nuqtalarda maydon potentsialini o'lchab, potentsiallar farqini aniqlash mumkin. Bir jinsli muhit uchun:

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

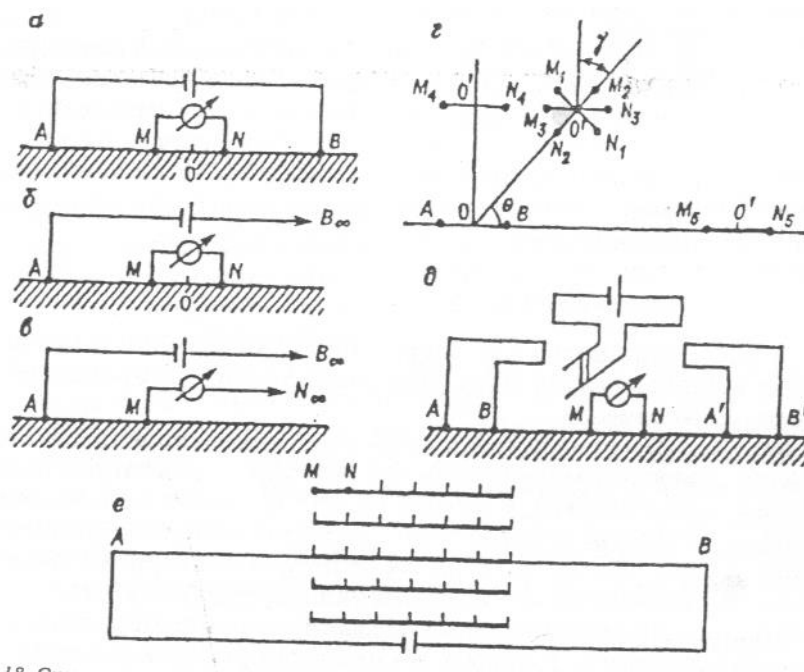
bundan $K = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}}$ belgilab, bir jinsli muhitning solishtirma qarshiligini

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

Dala sharoitida o'lchangan solishtirma qarshilik tuyulma qarshilik ρ_t deyiladi, chunki o'rganilayotgan muhit ko'p jinsli, murakkab bo'lib, o'lchangan 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 ob'ekt 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 elektrodlarining 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 koeffitsienti ham o'zgaradi.



4.4-rasm. Elektroprofillash 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÷1,5 m, diametri 15-20 mm bo'ladi. O'tish qarshiligini kamaytirish va ta'minlovchi tokni ko'paytirish uchun elektrodleri erga ko'proq kirgizishga harakat qilinadi. Undan tashqari, elektrodleri erga ulangan joyida elektroximik jarayonlar natijasida E.YU.K hosil bo'lib o'lchanayotgan potentsialni 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 kajumegosya soprotivleniya) ishlatiladi. Tok manbai sifatida quruq elementli batareyalar, akkumulyatorlar, generatorlar, benzoelektroagregatlardan foydalaniladi. Er qobig'ining chuqurlikdagi tuzilmalarini o'rganishda maxsus elektrorazvedka stantsiyalarida o'rnatilgan yuqori quvvatli (bir necha o'n kilovatt) o'zgarmas tok manbalari (50-60A) ishlatiladi. Har bir stantsiya 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.

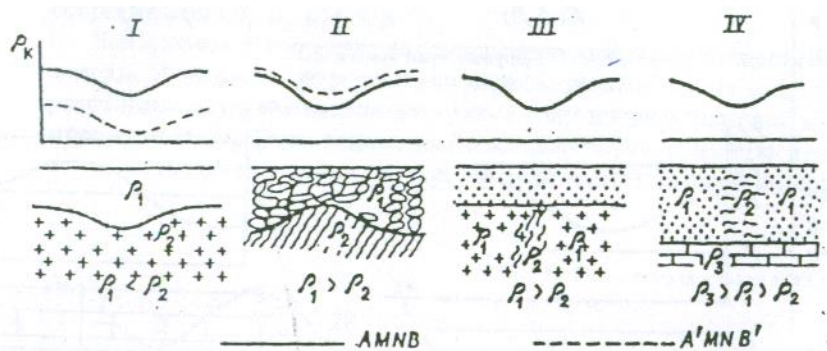
$$\rho_t = \frac{\Delta U_{MN}}{I_{AB}}$$

Undan keyin har bir profil uchun ρ_t grafigi va ρ_t izochiziqlari xaritasi s'yomka 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'efining 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 ($A_1A_2MNB_2B_1$) qatlamlarni og'ish tomonini aniqlash imkonini beradi.

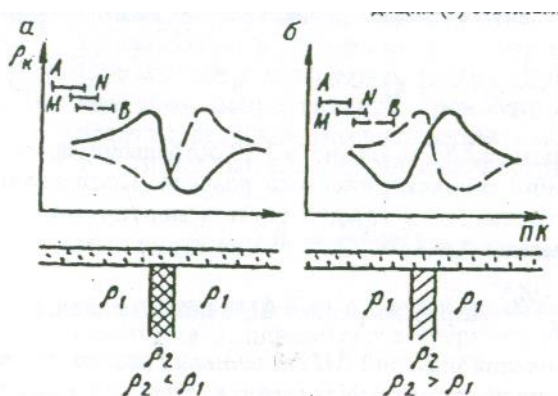


4.5-rasm. Har-xil geologik kesimlar ustida ρ_t grafigi.

Murakkab geoelektrik kesimli maydonlarda simmetrik qurilma bilan olingan ρ_{tt} grafiklarida ta'minlovchi tarmoq elektrodlarining erga 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 ob'ektlarni

(daykalar, kvartsli va pegmatitli tomirlar va boshqalar) ajratishda yaxshi natijalar beradi. Elektroprofilashning murakkab qurilmalari (MEP) tik joylashgan, kam qalinlikdagi yuqori va past qarshilikdagi ob'ektlarni, 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 elektrodler (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 ob'ektlar ustida grafiklar kesishganda, birinchi grafikda ($AMNC_{\infty}$) maksimumdan minimumga o'zgarish bo'ladi (to'g'ri, ma'danli o'zgarish) va ikkinchi grafikda buning teskarisi, ya'ni minimumdan maksimumga o'zgarish bo'ladi (4.6,a- rasm). Qarshiligi yuqori ob'ektlar ustida teskari (ma'dansiz) holatni kuzatish mumkin.



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

Elektroprofilash natijalari odatda sifat jihatdan tahlil qilinadi. Bunda avvalo rel'ef o'zgarishi hosil qilgan halal 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 ob'ektlarni yotish chuqurligi, joylashishi va solishtirma qarshiligini aniqlash uchun ρ_t grafiklari formulada hisoblab tuzilgan nazariy grafiklar bilan yoki fizik-geologik modellashirish 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'lchangan tuyulma qarshilik katta chuqurlikdagi jinslarga tegishli bo'ladi. Shunday qilib, ρ_t ni har xil chuqurlikda o'lchab, geoelektrik 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.

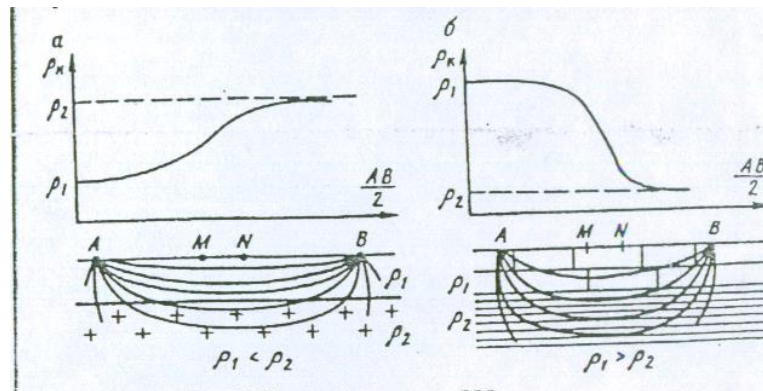
VEZ ni bajarish uchun to'rt elektrodli simmetrik qurilmadan foydalaniladi. Qurilma markazida o'lchash abobi, ikkita g'altak masofalar belgilangan simi bilan AV tarmog'i uchun, MN elektrodleri o'rnatiladi. AV va MN elektrodleri shunday joylashishi kerakki, bunda quyidagi tengsizlik bajarilishi lozim:

AV/2 ning maksimal uzunligi geoelektrik kesimning o'rganilishi kerak bo'lgan chuqurlikdan 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:

Potentsiallar 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 gorizontalar bo'yicha ρ_t qiymatlari, vertikal bo'yicha AV/2 qiymatlari belgilanadi.

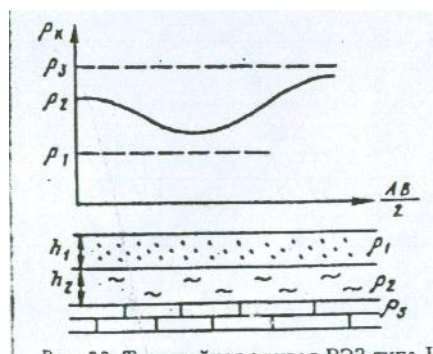
VEZ grafigi tuzilgandan so'ng qurilma keyingi zondirlash nuqtasiga ko'chiriladi. O'rganilayotgan geoelektrik kesimni tuzilishiga qarab VEZ grafigining har xil turlari

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).

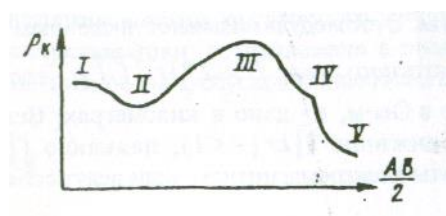


4.7-rasm. VEZ ning ikki qatlamli grafiklari a) $\rho_1 < \rho_2$, b) $\rho_1 > \rho_2$

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 etib boradi va ρ_t kamayadi, keyin AV ning katta qiymatlarida tok uchinchi qatlamda o'ta boshlaydi. AV/2 cheksiz bo'lsa ham $\rho_t \rightarrow \rho_3$ 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_t 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 qatlamli birligi shaklida belgilanadi. Masalan, NKQ besh qatlamli grafigi va hakoza.

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.

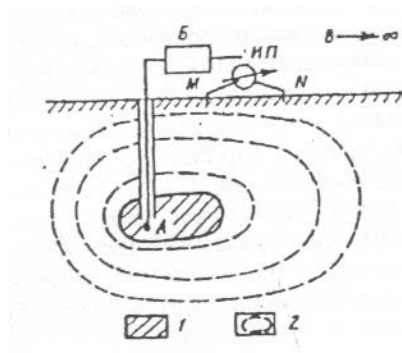
Elektrozvedkaning teskari vazifasini hal qilish bir hil emas, chunki dala grafigiga bir nechta nazariy grafikni mos kelishi mumkin, demak $\rho_2 h_2$ $\rho_3 h_3$ va hokazolarni bir nechta taxminiy qiymatlari kelib chiqishi mumkin. SHuning uchun, hamma qatlamlarni aniq qalinligini topish uchun ularni 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, Y, 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.

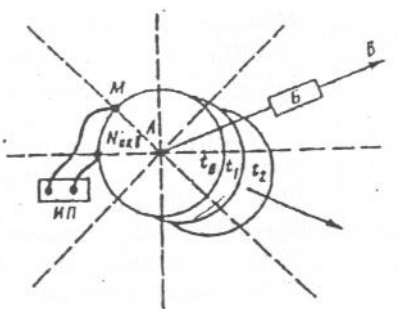
Zondirlash ma'lumotlariga asoslanib, tayanch gorizonti yuzasining tuzilishi xaritasi va u yoki bu qatlamini qalinligini o'zgarishi xaritasi tuziladi. Ularni geologik ma'lumotlar bilan solishtirib, tuzilma geologik xaritasini tuzish yoki aniqlik kiritish mumkin.

Zaryad usuli. YUqori o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ma'danlarni ajratish va chegaralarini aniqlash (geologik ishlarning baholash va razvedkalash bosqichida) hamda gidrogeologik vazifalarni echishda (er 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 er 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 ekvipotentsial 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-potentsial 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. Er 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 er 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 ekvipotentsial 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 stantsiyalari: 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 muxitning xarorati $-10^{\circ}S$ $+50^{\circ}S$ darajagacha o'zgargan vaqtlarda va xavoning 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 RTS-85u elementi bilan ta'minlanadi. O'lchash qoidalari avtokompensatsiya printsipligiga asoslangan. Avtokompensatorni boshqarish panelida quyidagi ulchov uskunalari joylashgan:

1. AV va MN vilkalarini o'lchash uchun mo'ljallangan uyalar joylashgan. "AV" uyalariga ta'minlovchi A va V elektrodlardan kelingan simlar , MN uyalariga esa, qabul qiluvchi MN elektrodlardan kelgan simlar ulanadi.

2. Daraja ko'rchatkichi yuz 100 va 30 bo'lgan o'lchov asbobini 0 ga keltirish uchun qo'yish dastasi – "Ust 0".

3. Ish turini o'zgartiruvchi paytda o'lchagich - " $\Delta U - I_{AB}$ "

4. AV ta'minlovchi elektrodlanga yuboradigan tokni o'lchash-AV-vik. knopkasi.

5. Polyarizatsiyani kompensatsiya qilish /grubaya/,/srednyaya/,/tochnaya/ reostatlarining dastalari.

6. polyarizatsiya kompensatorlarini ulash /KP-vik./ uzgich.

7. O'lchash sezgirligini o'zgartirish /predeli "UMB-IAB".

8. Qayta ulagich asbobini ulash va ta'minlash toki nazoratda to'tish /pitatie kontrol/ qayta ulagichi joylashgan.

Pitatie- Kontrol/ qayta ulagichning birinchi xolatida (/Vikl./) asbobni ta'minlovchi hamma manbalar uziladi va o'lchash asbobining ko'rsatkichi arretirlanadi.

AE-72 avtokompensatorini ishga tayyorlash quyidagi tartibda olib boriladi:

1 .Avtokompensatorni elektr toki bilan ta'minlovchi manbalarni o'rnatish mahsus joyga 4 ta 3336 L (KBS-4,5) batareykalarini ketma-ket ulab qo'yiladi.

2. Pitanie-kontrol qayta ulagichni "U," keyin "U2" xolatiga ketma-ket qo'yib, o'lchash asbobida tekshiriladi. Kuchlanishi-14 V dan 22 V darajada, U2-kuchlanish esa 1,2V dan 1,5 V darajada bo'lishi kerak. Agar U, kuchlanish 14 V dan kam bo'lsa, 3336 li batareykalar almashtirilishi kerak. Agar U2 kuchlanish 1,2 V dan kam bo'lsa, RTS-85u element almashtirilishi lozim.

3. Tadqiqotgohda yoki sozlash ustaxonasida avtokompensatorning ish qobiliyatini tekshirish uchun tashqaridan ta'minlovchi elektr tokni o'lchash mumkin. Buning uchun /vneshnee pitanie/ o'lchash uyalari asbobning boshqarish pultida joylashgan.

4. Hamma ta'minlovchi kuchlanishlar tekshirilgandan keyin avtokompensatorni ish qobiliyati tekshirilishi kerak. Buning uchun MN uyalar bir-biriga qisqa ulanadi, so'ng polyarizatsiya kompensatorini ulab /grubaya/, /srednyaya/ dastalarini bo'rab qurish kerak. Bu dastalarni burash natijasida asbob ko'rsatkichi bir maromda o'zgarsa, asbob to'g'ri ishlashini bildiradi. Bunday tekshiruvlar asbobning har o'lchov ishlaridan keyin o'tkazilishi kerak.

Avtokompensator AE-72 bilan dala o'lchashlarini olib borish texnikasi quyidagicha: O'lchashlarni olib borishdan oldin asbob uch oyoqqa o'rnatib qo'yiladi. AV uyalarga ta'minlovchi AV elektrodlardan keluvchi simlar ulab qo'yiladi. MN uyalarga esa qabul qiluvchi elektrodlardan kelgan simlar ulanadi. O'lchash darajalarini o'zgartiruvchi qayta ulagich /1000/ xolatida bo'lishi kerak. Polyarizatsiya kompensatorining dastalari chap tomonga burilib, turilishi kerak. Keyin asbobning ta'minlovchi kuchlanishlari tekshiriladi. Asbobning ta'minlovchi manbalari tekshirilgandan keyin MN qabul qiluvchi elektrodlar orasidagi kuchlanish o'lchanadi, buning uchun:

1. Ish turini o'zgartiruvchi qayta ulagich " ΔU_{MN} " xolatiga qo'yiladi.
2. Polyarizatsiya kompensatori ulanib, qayta ulagich /KP-vik./. /KP/ xolatiga qo'yiladi.
3. Polyarizatsiya kompensatori dastalarining ham (/Grubaya/, /srednyaya/, /tochnaya/) o'lchash ko'rsatkichi 0 ga keltiriladi.

4. Tok ulash $/I_{AB} - vik./$ tugmasi bosiladi va ta'minlovchi AV elektrodlar orqali elektr toki beriladi.
5. Asbobning ko'rsatish darajasi olinadi. Agar ko'rsatish miqdori kam bo'lsa, (asbob shkalasidagi miqdor 1/3 qismidan kam bo'lsa), o'lchash darajalarini o'zgartiruvchi qayta ulatgich xolatlarini o'zgartirib, o'lchov shkalasining 1/3 qismidan yuqori bo'lgan darajalardan *AUMN* olinadi. Kuchlanish mV o'lchov birligida ko'rsatiladi.

Potentsiallar *AUMN* ayirmasi /kuchlanish/ o'lchangandan keyin ta'minlovchi AV elektrodlar orasidagi tok I_{AV} - kuchi o'lchanadi. Buning uchun polarizatsiya kompensatori uzib ko'yiladi /qayta ulagich /KP-vik./ /Vik. /xolatiga ko'yiladi/. Ish turini o'zgartiruvchi qayta ulagich xolatiga 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 apparaturasining 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 stantsiyalarida ΔU_{MN} va I_{AB} miqdorlari ostsillografda qayd qilinadi.

Bunday o'lchashda potentsiallar ayirmalarining kichik miqdori ham g'oyat aniq o'lchanadi. O'zgarmas elektr tok yordamidagi tekshiruvlarda ERS-16,5, SGE-72, ERSU-71 elektrqidiruv stantsiyalaridan foydalaniladi.

SGE-72 – elektr qidiruv stantsiyasi UAZ-69 avtomashinasining kuzoviga o'rnatilgan bo'ladi. O'zgarmas tokni avtomashinaning yuritkichni yurgizib beradigan PN-72 generatori ishlab chiqarib beradi. Elektrqidiruv SGE-72 stantsiyasining tarkibiga PN-72 generatori, kontaktlar bloki va stantsiyani boshqarish pulti kiradi. Stantsichning eng katta quvvati 14,5 kVt ga ega bo'lib, 460 V o'zgarmas kuchlanishni beradi. Tok kuchining eng yuqori qiymati 31,5 A bo'lishi mumkin.

ERSU-71- katta quvvatli elektrqidiruv stantsiyasi xisoblanadi. Bu stantsiyaning tarkibiga ZIL-131 avtomashinaga o'rnatilgan ERGT-71 generatorli stantsiya va GAZ-66 avtomashinasiga o'rnatilgan EUL- 71 universal elektrqidiruv tadqiqotgohi kiradi.

Elektrqidiruv EUL-71 o'lchash laboratoriyasi GAZ-66 avtomashinasining berk kuzoviga o'rnatilgan. Bu laboratoriya bilan ikki qabul qiluvchi va bitta induktiv qabul qiluvchi xalkadan kelgan kuchlanishni va bir vaqtda qayd qilsa bo'ladi. O'lchash miqdorlarini fotokog'ozga ostsillograf yordamida qayd qilinadi.

EUL-71 o'lchash laboratoriyaning tarkibiga ikki o'zgarmas tok kuchaytirgichlari, o'lchash IPO-6 paneli, o'lchamlarini boshqarish pulti, elektrqidiruv EPO-9 ostsillografi, qabul qiluvchi elektrodlar va simlar induktiv qabul qiluvchi xalqa, akkumulyatorlar, quruq batareyalar, aloqa bloki, yordamchi va sozlash uskunolari kiradi.

Generator stantsiya bilan aloqada bo'lishi uchun kichik to'lqindagi radiostantsiya ham berilgan.

Dala elektrqidiruv ishlarini olib borish uchun o'lchash asboblardan tashqari, asosiy va yordamchi elektrqidiruv uskunolari bo'lishi lozim. Bular: elektr toki bilan ta'minlash batareyalari, elektr tokini erga ulash uchun xar xil ta'minlovchi elektrodlar, potentsiallar ayirmasini o'lchash uchun qabul qiluvchi elektrodlar, o'lchash qurilmalarini montaj qilish uchun kerakli simlar va simlarni ko'chirish, elektrodnlarni erga qoqish uchun

boskonlar (kuvaldalar) va boshqa asosiy hamda yordamchi elektrqidiruv uskunalari kiradi.

Tok manbalari. Turli elektr zanjirlari va sxemalarni elektr toki bilan ta'minlash 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 og'irligi 73 kg.

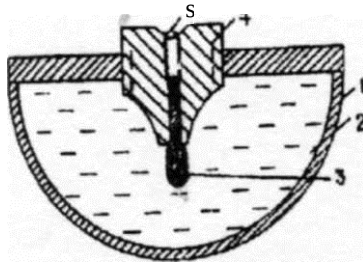
GPSMP - misli sim o'zaklarining orasiga po'lat simlar qo'shilgan. Simning yug'onligi 4,5 mm va tok o'tkazuvchi o'zaklarning elektr qarshiligi 10 Om/km. Bir km simning og'irligi 38 kg. Bu sim ta'minlovchi AV tarmoqlarning uzunligi 3-8 km bo'lgan qurilmalarda qo'llaniladi.

GPSMPO simi GPSMP simining engillashtirilgan turidir. Bu simning yug'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 engil simlar ham qo'llanilishi mumkin.

Erga ulagichlar (elektrodlar). Ta'minlovchi AV o'lchamlarini erga ulash uchun uzunligi 0,5 m dan 1 m gacha, yug'onligi 1,5 sm dan 2,0 sm gacha bo'lgan temir po'latli qoziqlar elektrodlar sifatida qo'llaniladi. Qabul qiluvchi MN tarmoqlarini erga ulash uchun uzunligi 0,5 m dan 0,7 m gacha, yug'onligi 2 sm gacha bo'lgan mis yoki jezdan yasalgan kozikdar elektrodlar sifatida qo'llaniladi. Ba'zi elektrqidiruv usullarda qabul

qiluvchi MN tarmoqlarida maxsus qutblanmaydigan elektrodlar qo'llaniladi. Qutblanmaydigan elektrodning tuzilishi quyidagidan iborat.

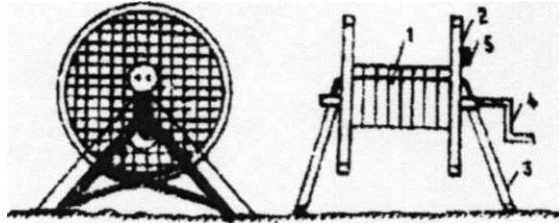


Qutblanmaydigan elektrod tuzilishi.

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 katlam bilan buyalgan, korpusning pastki tomoni esa bo'yalmagan bo'lib, shu bilan mis uzak er bilan mis kuporos eritmasi orqali ulangan bo'ladi. Tinik 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 urovchi g'altaklar, elektrodnlarni erga koqib kirkazadigan bosqonlar (kuvaldalar) va simlarni ulash uchun vilkalar 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 ko'llaniladi. Elektrqidiruv apparaturalarini ishlab

chiqaruvchi korxonalar asosan sig'qimi 500 m dan kam bo'lmagan g'altaklar chiqaradi.

Elektrodlarni erga qokib kirgazish uchun 3-5 kg og'irlikdagi temir boskonlar (kuvaldalar) ko'llaniladi. Simlarni bir-biri bilan va apparaturalarga ulashda shtepsellar, vilkalar va rozetkalar qo'llaniladi. Simlarni va elektrqidiruv apparaturalarini sozlash uchun yana har xil asboblar, izolyatsiya tasmalar va boshqa jixozlash 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 gertsgacha 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. Elektrorazvedkaning 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 hususiyatlarini belgilovchi boshqa kattaliklarning fazasi maydon manbaidagi tok fazasining surilishiga tengdir.

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

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

k -kattalik kompleks bo'lib ($k=a+ib$), uning moddiy qismi a -orqali elektromagnit tebranishlarning tarqalish tezligi $\vartheta = \omega/a$ va to'lqin uzunligi $\lambda = 2\pi/a$ aniqlanadi,

uning mavhum qismi b- yutilish koeffitsienti 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, ommda, 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'liq 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 erga ulanmagan tarmoq yoki xalqa 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 ob'ektlarni 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. Elektrozvedkaning induktiv maydon usullari

Induktiv usullar ikki xil bo'ladi: garmonik maydon usullari va o'tish jarayonlari usullari. Maydon hosil qiluvchi manbalar: erga 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 erga ulangan).

Garmonik maydonlar usulini (past chastotali induktiv usul) mazmuni shundaki, erga ulanmagan halqa orqali o'zgaruvchan tok o'tkazilganda, uning atrofida 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) Er yuzida ikkala magnit maydoni yig'indisi H_z o'lchanadi (birlamchi va ikkilamchi maydonlar vektorlari yig'indisi).

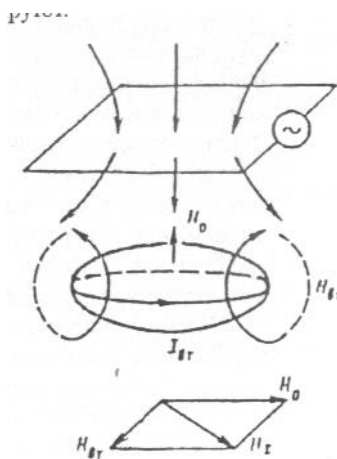
Magnitli ob'ektlarda past chastotali (bir necha o'n, yuz gerts) maydonlar hosil qilgan anomalialar, magnitorazvedkada o'rganiladigan anomalialarga o'xshash, ammo qoldiq maydon ta'siridan ozod. CHastota oshirilganda o'tkazuvchan jismlarda paydo bo'lgan uyurma (vixrevie) toklar ikkilamchi magnit maydonini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

Yaxshi o'tkazuvchan magnitsiz ob'ektlarni qidirishda anchagina yuqori chastotalar (bir necha ming gerts) ishlatiladi. S'emka ishlari ikki bosqichda olib boriladi: avval maydon bo'yicha (ob'ektni topish uchun), keyin mufassal (ob'ekt o'lchamlarini o'rganish uchun). Erga 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, erga 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. Erga ulanmagan halqaning magnit maydonida o'tkazuvchan jism va past chastotali induktiv elektrorazvedka uchun birlamchi va ikkilamchi maydonlarni vektor diagrammasi.

Mufasssal izlanishlar o'tkazish uchun anomal zonaga erga ulanmagan generator halqasi o'rnatiladi, uning ichida o'tkazilgan profillar bo'yicha alohida kichik o'lchash halqasi harakatlanadi. Kichik halqa o'lchash asbobiga ulab qo'yiladi. O'lchash natijalari asosida $\Delta U/I$ grafiklari va izochiziqlari xaritalaridan tashqari yana uyg'unlashmagan maydonni o'tish jarayonlarining boshlang'ich qismida ustki qatlamning bo'ylama o'tkazuvchanligi S_1 qalinligini $h_1 = S_1 \cdot \rho_1$ (ρ_1 - bu qatlamning bo'ylama solishtirma qarshiligi) aniqlash imkonini beradi; o'tish jarayonlarining keyingi bosqichlarida esa $\gamma \cdot Q$ qiymatni topish mumkin (bunda γ - ob'ektning elektr o'tkazuvchanligi, Q - ob'ektni o'lchamlarini ko'rsatuvchi funktsiya).

Etib borish qiyin bo'lgan rayonlarda ishlar aerovariantda o'tkaziladi (AMPP). Bunda generator va qabul dipollariga ega bo'lgan AMPP-2 apparaturasi ishlatiladi. AMPP-2 stantsiyasi bir nechta yozish kanallariga ega, ularni har biri ma'lum vaqtlarda (1,2,5,7,15,20 millisekund) o'tish signallarini yozib boradi. Kichik vaqtdagi (1,2 ms) signallar quyi va ustki qatlamlar haqida, kechki signallar ma'danli jinslarni mavjudligi, joylashuvi haqidagi ma'lumotlarga ega bo'ladi.

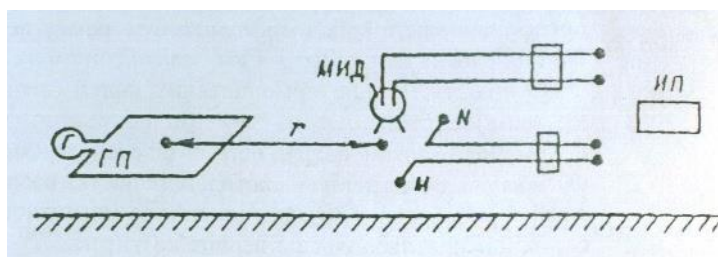
4.7. Elektromagnit zondirlashlar

Zondirlashlar masofaviy va induktsion bo'ladi. Masofaviy zondirlash asosi: induktiv tok yordamida maydon hosil qilish va chuqurlikdagi, hamda o'lchash nuqtasidagi tok zichliklari nisbatini o'zgartirish; buning uchun tok nuqtalari orasidagi masofani oshirish. Uncha katta bo'lmagan o'lchamdagi generator halqasi (ta'minlovchi dipol) orqali ma'lum chastotali o'zgaruvchan tok o'tkaziladi. Elektromagnit maydonining elektr qismi E o'lchash tarmog'i MN bilan magnit qismi N qabul halqasi yoki antenasi bilan o'lchanadi (4.13-rasm). Zondirlash 1-3 ta chastotada oraliq o'zgartirib o'tkaziladi, elektr va magnit maydonlari qismlari nisbati (E/N) hisoblanadi, tuyulma qarshilik ρ_T quyidagi formula yordamida hisoblanadi: $\rho_T = (r/4) \cdot (E/H)$, bunda r - generator va qabul qiluvchilar orasidagi masofa. O'lchash natijalari bo'yicha ρ_T ning r ga bog'liqlik grafiklari (zondirlash

grafiklari) tuziladi. Ular geoelektrik kesimni tuzilmalarini o'rganish imkonini beradi.

Induksion zondirlashda uyg'unlashmagan maydon ta'minlovchi halqaga zinasimon o'zgaruvchi tok berish bilan hosil qilinadi va tok chastotasi yoki o'lchash vaqti o'zgartirilib o'lchash olib boriladi. CHastota zondirlash (CH3) yaqin va uzoq zonada o'tkaziladi.

CHastota zondirlashda ta'minlovchi tarmoq erga ulangan va ulanmagan halqa bo'lishi mumkin. CH3 ning maxsus apparaturasi yordamida o'lchash ishlari ma'lum chastotalarda olib boriladi. CH3 skin-effektga asoslangan, ya'ni ta'minlovchi tokning chastotasi kamayganda, tokning kirib borish chuqurligi (razvedka chuqurligi) ortadi.



4.13-rasm. Masofaviy zondirlash sxemalari.

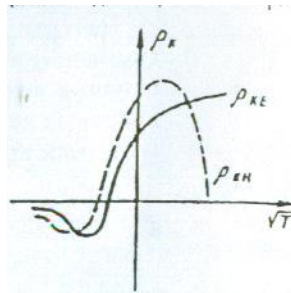
G-generator, GP-generator halqasi, MID-magnitoinduksiya datchik, IP-o'lchash asbobi.

AV tarmoqdagi tok kuchi I , qabul qiluvchi elektr (E) va magnit (N) dipollaridagi kuchlanishlar o'lchanadi, ular yordamida tuyulma qarshilik hisoblanadi:

$$\rho_T = K_E \frac{E_x}{J}; \rho_T = K_H \frac{H_z}{J},$$

Bunda, K_E , K_N – qurilmalar koeffitsienti, ular ta'minlovchi va qabul qiluvchi tarmoqlar orasidagi masofaga, maydon chastotasiga, qabul xalqasidagi o'ramlar soniga bog'liq..

CH3 natijalari asosida biologarifmik blankda CH3 ning elektr va magnit qismlari grafiklari quriladi. Bunda vertikal bo'yicha ρ_T , gorizonta 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 stantsiyalari 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 amalga oshiriladi.

4.8. Magnitotellurik maydon usullari

Erning tabiiy magnitotellurik maydonini o'rganishga asoslangan. Quyoshning korpuskulyar nurlanishi ta'sirida ionosfera va magnitosferada paydo bo'ladigan tok tizimlari Erning o'tkazuvchan qatlamlarida uyurma (vixrevie) toklar hosil qiladi. Bunday hosil bo'lgan maydonning elektr va magnit tashkil etuvchilari Er 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. Er 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'liqin davri, sekunda. Ko'p jinsli muhitda ρ geoelektrik kesimni murakkab funktsiyasi bo'lib, to'g'ri vazifa echilayotganda aniqlanadi va geologik asosni, gorizontali 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 gorizontali tashkil etuvchisi va magnit maydonining og'ish burchaklari o'lchanadi. O'lchovchi sifatida ikkita o'zaro perpendikulyar qabul xalqalaridan foydalaniladi.

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

4.9. Radioto'liqinli usullar

Radioto'liqinli usullar bilan yuqori chastotali ($10^4 \div 10^8 \Gamma u$) elektromagnit maydonlari o'rganiladi. Bu maydonlar maxsus ixcham uzatkichlar yoki radiouzatkichli stantsiyalar yordamida hosil qilinadi. Radioto'liqinli profillash (radiokip yoki radiokomparatsiya va pelengatsiya), radioto'liqinli yoritish, radioto'liqinlizondirlash usullari mavjud.

Radioto'liqinli usullar nazariyoti elektromagnit maydonining chastotasini oshirganda induktsion effektga olib kelishiga asoslangan. Ammo kuchli yutilishni mavjudligi usullarni o'rganish chuqurligi kamligiga asos bo'ladi. Maydon

xususiyatlariga elektromagnit maydonini siljish toklari katta ta'sir o'tkazadi. SHuning uchun γ va μ dan tashqari muhitni dielektrik singdiruvchanligi ε ham o'rganiladi.

Uzoqda joylashgan (100÷1000 km) radiouzatkichli stantsiyalar yaratgan maydonlarni o'rganishda elektromagnit to'lqinlar yassi tuzilishda bo'lib, o'rganilayotgan kattaliklarni o'zgarish qonuni ushbu formulalarda aniqlanadi:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cdot e^{-br}; \quad \vec{H} = \vec{H}_0 \cdot e^{-br}.$$

Uzatkichdan 10÷100km masofada hosil bo'lgan maydon elektr yoki magnit dipoli hosil qilgan maydonga o'xshash bo'ladi:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cdot e^{-br/r}; \quad \vec{H} = \vec{H}_0 \cdot e^{-br/r}.$$

Ikkala holatda ham elektromagnit maydoni kattaliklarining yo'qolib borishi energiyaning muhit tomonidan yutilishi hisobiga bo'ladi va e^{-br} ga bog'liq bo'ladi, bunda b -yutilish koeffitsienti chastotaga, elektr o'tkazuvchanlikka, magnit va elektr singdiruvchanlikka bog'liq.

O'rganilayotgan maydon turiga qarab (uzoq va yaqin zonada) ikki turdagi apparatura va uskunarlar ishlatiladi. Radiokip usulida maxsus amplituda o'lchagich-PINP-2 (polevoy izmeritel napryajennosti polya) ishlatiladi, ishchi chastota oralig'i 150-450 kGts. O'ta uzun to'lqinlarda (10-30kGts) ishlaganda SDVR-3 (sverxdlinnovolnovoy radiokip) asbobi qo'llaniladi, unda magnit va elektr antennalari mavjud.

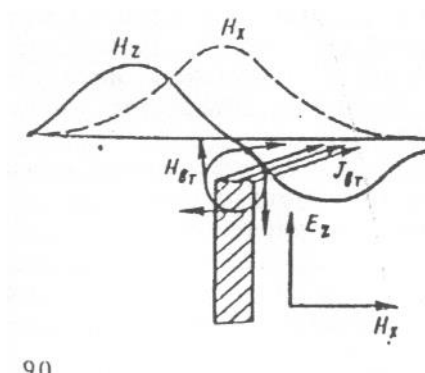
Radioto'lqinli yoritish va zondirlash skvajinalar va shaxtalarda, tog' lahmlarida o'tkaziladi. Apparatura tarkibiga magnit va elektr antennali uzatkich, qabul qurilmalari va uskunarlar (kabel, lebedka va b.) kiradi.

Radiokip usulida, uzoqda joylashgan radiostantsiyalarni elektromagnit maydonlari o'rganiladi, bunda magnit maydonining vertikal va gorizont tashkil etuvchilari va magnit vektorining gorizontga nisbatan og'ishi o'lchanadi. O'lchanadigan ikkilamchi magnit maydonlari birlamchi maydon ($\vec{E}$ va $\vec{H}$) ta'sirida paydo bo'ladi va Bio-Savara qonuni bo'yicha aniqlanadi(4.15-rasm). Dala ishlari uslubiyati profillar bo'yicha vertikal va gorizont kattaliklarni o'lchashdir. Jinslarni asosiy yotish yo'nalishi bo'yicha joylashgan qabul dipoli optimal

hisoblanadi. O'lchash natijalari sifat jihatdan talqin qilinadi, ba'zan yarimmiqdoriy talqin o'tkazib ob'ektning qalinligi va yotish chuqurligi baholanadi. Qayta ishlashning statistik usullarini qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi, bu o'lchash xatoliklaridan qutulish va keyinchalik anomaliyalarni maydon bo'yicha o'zaro bog'lashga imkon beradi.

Radiokip va o'ta uzun to'lqinli radiokip usullari har xil chastota qo'llangani uchun har xil o'rganish chuqurligiga ega (bir necha metrdan bir necha o'n metrgacha), yuqori samaradorligi, iqtisodiy arzonligi va engil apparatura bilan ishlashi usulni o'tish qiyin bo'lgan joylarda qo'llash imkonini beradi.

Radioto'lqinli yoritish usuli tog' jinslari va ma'danlarning elektromagnit energiyani yutish qobiliyati har xilligidan elektromagnit maydonining o'zgarishini o'rganishga asoslangan. Jumladan, yuqori qarshilikka ega jinslar kichik yutish koeffitsientiga ega, sulfidli, magnetitli va boshqa o'tkazuvchan jinslarni yutish koeffitsienti yuqori qiymatlarga ega. Usul skvajinalar orasida va shaxtalar o'rtasida o'tkazuvchan ma'danlarni aniqlashga imkon beradi. Bunda yuqori o'tkazuvchanli ob'ekt radioto'lqinlar tarqalishi yo'nalishida ekran (to'siq)vazifasini bajaradi. SHuning uchun generator va qabul qiluvchining quduqlardagi (yoki shaxtalardagi) o'zaro joylashish o'rnini o'zgartirib, ob'ektni elektromagnit soyasiga asosan belgilab topiladi.



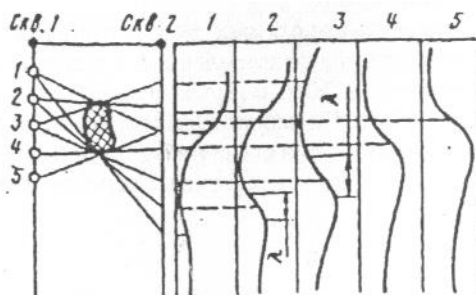
4.15-rasm. O'tkazuvchan vertikal qatlam uzoqdagi radiostantsiya maydonida.

Bu quduqlar va shaxtalarda 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 ob'ektning 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 radiostantsiyaning gorizontali antenasi bo'lib, o'lchash ishlari har xil chastotada qabul antenasi 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 hususiyatlarini 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 echishda qo'llaniladi.

4.10. Fizik-ximik elektr maydon usullari

Bu guruxga 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'zgarmas elektr maydonini o'rganishga asoslangan. Bunday maydonni hosil bo'lishi sabablari: oksidlanish-qaytarilish, diffuzion-adsorbtsion jarayonlar va er osti suvlarining filtratsiyasi (harakati). Dala ishlari maydon bo'yicha yoki alohida profillar bo'yicha olib boriladi. O'lchash ishlari ikki uslubda o'tkaziladi: potentsial uslubi, bunda qo'zg'almas o'lchash elektrodi bilan boshqa hamma nuqtalar orasidagi potentsiallar farqi ΔU o'lchanadi, potentsial 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 erga 10-20 sm ga o'rnatiladi, sterjenga o'lchash asbobi ulanadi.

O'lchash natijalarini qayta ishlashda nol nuqtaga nisbatan har bir nuqtadagi potentsial hisoblanib ΔU_{TM} grafiklari va izochiziqlar xaritasi tuziladi. Ma'lumotlar talqini asosan sifat jihatdan bo'lib, potentsial 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 ob'ektlarni qidirish va razvedka qilishda yaxshi natijalar beradi.

Undalgan qutblanish usulining mazmuni shundaki, o'rganilayotgan muhitga o'zgarmas yoki past chastotali o'zgaruvchan tok yuborib, muhitning tok

o'chirilgandan keyingi qutblanish hususiyatlarini o'rganishdir. Tok o'chirilgandan so'ng MN o'lchash elektrodlarida aniqlangan potentsiallar ayirmasi (ΔU_{UQ}) ning AV da tok oqayotgan vaqtda o'lchangan potentsiallar ayirmasi ($\Delta U_{to'}$) 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, tsilindr va b.) uchun sun'iy qutblanish maydoni haqidagi vazifalarni echimini 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 etarli. Tok o'tkazish vaqti ko'paysa (ya'ni chastota kamaysa) qutblanish o'sadi va tezda (2-5minutda) 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:

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

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

Polyarizatsiya grafiklarining kontakt uslubi (kontaktliy spsob polyaritsatsionnax krivix–KSPK) ning asosi: elektron o'tkazuvchan minerallar bilan tog' jinslaridagi namlik chegarasida elektroximik 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 ob'ektga (er yuzida, skvajinada, shaxtada) o'rnatiladi, ikkinchisi atrofda jinslarga joylashtiriladi, va o'tkazilayotgan tok kuchi o'zgartiriladi. Chegaradagi potentsiallar farqi ΔU qabul elektrodlarida o'lchanadi (ulardan biri ma'danga, ikkinchisi atrof muxitga o'rnatiladi).

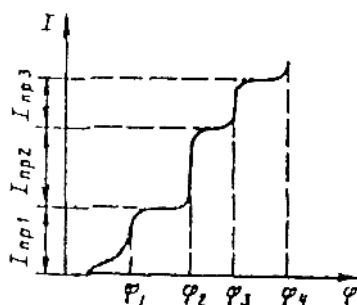
Elektr toki ta'sirida mineral – namlik chegarasida oksidlanish (anod) va qaytarilish (katod) jarayonlari bo'lib o'tadi. Tok o'tayotgan vaqtda minerallar parchalanadi, potentsiallar farqi oshadi, tok esa o'zgarmas qoladi-polyarizatsiya grafigida zina hosil bo'ladi, uning abtsissasi ($U_1, U_2, U_3 \dots$) (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 muxitga bog'liq emas. Ma'danli jism massasi quyidagi formulada hisoblanadi:

$$S=J_{\text{чек}} k/s$$

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

Dala ishlari uchta avtomobilga o'rnatilgan maxsus stantsiya 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'zgarmas tok ta'sirida erish qobiliyatiga, erigan metalning u yoki bu ta'minlovchi elektrod tomonga harakatlanib, u erda to'planishiga asoslangan. Ishlar maxsus CHIM-10 stantsiyasida o'tkaziladi. Uning tarkibiga ximik laborotoriya, apparatura guruxi va elektrostantsiya kiradi. Elektrod-element tutuvchilar sistemasi ishlatiladi. To'plangan elementlar ximik laborotoriyada analiz qilinadi, natijalar asosida elektroximik godograflar tuziladi. Bu bir jinsli muxit 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 er 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 taxlili, 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 geoximik vazifalarni echsa ham). Yadro geofizikasi "yaqin - ta'sirli"gi bilan farqlanadi, ya'ni o'rganish chuqurligi kamligi bilan, chunki yadro nurlanishlar atrofdagi jinslar va havoda tez yutilib ketadi. Shunga qaramay radioaktiv emirilish 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 – s'emka (GS), unda gamma – nurlanishni jadalligi o'rganiladi, va emanatsion – s'emka (ES), unda tuproqdagi havoda tabiiy alfa – nurlanish bo'yicha undagi radonni -radioaktiv gazni kontsentratsiyasi 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 s'emkani litologik va tektonik xaritalashda va boshqa vazifalarni echishda ham ishlatadilar. Radiometriyaga shartli ravishda geokosmik usulni ham kiritish mumkin, u kosmik nurlanishlarni er ostida o'lchashga asoslangan (KNEOO').

Sun'iy radioaktivlik tog' jinslari va muxitni 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 ximik 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, er osti, laboratoriya usullariga bo'linadi, ammo eng ko'p qo'llaniladiganlari skvajinalardagi yadro usullaridir.

5.1. Yadro geofizikasining fiziko–ximik va geologik asoslari.

Radioaktivlik haqida umumiy ma'lumotlar.

Tabiiy radioaktivlik, ya'ni atom yadrolarining o'z – o'zidan emirilib, 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. Mendeleev 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 emirilishi 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 emirilishini oxirgi mahsuloti noradioaktiv qo'rg'oshindir (radiogen qo'rg'oshin).

Radioaktiv qatorlardan tashqari yakka radionuklidlar ham mavjud, ularda radioaktiv emirilish o'zgarishni bitta akti bilan cheklangan. Ular orasida eng ko'p tarqalgani kaliy – 40 ($T_{0,5}=1,4 \cdot 10^9$ yil). Umuman, er qobig'ida quyidagi uchta radioaktiv elementni kontsentratsiyalari 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 xolda, izomorf va mustaqil mineral ko'rinishda joylashgan.

Radioaktiv emirilish bitta izotopni ikkinchisiga aylanish jarayoni sifatida atom yadrosini tashqi sharoitlarga bog'liq bo'lmagan ichki xolatidan kelib chiqadi. Radioaktiv emirilishni quyidagi parametrlar tavsiflaydi:

1. YArim emirilish 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'zgarmas 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 emirilish 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 uchta 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 millimetrni bir qismi yo'lida atrof muxitni ionizatsiyasi va qizitilishiga sarflanadi, shuning uchun ularni o'tish qobiliyati juda kam. Beta – nurlanish elektronlar va pozitronlar oqimi bo'lib, ularni energiyasi atrof muxitni atomlarini ionizatsiyasi va xayajonlantirilishiga 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 muxitda sochilib yutilsa ham, elektr neytral bo'lganligi uchun juda yuqori o'tish qobiliyatiga ega (havoda yuzlab metr va jinslarda bir metrgacha).

Radioaktiv emirilishda 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, tsiklotronlari va b. yordamida yaratiladi. Nurlanishlarni hamma turlari ichida neytron nurlanishi eng katta o'tish qobiliyatiga ega. SHunga qaramay, neytronlar sochilish jarayonida sekinlashadi, keyin muxitda yutiladi, ya'ni atom yadrolariga yutiladi, vaqti mikrosekunddan millisekundgacha, o'z navbatida, yutilish gamma – kvantlarni ikkilamchi nurlanishi bilan o'tadi.

Gamma – nurlanish dozasining miqdori, kontsentratsiyasi va quvvati. Uzoq yashovchi elementlarni (U,Th, K^{40}) tog' jinslaridagi miqdori va kontsentratsiyasi ularni massasi va foiz miqdori (yoki uranni ekvivalent miqdori) bilan aniqlanadi. Radionuklidlarni radioaktivligini absolyut birligi SI sistemasida bekkerel ($1Bk=1$ emirilish/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 amporni kilogramga 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 nurlanishlarni atrof muxit bilan

o'zaro ta'siri.

Alfa- va beta- zarrachalar asosan atrof muxitni 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, muxit esa ionizatsiyalanadi. Elektronini yo'qotgan atom hayajonlangan xolatda 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 koeffitsienti μ_F orqali ifodalash mumkin.

B. Yuqori energiyali (>0,5 MeV) gamma – kvantlarni engil 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 koeffitsientini 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 koeffitsienti μ_e .

Gamma – kvantlarni boshqa o'zaro ta'sirlari ham mavjud (fotoneytron effekt, atomlarni bog'langan elektronlaridagi releev sochilishi va b.). Umuman, tarkibida engil va og'ir elementlar bo'lgan jinslarda gamma – kvantlarni yutilishini chiziqli koeffitsienti (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 muxit 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 xolatga olib keladi. YAdro asosiy boshlang'ich xolatga qaytishida gamma – kvant chiqaradi.

B. Tezkor neytronlarni qayishqoq (uprugoe) sochilishi engil elementlarni yadrolarida bo'lib o'tadi va bunda neytronni energiyasi yadroga uzatiladi, natijada ularni sekinlashishiga olib keladi, muxitni 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 koeffitsienti 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 kontsentratsiyasiga bog'liq. Jins hosil qiluvchi elementlar radioaktivlik (radiologik xususiyatlar) bo'yicha to'rtta guruxga 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 xolatdagi 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 gurux radioaktivligi taxminan o'n barobarga farq qiladi.

Tog' jinslarini radiaktivligi, avvalo, jins hosil qiluvchi mineralni radioaktivligiga bog'liq. Minerallarni sifatiiy 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 guruxlarga 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, kvartsl 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. Ularini 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. Er osti suvlari har xil radioaktivlikga ega bo'lishi mumkin.

U radioaktiv konlarni er osti suvlarida va suvlarni sulfid-bariyli va xlorid–kaltsiyli turlarida ayniqsa baland. Tuproqdagi havoni radioaktivligi radon, toron, aktinon kabi radioaktiv gazlarni emanatsiyasi miqdoriga bog'liq. Uni jinslarni emanirlanish koeffitsientida (S_e) ifodalash qabul qilingan. Bu koeffitsient 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 kontsentratsiyasidan tashqari radioaktivlikni zaruriy tavsifi nurlanishni energetik spektri yoki energiyani tarqalish oralig'idir. YUqorida aytilganidek, har bir radioaktiv elementni alfa - , beta - va gamma - nurlanishini energiyasi o'zgarmas 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'zgarmas (1,46 MeV). SHunday qilib, gamma - nurlanishni umumiy jadalligi bo'yicha radioaktiv elementlarni mavjudligi va kontsentratsiyasini baholash mumkin, nurlanishlarni spektral tafsifini (energetik spektrini) tahlil qilib uran, toriy yoki kaliy - 40 ni kontsentratsiyasini 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 xodisalardan 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 koeffitsientiga teng. Gamma– kvantlarni tor to'plami uchun uni quyidagi tenglamalar yordamida aniqlanadi:

$$\mu_j = \sum_{i=1}^k \sigma_{ji} N_i, \quad I_j = I_{j0} \cdot e, \quad (5.4)$$

bunda, σ_{ji} - i -nchi ximik 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) koeffitsienti 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 koeffitsienti tog' jinsini ximik elementlarini Mendeleev davriy sistemasidagi tartib raqami va massasiga, xamda tog' jinsini zichligiga σ bog'liq. Tog' jinslarini ximik 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 xamma ximik elementlarni mikroskopik kesimlari σ_{ni} bilan aniqlanadi $i = 1$ dan $i = R$ gacha i - nchi elementni atomlar soni N_i Nurlantirish neytronlarini tor to'plami uchun bu parametrlarni bog'lanishi formulasi quyidagi ko'rinishga ega :

$$\mu_n = \sum_{i=1}^R \sigma_{ni} N_i, \quad I_n = I_{n0} l^{-\mu_n L} \quad (5.6)$$

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, gadoliny 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 koefitsient effektiv koefitsient 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 ximik elementlarga egalarida L_z bir necha o'n santimetrni tashkil etadi.

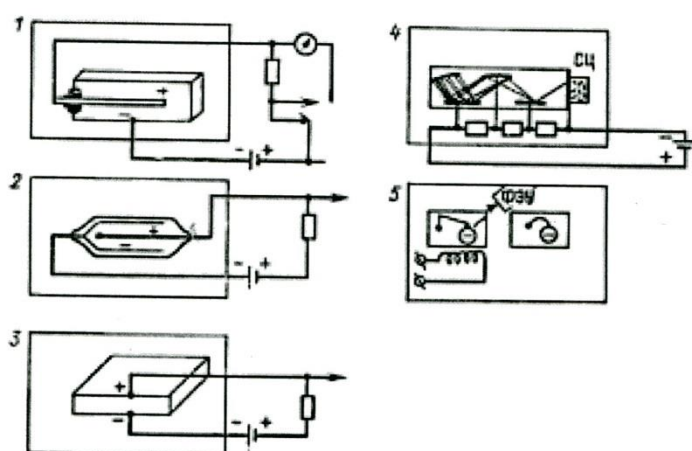
Issiqlik energiyasiga kuchsizlangan neytronlar jinslarda diffuziya yo'li bilan aralashib ketadi va oxir – oqibat biror yadroda yutiladi. YUqorida aytilganidek , yutilish jarayonida ikkilamchi gamma–kvantlar ajralib chiqadi. Tog' jinslarining issiqlik neytronlarini yutish qobiliyati diffuziyaning o'rtacha uzunligi L_d orqali yoki unga proportsional 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 ximik elementlarga (redkozemel, kadmiy, bor, simob, temir, marganets, xlor va b.) ega bo'lgan ma'danlarga va mineral suvlarga to'yingan boshoq 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.

Ximik 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 asboblarda uchun sezuvchan elementlar (detektorlar) ni sxemalari.

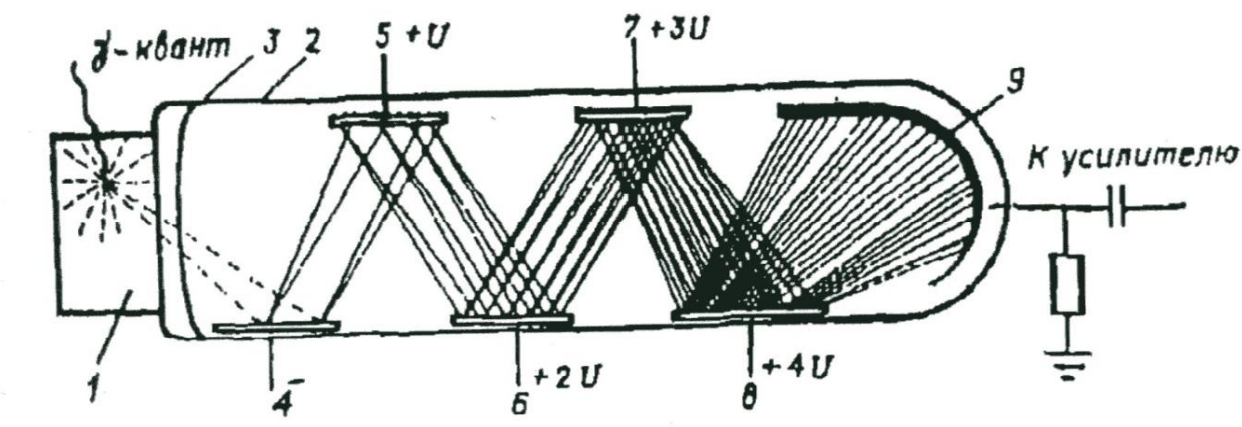
1 – ionizatsion kamera, 2 – Geyger–Myuller schetchigi, 3 – yarim o'tkazgichli kristall, 4 – stsintillyatsion schetchik, 5 – termolyuministsent kristall, sts – stsintillyator, FEU – fotoelektron umnojitel.

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 potentsiallar 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-dinodlar, 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 fotoumnojitel oldida qizdirilsa, u chiqaradigan yorug'lik avval qabul qilingan nurlanish dozasiga proporsional.

Yadro – geofizik tadqiqotlar uchun asboblari.

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 undalgan 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 impulsar ajratiladi. Keyin signallar normalizatorlarga uzatiladi, ular ma'lum amplituda va tuzilishli impulsar yaratadi, so'ngra o'lchanadi yoki yozib olinadi.

Aero – va avtoradiometrlar. Havodagi va avtomobildagi gamma – s'emka uchun har xil aero va avtoradiometrlar ishlatiladi, ular tezkorligi, ya'ni kam

inertsialigi 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. Er usti (piyoda) gamma–s'yomka uchun har turdagi strelkali indikatorli dala radiometrlari (SRP–68 va b.) ishlatiladi. Undan tashqari, naushniklar yordamida impulsni ovozli 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 graduировkalanadi. 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 kontsentratsiyasini 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 kontsentratsiyasi 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 graduировkalanadi, etalon tuproq osti havosidagi radon kontsentratsiyasini 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 geoximik analizi vazifalarini echib, 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 echish usullari bo'lib, ma'danlar va tog' jinslarini tabiiy radioaktivligini o'rganishga asoslangan.

Radiometriyaning umumiy tavsifi. Radioaktiv razvedkaning imkoniyatlari, bir tomondan, ma'dan va jinslarni radioaktivligini har xilligi, boshqa tomondan – radioaktiv elementlar va ularni emirilish mahsulotlarini er osti suvlari va tuproq ostidagi havo yordamidagi migratsiyasiga asoslangan. Radiometriyaning chuqurligi katta bo'lmagani uchun (1m gacha), qidiruv ob'ektlari ko'pincha radioaktiv elementlarni sochmalari bo'ladi. Radioaktiv nurlanishni hamma turlaridan eng katta singish qobiliyatiga gamma–kvantlar ega, shuning uchun radiometriyada asosan gamma – s'yomka usullari qo'llaniladi. Bu usullar tabiiy gamma–nurlanishni jadalligini va, ko'pincha – uning spektral energetik tarkibini o'rganadi.

Gamma–s'yomka yordamida radioaktiv ma'danlarni aniqlash samaradorligi razvedkalanayotgan ma'danlarni gamma–nurlanishini jadalligini I_γ emas, balki normal fon I_{nf} satxiga ham bog'liq. U ma'danli tanani qoplab turgan jinslarni radioaktivligini natural foniga - I_{nfn} va kosmik nurlanishni qoldiq foni va asbobni "ifloslanishiga" I_{ost} bog'liq, ya'ni $I_{nf} = I_{nfp} + I_{ost}$. O'rtacha normal fon avvaldan ma'lum anomaliyasiz uchastkada aniqlanadi:

$$I_{nf} = \sum_{i=1}^N I_{nfi} / N,$$

bunda, I – normal fonni hisoblash uchun olingan hamma N ta nuqtaning i – nuqtasidagi gamma – nurlanish jadalligi. Gamma – s’yomka natijasidagi anomaliya ($\Delta I_{ji} = I_{ji} - I$) normal fondan 3 barobardan ortiq o’rtacha kvadratik o’zgarish:

$$\sigma_{nf} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (I - I_{nf})^2 / (N - 1)},$$

va kamida uchta nuqtada aniqlangan o’zgarish (“uch sig’ma va uch nuqta” qoidasi) hisoblanadi.

Gamma – s’yomkani xaritalashda qo’llaganda kuzatilgan fon qiymatidan I_{ost} qoldiq fon ayirib tashlanadi, ya’ni:

$$\Delta I = I_{ji} - I_{nf} - I_{oct}$$

Gamma – s’yomka ma’lumotlari bo’yicha qoldiq fon avvaldan ma’lum noradioaktiv jinslar (oxaktoshlar, kvartslar qumlar) joylashgan uchastkalarda yoki daryo va ko’llar yuzasida aniqlanadi.

Radiometriya usullariga havodagi, avtomobildagi, piyoda, chuqurlik gamma – s’yomkalari, tog’ jinslari namunalari radiometrik tahlili, emanatsion s’yomka, hamda ochilib qolgan va tog’ laxmlarida radioaktiv elementlarni kontsentratsiyasini baholash uchun mo’ljallangan namunalash usullari kiradi. Tog’ laxmlarida kosmik nurlanishni qattiq komponenti ham o’rganiladi.

Aerogamma – s’emka – radiometriyaning eng tezkor va arzon usullaridan biri, odatda magnitorazvedka bilan bir kompleksda, ba’zan elektrorazvedka bilan radioaktiv ma’danlarni qidirishni istiqbolini baholash uchun qo’llaniladi. Ishlarda kompleks aerogeofizik stantsiyalar (AGS-48M2, AGS-71S, “SKAT” va b.) ishlatiladi, ularda har xil energiyali nurlanishlarni jadalligini o’lchash uchun aerogamma–spektrometr o’rnatilgan.

Aerogamma–s’yomka metodikasi har xil energiyali tabiiy gamma – nurlanish jadalligini I_j uzluksiz yozib olishdir. Ishlar alohida marshrutlar bo’ylab yoki razvedkalanayotgan maydonni qoplagan parallel marshrutlar tizimi bo’ylab o’tkaziladi. Marshrutlarni uzunligi 30 km gacha. Maydoniy s’yomkada marshrutlar orasidagi masofa 100 dan 250 m gacha o’zgaradi, bu s’yomkaning 1:10000 va

1:25000 masshtablariga to'g'ri keladi. Stantsiyaning uchish tezligi 100 – 200 km/soat, uchish balandligi h tekis relefda va yaxshi havoda 25 m, tog'li rayonlardagi ishlarda 75 m gacha. Balandlik qancha kam bo'lsa, sezuvchanlik shuncha yuqori va kam jadallikdagi anomalionalarni aniqlash imkoniyati baland bo'ladi. Ammo uchish balandligi kamayganda asbobni o'lchash zonasi kamayadi, ya'ni er yuzasining o'rganilayotgan kengligi (u odatda 2h dan 4h gacha o'zgaradi) kamayadi. I_{jn} ni uzluksiz yozishdan tashqari stantsiyani uchish balandligi ham avtomatik yozib boriladi.

Aerogamma-s'yomka - bu qidiruv s'yomkasi bo'lib, yirik radioaktiv ma'danli tanalarni anomalionalarini aniqlashga xizmat qiladi. Radiometrik anomalionalar er usti gamma-s'yomkasi bilan tekshiriladi, shundan so'ng ularning geologik tabiati haqida xulosa qilinadi.

Gamma-kvantlar bir necha metrlik qoplama jinslar bilan yutilgani uchun, havo s'yomkasida qoplamalarni radioaktivligi o'lchanadi, ular elementlarni migratsiyasi va emanatsiya hisobiga o'zlari radioaktiv bo'lib qoladi.

Avtogamma-s'yomka –tezkor er usti gamma-s'yomkasi, u avtomobil harakatlanayotgan vaqtda avtomatik bajariladi. Ishlar avtogammaspektrometrlar (AGS-3, AGS - 4) yordamida o'tkaziladi. Avtogamma – s'yomkaning sezuvchanligi aerogamma-s'yomkanikiga nisbatan ancha yuqori, stantsiyaning o'rganish ob'ektiga yaqinligi hisobiga. Uning yordamida aerogamma – anomalionalarini mufassallashtirish ham, va ularni boshlang'ich qidiruvi ham o'tkaziladi.

Avtogamma-s'yomkaning metodikasi yuqori o'tuvchanlikga ega avtomashinalar yura oladigan uchastkalarda profillar va maydon bo'yicha kuzatuvlar o'tkazishga asoslangan. Profillar orasidagi masofa mashinalarni o'tish imkoniyati, s'yomka masshtabi, o'rganilayotgan ob'ektlarni o'lchamlariga bog'liq. Maydoniy avtogamma-s'yomka masshtablari 1:2000 dan 1:10000 gacha o'zgaradi, bunda profillar orasidagi masofa 20 dan 100 m gacha bo'ladi. S'yomka tezligi - 3 – 15 km /soat: Ishlarni sezuvchan element joylangan kassetaning er yuzasidan har xil balandliklarda bajarish mumkin. Baland ko'tarilgan kassetada

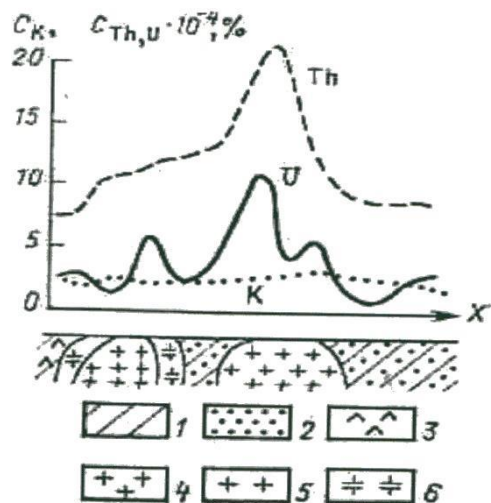
razvedka zonasini kengligi ortadi, past joylashganda maydon jadalligi va razvedka mufassalligi ortadi. Kuzatuv profillari mo'ljallar va xarita bo'yicha, hamda maxsus kursoprokladchik yordamida bog'lanadi.

Avtogamma-s'yomka 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 er usti gamma – spektrometrik s'yomka 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) anomaliyalar ajratiladi. Ularni geologik xaritalar yoki boshqa ma'lumotlar bilan solishtirib, radioaktiv elementlarga istiqboli baholanadi.

Piyoda (er usti) gamma-s'yomkasi – 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 s'yomkalar mustaqil – 1:10000 va yirikroq masshtabda (profillar orasidagi masofa 100 m dan kam) maydoniy tadqiqotlar, va yo'ldosh – 1:25000 – 1:50000 masshtabdagi marshrutli geologik s'yomkalar bilan birgalikda o'tkaziladiganlari bo'ladi. Yo'ldosh va qidiruv ishlarida dala radiometrini chiqariladigan zondini gilzasi er 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 (s'yomka qadami) yoki fonni anomal ko'tarilishida gilzani detektor bilan erga 0,5-1 min.ga tushiriladi

va asbob millari bo'yicha maydon jadalligining o'rtacha hisobi olinadi. Yo'ldosh va qidiruv gamma – s'yomkasining maqsadi – ma'danli maydonlar va konlarni aniqlash. Anomal uchastkalar mufassal gamma – s'yomkalar 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 kontsentratsiyalari profillari.

- 1 – qum – slanetsli qatlam jinslari;
- 2 – rogoviklashgan jinslar;
- 3 – diabazli porfiritlear;
- 4 – ikki slyudali muskovitli granitlar;
- 5 –porfirsimon muskovitli granitlar;

6 – amazonit–albitli granitlar.

Er usti gamma – s'yomkasi natijasida grafiklar, grafiklar xaritasi, ΔI_γ jadalligi xaritasi, bunda ΔI_γ jinslarni gamma – aktivligiga $\Delta I_\gamma = I_\gamma - I_{nf}$ ekvivalent. Spektrometrik gamma – s'yomka ma'lumotlarini qayta ishlash har xil energiyalarda I_γ ni hisobini olish tezligi bo'yicha uran, toriy va kaliy kontsentratsiyalarini (g_u, g_{Th}, g_k)- hisoblashdir. 5.3 – rasmda sharqiy Sibirda o'tkazilgan spektrometrik gamma – s'yomka natijalarini qayta ishlash misoli keltirilgan, buni natijasida granitlardagi tantal-niobiyl mineralizatsiyani ajratishga erishilgan.

Piyoda gamma – s'yomkaning o'rganish chuqurligi 1 m dan oshmagani uchun radioaktiv ma'danlarga istiqbolli uchastkalarda o'rganish chuqurligini oshirish uchun chuqurlik gamma – s'yomkasi 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. Asboblarni bo'yicha nurlanish jadalligini solishtirib va etalondagi radioaktiv element miqdorini bilgan xolda, 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–ekspress–analiz (GEA) radioaktiv ma'danli konlarni razvedkasi va qazib olinishida, boyitish fabrikalarida (shu jumladan konveyer lentalarida, vagonetkalarda va shu kabilarda) kontsentratlarni o'rganishda keng qo'llaniladi.

Gamma – s'yomka echadigan masalalar. Gamma- va spektrometrik gamma – s'yomkalar 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 – s'yomkani qattiq foydali qazilmalarni (ayniqsa, aktsessor mineral radioaktiv mineral bo'lganda), hamda neft va gaz qidirishda ishlatish mumkin. Gamma – s'yomkani geologik xaritalash vazifalarini echish uchun ham ishlatish mumkin. Har xil tabiiy radioaktivligi, hamda yutuvchanligi va emanatsiya qobiliyatlariga asoslanib jinslarni litologiyasi, buzilganlik darajasi (radioaktiv elementlarni migratsiyasini engillashtiruvchi), gillashganligi (migratsiyani qiyinlashtiruvchi) bo'yicha

bo'laklarga ajratish, tektonik buzilmalarni aniqlash (ulardagi radioaktiv elementlar to'plamlari bo'yicha) va boshqa vazifalarni echish mumkin.

Emanatsion s'yomka – bu emanatsiya miqdorini o'rganish, ya'ni tuproq ostidagi, skvajinalar va tog' laxmlarini to'ldirgan havodagi radioaktiv elementlarni emirilishida hosil bo'lgan gazsimon mahsulotlarni o'rganishdir. Radioaktiv gazlardan radon eng katta yarim emirilish davriga ega (3,82 kun), shuning uchun emanatsion s'yomka amalda radon emanatsiyasini o'lchaydi. Jinslarni emanatsiyalanishi yoki ularning radon emanatsiyasini tuproq osti havosiga yoki er 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 koeffitsienti S_e bilan tavsiflanadi.

Jinslarni emanatsiyalashidan tashqari emanatsiya paydo bo'lishi ularni radon kontsentratsiyasi past tomonga diffuziyasi va er yuzasiga konvektsiyasi bilan bog'liq bo'ladi. Bu sabablar yuqori qatlamda emanatsiyalar kontsentratsiyasini keskin o'zgarishiga olib keladi, bu meteorologik va boshqa sharoitlar bilan bog'liq, faqat 1 m chuqurlikda u jinslarni emanatsiyalashi bilan belgilanadi. Dala emanatsion s'yomkasini metodikasi 0,5 – 1,0 m chuqurlikdan tuproq osti havosini namunasini olish va emanometr yordamida undagi radon kontsentratsiyasini aniqlashdir. Buning uchun emanometr zondi tuproq ostiga kiritiladi, nasos yordamida kameraga tuproq osti havosi tortib olinadi va radon kontsentratsiyasi 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^3da).

Emanatsion s'yomka marshrut bo'yicha va maydon bo'yicha bo'lishi mumkin. Ishlarni masshtabi 1:2000 dan 1: 10000 gacha o'zgaradi. Maydoniy s'yomkada profillar orasidagi masofa 20 dan 100 m gacha, qadam esa - 2 dan 10 m gacha o'zgaradi. Mufassal emanatsion razvedka maydoniy s'yomka ko'rinishida (10-50) x (1–5 m) to'r bo'yicha o'tkaziladi.

Emanatsion s'yomka natijasida grafiklar va radonni teng kontsentratsiyalari 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 detsimetrni tashkil etadi, normal fon – odatda 30 Bk/dm^3 atrofida.

Emanatsion s'yomkani 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 s'yomkani chuqurligi 5–10 m dan ortmaydi. Biroq radonni yaxshi o'tkazadigan zonalar (tashlamalar, er osti suvlarini jadal tsirkulyatsiyasi zonalarini va b.) hisobiga chuqurlik o'nlab metrga etishi mumkin. Radon kontsentratsiyasini skvajinalarda o'rganish tektonik aktiv rayonlarda qattiq zilzilalarni prognozlash bo'yicha tadqiqotlarda qo'llanish topdi.

Tabiiy radioaktivlikni o'rganishni er osti usullari. Tabiiy radioaktivlikni o'rganishni bunday usullariga gamma – usuldan tashqari kosmik nurlanishlarni er 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 satxida 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, er yuzasi reliefi 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 xaqiqiy joylashuv chuqurligi N ma'lum bo'lsa, er 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 emirilish 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 emirilish yarim davrini bilib, (5.1) va (5.2) ifodalardan olingan formula bo'yicha uning yoshi t_{abs} aniqlanadi:

$$t_{abs} = 1,44 \cdot T^m_{1/2} \cdot \ln(1 + N_d / N_m) \quad (5.7)$$

bu formulani asosiy jinsni yarim emirilish 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 emirilish 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 emirilish 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 ximik elementlarni sintezi 11 mlrd. yil avval tugagan, quyosh sistemasini yoshi – 4,7 mlrd. yil, erni yoshi – 4,55 mlrd. yil, er va oyni eng qadimiy jinslarini yoshi 4 mlrd. yildan ortadi.

Yadro – fizik usullar

YUqorida aytilganidek, yadro–fizik (izotopli) usullar - bu tog' jinslarini element ekspress ximik analizi bo'lib, tog' jinslarini har xil energiyali neytronlar va gamma – kvantlar bilan sun'iy nurlantirilganda bo'lib o'tadigan fizik xodisalarni 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 xam 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 emirilish 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_{nn} oqimini zichligini yoki ikkilamchi gamma – nurlanish jadalligini I_{nj} aniqlashdir. I_{nn} (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, redkozemel elementlar va b.). Borni 25 sm gacha qalinlikdagi qatlamda ajratish uchun avtomobil va piyoda borometrik s'yomka 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 proporsional. Manbadan 20 sm dan ortiq masofada I_{jj} jadalligi eksponentsial qonun bo'yicha zichlikga bog'liq ravishda o'zgaradi. SHu xodisaga 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 koefitsienti jinsni effektiv atom nomeriga bog'liq bo'ladi. Selektiv gamma–gamma usul shu xodisani 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 echish uchun, hamda ularni zaxiralarini hisoblash uchun skvajinalar burg'ilanadi, ular geofizik usullar yordamida o'rganiladi. Skvajinalardagi geofizik tadqiqotlarni echiladigan 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 xolatini 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, ximik va boshqa xususiyatlarini tavsiflaydi. Bunda o'rganilayotgan ob'ekt – 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 metrdan bir necha o'n metrga etadi. SHuning uchun, bu usullar yordamida skvajinalar kesib o'tmagan ob'ektlar (ma'danli tanalar, karst bo'shliqlari) aniqlanishi va o'rganilishi mumkin.

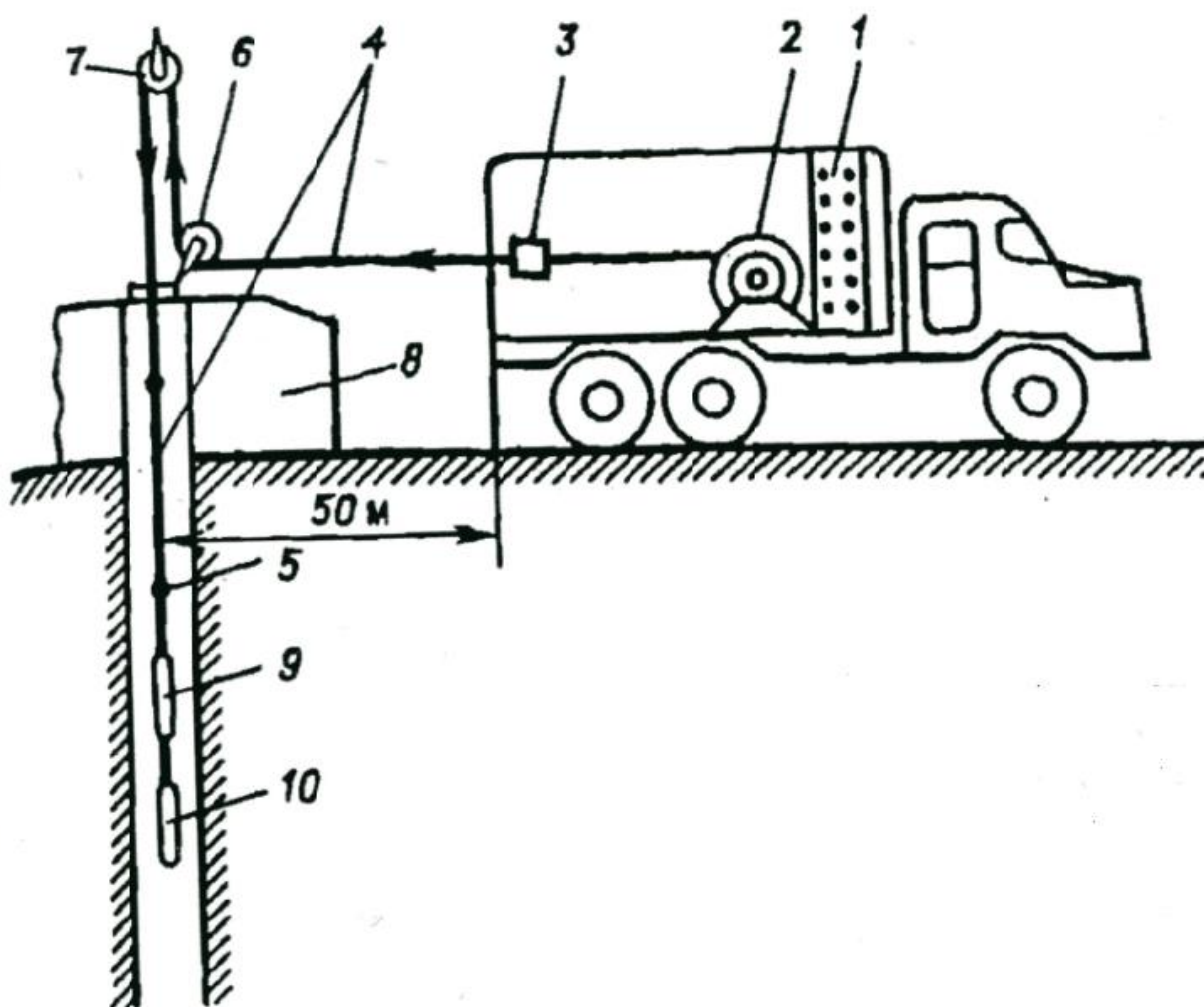
Skvajinalarni geofizik tadqiqotlari oldiga qo'yilgan vazifalarni murakkab sharoitlarda echish muxitni fizik xususiyatlarini har tomonlama to'liq o'rganishni talab etadi. SHunga ko'ra geofizik usullar soni juda ko'p, ular bir nechta guruxlarga birlashtirilgan: elektrik, elektromagnit, yadro – fizik, akustik, magnit, gravimetrik, mexanik va geoximik 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, ximik 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 muxitni o'rganish katta ahamiyatga ega. Bunda quduq kesib o'tmagan ob'ektlar (ma'danli tanalar, karst bo'shliqlari va b.) aniqlanish va o'rganilishi mumkin.

Quduqlardagi geofizik tadqiqotlarga quduq devoridan namuna olish, quduqni texnik xolatini o'rganish ham kiradi. Bu tadqiqotlarni umumiy sxemasi **6.1-rasmda** ko'rsatilgan.



6.1-rasm. Quduqlarni geofizik tadqiqotini umumiy sxemasi. 1-karotaj stantsiyasini 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 bloki 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 xosil qilinadigan elektr maydonlarini o'rganishga asoslangan. Elektrokarotaj quduqlardagi geofizik tadqiqotlarni asosini tashkil etadi. Unda tabiiy elektr potentsial, tog' jinslarini elektr qarshiligi, qutblanish o'rganiladi.

Tabiiy qutblanish usuli. Tog' jinslarini tabiiy qutblanish potentsialini 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 xollarda – bu natriy va xlor ionlari. Ionlar doimiy harakatda (ionlar diffuziyasi), diffuziya oqimi kam kontsentratsiyali 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 xajmiy 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 kontsentratsiyalari.

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

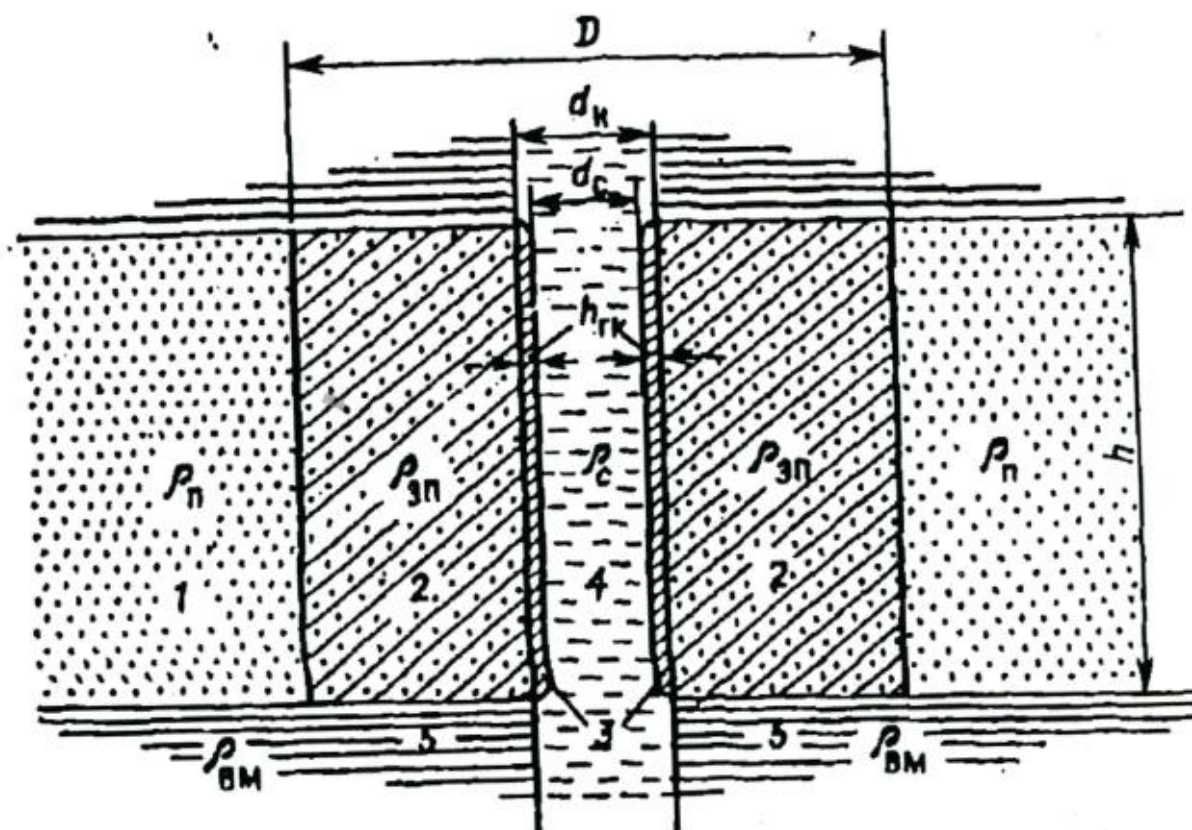
qismini oqib o'tayotgan suv olib ketadi, natijada va kapillyar musbat zaryadlanadi. Suyuqlik qatlamga oqqanda skvajinada manfiy potentsial hosil bo'ladi, suv qatlamdan oqib chiqqanda skvajinada musbat zaryad hosil bo'ladi.

Filtratsion potentsiallarga asoslangan tabiiy qutblanish usullari asosan, gidrogeologik skvajinalarda suyuqlik oqib chiqadigan yoki yutiladigan uchastkalarni ajratishda ishlatiladi.

Elektrod potentsiallari. Elektron o'tkazuvchanlikka 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 etib 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_v .

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 proportsional 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 (TQa) 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 koeffitsienti k_p va qatlam suvini solishtirma qarshiligiga ρ_{qs} (u mineralizatsiyaga teskari proportsional) 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 er yuzasida joylashtiriladi Bunday qurilmada o'lchangan 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 koeffitsienti deyiladi.

Agar $MN \gg AM$ bo'lsa, qurilma potentsial – zond deyiladi, $MN \ll AM$ bo'lsa – gradient – zond deyiladi.

Potentsial – 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 potentsial – 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 er

yuzasida joylashtiriladi A esa quduq bo'yicha harakatlantiriladi, ya'ni elektr zanjirdagi tok kuchi "A" elektrodni qarshiligiga proporsional. 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 elektrodni 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.

Induktsion karotaj. Quduqlar quruq (havo bilan to'lgan) yoki o'tkazmaydigan yuvish suyuqligi bo'lgan sharoitlarda induktsion 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 muxitda 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 muxitni solishtirma elektr o'tkazuvchanligini o'zgarishiga proporsional:

$$E = K \cdot \gamma_T = K \cdot 1/\rho_T,$$

Bunda, γ_T va ρ_T – muxitni tuyulma elektr o'tkazuvchanligi va tuyulma qarshiligi, K – zond koeffitsienti.

Zamonaviy IK apparaturasi zondlari asosiy ikkita g'altakdan tashqari qo'shimcha fokuslovchi (ekranlovchi) zondlarga ega.

Ular atrof muxit, 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 radioaktivlikga 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, atrofni)

2,3 -2,5 g/sm³), shuning uchun ko'mir GGK-P grafigida aniq maksimum bilan ajralib turadi.

Ma'danli quduqlar kesimini o'rganishda selektiv gamma-gamma karotaj (GGK-S) qo'llaniladi, bunda sochma γ – nurlanishni yumshoq tashkil etuvchisi yozib olinadi. Bunda ma'dandagi og'ir metallar miqdori o'lchanadi (GGK-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 nurlanishni yozib olish uchun stsintillyatsion schyotchiklar qo'llaniladi. RRK jinslardagi og'ir ($Z>30$) ximik elementlar miqdorini aniqlashga mo'ljallangan (qo'rg'oshin, rux, qalay, volfram, bariy va b.).

Ikki va xatto uch elementli ma'danlardagi og'ir ximik 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 Ro+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 muxitda 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, marganets 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 xayajonga

keladi, uning avvalgi tinch xolatiga 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, marganets, 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 emirilish 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 undalgan γ – aktivlikni vaqt davomida o'zgarishi yozib olinadi (konveyer uslubi). NAK ma'lumotlari bo'yicha ximik elementni turi (yarim emirilish davri bo'yicha) va uning miqdori (γ – nurlanishni jadalligi bo'yicha) aniqlanadi.

Gamma-neutron karotaj (GNK). Fotoyadro reaksiyasidan foydalanishga asoslangan, ya'ni qattiq γ – kvantlar ta'sirida ximik 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. Quduqlardagi 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'liqni 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'liqni tarqalish tezligi bo'lib, oraliq tezlik yoki qatlam tezligi deyiladi.

Vertikal seysmik profillash (VSP) – geologik kesim ichida to'liq maydonini o'rganish uchun qo'llaniladi. Tebranishlar er yuzasida bir necha punktda hosil qilinadi. Quduq ichida o'tuvchi, qaytgan va singan to'liqlar er 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 Erni magnit maydonini vertikal tashkil etuvchisi Z_a 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 α o'rganiladi. Ko'pincha rayonlarda α qiymati bilan ferromagnit minerallar miqdori orasidagi bog'liqlik yuqori, shuning uchun ma'danlardagi temir miqdorini aniqlash mumkin. Qo'llaniladigan apparatura Z_a va α ni quduq bo'yicha bir vaqtda o'lchash imkonini beradi.

6.4. Quduqni texnik xolatini 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 xolati 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 diametridan 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 tayerlashda, quduqni tsementlashga tayyorlashda, hamda avariyaning oldini olish uchun quduq profilini bilish kerakligida lozim.

Quduqni o'rtacha diametrini aniqlash uchun kavernometrlar 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 quduqni texnik xolatini nazorati, hamda gidrogeologik tadqiqotlar uchun lozim.

O'lchashlar (rezistivimetriya) quduq rezistivimetri yordamida o'tkaziladi. Quduqlardan olingan suyuqlikni alohida namunalarini, yoki qatlam namunalarini solishtirma qarshiligi er usti rezistivimetrida aniqroq o'lchanadi. Uning natijalari nomogramma yordamida quduqni kerakli chuqurlikdagi xaroratiga keltiradi.

4. Jinslarni namunalari 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-otbornik yordamida olinadi.

Namunalar obsadka qilinmagan quduqlarda geofizik tadqiqotlardan keyin va kesim geologik o'rganilganda kern etarlicha 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 asboblari

Quduqlardagi geofizik tadqiqotlar karotaj stantsiyalari va quduq asboblari, hamda geofizik zondlar yordamida o'tkaziladi.

Karotaj stantsiyasi xarakterlanuvchi qurilma bo'lib, nazorat-o'lchash va yozib olish apparaturasi, ta'minot manbalari va tushirish-ko'tarish uskunalari o'z ichiga olgan.

Bajaradigan ishga qarab karotaj stantsiyalari ikki xil bo'ladi. Katta chuqurlikdagi (10 km. gacha) razvedka, neft va gaz quduqlarini tadqiqoti uchun mo'ljallangan karotaj stantsiyalari 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 stantsiyalari bitta avtomobilga o'rnatilgan (6.4-rasm).

Avtomatik karotaj stantsiyalarda o'lchash jarayonini boshqarish qo'lda bajariladi, ma'lumotlarni yozib olish esa – avtomatik analog yoki raqamli tuzilishda.

Stantsiya 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 stantsiyalari turlari: AKS/I-7, LTSK-10, AEKS-1500 va boshqalar.

Quduq asboblari. Quduqlarda geofizik tadqiqotlarni o'tkazish uchun karotaj stantsiyasi bilan maxsus apparatura qo'llaniladi. Quduq geofizik apparaturasi kompleksiga zond (quduq asbobi) va er 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 xaroratdan va quduqdagi flyuidan (burg'ilash eritmasi, yuvish suyuqligi va b.) himoya qiladi odatda qoplama mustahkam, suv o'tkazilmaydigan materialdan (metall, maxsus plastmassa) tayyorlangan gilzadir. ba'zi quduq asboblarni uzunligi bir necha metr ga etadi, shuning uchun ularni karotaj stantsiyada 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 echishga 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 elektrokrotaj (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'lchangan

ma'lumotlar nazariy grafiklar, nomogrammlar, paletkalar, graduировka 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 ximik 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 echiladi: 1) kesimni litologik bo'laklarga ajratish; 2) foydali qazilma qatlamlarini aniqlash, morfologiyasi va yotish elementlarini aniqlash; 3) ma'danli qatlamda foydali komponent miqdorini aniqlash.

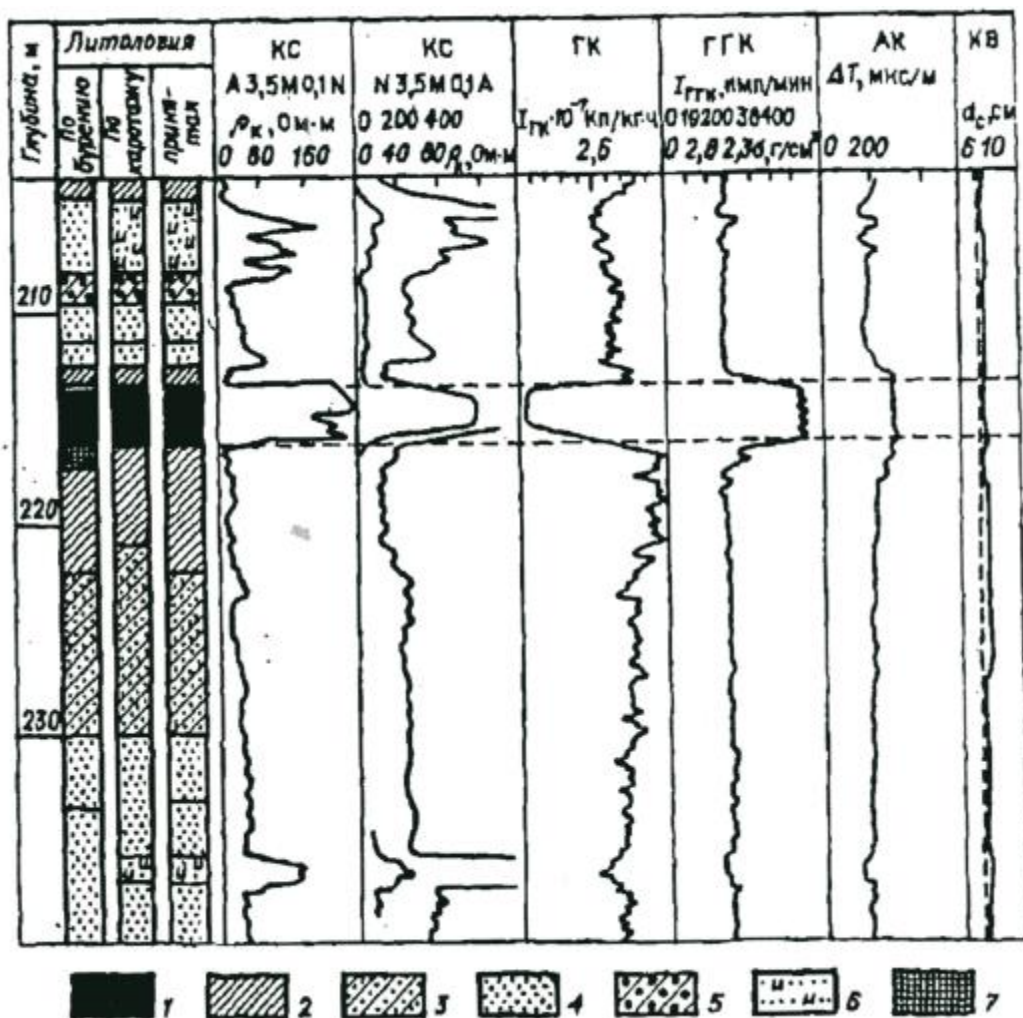
Birinchi vazifani echish uchun QK, TQ, GK ma'lumotlari ishlatiladi. Magnitlanish qobiliyati bo'yicha karotaj va neytron karotaj qo'shimcha ma'lumot beradi.

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 graduировka grafiklari bo'yicha aniqlanadi. ular karotajni har bir turi uchun moslashtirish asosida tuziladi yoki ximik analiz natijasi asosida yaratiladi.

Ko'mir uchun burg'ilangan quduqlardagi geofizik tadqiqotlar quyidagi vazifalarni echadi: 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, GGK va kavernometriya. QK va GK diagrammalarida ko'mirli qatlam ρ_t ni maksimumi va Y_{gk} ni minimumi bilan ajratiladi. GGK diagrammasida ko'mirli qatlam sochma γ – *nurlanishni* maksimumi bo'yicha ajraladi



6.8-рasm. 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.

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.

7. GEOFIZIK USULLARNI KOMPLEKSLASH.

Hozirgi zamonda amaliy (razvedka) geofizikasi ko'p sonli usullardan iborat, va ularni oqilona komplekslash amaliy geologiya masalalarini echishda 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, gorizontal-qatlamli muxitlar 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 echimiga erishishdir. Konkret qo'yilgan geologik, injener-geologik va x.k. vazifaga asosan geofizik usullar kompleksi tanlanadi.

Ko'pchilik geologik vazifalarni echishda geofizik kompleks asosiy usullar (o'rganilayotgan xududni 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, ob'ektni fiziko-geologik modeli tuzilishi;

uchinchidan, har bir usul va ularni birikmasini geologo-iqtisodiy bahosi **ta'minlanishi lozim.**

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Nikitin A.A, Xmelevskoy V.K. Kompleksirovanie geofizicheskix metodov. Uchebnik. - Moskva. 2012 .
2. Geofizicheskie issledovaniya i raboti v skvajinax, -Ufa 2010 g. OAO "Bashneftegeofizika" pod.red. YA.R.Adieva.
3. Skovorodnikov I.G., Geofizicheskie issledovaniya skvajin. Ekaterinburg 2009 .
4. .Bondarenko V.B., Dimura G.B., Savenko E.I.Obshiy kurs razvedochnoy geofiziki.- M. "Norma". 1998 .
5. Xmelevskoy V.K.,Gorbachev YU.I.,Kalinin A.V., Popov M.G., Seliverstov M.I.,SHevnin V.A.. Geofizicheskie metodi issledovaniy. Izd. Kamchatsk ped. un-ta, 2004 .
6. Kompleksirovanie geofizicheskix metodov pri reshenii geologicheskix zadach. Pod.red. Nikitskogo V.E., Brodovogo V.V.. -M. "Nedra" 1987 .
7. Nikitin A.A., Petrov A.V. Teoreticheskie osnovi obrabotki geofizicheskoy informatsii.- M.2008 .
8. Xmelevskoy V.K., Gorbachev YU.I., KalininA.V., Popov M.G., Seliverstov N.I., .SHevnin V.A.. Geofizicheskie metodi issledovaniy. Uchebnoe posobie dlya geologicheskix spetsialnostey vuzov. - Petropavlovsk-Kamchatskiy; izd-vo KGPU, 2004.
9. Atabaev 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.