



I.I. INOGAMOV

MARKSHEYDERIYA



TOSHKENT

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

I.I. INOGAMOV

MARKSHEYDERIYA

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

TOSHKENT – 2022

UO'K: 528.2
KBK 33.12.

I.I.Inogamov. Marksheyderiya. (Darslik). –T.: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi» 2022, 320 bet.

ISBN 978-9943-8751-6-6

Darslik 5312300 “Marksheyderlik ishi” ta’lim yo’nalishi talabaları uchun mo’ljallangan bo’lib, unda “Marksheyderiya” fani to’g’risida asosiy ma’lumotlar, rivojlanish tarixi, foydali qazilma konlarini qazishning hamma bosqichlarida bajariladigan marksheyderlik ishlari ta’minoti, shuningdek, tog’ jinslarining siljishi va deformatsiyasi haqida ma’lumotlar keltirilgan.

Talabalar darslik yordamida konlarni qidirish, loyihalash, qurish, ekspluatatsiya va konservatsiya qilish, shuningdek, tog’ jinslarining siljishi va deformatsiyasi jarayonlarida bajariladigan marksheyderlik ishlari bo’yicha bilim va ko’nikmaga ega bo’ladilar. Olingan bilimlar yordamida talabalar kon ishlarini loyiha asosida va xavfsiz olib borish usullarini o’rganadilar.

Учебник рекомендован для студентов направления образования 5312300-«Маркшейдерское дело» и содержит основные сведения о предмете «Маркшейдерия», истории развития, видах маркшейдерских работ на всех этапах освоения месторождения полезных ископаемых, а также сведения о сдвигении и деформации земной поверхности под влиянием горных работ.

Учебник поможет получить знания и навыки по маркшейдерскому обеспечению разведки МПИ, проектирования, строительства, эксплуатации и консервации вейинг, а также по видам маркшейдерских работ при сдвигении и деформации земной поверхности под влиянием горных работ. В результате полученных знаний студенты получают навыки контроля ведения горных работ по проекту и безопасному ведению горных работ.

This tutorial is recommended for students of direction 5312300-"Surveying" and provides General information about the subject in "mine surveying", the history of its development, types of surveying works at all stages of the development of mineral deposits, as well as information about the displacement and deformation of the earth's surface under the influence of mining operations.

Tutorial will help to gain knowledge and skills in surveying to ensure intelligence RSC, design, construction, operation and conservation of deposits, and types of surveys when displacement and deformation of the Earth's surface under the influence of mining operations. The result is students get the skills of mining operations on the project and the safe conduct of mountain works.

Muallif ushbu darslikni tayyorlashda ko’rsatgan yordamlari ushun Toshkent davlat texnika universiteti “Marksheyderlik ishi va geodeziya” kafedrası dotsenti Rahimova Muhlisa Hasanovnaga o’z minnatdorchiligini bildiradi.

UO'K: 528.2
KBK 33.12.

Taqrizchilar:

R.Sh.Naimova TDTU, GQKM “Konchilik ishi” kafedrası professori, t.f.d. (DSc),
A.Egamberdiyev O’zMU, “Geodeziya va kartografiya” kafedrası professori, t.f.d.

ISBN 978-9943-8751-6-6

© «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi» – 2022.

Kirish

Marksheyderlik xizmati konlarni qazish, ularning qurilishi va ekspluatatsiya jarayonlarida asosiy zanjir bo‘lib hisoblanadi.

Ushbu darslik 5312300-”Marksheyderlik ishi” ta’lim yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan, unda Marksheyderlik ishi fani to‘g‘risida umumiy ma’lumotlar, uning rivojlanish tarixi, foydali qazilma konlarini qazishning hamma bosqichlarida, ya’ni konlarning geologiya-qidiruv ishlari, ularni loyihalash, konlarning qurilishi, ekspluatatsiya va konservatsiya jarayonlarining, shuningdek tog‘ jinslarining siljishi va deformatsiyasi, shaxta qurilishi va o‘lchash aniqligining tahlili haqida ma’lumotlar keltirilgan.

Talabalar darslik yordamida konlarni geologiya-qidiruv, ularni loyihalash, ekspluatatsiya va konservatsiya qilish jarayonlarida bajariladigan marksheyderlik o‘lchash va hisoblash ishlari bo‘yicha bilim va ko‘nikmaga ega bo‘ladilar. Olingan bilimlari yordamida talabalar konlarni qidirish jarayonida qidiruv quduqlarini loyihadan joyga ko‘chirish usullari, lahimlarni qarama-qarshi o‘tishda xatolarni hisobga olgan holda loyihalash, ularning loyiha asosida o‘tishini nazorat qilish, yer osti ishlarini yer ustida qabul qilingan koordinatalar tizimida olib borish uchun, bajariladigan marksheyderlik o‘lchash usullari va asboblaridan foydalanishni, o‘lchash ishlarining aniqligining tahlilini o‘rganadilar.

Darslikda shuningdek kon ishlari ta’sirida tog‘ jinslarining siljishi va deformatsiyasi, ularni o‘rganish va hisoblash usullari haqida ma’lumotlar keltirilgan. Talabalar bu bo‘limda olgan bilimlari yordamida yer yuzasi siljishi deformatsiyasini aniqlashda kuzatish stansiyalarining turlari, ulardan foydalanish tartiblari bo‘yicha ko‘nikmaga ega bo‘ladilar. Shuningdek talabalar kon ishlarini xavfsiz olib borish yo‘l-yo‘riqlarini o‘rganadilar.

Talabalar ushbu darslikda marksheyderlik o‘lchash ishlarini zamonaviy innovatsion texnologiyalari bilan ham tanishadilar.

1. Umumiy ma'lumotlar. Foydali qazilma konlarini o'zlashtirishning hamma bosqichlarida marksheyderlik xizmatining

Marksheyderlik xizmati konlarni qazish, ularning qurilishi va ekspluatatsiya jarayonlarida asosiy zanjir bo'lib hisoblanadi. Shuningdek marksheyderlik xizmatidagi neft va gaz konlarini qidirish va qazish, metro va tunnel qurilishlarini bajarishning iloji yo'q.

Geologiya-qidiruv va kon ishlarining marksheyderlik ta'minoti deb, korxonaning marksheyderlik geometrik asos va hujjatlar bilan ta'minlanishi va ularning tog'-kon sanoatida injenerlik masalalarini va operativ tashkiliy ishlarni hal qilish uchun ishlatilishi tushuniladi.

Marksheyderlik ta'minoti zarur bo'lgan asosiy injenerlik masalalariga quyidagilar kiradi:

- injenerlik loyihalarini barpo qilish va ulardan ishlab chiqarishda foydalanish;
- loyiha va kon-geologik shartlariga asosan kon lahimlarini o'tkazish va kon ishlarining havfsizligini ta'minlash;
- kon ishlarini kundalik va kelajakka rejalashtirish;
- yer qaridan foydali qazilma zaxiralarini to'liq qazib olishni ta'minlash va kerakli sifat ko'rsatkichlariga ega bo'lgan ma'danni qazishni ta'minlash uchun qazilma boylik zaxiralarini operativ hisobga olish ishlari;
- qazilma boylik qatlamlari qazib olinayotgan kon lahimlarini va yer usti obyektlarini himoyalash.

“Marksheyderlik ishi” nomi nemischa “*die Markscheiden Kunst*” so'zidan olingan bo'lib, “*die mark*” – chegara, oraliq, belgi, “*scheiden*” – aniqlash, belgilash, farqlash, va “*dei Kunst*” – san'at degan ma'nolarni bildiradi.

Hozirgi kunda hamma konlarda marksheyderlik bo'limlari mavjud.

Qazilma boylik konlarini qazishda quyidagi bosqichlarni ajratish mumkin:

- qazilma boylik konlarining qidiruvi va uning alohida uchastkalarini baholash;
- konchilik korxonasini loyihalash va qurish;

- qazilma boylik konlarini qazish;
- kon korxonalarini konservatsiyalash va yerlarni rekultivatsiya qilish.

Marksheyderlik xizmati qazilma boylik konlarini qidirishda qidiruv ishlari olib borilayotgan uchastkani asos va syomka tarmoqlari bilan ta'minlaydi, yer yuzasining kerakli masshtabda syomkalarini bajaradi, bular geometrik kartograflash va geologiya-qidiruv ishlari loyihasini tuzishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Shuningdek geologiya-qidiruv loyihasida tasdiqlangan qidiruv lahimlari va skvajinalarini loyihadan joyga ko'chirish ishlarini bajaradi, ya'ni ularga yo'nalish ko'rsatib, uzunligini, chuqurligini hisoblab beradi. Ya'ni geologlar bilan hamkorlikda qazilma boylikni xarakterlovchi grafik materiallarni tuzishda ishtirok etadi va konlarni geometrizatsiyalash ishlarini bajaradi.

Konlarni loyihalashda marksheyderlar quyidagi ishlarni amalga oshiradi:

- shaxta (karyer) hududida loyihalash ishlari yordamida belgilangan tartibda konga ajratilgan yer hududini (chegaralarini) aniqlash;
- qazilma boylik konlarini qazish uslubini aniqlash va asoslab berish, qazish variantini aniqlash, yer ustida qurilishi kerak bo'lgan bino va obyektlarni shaxta chegarasiga joylashtirish;
- qazilma boylikni qazish natijasida loyihalananayotgan bino va obyektlarga yetishi mumkin bo'lgan zarardan himoyalash tadbirlarini tuzish va hisoblash;
- belgilangan shaxta maydonida qazilma boyliknind sanoat zaxiralarini hisoblash va kon ishlarining hajmini aniqlash.

Konlarni qurishda marksheyderlar quyidagi ishlarni bajaradi:

- asosiy inshoot va kon lahimlarini loyiha chizmalarini tekshirish va ularni geometrik elementlari bilan to'g'riligini aniqlash;
- sanoat maydonini (promplashadka) marksheyderlik geometrik asos va syomka tarmoqlari bilan ta'minlash;
- inshoot va kon lahimlarining geometrik elementlarini loyihalash va joyiga ko'chirish;

- inshootlarni qurishda va kon lahimlarini o'tish jarayonlarida syomkalarni bajarish va planlarni tuzish;

- loyihaga amal qilinishini nazorat qilish.

Konlarni ekspluatatsiya qilishda marksheyderlar quyidagi ishlarni bajaradi:

- kon ishlari olib borilayotgan uchastkani asos va syomka tarmoqlari bilan ta'minlash;

- loyihaviy nuqtalarning, lahimlarning o'rnini joyga ko'chirish;

- konlarni yer osti uslubida qazishda gorizonta va vertikal bog'lovchi syomkalarni bajarish;

- yer osti konlarining, lahimlarining to'liq syomkalarini bajarish;

- kon lahimlarida yer osti tayanch va syomka tarmoqlarini barpo qilish asosida marksheyderlik chizmalarida kon lahimlarini to'g'ri tasvirlash uchun yer osti kon lahimlarining o'z vaqtida to'liq marksheyderlik syomkasini bajarish;

- konlarni ochiq qazishda kon lahimlarining marksheyderlik syomkasi va hamma texnologik jarayonlarni (parmalash, portlatish, konni ochish va qazilma boylikni qazish) marksheyderlik ta'minlash.

Marksheyderlik ta'minlashdan operativ va mohirona foydalanish, qazilma boylik konlarini qazishda zarur injenerlik masalalarini hal qilishni ta'minlaydi.

Masalan: – kon lahimlarining loyiha asosida to'g'ri o'tkazilishini ta'minlash va tekshirish;

- kon ishlarining hajmini operativ hisobga olishni nazorat qilish;

- kon korxonasida geologlar va konchi texnologlar bilan hamkorlikda qazilma boylik zaxirasini boshqarish;

- zaminni muhofazalash va yer qa'ridan qazilma boylikni to'liq qazib olinishning nazorati;

- yer yuzasining siljishini yer osti kon lahimlarini ta'sirida kon lahimlari va inshootlarining deformatsiyalarini kuzatish ishlari va shuningdek karyerlarda pog'onalarning mustahkamligini kuzatish;

– yer osti kon lahimlarining ta'siridan kon lahimlarini va inshootlarini muhofaza qilish tadbirlarini ishlab chiqish va amalda ulardan konchi-texnologlar bilan

hamkorlikda foydalanish;

– konchi-texnologlar bilan hamkorlikda kon bosimining va dinamik jarayonlarni kuzatish;

– kon ishlarini kundalik va perspektiv rejalashda kon-geologik sharoitlarni bashorat qilib berish;

– olib borilayotgan ishlarni doimiy planga tushirib borish va yuqori tashkilotlarga axborot berish;

Konlarni tugatishda marksheyderlik ishlari quyidagilardan iborat:

– kon lahimlari tugash qismida syomkani bajaradi;

– marksheyderlik chizmalarini va koordinata hisoblash jurnallarini to'ldiradi;

– kon maydonida yerni rekultivatsiya qilish bilan bog'liq marksheyderlik ishlarini tugatish;

– karyer (shaxta)ning asosiy marksheyderlik materiallarini arxivga noaniq muddatga saqlash uchun topshiriladi.

“Marksheyderlik ishi” fanining nazariy asoslari bo'lib, fizika, matematika, ayniqsa geometriya, matematik tahlil va ehtimollar nazariyasi hisoblanadi.

“Marksheyderlik ishi” asosan Germaniyada rivojlangan bo'lib keyin Rossiyaga o'tgan. Rus olimlaridan Lomonosov M.V., Maksimovich A.I., Baxurin I.M., Leontovskiy P.M., Sobolevskiy P.K., Yershov V. va boshqalar ushbu fanni rivojlantirishga katta hissa qo'shganlar.

1.1. Marksheyderlik syomkalari haqida umumiy ma'lumotlar

Kon sanoatida marksheyderlik syomkasi deb, tayanch va syomka tarmoqlari punktlari koordinatalarini aniqlash uchun va marksheyderlik chizmalari tuzish uchun bajariladigan burchakli va chiziqli o'lchash ishlari yig'indisi tushuniladi. Foydali qazilma konlarini qazish uslubini, ularning kon-geologik sharoitlarini aniqlab beradi.

Foydali qazilma konlarini yer osti usulida qazishda marksheyderlik syomkalari konga ajratilgan maydon yuzasida va yer ostida bajariladigan orentirlash bog‘lash syomkalarining yig‘indisidan iborat.

Yer ostida va yer ustida bajariladigan syomka ishlarining natijasini solishtirish uchun syomkalar yagona koordinatalar tizimida bajarilishi kerak.

Marksheyderlik chizmalarini syomka materiallari asosida 1:5000, 1:500 masshtablarida bajariladi.

Yer osti marksheyderlik syomkalari obyektlari bo‘lib, birinchi navbatda kon lahimlari va shaxta maydoni chegaralari hisoblanadi. Chunki ba’zi bir lahimlar uzoq muddat o‘zgarmay tursa, boshqalari buziladi yoki qazish ishlari olib borilib davom ettiriladi.

Har qanday kon lahimlarini o‘tishda ish joyi doimiy ravishda o‘zgarib turadi. Shu munosabat bilan uning o‘rnini marksheyderlik chizmalarida ko‘rsatib borish uchun doimiy syomka qilish va hujjatlarni to‘ldirib borish shart. Shuningdek syomka obyektlari bo‘lib qidiruv lahimlari bilan kon lahimlari kesishgan joylari qazilma boylik qatlami ostki va shift qismilari, siljish zonalari, yoriqliklar va boshqalar hisoblanadi. Syomka natijalari kon lahimlari planiga va geologik kesmalarga tushiriladi. Ulardan kon sanoatini marksheyderlik ta’minlash uchun yirik injenerlik masalalari yechishda qo‘llaniladi.

Yer osti marksheyderlik syomka obyektlaridan yana biri, bu boylikni kon-geologik jihatdan xarakterlovchi nuqtalarni va zonalarni (namuna olish nuqtalari) syomka natijalari bo‘yicha marksheyderlik chizmalarida qazilma boylik qatlamini o‘lchash joylari, kon lahimlari bilan qidiruv skvajina ochilgan nuqtalar va boshqalar ko‘rsatiladi.

Qo‘llanishi va o‘lchash uslubi bo‘yicha yer osti marksheyderlik syomkalarining asosiy qurilmalari e’tiborga loyiq va ular quyidagilardan iborat:

- 1) yer osti teodolit syomkalari;
- 2) oriyentirlash bog‘lash syomkalari;
- 3) yer osti vertikal syomkalari;
- 4) kesma va qazilma lahimlarining syomkalari;
- 5) kon lahimlarini o‘lchash ishlari.

Yer osti teodolit syomkalarida kon lahimlarida maxsus belgilar bilan mustahkamlab qo'yilgan punktlarning X, Y koordinatalarini aniqlash uchun burchakli va chiziqli o'lchash kompleksi bajariladi. Yer osti teodolit syomka natijalari marksheyderlik grafik hujjatlarini tuzish uchun geometrik asos bo'lib xizmat qiladi va ulardan kon ishlarini marksheyderlik ta'minlash uchun qator injenerlik masalalarini yechishda foydalaniladi.

Oriyentirlash-bog'lash syomkalari yer osti syomkalari bilan yer usti syomkalari o'rtasida geometrik aloqa o'rnatib, uning yordamida yer osti kon lahimlari va undagi punktlarning o'rnini yagona koordinata sistemasida ya'ni yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida aniqlashga imkon beradi. Bu esa o'z navbatida kon lahimlari planini yer yuzasi plani bilan bog'lashga imkon berib analitik masalalarni hal qilishga yordam beradi.

Yer yuzasidan kon lahimlariga uzatilgan direksion burchak va X, Y koordinatalar yer osti teodolit syomkalarini rivojlantirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Ya'ni kon lahimlarida syomka tarmoqlarini oriyentirlash-bog'lash syomka natijasi asosida barpo qilinadi.

Yer osti vertikal syomkalari yer osti obyektlari va undagi punktlar o'rnini qabul qilingan balandlik sistemasida Z koordinatasining balandligini aniqlashga imkon beradi. Yer osti vertikal syomkasi quyidagilarni o'z ichiga oladi: kon ishlari gorizontiga yer yuzasidan koordinata Z ni uzatish (vertikal bog'lovchi syomka), lahimlarda geometrik nivelirlash va qiyaligi 6^0-8^0 dan katta bo'lgan lahimlarda trigonometrik nivelirlash bajariladi.

Kesma va qazish lahimlari syomkasi tabiiy sharoitlarda bajarilib odatda aniqligi kichik bo'lgan asboblardan yordamida bajariladi (bussol, uglomer). Ularning natijalaridan grafik hujjatlarni to'ldirishda va ba'zi masalalarni hal qilishda ishlatiladi.

Kon lahimlarini o'lchash natijasida kon lahimlari konturini, zaboylarning yaqin joylashgan yer osti syomka punktlariga bog'lash imkoni bo'ladi. O'lchash natijalari marksheyderlik chizmalarini to'ldirishda va qazib olish hajmini aniqlashga ishlatiladi.

Har qanday o'lchash ishlarida xato bo'lganidek marksheyderlik o'lchash ishlarida ham xatoliklar bo'ladi. O'lchashda hosil bo'ladigan xatoliklar qo'pol, sistematik, yoki tasodifiy qilingan xatoliklardan iborat bo'ladi.

Sistematik xato turli omillarga bog'liq bo'lib, bir xil qilingan xatoni o'lchashda qaytarilib borishi oqibatida hosil bo'ladi. Bular o'lchash asbobining noaniqligi havo haroratining ta'siri va o'lchovchining malakasiga bog'liq bo'ladi.

Qo'pol xatolar o'lchovchining malakasizligi va e'tiborsizligi oqibatida kelib chiqadi.

Qolgan kutilmagan xatolar tasodifiy xatoga kiradi.

O'lchash ishidagi xatolikni $\delta = \ell - x$ bilan aniqlash mumkin. Bu yerda ℓ – o'lchash natijasi, x – o'lchangan kattalikning aniq qiymati.

O'lchash natijalari katta miqdorda bo'lsa quyidagicha hisoblanadi: $|\delta| = |\ell - n \cdot x|$. Bu ifodaning ikkala tomonini n ga bo'lsak quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$x = \frac{|\ell|}{n} - \frac{|\delta|}{n}. \quad (1.1)$$

Tasodifiy xatolarning xossalari hisobga olsak quyidagi hosil bo'ladi:

$$x = \frac{|\ell|}{n}. \quad (1.2)$$

Ya'ni o'lchash natijalarining o'rta arifmetik miqdorlari haqiqiy qiymatga yaqin hisoblanadi.

Lekin o'rta arifmetik xato o'lchash aniqligini to'liq ko'rsatmaydi. Shuning uchun o'lchash ishlarining aniqligini baholash uchun o'rta kvadratik xatodan foydalaniladi. U quyidagicha:

$$m = \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{n}}, \quad (1.3)$$

bu formula o'lchash soni katta bo'lganda to'g'ri keladi. Agar o'lchash soni chegaralangan bo'lsa u holda xatolik quyidagicha hisoblanadi:

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2n}}. \quad (1.4)$$

O'rta kvadratik xatoning hosil bo'lish ehtimolini m desak u yuztadan 32 tasida bo'lishi mumkin.

Agar $2m$ desak tasodifiy xato 100 tadan 5 tasida bo'lishi mumkin, $3m$ ga teng desak 1000 tadan 3 tasida bo'lishi mumkin. Demak o'rta kvadratik xatoning uchlangan qiymatining hosil bo'lishi ehtimoli juda kichik. Odatda yo'l qo'yarli tasodifiy xato qiymatining o'rta kvadratik xatoning ikkilangan qiymati qabul qilingan.

O'lchash ishlarini bajarishda amal qilayotgan marksheyderlik o'lchash ishlari yo'riqnomasining talablariga rioya qilish kerak.

Marksheyderlik ishlarini bajarishda asosiy talablardan biri o'z vaqtida kontrol va xatolikni vaqtida topib joyida bartaraf qilish hisoblanadi. Bunday kontrol dala kontroli deyiladi. Buning uchun ikki nuqta oralig'i eng kamida ikki marta o'lchanadi. Gorizont burchak o'lchashda esa kontrol burchak o'lchanadi.

Marksheyderlik syomkalarining geometrik asosi. Alohida nuqtalarning yer osti va yer ustida z koordinatalarini aniqlash uchun Kronshtat futshokiga nisbatan o'lchash ishlari olib boriladi.

Marksheyderlik tayanch tarmoqlari yer ustida hosil qilingan davlat geodezik punktlari asosida barpo qilinadi. Yer yuzasida tayanch tarmoqlari triangulyatsiya, poligonometriya va trilateratsiya usullarida barpo etiladi.

1.2. Konlarni yer osti usulida qazishda marksheyderlik ishlari.

Yer osti teodolit yo'llari aniqligi, tuzilishi bo'yicha klassifikatsiyasi

Qazilma boylik konlarini yer osti usulida qazishda marksheyderlik syomkalari, yer yuzasida bajariladigan syomkalar kompleksidan va bog'lovchi syomkalardan iborat bo'lib, ular konlarda punktlarning koordinatalarini yagona sistemada aniqlashga imkon beradi.

Yer osti marksheyderlik syomkalarida gorizont teodolit syomkaning o'rni katta bo'lib, kon lahimlarida maxsus o'rnatilgan belgilarning koordinatalarini aniqlash uchun burchakli va chiziqli o'lchash ishlari olib boriladi.

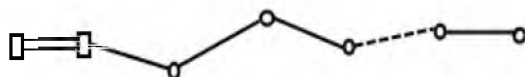
Yer osti kon lahimlari cho'ziq bo'lganliklari sababli poligonometrik usuldan ko'proq foydalaniladi.

Yer osti kon lahimlarida teodolit yo'llari o'tkazishda teodolit bilan quyidagilar o'lchanadi: yo'lning ikki tomon oraliq gorizont burchagi, qiyalik burchagi, tomonlar uzunliklari o'lchanadi. Shu bilan birga yer osti

burchak o'lchash yo'llari ularning tatbiq qilinishi bo'yicha poligonometrik yoki teodolit yo'llari deyiladi.

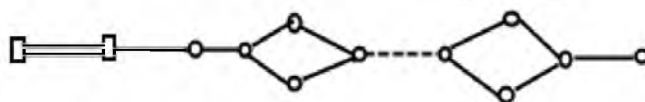
Har bir poligon (yo'l) avval bajarilgan syomka punktlariga bog'lanadi. Poligon shakli va uning syomka punktlariga bog'lash uslubi bo'yicha quyidagicha ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:

1. Osmo ozod bo'lgan yo'l – koordinatalari berilgan bitta punktga va direksion burchagi ma'lum tomonga tayangan bo'ladi (1.1-rasm).



1.1-rasm. Osmo ozod bo'lgan yo'l

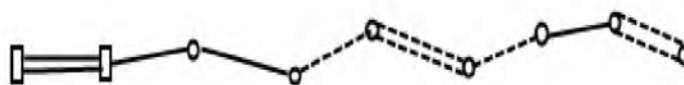
2. Ikkilamchi osma yo'l - yo'lni o'tish yo'qoriga o'xshash bo'lib faqat ba'zi tomonlar to'g'ri va teskari yo'nalishda o'tgan bo'ladi (1.2rasm).



1.2- rasm. Ikkilamchi osma yo'l

□ - berilgan punkt, = - direksion burchagi ma'lum bo'lgan tomon

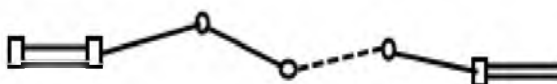
3. Girotomon seksiyalarga bo'lingan osma yo'l – yo'lning seksiyalarga bo'linishi tomonlarning uzunligiga va talab qilingan aniqligiga bog'liq bo'ladi (1.3-rasm).



1.3- rasm. Girotomon seksiyalarga bo'lingan osma yo'l

□ – berilgan punkt, = - direksion burchagi ma'lum bo'lgan tomon, == - girotomon

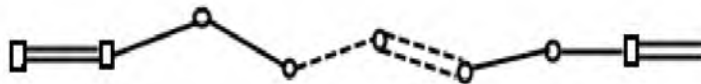
4. Ozod bo'lmagan osma yo'l – yo'l boshida va oxirida bo'lgan ikkita boshlang'ich punkt va tomonlarga tayangan bo'ladi (1.4-rasm).



1.4- rasm. Ozod bo'lmagan osma yo'l

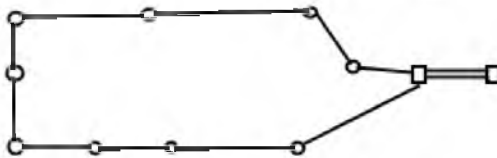
□ – berilgan punkt, = - direksion burchagi ma'lum bo'lgan tomon

5. Ozod bo'lmagan girotomon seksiyalariga bo'lingan osma yo'l – yo'lning uzunligi va tatbiq qilinishiga asosan to'liq kontrol bilan o'tkaziladi (1.5-rasm).



5- rasm. Ozod bo'lmagan girotomon seksiyalariga bo'lingan osma yo'l
□ – berilgan punkt, = - direksion burchagi ma'lum bo'lgan tomon, === - girotomon

6. Ozod berk yo'l – koordinatalari ma'lum bo'lgan bitta punktga va direksion burchagi ma'lum bo'lgan tomonga tayangan bo'ladi (1.6-rasm).



1.6- rasm. Ozod berk yo'l

□ – berilgan punkt, = - direksion burchagi ma'lum bo'lgan tomon

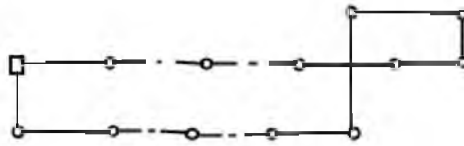
7. Girotomon seksiyalariga bo'lingan ozod berk yo'l – yo'lning murakkabligi va uzunligiga bog'liq (1.7-rasm).



1.7- rasm. Girotomon seksiyalariga bo'lingan ozod berk yo'l

□ – berilgan punkt, = - direksion burchagi ma'lum bo'lgan tomon, === - girotomon

8. Yo'l boshi va oxirida koordinatalari ma'lum bo'lgan punktga tayangan ozod bo'lmagan osma yo'l. Ya'ni boshlang'ich tomon direksion burchagi berilmagan bo'lsa nazorat berk yo'lning uzunligi bo'yicha va burchaklar yig'indisi orqali bajariladi (1.8-rasm).



1.8- rasm. Ozod bo'lmagan osma yo'l

□ – berilgan punkt, = - direksion burchagi ma'lum bo'lgan tomon

Yer osti teodolit poligonlari o'zaro bog'lanishi orqali yirik shaxtalarda murakkab tarmoqlarni hosil qiladilar. Yer osti kon lahimlarini syomkalarida xuddi yer ustidagi syomka kabi umumiy bo'lgan aniq geometrik tarmoqlardan aniqligi kichik bo'lgan tarmoqlarni barpo qilish prinsipiga amal qilinadi. Ushbu protses quyidagi ishlardan iborat:

1) kapital va asosiy kon lahimlardan o'tadigan poligonometrik yo'llar va yer osti syomkalariga geometrik asos bo'lib xizmat qiladigan marksheyderlik tayanch tarmoqlarini barpo qilish;

2) teodolit va burchak o'lchash yo'llaridan iborat bo'lgan kon lahimlari syomkasi uchun zarur bo'lgan marksheyderlik syomka tarmoqlarini barpo qilish.

Teodolit yo'llari kapital va asosiy tayyorlov lahimlarida to'ldiruvchi syomkalarni bajarish uchun tavsiya qilinsa, burchak o'lchash yo'llari esa qazish kovjoylarida va kesma lahimlarda syomka qilish uchun foydalaniladi.

Teodolit yo'llari tayanch punkti va tomonlariga bog'lansa burchak o'lchash yo'llari poligonometrik va teodolit yo'llari punktlariga tayanadi. Burchak o'lchash yo'llari o'tkazishda aniqligi past asboblardan foydalaniladi (uglomer, bussol).

Maxsus tarmoqlar o'ta muhim masalalarni hal qilishga ishlatiladi. Masalan: muhim lahimlarni o'tkazishda bunday holatlarga burchakli va chiziqli o'lchash aniqliklari har bir holat uchun alohida ishlab chiqilgan dastur bo'yicha aniqlanadi. O'lchash natijalari ko'p hollarda shartli koordinatalar sistemasida hisoblanadi.

Syomkani bajarish shartlariga ko'ra va kon lahimlarida geometrik asos punktlarining saqlanishiga qarab uchta asosiy guruhga bo'linadi.

1) shaxta va ruda maydonidan o'tgan asosiy magistral hisoblangan kapital va asosiy lahimlar. Ularga: shtolnya, kapital kvershlag, dala va

asosiy shtreklar, bremsberglar va qiya lahimlar kiradi. Bu lahimlar odatda katta uzunlikka ega bo'lib, xizmat qilish davrlari katta. Ularda yer osti tayanch tarmoqlarining punktlarini mahkamlash qulay hisoblanadi;

2) tayyorlov lahimlari. Bular: panelda o'tgan oraliq, ventilyatsion shtreklar va boshqa lahimlar hisoblanadi. Ular qazish uchastkalarida joylashgan bo'lib yetarli darajada uzun emas va xizmat qilish davrlari nisbatan kichik. Bunday lahimlarda joylashgan punktlardan qazish kovjoylarini doimiy syomka qilib turishda asos sifatida qo'llaniladi;

3) kesma lahimlar. Bular: qazish uchastkalaridan yoki qazish bloklaridan o'tadi. Uzunligi kichik bo'lib xizmat qilish davri ham kichik qazish kovjoylari, masalan lava doimo o'rni o'zgarib turadi. Shuning uchun bu yerdagi punktlardan atigi bir marta ularni syomka qilishda foydalaniladi.

Yer osti tayanch tarmoqlari. Ular tizim shaklida yoki alohida poligonometrik yo'l shaklida barpo qilinib stvol oldi lahimlarida mahkamlangan boshlang'ich doimiy punktlardan boshlab rivojlantiriladi. Tayanch tarmoqlari tarmoqning uzunligidan qat'iy nazar uzoqlashgan punktlarning o'rnini talab qilingan aniqlikda aniqlashni ta'minlashi kerak. Bu yerda punktlarni mahkamlash masofasi 300-500 metrdan oshmasligi kerak.

Yer yuzasidagi tayanch tarmoqlariga nisbatan yer osti marksheyderlik tayanch tarmoqlari uch guruhga bo'lingan va alohida ularning farqlari bor.

Birinchi guruhga quyidagilar kiradi:

a) tarmoqlarning rivojlanishi kon lahimlari o'tilishiga va shaxta rudniklarining xizmat qilish davriga bog'liq;

b) eski lahimlarning berkitilishi bir qancha punktlarning mustahkammasligi oqibatida tarmoq konstruksiyasi doimiy o'zgarishda bo'ladi. Tarmoqda bir qancha bog'liq bo'lmagan qo'shimcha fazoviy va vaqt bo'yicha ma'lumotlarning paydo bo'lishi hisoblanadi.

Yuqoridagi omillar ta'siri natijasida yer osti tayanch tarmoqlari rivojlantiriladi va rekonstruksiya qilinadi. Kon lahimlarining o'tilishi munosabati bilan tarmoq to'ldirilsa tarmoq holatiga qarab rekonstruksiya vaqti aniqlanadi.

Yer osti tayanch tarmoqlarining ko'rinishining **ikkinchi** guruhga quyidagilar kiradi:

a) poligon parametrlari va shakllarini tanlashni chegaralaydigan poligonometrik yo‘llarning majburiy konfiguratsiyasi;

b) yer osti poligonometrik yo‘llarida majburiy qisqa tomonlarning bo‘lishi (3-5 m);

d) yer osti poligonometriyasi boshlang‘ich punktlarining soni chegaralanganligi va ularning imkoni boricha shaxta maydoni markazida joylashganligi, buning hammasi yer osti tayanch tarmoqlarining boshlang‘ich punktlardan uzoqlashgani sari xatolarning tez yig‘ilib borishiga sabab bo‘ladi. Uzoqlashgan punktlarning talab qilingan aniqligini oshirish uchun tarmoqlarga talabni kuchaytirish lozim. Buning uchun girokompos yordamida poligonometrik yo‘llarning direksion burchaklarini aniqlash va girotomon seksiyalarini barpo qilish effektiv chora hisoblanadi.

Yer osti tayanch tarmoqlari qurishning **uchinchi** guruhga quyidagilar kiradi:

a) tayanch tarmoqlari qurishdan oldin teodolit yo‘llari o‘tkaziladi;

b) poligonometrik yo‘l va teodolit yo‘llari uchun bitta asbob va bir o‘lchash usuli qo‘llaniladi.

Shu sababli amalda qator holatlarda poligonometrik yo‘llari tayanch tarmoqlari va teodolit yo‘llariga bo‘linmaydi. Shu bilan birga asosiy va tayyorlov lahimlarining syomkasi poligonometrik yo‘llarni o‘tqazish orqali bajarilib mustahkam va yaxshi saqlangan belgilaridan tayanch tarmoqlarini to‘ldirishga zarur holatlarga nazorat uchun qayta yo‘l o‘tkaziladi. Shuning uchun poligonometrik yo‘llar to‘ldiruvchi va nazorat (kontrol) yo‘llariga bo‘linadi. Bu planli teodolit syomkalarini bajarishda texnik asboblarning burchakli va chiziqli o‘lchashlarning umumiy ko‘rinishga egaligini ko‘rsatadi.

Tayanch tarmoqlari turlicha bo‘lib u konni ochish sxemasiga shaxta maydonining tayyorligiga qazilma boylik qatlamining yotish sharoitlari va shakllariga bog‘liq bo‘ladi. Yer osti tayanch tarmoqlari kon ishlarining perspektiv rejasini hisobga olgan loyihalar asosida barpo qilinadi. Tayanch tarmoqlari har 5-10 yilda rekonstruksiya qilinadi. Buning uchun quyidagi holatlar asos bo‘lishi mumkin;

– syomka ishlarini davom ettirish uchun doimiy punktlarning mustahkamligini buzilishi;

– tarmoqda yer yuzasidagi tayanch tarmog‘i bilan bog‘liq yangi punktlarning hosil bo‘lishi;

– shaxta gorizontlari tarmoqlarini bir-biriga bog‘lash zarurati hosil bo‘ladi;

– kon lahimlarining uzunligi ko‘payishi asosida aniqlikning kamayishi hollari sabab bo‘lishi mumkin;

Yer osti teodolit yo‘llari quyidagi maqsadlarda o‘tkaziladi:

– kon lahimlarini syomka qilish va marksheyderlik chizmalarini chizish;

– kelajak syomkalari uchun geometrik asos barpo qilish;

– bajarilgan syomkalar nazoratini amalga oshirish uchun.

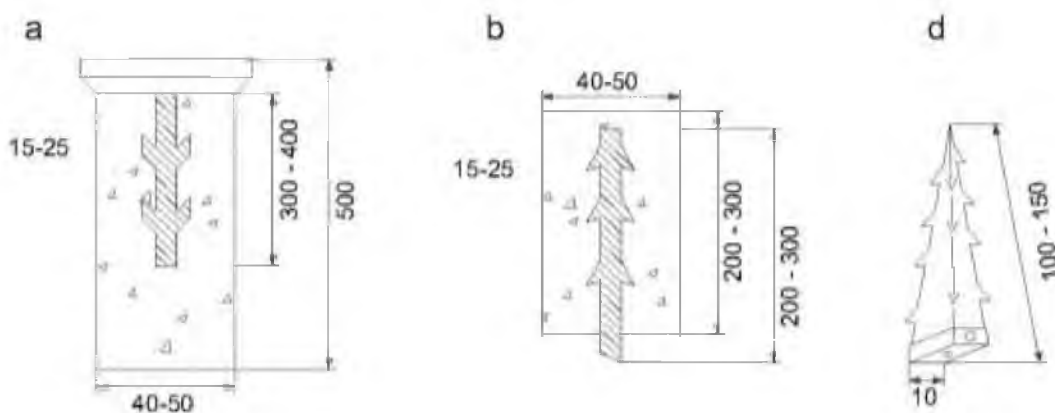
1.3. Yer osti teodolit yo‘llarining punktlarini barpo qilish

Yer osti teodolit yo‘llarining punktlarini barpo qilishdan avval, kon lahimlari holatini o‘rganib chiqib, punktlarni mahkamlanadigan joylar tanlanadi. Bu ishga rekognossirovka qilish deyiladi. Kon lahimlaridagi punktlar ularning joyiga qarab va foydalanilishiga doimiy yoki vaqtincha belgilar bilan mahkamlanadi. Teodolit yo‘lining punktlarini mahkamlash joyini tanlashda quyidagi umumiy talablarga rioya qilinadi: qo‘shni punktlarning o‘zaro ko‘rinishi, oraliq masofaning iloji boricha kattaroq olinishi, punktlarning uzoq muddat saqlanishi, o‘lchash ishlarining qulayligi va xavfsizligini ta‘minlanishi.

Doimiy belgilar bilan tayanch tarmoqlariga kiradigan doimiy punktlar mahkamlanadi. Ularni to‘liq saqlanishini ta‘minlaydigan joylarga o‘rnatiladi. Bunday talabga odatda asosiy tog‘ jinslari orqali o‘tgan kapital lahimlarga javob beradi. Doimiy punktlarni kon bosimi bor yoki bo‘ladigan hududda joylashgan lahimlarda o‘rnatishdan ehtiyot bo‘lish kerak. Ularning stvol oldi maydonda, asosiy va uchastka kvershlaglarida, dala va asosiy transport shtreklarida va boshqa uzoq muddat xizmat qiladigan lahimlarda guruh qilib 3-4 tadan mahkamlanadi, bu gorizont burchakni kontrol qilish imkoniyatini beradi. Doimiy punktlar bir-biridan 300-500 metr qilib o‘rnatiladi. Oraliq nazorat punktlar esa 50 metrdan kam qilmay o‘rnatiladi.

Doimiy punktlar lahimning poli yoki shiftiga mahkamlanadi. Punktlarning konstruksiyalari turlicha bo‘lishi mumkin (1.9-rasm).

- a – lahim polida;
- b – lahim shiftida;
- d – yog‘och probkaga qoqiladigan marka (belgi).

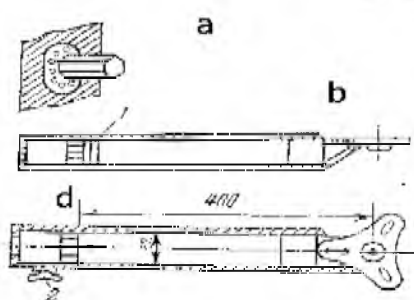


1.9-rasm

1.9- rasm. Doimiy punktlar konstruksiyalari

a) lahim polida; b) lahim shiftida; d) yog‘och probkaga qoqiladigan marka (1 - po‘lat sterjen; 2 – mis probka; 3 – belgi)

Lahim shifti mustahkam bo‘lmagan hollarda doimiy punktlar lahim poliga mahkamlanadi va uning tepa qismiga – yog‘och krepga vaqtincha belgi qoqiladi. Bu belgi doimiy punktning o‘rnini topishga yordam beradi.



1.10- rasm. Devoriy punktlar

a – umumiy ko‘rinishi; b – vertikal kesma; d – gorizontol kesma;
1 – chegaralovchi shpilka; 2 – qisib qoluvchi moslama.

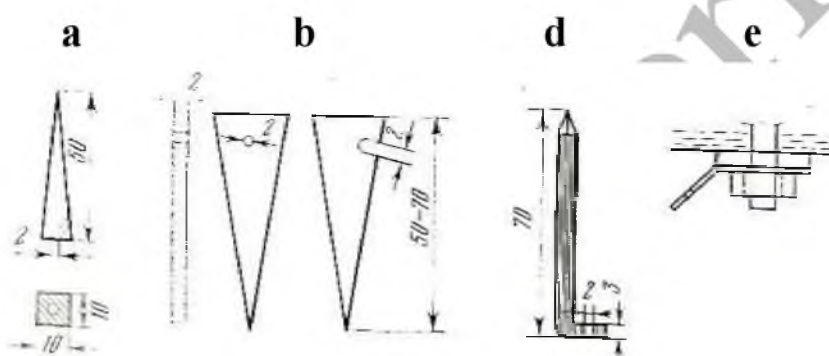
Qator holatlarda doimiy punktlar lahim yoki devorga mahkamlanadi. Shuning uchun ularni doimiy biqin (devoriy) punktlar deyiladi. Ularning konstruksiyalari turlicha bo‘lishi mumkin (1.10-rasm). Devoriy (biqin) doimiy marksheyderlik punktlari oltiburchakli qoziq shaklida bo‘lishi mumkin.

Devoriy doimiy marksheyderlik punktlardan shovunlarni osish uchun (teodolitni markazlashtirish uchun) maxsus o‘zi markazlashadigan xalqadan foydalanish qulay hisoblanadi.

Doimiy punktlarni oʻrnatishda poligon koordinatalarini hisoblash jadvalida punktning oʻrni va mahkamlash usuli koʻrsatilgan eskiz tuziladi.

Doimiy punkt bilan mahkamlash uchun tanlangan punktlardan tashqari qolgan yer osti teodolit yoʻli punktlari vaqtincha belgilar bilan mahkamlanadi.

Lahimlardagi vaqtincha marksheyderlik punktlarining konstruksiyalari turlicha boʻlishi mumkin: a) mahkamlanmagan lahimlarga qoqiladigan belgilar; b) yogʻoch ustun bilan mahkamlangan lahimga qoqiladigan belgilar; d) yogʻoch probkaga qoqiladigan belgilar; e) metall va shtanga bilan mahkamlangan lahimlarga oʻrnatiladigan belgilar (1.11-rasm)¹.



1.11- rasm. Vaqtincha marksheyderlik punktlarning konstruksiyalari

Har qaysi doimiy va vaqtincha belgilar qarshisidagi ustunlarga punktning tartib raqami yozilgan markalar oʻrnatiladi. Beton, metal bilan mustahkamlangan yoki mustahkamlanmagan kon lahimlarida punktning tartib raqamlari lahim devorlariga boʻyoq (kraska) bilan yozib qoʻyiladi. Har bir shaxtaga punktlarning tartib raqamini berish tartibi bosh marksheyder tomonidan belgilanadi. Bir lahimda tartib raqamini ikki martadan takrorlash mumkin emas.

1.4. Teodolitni markazlashtirish.

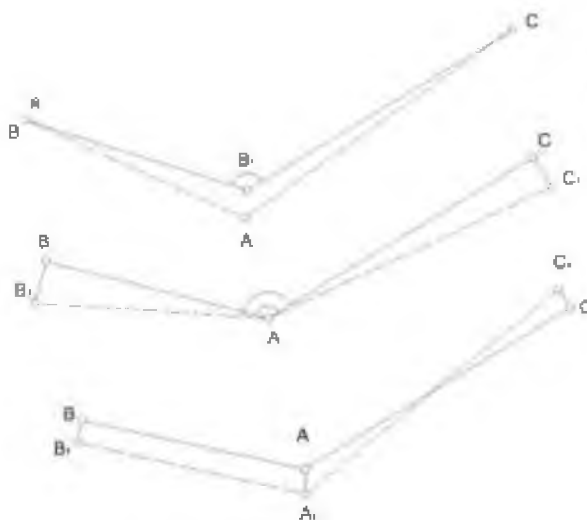
Markazlashtirish xatosini kamaytirish

Teodolit yoʻllarida burchak oʻlchash ishlari odatda teodolit va signallarni markazlashtirishdan boshlanadi, yaʼni ularni aniq oʻrnatishdan. Yer osti teodolit yoʻllarida tomon uzunliklari nisbatan kichik boʻlib, teodolit va

¹ Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitny.2009. 81st.

signallarni markazlashtirish gorizontaal burchak o'lash aniqqligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun bu operatsiyani bajarishda katta e'tibor berish talab qilinadi.

$\beta = \angle BAC$ gorizontaal burchakni o'lash talab qilinsin. Teodolit va signallarni noto'g'ri markazlashtirish oqibatida β burchak o'rniga β_1 burchak o'lchanadi. $\Delta\beta = \beta - \beta_1$ gorizontaal burchak o'lash xatoligi deyiladi va AA_1 , BB_1 , CC_1 markazlashtirish natijasida hosil bo'lgan chiziqli o'lash xatoliklari deyiladi (1.12-rasm).



1.12-rasm

1.12- rasm. Teodolit va signallarni markazlashtirish hatolari

- a) teodolitni noto'g'ri markazlashtirish oqibatida gorizontaal burchak xatoligi; b) signalniki; d) teodolit va signalniki

Signallarni markazlashtirish gorizontaal burchakni o'lash xatoligiga ta'siri – tomon uzunligiga teskari proporsional bo'lib, burchak kattaligining ta'siri yo'q.

Teodolitni markazlashtirishning ta'siri tomon uzunligiga teskari proporsional bo'lib β burchak 180° ga yaqinlashgan sari ko'payib boradi. Marksheyderlik amaliyotida 3 xil markazlashtirish usullari keng tarqalgan: mexanik shovun bilan, optik shovun bilan, avtomatik.

Mexanik shovun bilan markazlashtirishda teodolit o'rnatib shovun shnurini marksheyderlik belgi teshigi orqali o'tkazilib shovun teodolit markaziga tegar – tegmas qilib tushiriladi. Teodolitni surib markazga keltiriladi. Optikda esa teodolitni gorizontaal holatga keltirilib optik shovun

yordamida markazlashtiriladi. Shtativda teodolit va signallarni o‘zaro joy almashishi orqali avtomatik markazlashtirish bajariladi. Teodolitni noto‘g‘ri markazlashtirish oqibatida hosil bo‘ladigan gorizontal burchakdagi xatolikni qayta markazlashtirish orqali kamaytrish mumkin. Bunday holda burchak bir marta o‘lchangandan so‘ng teodolitni siljitib yana joyiga qo‘yiladi va markazlashtiriladi, so‘ng gorizontal burchak qayta o‘lchanadi. Gorizontal burchakni o‘lchash aniqligiga qo‘yilgan amaldagi talablarga asosan yer osti tayanch tarmoqlarida tomonlar 20 m dan katta bo‘lganida bir marta markazlashtirish kerak. Tomon uzunliklari 10 m dan 20 m qayta markazlashtirish 10 m gacha avtomatik markazlashtirish qilish kerak.

Markazlashtirish xatosi quyidagicha topiladi: $m_y = \pm \rho \frac{l}{S} \sqrt{3} = \pm 17''$.

1.5.Yer osti teodolit yo‘llarida gorizontal burchaklarni takrorlash va qabul usullarida o‘lchash

Yer osti teodolit syomkalarida odatda yo‘nalish bo‘yicha chap gorizontal burchaklar o‘lchanadi. Buning uchun o‘rta va texnik aniqlikka ega bo‘lgan teodolitdan foydalaniladi. O‘rta aniqlikdagi teodolitlardan tayanch tarmoqlarini barpo qilishda foydalanilsa, texnikdan syomka tarmoqlari hosil qilishda foydalaniladi.

Yo‘qoridan ko‘rinib turibdiki o‘rta aniqlikdagi teodolitlarning konstruksiyalari takroriy bo‘lmasdan unda gorizontal burchaklarni faqat priyom usullarida bajarish mumkin.

Shu bilan birga hamma texnik aniqlikdagi teodolitlar takroriy bo‘lib, ular bilan gorizontal burchaklar takrorlash usulida va priyom usulida o‘lchanishi mumkin. Signal sifatida odatda belgi o‘rtasiga ilingan shnurli shovunlardan foydalaniladi. Vizirlash jarayonida ko‘rish trubasi yoritib turilgan shovunga yo‘naltiriladi va iplar to‘ri bissektorini shovun shnuri bilan moslashtiriladi.

Gorizontal burchakni o‘lchashning **takrorlash usulini** ko‘rib chiqamiz.

Gorizontal burchakni bitta takrorlash bilan o‘lchashda quyidagi harakatlar bajariladi:

- alidadadagi sanoqni 0 ga yaqin qilib o‘rnatiladi va mahkamlanadi, limb bo‘shatilib orqa signalga vizirlanadi va a_1 sanoq olinadi;

- alidada bo'shatilib soat mili yo'nalishida aylantirilib oldi signalga vizirlanadi va kontrol sanoq a_2 olinadi;

- ko'rish trubasi zenit orqali o'tkazilib limb bo'shatiladi va yana orqa signalga yo'naltiriladi (sanoq o'zgarmaydi), sanoq olinmaydi;

- alidada bo'shatilib soat miliga teskari yo'nalishda aylantirilib oldi signalga vizirlanadi va a_3 sanoq olinadi.

Yo'nalish bo'yicha chap gorizontol burchakning qiymati quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\beta = \frac{a_3 - a_1}{2}. \quad (1.5)$$

Bundan tashqari kontrol tariqasida $\beta_k = a_2 - a_1$ hisoblanadi. β va β_k farqi asbob aniqligining 1,5 barobaridan katta bo'lmasligi kerak. Aks holda burchak qayta o'lchanadi.

Burchakni bir necha takrorlash usulida o'lchash, masalan 3 ta takrorlashda burchak ko'rish trubasini 2 holatida yo'qoridagi kabi o'lchanadi.

Ya'ni limb yordamida 3 marta orqa signalga va alidada yordamida 3 marta oldi signalga yo'naltiriladi. Sanoq birinchi va ikkinchi yo'naltirishdan so'ng olinib β_k hisoblanadi. So'ngra truba zenit orqali o'tkazilib, 3 marta orqa so'ng oldi signallarga vizirlanadi. Oxirgi yo'naltirishdan so'ng sanoq olinadi.

n ta takrorlash bilan takrorlash usulida o'lchangan burchakning qiymati quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\beta = \frac{(a_3 - a_1) + k \cdot 360}{2n}, \quad (1.6)$$

bu yerda n - takrorlash soni. $k = \frac{2n \cdot \beta_k - (a_3 - a_1)}{360}$; - alidadaning to'liq aylanishlar soni.

Takrorlash usulining qulayligi – vaqt tejiladi, lekin sistematik xato kelib chiqishi mumkin, uni yo'qotish uchun o'ng burchak ham o'lchanishi kerak.

Priyom usulida burchak quyidagicha o'lchanadi:

- limb mahkamlanadi va orqa signalga vizirlanib 0° ga yaqin a_1 sanoq olinadi;

- oldi signalga vizirlanib limbdan a_2 sanoq olinadi, sanoqlar farqi o'lchangan burchakning qiymati hisoblanadi;

- limb bo'shatilib uni 60° - 90° burilib mahkamlanadi, so'ngra truba zenit orqali o'tkaziladi va orqa signalga vizirlanib a_3 sanoq olinadi. Keyin oldi signalga vizirlanib sanoq olib, ushbu holatdagi burchakning qiymati a_4 hisoblanadi. Ikkita yarim priyomdan olingan burchaklarning o'rtacha qiymati hisoblanadi:

$$\beta = \frac{(a_2 - a_1) + (a_4 - a_3)}{2}. \quad (1.7)$$

Ikkita yarim priyomdagi burchaklarning farqi $1'$ dan oshmasligi kerak.

Qiyaligi 30° dan oshgan lahimlarda gorizontal burchakni o'lchash ikkitadan kam bo'lmagan priyom usulida bajariladi. Ikkita priyomda burchakni o'lchashda birinchi priyom tugaganidan so'ng limbni 90° ga yaqin sanoqqa o'rnatilib burchakni o'lchash takrorlanadi. Yarim priyomdagi burchaklar farqi jadvaldagidan oshmasligi kerak (1.1-jadval).

Priyom usulida o'lchangan burchaklarning to'g'riligini ikkilangan $2c$ kollimatsion xato qiymati orqali aniqlanadi.

Bog'lovchi nuqtalarda (2 tadan ortiq yo'nalishlar bo'lsa) gorizontal burchaklar doiraviy priyom usulida o'lchanadi. Qiyaligi 30° dan oshgan lahimlarda gorizontal burchak o'lchash 2 ta priyom usulida bajarilib priyomlar orasidagi burchaklarning farqi $1' 30''$ dan oshmasligi kerak.

1.1-jadval

Lahim qiyaligi	Gorizontal va qiya lahimlar kesishgan joyda	Qiya lahimlarda
----------------	---	-----------------

31°-45°	1' 20"	2'
46°-50°	1' 50"	2' 30"
61°-70°	2' 30"	4'

Qiya lahimlarda takrorlash usulini qo'llash mumkin emas. Chunki gorizont holatdan qiya holatga o'tish natijasida kollimatsion xatolik ko'payib ketishi mumkin, shu sababli priyom usuli tavsiya etiladi.

Priyom usulida jurnalga quyidagicha yoziladi (1.2-jadval):

1.2-jadval

Nuqta		D.CH	D.O'	2c	$\frac{D.CH + D.O'}{2}$	Burchak	Lahim o'lchamlari
Stansiyalar	Vizirlanadigan nuqtalar						
21	20	0°26'34"	180°26'17"	+17	0°26'26"	183°26'41"	$1,20 \frac{1,21}{1,40} 1,30$
	22						
22	21	183°53'14"	3°53'01"	+13	183°53'07"	178°22'44"	$1,20 \frac{1,12}{1,25} 1,25$
	23	0°18'23"	180°18'11"	+12	0°18'17"		
		178°41'05"	358°40'58"	+7	178°41'02"		

Tasodifiy xato qiymatiga teodolitni markazlashtirish xatoligi, va sanoq olish moslamasining aniqligiga bog'liq vizirlash xatoligi va sanoq olish xatoliklari ta'sir ko'rsatadi:

$$m_v = 60''/v; \quad m_0 = 0,3t,$$

bu yerda 60'' - inson ko'zining aniqlik darajasi; v – ko'rish trubasining kattalashtirish qiymati; t – sanoq olish moslamasining aniqligi.

β burchakni o'lchashdagi umumiy xato quyidagi formula bilan topiladi:

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{m^2 + m_m^2 + m_i^2 + m_{np}^2 + m_{tf}^2}, \quad (1.8)$$

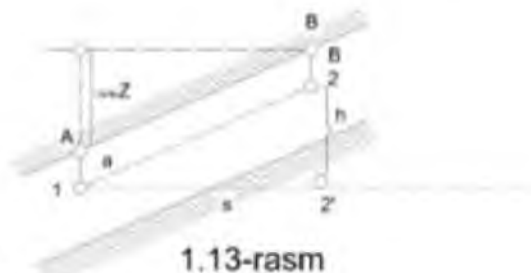
bu yerda m_{np} – o‘rtacha asbob xatoligi, m_{tf} - tashqi faktorlar ta’sirida hosil bo‘ladigan xatolik, amaliy yo‘l bilan topiladi. m_m – markazlashtirish xatoligi, m_i – asbobni vertikal o‘rnatishdagi xatolik, m – o‘lchashdagi xatolik.

Yer osti tayanch tarmoqlari uchun $m_{\beta} \approx 20''$, syomka tarmoqlari uchun $m_{\beta} \approx 40''$.

1.6. Qiya lahimlarda teodolit syomkalari. Vertikal burchaklarni o‘lchash

Qiya lahimlarda teodolit syomkalarini bajarish jarayonida gorizontaal burchak bilan birga vertikal burchaklar ham o‘lchanadi² (1.13-rasm).

Bu asosan tomonlar uzunligining gorizontaal qiymatini va nuqtalar orasidagi nisbiy balandlikni aniqlash uchun zarur.



1.13-rasm

1.13- rasm. Qiya lahimlarda vertikal burchaklarni o‘lchash

Qiyalik burchagi δ trubaning 2 ta holatida o‘lchanadi. Doira chap (D.CH) holatida truba ikkinchi nuqtaga vizirlanadi doiradagi adilak pufakchasi markazga keltirilib D.CH sanoq olinadi. So‘ng truba zenit orqali o‘tkazilib xuddi yuqoridagidek doira o‘ng (D.O’) sanoq olinadi va nol o‘rni (N.O’) va δ qiyalik burchagi topiladi:

$$\delta = \frac{D.O' - D.CH}{2}; \quad \delta = D.O' - N.O'; \quad \delta = N.O' - D.CH;$$

$$N.O' = \frac{D.O' + D.CH}{2}. \quad (1.9)$$

²Mine Surveying. V. Borsh-Komponiets, A. Navitny. 2009. 104st.

δ ni hisoblashda burchakning qiymati 90° dan kichik bo'lsa uning qiymatiga 360° qo'shiladi.

B nuqtadagi nisbiy balandlik ΔZ quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\begin{aligned}Z_B &= Z_A - a + b + h; \\ \Delta Z &= h + b - a,\end{aligned}\tag{1.10}$$

bu yerda $h = l \sin \delta$ l - qiya uzunligi; s – gorizontal uzunlik; a va b 1 va 2 – nuqtalardagi shovun uzunliklari.

Lahimlarning qiyaligi ortgan sari vertikal burchakni o'lchash xatoligi ko'payib boradi. Shuning uchun 90° bo'lgan lahimlarda qiya burchakni o'lchashda ko'rish trubasi **ekstseptrisiteti** uchun tuzatma kiritish kerak.

1.7. Yer osti teodolit yo'llarida tomon uzunliklarini o'lchash

Yer osti teodolit syomkalarida chiziqli o'lchash ishlari katta mehnat talab qilib, ishni bajaruvchidan yo'qori malaka va katta e'tibor talab qiladi.

Syomkalarni ishlatilishiga va talab qilingan aniqliklariga qarab o'lchash ishlari ruletka, lenta, dlinomer, dalnomer, svetodalnomer va boshqa usul va asboblarda o'lchanishi mumkin.

Yer osti teodolit yo'llari tomonlarining uzunligini o'lchashda po'lat ruletkalar asosiy vosita hisoblanadi, chunki ular portativ, qulay va o'lchash natijalarining aniqligi yetarli darajada.

Ruletkalar uglerodli zanglamas po'latdan yasaladi. Ruletkaning uzunligi 20 m bo'lsa berk korpusda bo'ladi. 30 va 50 metrli ruletkalar ham ochiq holda bo'ladi.

ГОСТ 7502-80 ga asosan metall ruletkalar quyidagi markalarda chiqariladi: ОПК3-30АНТ/10 yoki ЗПК-20АУТ/10, bu yerda harflar quyidagi ma'noni anglatadi: О – ochiq korpus, 3 - berk korpus, П – yupqa lenta, К – halqa (lenta tortadigan), 3 – aniqlik darajasi, 20, 30, 50 – lenta uzunligi, metrda, А – shkalaning lenta boshidan uzoqligi, Н yoki У – lentaning matireali (zanglamas yoki uglerodli po'lat), Т – lentadagi shtrixni tushilish usuli (травления), raqamlar (1 va 10) – shtrixning intervali, santimetr yoki millimetr.

Uzunligi katta tomonlarni o'lchashda ruletka lentasini prujinali dinamometr yordamida tortiladi. Bunday holatda dinamometr o'rnatilgan ruletkalar qulay hisoblanadi.

Hamma lentalarining eni 10-12 mm; 3ПK3 ruletka lentasi qalinligi 0.18 dan 0.22 mm gacha bo'ladi; OПK3 ruletka uchun 0.20 dan 0.26 mm gacha.

1 va 2 klass o'lchov ruletkalari invardan yoki zanglamaydigan po'latdan, 3-klass ruletkalar esa uglerodli po'latdan yasaladi. Ruletka lentasiga tushilish aniqligiga katta e'tibor beriladi.

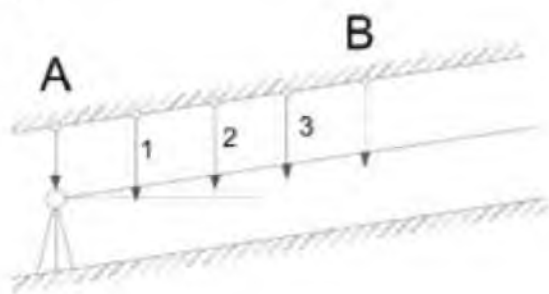
Aniqligi kichik bo'lgan syomkalarda tomon uzunliklarini o'lchashda tasmali ruletkadan foydalaniladi, lahim kengligini va stansiyadagi masofalarni o'lchashda 2 metrli tasmalardan ham foydalansa bo'ladi.

Metall ruletkalarni doimiy ravishda tekshirib (kompararlab) turish lozim, ya'ni har bir ruletka tegishli o'lchov etaloni bilan solishtirib turilishi lozim.

Ruletkaning uzunligini tekshirish, metrologik xizmat tomonidan tekshirish sxemasiga asosan o'tkaziladi. 1-klass ruletkalari 2-razryadli (20 m lenta) o'lchov namunalari yordamida, 2 va 3-klass va 3-razryadli (10 dan 50 m gacha lenta) namuna bilan solishtiriladi.

Kompararlash uchun tuzatma $\Delta L_K = L_B - L$, bu yerda L_B, L - ruletkaning haqiqiy va o'lchangan qiymatlari.

Yer osti teodolit yo'llarida tomon uzunliklarini doimiy tortish kuchi bilan osma holatda o'lchanadi. Bu o'lchov burchak o'lchov jarayoni bilan bir vaqtda bajariladi (1.14-rasm).



1.14-rasm

1.14- rasm. Tomonni oraliq nuqtalarga bo'lish

A nuqtasida gorizontal va vertikal burchakni o'lchangandan so'ng, tomon uzunligini o'lchash uchun tomon oraliq 1; 2 va 3 nuqtalarga

bo‘linadi, ularning intervali ruletka uzunligidan kichik bo‘lishi kerak (1.14-rasm). Interval orqali teskari va to‘g‘ri yo‘nalishlarda o‘lchanadi.

Stansiyada sanoq olish quyidagi tartibda bajariladi: oldi nuqtalarda kuzatuvchi metr, detsimetr, santimetrni shovunga moslashtirib sanoq olib ovoz beradi (buyruq), keyin bir vaqtda keyingi nuqtadan kuzatuvchi faqat santimetr va millimetrni teodolit markaziga qo‘yib oladi.

Kontrol uchun 2 – nuqtadan 3 – nuqtaga ruletkani siljitib sanoq olinadi.

Sanoq $l = \Pi - 3\Pi$ - oldingi nuqtadagi sanoq (m va sm), 3 – orqa oraliq nuqtadagi sanoq (sm va mm).

1.8. O‘lchangan uzunliklarga tuzatma kiritish

Po‘lat ruletka bilan o‘lchangan tomonning qiya uzunliklariga quyidagi chiziqli tuzatmalar kiritilib hisoblanadi:

$$l = l_i + \Delta_k + \Delta_t + \Delta_f, \quad (1.11)$$

bu yerda l_i - o‘lchangan qiya uzunlik, m; Δ_k , Δ_t , Δ_f - tuzatmalar: kompararlash uchun, temperatura uchun, osilganlik uchun, m.

Tuzatma Δ_k quyidagicha topiladi:

$$\Delta_k = l_i(k - 1),$$

bu yerda k - $+20^\circ \text{C}$ da kompararlash koeffitsiyenti, u quyidagicha topiladi:

$$k = k_f + \alpha(20 - t_f),$$

bu yerda α - po‘latning chiziqli kengayish koeffitsiyenti (uglerodli uchun $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$, zanglamaydigan po‘lat uchun $\alpha = 2 \cdot 10^{-5}$); k_f - kompararlash koeffitsiyenti,

$$k_f = \frac{L}{l_k + \Delta_f},$$

bu yerda L – komparatirning uzunligi, l_k - komparatirning o‘lchangan uzunligi.

Temperatura uchun tuzatma Δ_t quyidagicha hisoblab topiladi:
 $\Delta_t = \alpha l_i (t_i - 20^\circ)$; bu yerda t_i - shaxtada o'lchash vaqtidagi havo temperaturasi.
 Agar $\Delta_t - 20^\circ > 5^\circ$ bo'lsa Δ_t - hisobga olinmaydi.

Ruletka osilganligi uchun tuzatma har bir interval uchun quyidagicha hisoblanadi: $\Delta_f = \Delta'_{fz} \cdot \cos^2 \delta$ bu yerda Δ'_{fz} - gorizontal interval uchun tuzatma δ - tomonning qiyalik burchagi.

Δ'_{fz} ning qiymati quyidagi formulalardan biri bilan hisoblanadi:

$$\Delta'_{fz} = -\Delta'_{fz} \left(\frac{l_i}{\Delta} \right)^3; \Delta'_{fz} = -\frac{q^2 l_i^2}{24P^2}; \Delta'_{fz} = -\frac{8f^2}{3l_i},$$

bu yerda Δ'_{fz} - ruletkaning to'liq osilganlik uchun tuzatma, m; l_i - tuzatma topilayotgan tomonning uzunligi; f - gorizontal chiziqni o'lchashda ruletka osilganligi qiymati; q - 1 m ruletkaning massasi, kg/m; P - ruletka tortilishi kuchi, N.

$\Delta'_{fz} = \frac{8f^2}{3L}$; agar $f = \frac{qL^2}{8P}$ bo'lsa $\Delta'_{fz} = \frac{q^2 L^3}{24P^2}$ bo'ladi u holda $\Delta'_f = \Delta'_{fz} \frac{l^3}{L^3}$ bo'ladi.

Amalda osilganlik qiymati f - quyidagicha topiladi: nivelir yordamida A va B qoziqlari bir xil balandlikda o'rnatiladi va ruletka tortiladi, f - quyidagicha topiladi (16-rasm):

$$f = b - (a + c) \quad (1.12)$$



1.16-rasm

1.16- rasm. Ruletkaning osilganlik qiymatini aniqlash sxemasi

Bu yerda a, b - sanoqlar reykadani A nuqtasida va o'rtada olinadi, sanoq ruletka va nuqta tutashgan joyda chamalab olinadi. Bu qiymatdan foydalanib Δ'_{fz} - hisoblanadi. $\Delta_K, \Delta_t, \Delta_f$ - tuzatmalarni yer osti tayanch tarmoqlarini qurishda kiritiladi. Gorizontal uzunlik S_B quyidagi formulaga

binoan hisoblanadi: $S_B = l \cos \delta$ bu yerda δ - tomon qiyalik burchagi qator holatlarda gorizonta uzunlik quyidagi formula orqali topiladi:

$$S = S_B + \Delta_H + \Delta_y \quad (1.13)$$

bu yerda Δ_H, Δ_y - Referns elipsoid yuzasiga va Gauss yuzasiga keltirish tuzatmalari. $\Delta_H = \frac{H_{S_B}}{1000 R}$; bu yerda H_{S_B} o'lchanayotgan S_B tomonning absolyut

balandligi, m; R – yer radiusi (6370 km) tuzatma $\Delta_y = \frac{S_B}{2} \left(\frac{y}{R} \right)^2$ Δ_y - berilgan tomonning o'rta nuqtasi ordinatasi. S_B - dengiz sathiga nisbatan tomonning gorizonta proyeksiyasining uzunligi.

Tuzatmalar Δ_H, Δ_y – larning yig'indisi o'lchangan uzunlikning 1/15000 qiymatidan oshgan holatlardagina kiritiladi.

O'lchangan uzunliklarga hisoblangan tuzatmalar maxsus jadvalga kiritiladi.

1.9. Teodolit yo'llarida tomon uzunliklarini svetodalnomerlar va optik dalnomerlar bilan o'lchash

Svetadalnomerlar bilan o'lchash. Marksheyderlik amaliyotida 50 metrdan uzun bo'lgan masofalarni o'lchashda svetodalnomerlardan foydalanish qulay hisoblanib, buning natijasida o'lchash aniqligi oshadi va vaqtdan yutiladi.

ГОСТ 23543-79 ga asosan svetodalnomer, aniqligi va foydalanishiga qarab 3 xil guruhda chiqariladi:

Г – davlat geodezik tarmoqlarini o'lchashda ishlatiladigan svetodalnomerlar;

П – amaliy geodezik va marksheyderlik masalalarini yechishda ishlatiladigan svetodalnomerlar;

Т – zichlovchi geodezik tarmoqlarni barpo qilishda va topografik syomkalarda qo'llaniladigan svetadalnomerlar. Hozirda eng keng tarqalgani CT5 “БЛЕК” svetodalnomerlari hisoblanadi.

Optik dalnomerlar bilan o'lchash. Teodolit yo'llarida tomon uzunliklarini ruletka, svetodalnomerlar bilan bir qatorda optik dalnomerlar

bilan ham o'lchash mumkin. Elektron asboblardan foydalanish iloji bo'lmaganda va borib bo'lmas masofalarda tomon uzunliklarini optik dalnomerlar bilan o'lchash qulay hisoblanadi. Hozirgi kunda 3 xil turdagi optik dalnomerlar keng tarqalgan: D-2, DH-8, DHP-5.

Optik dalnomerlar konstruksiyasi bo'yicha 2 xil tayyorlanadi: mustaqil asbob shaklida (D-2) va teodolit ko'rish trubasiga nasadka shaklida (DH-8, DHP-5).

Teodolitlarning deyarli hammasida dalnomer iplari mavjud.

1.10. Bog'lovchi syomkalar. Gorizontal bog'lovchi syomkalari

Bog'lovchi syomkalar yer yuzasidagi syomkalar bilan yer osti kon lahimlaridagi syomkalar o'rtasida yer yuzasida qabul qilingan koordinatalar sistemasida geometrik aloqani o'rnatish maqsadida bajariladi. Bog'lovchi syomkalar kon ishlarini to'g'ri va xavfsiz bajarilishini ta'minlaydi va kontexnik, marksheyderlik masalalarini hal qilishga yordam beradi. Birinchi navbatda marksheyderlik kon lahimlari planini umumiy yer yuzasidagi koordinatalar sistemasida tuzishga imkon beradi.

Yer yuzasi planida kon lahimlarining tasvirini tushirish natijasida yer yuzasidagi obyektlarni yer osti kon lahimlariga nisbatan o'zaro qanday joylashganini aniqlash mumkin, kon lahimlariga yo'nalish ko'rsatish, lahimlarni ikki tomonlama qarama-qarshi yo'nalishda qazish va bir qancha konlarni qurishda hosil bo'ladigan masalalarni hal etishi mumkin.

Yer osti syomkalarida nuqtaning X, Y koordinatalarini aniqlash uchun gorizontal bog'lovchi syomkalar, nuqtaning Z qiymatini aniqlash uchun esa vertikal bog'lovchi syomkalar bajariladi.

Gorizontal bog'lovchi syomkalar 2 ta masalani hal qiladi: yer osti marksheyderlik tarmoqlarining boshlang'ich punktlarini X, Y koordinatalarini aniqlash va yer osti syomkasni oriyentirlash ya'ni boshlang'ich tomon direksion burchagini aniqlash imkonini beradi.

Yer osti syomkalarini oriyentirlash markazlashtirishga nisbatan gorizontal bog'lovchi syomkalarining asosiy qismlaridan biri hisoblanadi.

Yer osti syomkalarini oriyentirlash geometrik va fizik usulda bajariladi. Geometrik usulda 2 ta shovundan foydalaniladi.

Fizik usullarga magnit va giroskopik oriyentirlash kiradi. Magnit oriyentirlashdan ilgari ko'p foydalanilgan bo'lishiga qaramay hozirgi zamonda magnit strelkasining og'ishini aniqlash qiyinligi sababli foydalanilmay qo'yildi.

Giroskopik oriyentirlash amalda keng qo'llaniladi, ayniqsa chuqurligi katta bo'lgan shaxtalarda yer osti lahimlari syomkasini ta'minlash uchun qulay hisoblanadi.

Yer osti kon lahimlari syomkasini geometrik oriyentirlash konning ochilishiga qarab shtolnya va qiya lahim orqali oriyentirlash, 1 ta vertikal stvol orqali 2 ta va undan ortiq vertikal stvollar orqali oriyentirlash usullarida bajariladi.

1.11. Shtolnya va qiya lahim orqali oriyentirlash

Gorizont va qiya lahimlar orqali oriyentirlash yer yuzasidagi tayanch tarmog'i punktlaridan yer osti syomka punktlarigacha poligonometrik yo'l o'tish usuli bilan bajariladi ³.

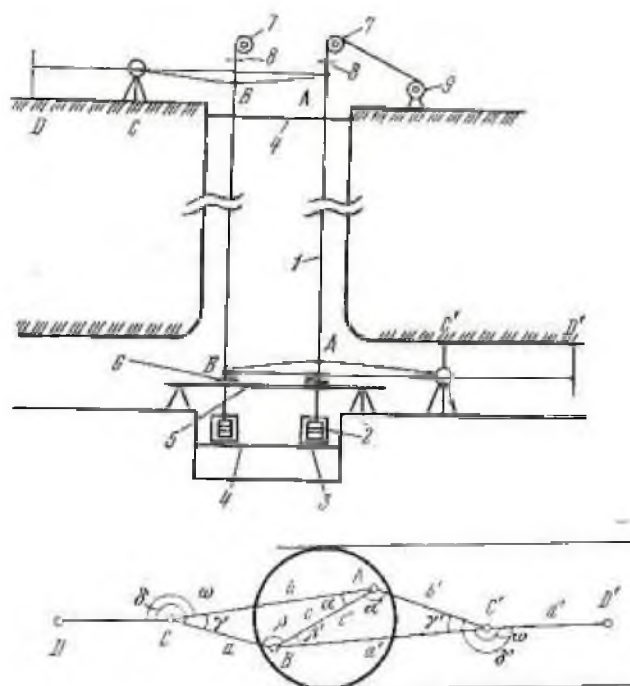
Bir stvol orqali oriyentirlash. Bir stvol orqali oriyentirlash uchun yer yuzasida C va D nuqtalarni, orientirlanayotgan gorizontda esa C' va D' nuqtalarini barpo qilinadi. C va C' nuqtalarni stvolga yaqin joylashtiriladi.

Yer yuzasidagi nuqtalar bilan yer ostidagi nuqtalar o'rtasidagi aloqa AvaB shovunlar yordamida bajariladi (1.17-rasm).

Shovunlar mahkamlab qo'yilgandan so'ng ular tekshiriladi, yani stvol devoriga yoki bironta to'siq o'tish o'tmasligi ko'riladi. Buni xalqasimon sim yasalib yer yuzidan gorizontga jo'natish orqali bajariladi. C nuqtasining X_c , Y_c koordinatalari va α_{cd} yer yuzasida qabul qilingan koordinatalar sistemasida aniqlab olinadi.

Oriyentirlash-bog'lash syomkasini bajarish uchun yer yuzasida ω , δ , γ burchakalari va a , b , c , tomon uzunliklari o'lchanadi.

³Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitny.2009. 41st.



1.17 – rasm. Bir stvol orqali orientirlashning sxemasi
1 – shovun, 2 – yuk, 3 suyuqlik solingan idish

Yer ostida ω' , δ' , γ' va tomonlar a' , b' , c' o'lchanadi. Burchaklar ikki va uch priyom bilan o'lchanadi. Tomon uzunliklari eng kamida 5 martadan o'lchanib, aniqligi 1 mm dan oshmasligi kerak. Bir tomondagi o'lchovlar farqi 2 mm dan oshmasligi kerak.

ω , δ , γ va ω' , δ' , γ' o'lchangan burchaklar farqi $25''$ dan oshmasligi kerak. Agar ohsa burchaklar qayta o'lchnadi, oshmasa farq hamma burchaklarga teng tarqatiladi.

Shovunlarda olingan burchaklar bog'lovchi uchburchaklar burchaklari hisoblanib ularni uchburchakning burchklarini hisoblash orqali topiladi.

Agar α va $\beta' < 20^\circ$ bo'lsa o'tkir burchak, β va $\alpha' > 160^\circ$ bo'lsa o'tmas burchak deyilib, quyidagi formula bilan topiladi:[1].

$$\sin \alpha = \frac{a}{b} \sin \gamma; \quad \sin \alpha' = \frac{a'}{c'} \sin \gamma'; \quad (1.14)$$

$$\sin \beta = \frac{b}{c} \sin \gamma; \quad \sin \beta' = \frac{b'}{c'} \sin \gamma' \quad (1.15)$$

Agar uchburchak cho'ziq formaga ega bo'lsa α va $\beta' < 2^\circ$ va burchak β va $\alpha' > 178^\circ$ bo'lsa

$$\alpha = \frac{a}{c} \gamma; \quad \alpha' = \frac{a'}{c'} \gamma'; \quad (1.16)$$

$$\beta = \frac{b}{c} \gamma; \quad \beta' = \frac{b'}{c'} \gamma'; \quad (1.17)$$

bu yerda α va β burchaklar sekundlarda.

Kontrol sifatida uchburchak ichki burchaklarining yig'indisi hisoblanadi va nazariy bilan solishtiriladi. Farq $10''$ dan oshmasligi kerak, uni burchaklarga teng ravishda tarqatiladi.

Chiziqli o'lchashni kontrol qilish uchun shovunlar oralig'idagi masofa hisoblanadi:

$$c_{his} = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma; \quad (1.18)$$

Hisoblangan c_{his} o'lchangan c bilan solishtiriladi, farq 3 mm dan katta bo'lmasligi kerak. Aks holda uzunlik qayta o'lchanadi.

Direksion burchak $\alpha_{C'D'}$ qiymati va C' nuqtaning koordinatalari quyidagicha hisoblanadi:

$$\alpha_{C'D'} = \alpha_{DC} + \delta - (\alpha + \alpha') - \delta' \pm 3 \times 180^\circ; \quad (1.19)$$

$$x_{C'} = x_C + b \cos \alpha_{CA} + b' \cos \alpha_{AC'}; \quad (1.20)$$

$$y_{C'} = y_C + b \sin \alpha_{CA} + b' \sin \alpha_{AC'}; \quad (1.21)$$

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, agar uchburchak qancha cho'ziq bo'lib, o'tkir burchakning qiymati 2^0 dan oshmasa va shovunlar oralig'i 3 m dan oshmasa bunday shakl qulay hisoblanadi.

Agar sharoit bo'lmay o'tkir burchakni 20^0 dan kichik qilishning iloji bo'lmasa bog'lovchi burchaklar quyidagicha hisoblanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a \sin \gamma}{b - a \cos \gamma}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{b \sin \gamma}{a - b \cos \gamma}; \quad (1.22)$$

1.12. Vertikal bog'lovchi syomkalar

Vertikal bog'lovchi syomkalar yer osti kon lahimlarida vertikal syomkalarni yer ustida qabul qilingan balandlik sistemasida olib borish uchun bajariladi.

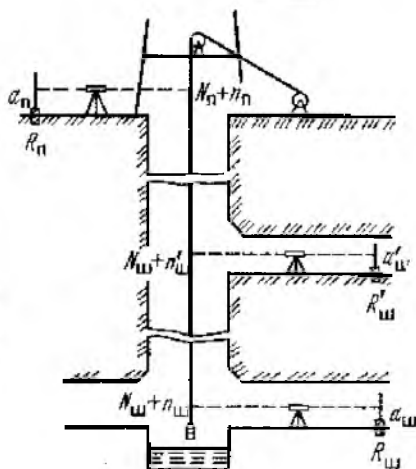
Vertikal syomkada yer yuzidagi absolyut balandligi ma'lum reperning balandligini yer ostiga uzatishdan iborat bo'ladi.

Yer yuzasidan vertikal lahimlar orqali balandlikni 2 xil usulda-uzun shaxta lentasi yordamida yoki glubinomer (dlinomer) yordamida bajarish mumkin.

Balandlikni uzatishning nazorati uchun 2 xil usulda yoki 1 xil usulda 2 marta bajarish lozim. Farqi $\Delta h = (10 + 0,2H)$ mm dan oshmasligi kerak. Bu yerda, H shaxta stvoli chuqurligi.

1.12.1. Shaxta lentasi yordamida balandlik uzatish

Yuqori sifatli po'latdan tayyorlanadigan shaxta lentalari 100, 200, 400, va 1000 m ham bo'lishi mumkin. Ular ruletka barabaniga o'ralgan bo'ladi.



1.18-rasm. Shaxta lentasi yordamida balandlik uzatishning sxemasi

Ruletka tasmasi blok orqali o'tkazilib uchiga 5 kg yaqin yuk ilinib stvolga tushiriladi (1.18-rasm). Gorizontda yuk ishchi yukka almashtiriladi. Yer yuzasida va gorizontda nivelir o'rnatiladi va R_{II} , R_{III} ga reperlarga nivelir reykalari o'rnatiladi. So'ngra lentaga millimetrli lineyka qo'yib N_p va N_{sh} sanoqni lentadan va n_p , n_{sh} lineykadan olinadi. U holda asbob gorizonti bo'yicha lentadan olingan sanoq $N_p + n_p$, va $N_{sh} + n_{sh}$ bo'ladi. Reykadan olingan sanoqlar a_p va a_{sh} lentadan sanoq xatolikni kamaytirish

maqsadida yer yuzasida va gorizontalda yuqoridan berilgan signal bo'yicha bir vaqtda olinishi kerak. O'lchash vaqtida, shuningdek yer yuzasidagi t_p , temperatura va gorizontaldagi temperatura t_{sh} o'lchanadi.

Shaxtadagi R_{sh} reporning balandlik qiymati Z_{sh} quyidagicha topiladi:

$$Z_{sh} = Z_n + \Delta Z; \quad (1.23)$$

$$\Delta Z = (N_p + n_p) - (N_{sh} + n_{sh}) + (\alpha_{sh} - \alpha_n) + \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4,$$

bu yerda Δl_1 - lentani kompararlash uchun tuzatma; Δl_2 - lentaning issiqlikda kengayishi uchun tuzatma; Δl_3 - kompararlashda va o'lchashda ilingan yukning og'irligi farqi sababli lentani cho'zilganligiga tuzatma; Δl_4 - lentaning o'z og'irligida cho'zilganligi uchun tuzatma; Δl_1 tuzatma lentaning pasportidan olinadi; Δl_2 tuzatma quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta l_2 = \alpha l (t - t_0),$$

bu yerda α - lentaning chiziqli kengayish koeffitsiyenti po'lat uchun ($\alpha = 0,0001$); l - o'lchov o'tkazilayotgan lenta qismi $l = N_p - N_{sh}$, m; $t = 0,5(t_p + t_{sh})$ - stvoldagi o'rtacha temperatura. t_0 - ruletkani kompararlash davridagi temperatura; Δl_3 - tuzatma Guk qonuniga binoan

$$\Delta l_3 = \frac{l(Q - Q_0)}{2 \times 10^6 F},$$

bu yerda Q - ishchi yuk massasi, kg; Q_0 - kompararlashdagi yuk massasi (pasportdan), kg; F - lentaning ko'ndalang kesim yuzasi (pasportdan olinadi), sm^2 .

$$\text{Tuzatma } \Delta l_4 = \frac{l^2}{5 \times 10^6};$$

O'lchash va yordamchi ishlar olti kishidan iborat brigada yordami bilan bajariladi.

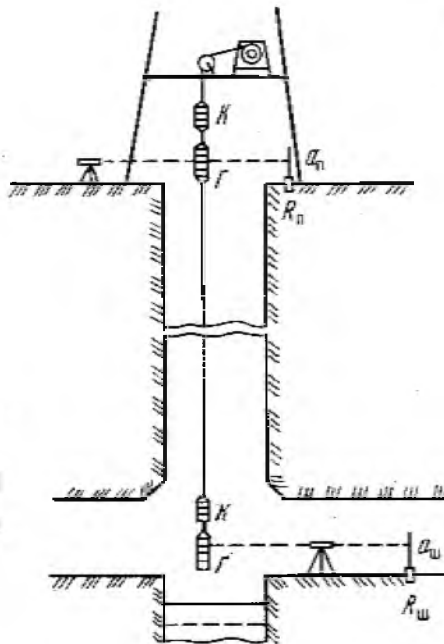
1.12.2. Balandlikni dlinomer DA-2 bilan uzatish

Dlinomer DA-2 konstruksiya bo'yicha sim o'ralgan lebyedkadan, yuk reyka va kontrol reykalardan iborat.

Balandlikni gorizontga uzatish uchun xuddi lenta kabi sim blok yordamida stvol ustidan pastga tushiriladi (1.19-rasm). Pastga tushirishdan oldin yer yuzasida yuk reykanan n_p sanoqlar olinadi va lebyedka hisoblagichidan N_p va reperdagi reykanan a_n sanoqlar olinadi. Keyin nivelir gorizontida kontrol reyka ko‘ringuncha pastga asta tushirilib K_p , k_p va a_n sanoqlari olinadi. So‘ngra, sim gorizontga tushiriladi va gorizontda ham xuddi yuqoridagidek sanoqlar N_{sh} , a_{sh} , n_{sh} va K_{sh} , k_{sh} , olinadi.

Shu bilan birga yarim priyom tugaydi, ikkinchi yarim priyom simni ko‘tarishda bajariladi.

Ish boshlashdan avval va oxirida temperatura o‘lchanadi. Har bir yarim priyomda balandlik R_{sh} quyidagicha hisoblanadi:



1.19-rasm.DA-2 bilan balandlikni uzatish

$$Z_{R_{sh}} = Z_{R_p} - \Delta Z,$$

bu yerda ΔZ ni har bir yarim priyomda quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta Z = \frac{1}{2}(\Delta Z_1 + \Delta Z_2); \quad (1.24)$$

$$\Delta Z_1 = (N_p + n_p) - (N_{sh} + n_{sh}) + a_{sh} - a_p; \quad (1.25)$$

$$\Delta Z_2 = (K_p + k_p) - (K_{sh} + k_{sh}) + a_{sh} - a_p. \quad (1.26)$$

ΔZ qiymati yo‘l qo‘yarli darajada bo‘lsa unga quyidagi tuzatmalar kiritiladi: sim diametri uchun $\Delta d_p = 0,001\pi d(N_p - N_{sh})$, bu yerda d sim diametri, mm.

Shaxta va yer yuzasidagi temperaturalar farqi sababli simning kengayishiga tuzatma: $\Delta t_n = \alpha_p (N_p - N_{sh}) \times (t_{or} - t_p)$; $t_{or} = \frac{t_p + t_{sh}}{2}$; bu yerda α_n - issiqlik kengayishi koefitsienti (α_p) = 0,0000115; t_p , t_{sh} - yer yuzasi va shaxtadagi temperaturalar.

Diskni o‘lchash va kompararlash vaqtidagi temperaturalar farqi sababli issiqlik kengayishiga tuzatma: $\Delta t_d = \alpha_d (N_p - N_{sh}) \times (t_d - t_0)$;

α_d - disk metalining chiziqli kengayishi koefitsienti; t_d , t_0 - diskda o‘lchash paytidagi va kompararlash davridagi temperatura.

Diskni kompararlash uchun tuzatma: $\Delta k = (N_p - N_{sh}) \times (l - 1)$; l - o‘lchov diskining aylanasi uzunligi (pasportdan olinadi, odatda 1 m), m.

Reper R_{sh} balandligi quyidagicha topiladi:

$$Z_{R_{sh}} = Z_{R_p} - \Delta Z_{or} + \Delta \alpha_n + \Delta t_p + \Delta t_d + \Delta k \quad (1.27)$$

1.13. Kon lahimlarida geometrik nivelirlash

Kon lahimlarida geometrik nivelirlashni xuddi yer yuzasidagi kabi nivelir va reyklar yordamida bajariladi [1]. Yer ostida nivelirlash ishlari bajarilishi uchun asosan N3 tipidagi nivelirdan foydalaniladi.

Nivelirdan foydalanishdan avval u tekshirilishi kerak. Tekshirishda 3 ta shart bajarilishi kerak.

1. Nivelirdagi dumaloq adilak o‘qi nivelir aylanish o‘qiga parallel bo‘lishi kerak. Tekshirish uchun adilak pufakchasi markazga keltiriladi va 180° ga buriladi, agar pufakcha markazda qolsa shart bajarilgan, qolmasa pufakcha markazdan ketgan shtrix sonini yarmiga tuzatuvchi vint yordamida qolgan yarmini asbobni ko‘tarish vintlari yordamida qaytariladi va shart qaytadan tekshiriladi.

2. Vizirlash o‘qi silindrik adilak o‘qiga parallel bo‘lishi kerak.

Ushbu shartni 50-80 metrli tomonni 2 marta nivelirlash yordamida tekshiriladi. Ikkinchi nivelirlashda nivelir bilan reykaning o'ri almashtiriladi. Xatolik quyidagicha topiladi:

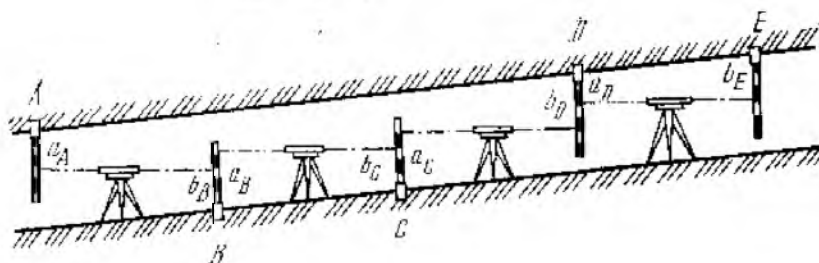
$$x = \frac{(a+b)}{2} - \frac{(iA+iB)}{2}, \quad (1.28)$$

bunda, $x \leq \pm 4$ mm bo'lishi kerak. Aks holda $a_0 = a - x$ sanoq hisoblanadi va nivelirda tuzatish vintlari yordamida pufakcha markazga keltirilib, shart qaytadan tekshiriladi.

3. Vizirlash o'qi trubaning fokusini to'g'rilaganda o'zgarmas bo'lishi kerak.

4. Ya'ni gorizontal ipi gorizontal va vertikal ipi vertikal bo'lishi kerak. Buning uchun 15-20 m da reyka qo'yilib gorizontal ipning chap va o'ng tomonidan sanoq olinadi, ular bir xil bo'lishi kerak.

Kon lahimlarida geometrik nivelirlashni lahim poli bo'yicha yoki shifti bo'yicha bajariladi. Reykaning noli reperga qo'yiladi, lahimdagi relslarni geometrik nivelirlash uchun 20 m dan piketlarga bo'linib chiqadi va relsning chap yoki o'ng tomonidagi devorga bo'r bilan piket tartib raqami yozib qo'yiladi.



1.20 –rasm. Yer osti geometrik nivelirlash sxemasi

Nivelirlashda har bir stansiyada reykaning qora va qizil tomoni bo'yicha sanoq olinib nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik ΔZ_1 va ΔZ_2 ikki marta topiladi va o'rtacha qiymati aniqlanadi.

$$\Delta Z_i = a_i - b_i, \quad (1.29)$$

bu yerda a_i - orqa reykadani olingan sanoq; b_i - oldingi reykadani olingan sanoq.

Tasvirdan ko‘rib turganingizdek geometrik nivelirlashda bir necha xil sharoit bo‘lishi mumkin:

- Oldingi nuqta yerda va orqa nuqta shiftida: $\Delta Z_i = -a_i - b_i = -(a_i + b_i)$;
- Oldingi nuqta lahim shiftida va orqa nuqta yerda: $\Delta Z_i = a_i - (-b_i) = a_i + b_i$;
- Ikkala nuqta lahim shiftida: $\Delta Z_i = -a_i - (-b_i) = b_i - a_i$.

Nivelirlash jurnalining har bir beti oxirida kontrol hisob qilinadi:

$$\sum a - \sum b - \sum \Delta Z - \frac{1}{2} \sum \Delta \alpha = \sum \Delta Z_{or.} \quad (1.30)$$

Bog‘lanmaslik qiymati $50 \sqrt{L}$, L - nivelir yo‘lining uzunligi, km.

Bog‘lanmaslik qiymati teskari ishora bilan hamma stansiyaga teng ravishda tarqatilib chiqiladi va nuqtalarning absolyut balandliklari hisoblab topiladi.

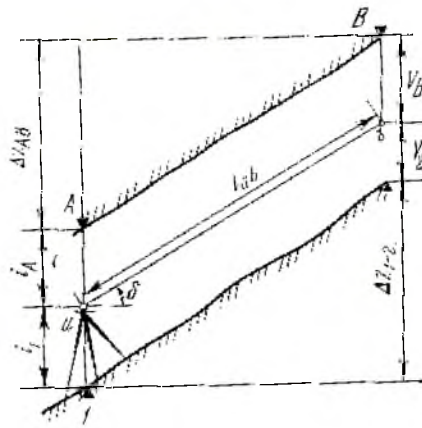
1.14. Trigonometrik nivelirlash

Trigonometrik nivelirlash usulidan lahimning qiyaligi $5^\circ - 8^\circ$ dan ortiq bo‘lgan hollarda foydalaniladi (1.21-rasm). Trigonometrik nivelirlash teodolit yordamida bajarilib, har bir stansiyada vetikal burchak va masofa o‘lchanadi⁴. Yo‘qorida ko‘rib chiqqan (1.6) formulalardan foydalanib nisbiy balandlik topiladi va har bir nuqtaning absolyut balandliklari hisoblab topiladi:

$$\Delta Z_{A-B} = l_{ab} \sin \delta + (i_A - V_B) \quad (1.31)$$

bu yerda l_{ab} - A va B nuqtalar orasidagi qiya masofa; δ - qiyalik. i_A - A nuqtasidan teodolitgacha bo‘lgan masofa; V_B - B nuqtasidagi vizirlash balandligi.

⁴Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitny.2009. 135st.



1.21 – rasm. Lahimda trigonometrik nivelirlash

Trigonometrik nivelirlash ishlarini teodolit yo‘llari o‘tkazish jarayoni bilan bir vaqtda ham bajarilishi mumkin.

1.15. Shaxta qurilishida bajariladigan marksheyderlik ishlari

Shaxta qurilish ishlari loyiha asosida olib boriladi. Kon lahimlarining yo‘nalishi, kesimi, loyihalash o‘qlari avvaldan belgilab olinadi. Vagonetkalariga mo‘ljallangan lahimlarda qiyalik qiymati, burilish radiuslari ham aniqlab olinadi.

Lahimlarni qazish ishlarini tezlashtirish maqsadida ularni ko‘pincha qarama – qarshi yo‘nalishda, yoki ikkinchi zaboy yordamida o‘tkaziladi.

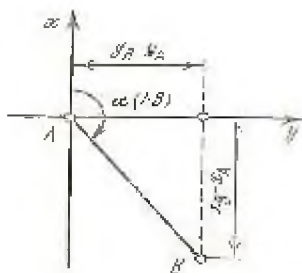
Kon lahimlarini o‘tkazishda marksheyderlik ishlari quyidagilardan iborat: lahimlarning o‘tish joyini ko‘rsatish, lahimlarning o‘tishi uchun yo‘nalish ko‘rsatish, berilgan yo‘nalish bo‘yicha lahimlarning to‘g‘ri o‘tilayotganligini kuzatish (ya’ni loyihaga va mahkamlash pasportiga asosan).

Kon lahimlarini vertikal va gorizontal tekislikda o‘tkazilishi mumkin. Yo‘nalishni ko‘rsatish usullari korxonada sharoitiga, qatlamni yerda joylashishi elementlariga, tog‘ jinslari kesimiga bog‘liq bo‘ladi. Ko‘pincha lahimlarni o‘tishda qatlamni yotishidan orientir sifatida foydalaniladi. Bunday holatlarda asosan vertikal tekislikda yo‘nalish ko‘rsatish yetarli bo‘ladi. Tabiiy yo‘naltiruvchilar bo‘lmasa yo‘nalish vertikal va gorizontal tekislikda beriladi.

1.16. Kon lahimlariga yo‘nalish ko‘rsatish bo‘yicha misollar

1. A va B punktlarning koordinatalari (x_A, y_A, z_A) , (x_B, y_B, z_B) berilgan bo‘lsin.

AB tomon direksion burchagi α_{AB} ; AB tomon uzunligi (gorizontal); AB tomon qiyalik burchagi; AB chiziqning uzunligini topish talab qilinsin (1.22-rasm).



1.22-rasm. Qiyalik burchagi va uzunlikni topish sxemasi

Yechish: direksion burchak quyidagicha topiladi:

$$\operatorname{tg}(AB) = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A};$$

$$S_{AB} = \frac{y_B - y_A}{\sin(AB)} = \frac{x_B - x_A}{\cos(AB)};$$

$$S_{AB} = \sqrt{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2};$$

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{z_B - z_A}{S_{AB}};$$

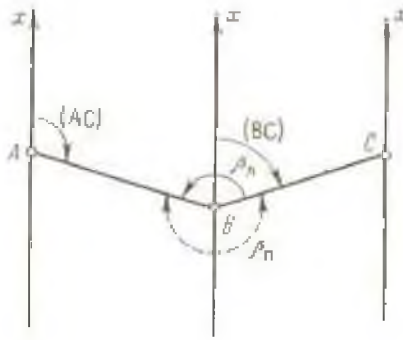
Qiya AB chiziq uzunligi: $l_{AB} = \frac{S_{AB}}{\cos\delta}$; $l_{AB} = \sqrt{(y_A - y_B)^2 + (x_B - x_A)^2 + (z_B - z_A)^2}$.

2. Berilgan direksion burchakdan foydalanib chap va o‘ng burchaklarning qiymati topiladi (1.23-rasm):

3.

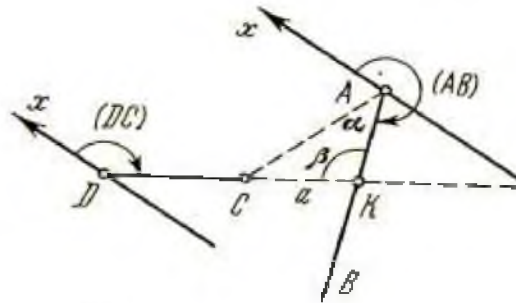
$$\beta_o = \alpha_{BA} - \alpha_{DC};$$

$$\beta_{ch} = 360^\circ - \beta_o = \alpha_{BC} - \alpha_{BA};$$



1.23-rasm. Burchaklarning qiymatini toppish sxemasi

4. Berilgan AB yoʻnalish direksion burchagi α_{AB} , koordinata (x_A, y_A) va α_{DC} $C(x_C, y_C)$. Topish kerak: yoʻnalishlarning kesishgan K nuqtasining koordinatalari (24-rasm).



1.24-rasm. Kesishgan K nuqtasi koordinatalarini toppish sxemasi

Yechish: uchburchak CAK dan:

$$x_K = x_C + a \cos(DC);$$

$$y_K = y_C + a \sin(DC);$$

Bu yerda $a = \frac{l_{AC} \times \sin \alpha}{\sin \beta}$; l_{AC} - quyidagicha topiladi: $l_{AC} = \frac{y_C - y_A}{\sin \alpha_{AC}} = \frac{x_C - x_A}{\cos \alpha_{AC}}$;

$$\operatorname{tg}(AC) = \frac{y_C - y_A}{x_C - x_B}; \quad \alpha = \alpha_{AC} - \alpha_{AB}; \quad \beta = \alpha_{AB} - \alpha_{DC}.$$

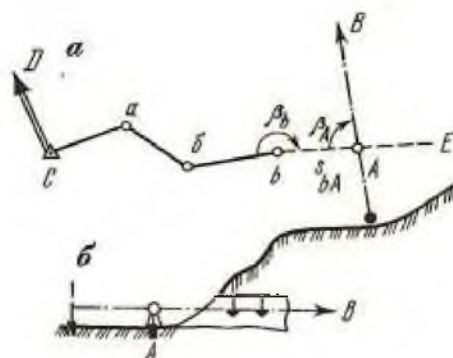
K nuqta koordinatalarini yana quyidagicha topish mumkin:

$$x_K = \frac{x_C \operatorname{tg}(DC) - x_A \operatorname{tg}(AB) - y_C + y_A}{\operatorname{tg}(DC) - \operatorname{tg}(AB)}; \quad y_K = \frac{y_C \operatorname{tg}(DC) - y_A \operatorname{tg}(AB) - x_C + x_A}{\operatorname{tg}(DC) - \operatorname{tg}(AB)}.$$

1.17. Yer yuzasidan oʻtadigan lahimlarga yoʻnalish koʻrsatish (shtolnya)

Ushbu masalani yechishni ikkita misolda koʻrib chiqamiz:

1. Kon ishlari loyihasida A nuqtasidan AB yoʻnalish boʻyicha shtolnya oʻtkazish talab qilingan. Buning uchun joyda A nuqtaning oʻrni koʻrsatilishi va AB tomon yoʻnalishini berish kerak. A nuqta koordinatalari (x_A, y_A) maʼlum (1.25-rasm).



1.25 –rasm. Shtolnyaga yoʻnalish koʻrsatish

Plan boʻyicha A nuqtasining oʻrni aniqlab olinib, joyda mavjud C triangulyatsiya punkti yoki poligonometrik punktlaridan teodolit yoʻli oʻtkaziladi.

Oʻlchangan burchak va tomon uzunliklaridan foydalanib, tomon direksion burchagi va nuqtalarning koordinatalari hisoblanib topiladi, yaʼni $(b\delta)$ direksion burchagi va x_b, y_b koordinatalar, A va b nuqta koordinatalaridan foydalanib bA direksion burchagi va tomon uzunligi hisoblab topiladi:

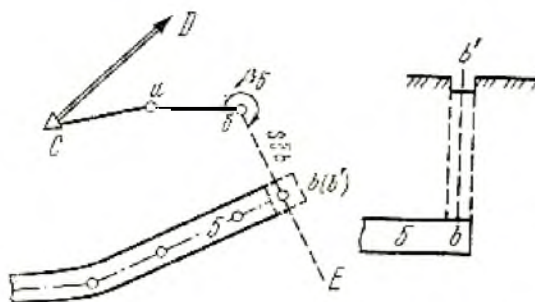
$$\operatorname{tg}(bA) = \frac{y_A - y_b}{x_A - x_b}; \quad S_{bA} = \frac{y_A - y_b}{\sin(bA)} = \frac{x_A - x_b}{\cos(bA)}. \quad (1.31)$$

Burchaklar β_b va β_A quyidagicha topiladi: $\beta_b = \alpha_{bA} - \alpha_{b\delta}$; $\beta_A = \alpha_{AB} - \alpha_{Ab}$.

Shundan soʻng b nuqtasida teodolit oʻrnatilib β_b burchak oʻlchab qoʻyiladi va bE yoʻnalish koʻrsatiladi, bu yoʻnalishda hisoblab topilgan S_{bA} oʻlchab qoʻyilib A nuqta oʻrni topiladi.

A nuqtasida teodolit o'rnatiladi va β_K burchak o'lchab qo'yilib shtolnyaga yo'nalish ko'rsatiladi.

2. Yer yuzasida shurf va stvol o'tadigan nuqtaning ko'rsatilishi talab qilingan bo'lsin.



1.26 – rasm. Shurf va stvol o'tadigan nuqtaning o'rmini ko'rsatish

Buning uchun xuddi 1-misoldagi kabi yer yuzasida (C_{as}) va kon lahimida o'qi bo'yicha $5 - b$ teodolit yo'llari o'tkaziladi (1.26-rasm). Yo'qoridagi formuladan foydalanilib tomon direksion burchaklari va α' tomon uzunliklari hisoblab topiladi. Shurf yoki stvol markazini loyihadan joyga ko'chirish uchun zarur bo'lgan burchak β_5 teodolit bilan o'lchab qo'yilib, masofa S_{δ} o'lchanadi va markaz topiladi.

Agar bu stvol bo'lsa u holda stvol markazidan tashqari uning o'qlarini ham loyihadan joyga ko'chirish kerak. Buning uchun β_b hisoblab topiladi. $\alpha_{o'q}$ berilgan bo'lsin:

$$\beta_b = 360^\circ - \alpha_{b's}$$

$$\beta_b = \alpha_{o'q} - \alpha_{\delta\delta'} \quad (1.32)$$

$\beta_b + 90^\circ$ qilib ikkinchi o'q o'tkaziladi.

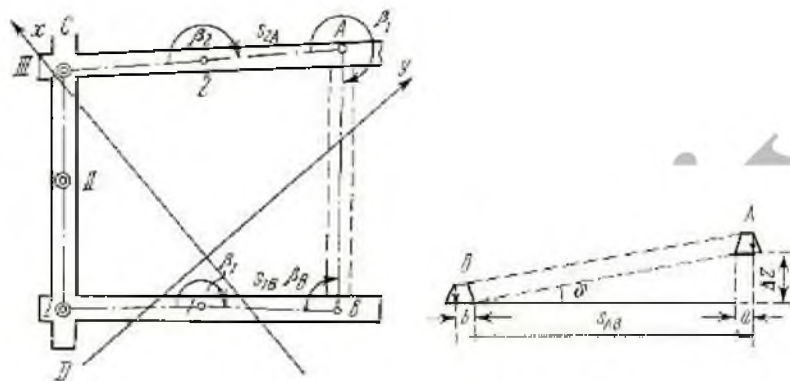
1.18. Qarama-qarshi yo'nalishda o'tadigan lahimlarga yo'nalish ko'rsatish

Qazish ishlarini tezlashtirish maqsadida asosan lahimlarni qarama-qarshi yo'nalishda o'tkaziladi. Bunday vaqtda lahimni bir vaqtning o'zida ikkita yoki bir nechta nuqtadan boshlab o'tkaziladi. Marksheyderlarning vazifasi

ikki tomonlama qazib kelinayotgan lahimlarning kovjoyini loyiha asosida olib borilishini bir-biri bilan uchrashishini ta'minlashdan iborat.

Ushbu masalaning yechilishini misolda ko'rib chiqamiz.

1 – misol. *C* va *D* kvershlagi o'tilgan bo'lsin. *A* va *B* kvershlagi loyiha bo'yicha o'tilishi talab qilinsin (1.27-rasm).



1.27 – rasm. Qarama – qarshi yo'nalishda o'tadigan lahimlarga yo'nalish ko'rsatish

Yechish: *CD* kvershlagida I, II, III punktlar saqlanib qolgan bo'lsin. Plan bo'yicha *A* va *B* punktlarining koordinatalari (x_A, y_A), (x_B, y_B) ni aniqlaymiz.

Marksheydarning vazifasi shu ikki nuqta *A* va *B* ning o'rini joyga ko'chirish va lahimda ularni mahkamlab qo'yish hisoblanadi. Shu maqsad bilan shtrekda 1 va 2 nuqtalari orqali teodolit yo'li o'tkaziladi.

O'lchangan burchak va uzunliklardan foydalanib I – 1, III – 2 tomon direksion burchagi va 1, 2 nuqtalarning koordinatalari (x_1, y_1), (x_2, y_2) hisoblab topiladi. Joyda *A* va *B* nuqtalarning o'rini ko'rsatish uchun β_1 va β_2 burchaklarini va S_{2A} , S_{1B} tomon uzunliklari hisoblab topilishi kerak. Ularni quyidagi formulalar bilan hisoblab topiladi:

$$tg_{2A} = \frac{y_A - y_2}{x_A - x_2}; \quad S_{2A} = \frac{y_A - y_2}{\sin(2A)} = \frac{x_A - x_2}{\cos(2A)}; \quad (1.33)$$

$$\beta_1 = \alpha(1B) - \alpha(1I); \quad \beta_A = \alpha_{AB} - \alpha_{A2}; \quad (1.34)$$

$$\beta_2 = \alpha_{2A} - \alpha_{2-III}; \quad \beta_B = \alpha_{BA} - \alpha_{B1}. \quad (1.35)$$

Joyda A va B punktlarini oʻrnatib shu nuqtaga teodolit qoʻyiladi va limbda β_A va β_B sanoq olinib A va B yoʻnalish koʻrsatiladi.

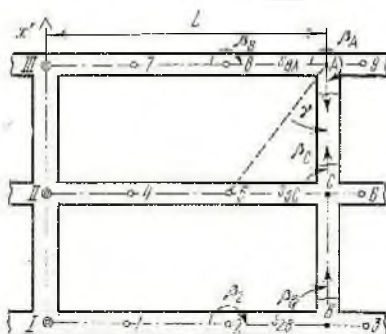
Agar lahim qiya boʻlsa A va B nuqtalar oraligʻida shtreklar boʻyicha nivelir yoʻli oʻtkazilib nisbiy balandlik ΔZ aniqlanadi. Kvershlag B dan A δ qiyalik burchagi ostida oʻtishi kerak. Kvershlagning qiyaligi

$$\Pi = \operatorname{tg} \delta = \frac{\Delta Z}{S_{AB} - (a + b)}; \text{ formula bilan aniqlanadi.}$$

S_{AB} – gorizontal masofa yuqoridagi formula orqali topiladi. a va b - A va B punktlardan shtrek devorigacha boʻlgan masofalar, ruletka yordamida oʻlchanadi.

Qiya lahimga yoʻnalish vaterpas va lahim oʻqini koʻrsatuvchi reperlar yordamida koʻrsatiladi.

2 – misol. I – II – III bremsberklar va III – A ventilyatsion lahim, oraliq shtrek II – C va asosiy shtrek I – B lar mavjud boʻlsin. ACB bremsberk oʻtilishi talab qilingan boʻlsin. Yoʻnalishlari strelkada koʻrsatilgan (1.28-rasm).



1.28 – rasm. Bremsbergga yoʻnalish koʻrsatish

Yechish: Ushbu masalaning yechimi ikkita, birinchisi shartli koordinatalar sistemasida boʻlib, I – II – III bremsberglar oʻqini X oʻqi deb qabul qilinadi va I nuqta koordinatalar boshi hisoblanadi. Loyihalangan bremsberg oʻqi mavjud bremsbergning oʻqiga parallel. Uchala mavjud shtreklar boʻyicha teodolit yoʻli oʻtkaziladi va $y_2, y_5, y_8, \alpha_{2-3}, \alpha_{5-6}, \alpha_{8-9}$ lar qiymatini hisoblab topiladi. Shartli koordinatalar sistemasida soʻngra gorizontal masofalar hisoblab topiladi:

$$S_{2B} = \frac{L - y_2}{\sin(2-3)}; \quad S_{5C} = \frac{L - y_5}{\sin(5-6)}; \quad 1.36$$

$$S_{8A} = \frac{L - y_8}{\sin(8-9)}; \quad y_A = y_C = y_B = L; \quad 1.37$$

bo'lganligi sababli β_B , β_C , β_A hisoblanadi:

$$\beta_B = 360^\circ - [\alpha_{2-3} + 180^\circ]; \quad \beta_C = 360^\circ - [\alpha_{5-6} + 180^\circ]; \quad \beta_A = 360^\circ - \alpha_{8-9}.$$

Topilgan burchaklar bo'yicha A , C , B nuqtalarga teodolit o'rnatilib limbda β_B , β_A , β_C burchaklarini o'rnatilib bremsberkka yo'nalish ko'rsatiladi.

Haqiqiy koordinatalar sistemasida ushbu masalani yechish uchun kon ishlarining planida A va B nuqtalar koordinatalari topiladi va shtreklar bo'yicha teodolit yo'li o'tkaziladi. Qolgan ish yuqoridagi kabi davom ettiriladi.

SAVOLLAR:

1. Marksheyderlik fani nimani o'rgatadi?
2. Konlarni o'zlashtirish necha bosqichdan iborat?
3. Konlarni qidiruv jarayonida marksheyderlik ishlari.
4. Konlarni loyihalash jarayonida marksheyderlik ishlari.
5. Konlarni ekspluatatsiya jarayonida marksheyderlik ishlari.
6. Konlarni tugatish jarayonida marksheyderlik ishlari.
7. Yer osti syomkalari turlari?
8. Yer osti bog'lovchi syomkalarining turlari.
9. Yer osti bog'lovchi syomkalar qanday bajariladi?
10. Yer osti balandlik syomkalari qanday bajariladi?

TESTLAR:

- 1.«Marksheyder» so'zi qaysi tildan olingan va nimani anglatadi?
 - A). Ispancha so'z - o'lchash ma'nosini
 - B). Lotincha so'z - tasvirga olish
 - D). Iglizcha so'z - hisoblash
 - E). Nemischa so'z - chegarani (oraliqni) aniqlash san'ati
2. Qazilma boylikni o'zlashtirish necha bosqichdan iborat?
 - A). Bitta

- B). Ikkita
- D). Uchta
- E). Beshta

3. Qazilma boylikni o'zlashtirish qanday bosqichlardan iborat?

- A). Qidiruv, loyihalash
- B). Loyihalash va qurish
- D). Eksploatatsiya va konservatsiya
- E). Hammasi to'g'ri

4. Qazilma boylikni qidirish jarayonida marksheyderlarning vazifasi

- A). Plan tuzib berish
- B). Topografik syomka qilish
- D). Loyihadan joyga ko'chirish ishlari
- E). Topografik plan tuzish va loyihadan joyga ko'chirish ishlari

5. Marksheyderlik syomkalarining asosiy prinsiplari quyidagilardan iborat:

- A). Yuqori aniqlikdagi asboblardan foydalanish.
- B). Ish jarayonini eng yaxshi uslublardan foydalanib olib borish.
- D). Ishni maksimal, yuqori aniqlikda bajarish.
- E). Ishni «Umumiydan» «Xususiyga» tomon yetarli aniqlikda, nazorat kuchaytirilgan holda olib borish.

2. Konlarni ochiq usulda qazishda marksheyderlik ishlari. Marksheyderlik xizmatining vazifalari. Geodezik tayanch tarmoqlari, aniqligi, barpo qilish usullari

Ochiq kon ishlari deganda konlarni tabiiy sharoitda, yer yuzasida qazilma boylikni qazib olinishi tushuniladi. Unga karyer uslubida qazish, suv osti konlarini qazib olish ishlari kiradi.

O'zbekistonda ochiq kon uslubida mis, qo'rg'oshin, rux, oltin, marmar, oxra, kvartsit, ko'mir va boshqalar qazib olinadi.

Ochiq kon ishlarining yer osti uslubidan • ustunligi, unda chegaralanmagan miqdorda quvvatli texnikalardan foydalanish imkoniyati bor, yuqori mehnat samaradorligi, ruda tannarxining kichikligi.

Konlarni ochiq usulda qazishda marksheyderlik ishlarining sharoitga bog'liq bo'lgan qator yaxshi-yomon tomonlari bor.

Ishlarning yer yuzasida bajarilishi bir tomondan marksheyderlik dala ishlarini yengillashtirsa, ikkinchi tomondan ob-havo ta'siri bor. Bu dala ishlarini o'tkazishni og'irlashtiradi.

Marksheyderlik ishlari korxonada konni ochiq usulda qazish ishiga bog'liq, karyer uslubida, gidravlik usulda, suv osti uslubida qazish.

Karyerlarda asosiy marksheyderlik ishlari quyidagilardan iborat: kon ishlarining hududida tayanch tarmoqlarini barpo qilish, syomka tarmoqlarini barpo qilish, tafsilot syomkasi, maxsus marksheyderlik ishlarini va syomkalarini bajarish, marksheyderlik plan grafikalarining komplektini tuzish, zaxira hajmini hisobga olish, qazilma boylikni qazish va isrofni hisobga olish.

2.1. Karyerlarda tayanch tarmoqlarini barpo qilish

Ochiq konlarda planli va balandlik geodezik asos punktlari triangulyatsiya yoki poligonometriya va nivelirlash usullarida barpo etiladi.

Karyerlarda tayanch tarmoqlari 1962 – yil qabul qilingan klassifikatsiya bo'yicha barpo qilinib, ular quyidagilarga bo'linadi:

1. Davlat geodezik tarmoqlari (triangulyatsiya, poligonometriya va nivelirlashning I, II, III, IV klasslari).

2. Triangulyatsiya va poligonometriyaning 1 va 2 – razryadli zichlash tarmoqlari.

Qoida tariqasida korxonada hududidagi tayanch tarmoqlari aslida zichlash tarmoqlari bo‘lib, ular davlat geodezik tarmoqlari asosida barpo qilingan bo‘ladi. Tayanch tarmoqlarini konstruksiyalari qatlam formasiga, relyefga, kon ishlari xarakteriga bog‘liq bo‘lib ular uchburchakli, to‘rtburchakli, markaziy sistema ko‘rinishlarida va boshqa ko‘rinishlarda bo‘lishi mumkin.

Zichlovchi analitik tarmoq barpo qilishda quyidagi talablarga amal qilishi kerak (2.1-jadval):

2.1-jadval

Talablar	1 razryad	2 razryad
Tomon uzunliklari, km:	2 – 5	0,5 – 3
O‘rta kvadratik xato, burchakda, sekund:	5 ^{''}	10 ^{''}
Uchburchakda bog‘lanmaslik, burchakda, sekund:	20 ^{''}	40 ^{''}
Uchburchakdagi minimal burchak, burchak gradusda:	30°	30°
Zanjirda:	20°	20°
Yaxlit tarmoq:	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{1000}$
Nisbiy xato (nisbatan bo‘shang joyda tomon uzunligi orqali aniqlanadi):		

Karyerlarda marksheyderlik ishlari hajmining kattaligini va turliligini hisobga olib, har bir alohida joylashgan kon korxonalarining kattaligi va chuqurligidan qat’iy nazar ularning maydonlarida eng kamida ikkita tayanch punkti bilan, yirik karyerlarda uchta punkt bilan ta’minlangan bo‘lishi shart.

Tayanch tarmoqlarini barpo qilishda quyidagi shartlarga amal qilish kerak:

-Karyer ag‘darma va bortlarida punktlar bir xil uzunliklarda joylashishi kerak;

-Har bir punktni kon ishlari teritoriyasidan ko‘rinishini ta’minlash;

-Punktlarni uzoq muddat saqlanishini ta’minlash;

-Ish olib borilmaydigan bortlarga punktlarni nisbatan yaqin joylashtirish;

-Kon ishlari rivojlanish perspektivini va yerni rekultuvatsiya qilishini hisobga olish.

Tayanch tarmoqlarining ko'rinishi, aniqlik me'yorlari va punktlarni mahkamlash usullari marksheyderlik ishlari yo'riqnomasida keltirilgan.

Marksheyderlik ishlarini kerakli aniqlik bilan ta'minlash uchun tayanch tarmoqlari punktlarini o'zaro joylashishini asosiy marksheyderlik plani masshtabida 0,1 mm dan katta bo'lmagan xatolik bilan aniqlash kerak.

Karyer hududida asosiy geodezik punktlar bo'lmasa tayanch tarmoqlari punktlarini 1 va 2 razriyadli mustaqil tarmoq ko'rinishida ko'rishadi. Shu bilan birga bir-biridan ko'pi bilan 10 ta uchburchak narida bo'lgan uchburchaklarning eng kamida 2 ta bazis tomoni o'lchanadi. Triangulyatsion tayanch tarmoqlari poligonometrik bilan almashtirilishi mumkin.

Agar karyerga tegishli maydonda qurilmalar ko'p bo'lsa, o'rmonzor bo'lsa u holda tayanch tarmog'i punktlarini poligonometrik usulda barpo qilinadi. Poligon formasi iloji boricha chiziq formaga ega bo'lib, o'rta qismida burchak 135° dan kichik bo'lmasligi va o'rtacha tomon uzunligi 0,5, 0,3, 0,2 km bo'lishi kerak.

Poligonometrik yo'llarni o'tkazishda yo'qori aniqlikdagi asboblardan foydalanilib burchakdagi bog'lanmaslik: berk yo'llarda $5\sqrt{n}$, $10\sqrt{n}$, va ochiq yo'llarda $20\sqrt{n}$ dan oshmasligi kerak, bu uerda n – o'lchangan burchaklar soni; chizikli bog'lanmaslik 4 – klass yo'llarda 1 : 25000 dan oshmaslik kerak.

Boshlang'ich punktlar oralig'idagi yo'l uzunligi 10 km dan oshmasligi, bog'lovchi nuqtalar oralig'i 5-7 km dan oshmasligi kerak.

Balandlik tayanch tarmoqlari punktlari III-IV klass nivelirlash usulida aniqlanadi. Har bir alohida joylashgan korxonada eng kamida 2 ta reper bo'lishi shart, punktlarning o'zaro nisbiy balandliklarini aniqlash xatoliklari 1 sm dan oshmasligi kerak.

2.2. Syomka (ish) tarmoqlari punktlarini barpo qilish

Kareyer maydonida bir xil joylashtirilgan tafsilot syomkasi va turli texnik masalalarni yechish uchun foydalaniladigan punktlar, syomka (ish) asosi punktlari deyiladi. Syomka tarmoqlari asosiy punktlardan va qo‘shimcha topiladigan syomka nuqtalaridan iborat.

Syomka asosi punktlarini analitik tarmoq (uchburchaklar zanjiri, markaziy va boshqa sistemalar) asosida, geodezik kestirmalar, qutbiy usulda, teodolit yo‘llari, bilan to‘g‘ri burchakli to‘rini qurish bilan va profil chiziqlar bilan, analitik fototriangulyatsiya yordamida barpo qilish mumkin.

Syomka asosini barpo qilish usulini tanlash, joy relyefiga, kon o‘lchamlariga, kare’ning chuqurligi va konfiguratsiyasiga, qazib olish usuliga bog‘liq. Qator hollarda yuqorida keltirilgan uslublardan aralash qilib (kombinatsiyalangan) qilib foydalaniladi. Karyer syomka asosi punktlari tarmoqlari zichligi, tayanch tarmoqlari punktlarini ham hisobga olganda turlicha bo‘lishi mumkin.

Topografik syomka amaliyotiga asosan 1 km² ga 1:2000 masshtabdagi syomka uchun eng kamida 10 ta punkt va 1:1000 masshtabdagi syomka uchun eng kamida 16 ta punkt bo‘lishi kerak. Syomka nuqtalari soni syomka jarayonida aniqlanib u ham syomka masshtabiga, kareyer chuqurligiga va konfiguratsiyasiga bog‘liq bo‘lib, nuqta asbobdan reyka nuqtagacha optimal masofalarni ta’minlaydigan bo‘lishi kerak.

Planli syomka asoslari tayanch tarmoqlari asosida yagona koordinatalar sistemasida rivojlantiriladi. Syomka asosi nuqtalarning o‘rnini o‘rta kvadratik xatoni tayanch tarmoqlari punktlariga nisbatan 1:1000 masshtabda - 0,2 metr va 1:2000 masshtabda – 0,3 metr dan katta bo‘lmasligi kerak. Nuqtalarning balandligini topish xatoligi hamma hollarda ham 0,1 metr dan katta bo‘lmasligi kerak. Syomka asosi nuqtalarini doimiy va vaqtincha markazlar bilan mahkamlanadi.

Doimiy markazlar bilan ishlamaydigan pog‘ona bortlarida joylashgan, sanoat zaxirasi konturlaridan tashqarida joylashgan, eski ichki va tashqi ag‘darmalarda joylashib va uzoq muddat saqlanishni ta’minlaydigan punktlar mahkamlanadi.

Vaqtinchalik markazlar bilan karyerning ishchi qismida joylashgan syomka nuqtalari mahkamlanadi, ya’ni ishchi pog‘onalarda, tashqi va ichki ag‘darmalarda va boshqa.

Doimiy belgilar temir trubka, relslar, metal sterjinlardan iborat bo‘lib, skvajina yoki chuqurlikka betonlangan bo‘ladi. Skvajina yoki kotlovanning chuqurligi yaxlash qatlamidan 0,5 metrga ko‘proq bo‘lishi kerak, umumiy chuqurlik 1 metrdan kichik bo‘lmaslik kerak.

Vaqtincha belgilar temir, trubka, sterjin va yog‘och qoziqlardan iborat bo‘lib, ularning uzunligi 0,2 dan 0,5 metrgacha bo‘lishi mumkin. Belgilarning markazi krestik bilan, yoki nuqta bilan, yog‘och qoziqlarda mix bilan ko‘rsatilishi mumkin.

Balandlik syomka tarmoqlarini planli syomka asosi nuqtasining balandliklarini aniqlash orqali barpo qilinadi.

Syomka nuqtalarining balandliklarini geometrik nivelirlash yoki trigonometrik nivelirlash orqali aniqlanadi, shuningdek analitik trangulyatsiya usulida ham aniqlasa bo‘ladi. Nivelir yo‘llarini tayanch punkti oraliqlarida o‘tkazilib, yo‘l uzunligi 4 km dan oshmasligi kerak.

Texnik nivelirlashni asbobni 2 ta gorizontda yoki ikki tomonlama reyka yordamida o‘tkaziladi. Nivelir bilan reyka oralig‘i 150 metrgacha ruxsat beriladi.

Nivelir yo‘llaridagi bog‘lanmaslik $50\sqrt{L}$ (L – yo‘l uzunligi, km da).

Trigonometrik nivelirlashda nisbiy balandlik ikki marta aniqlanadi, to‘g‘ri va teskari yo‘nalishda. To‘g‘ri va teskari yo‘nalishdagi nisbiy balandliklar farqi 0,3l (santimetr) – uzunlik 1000 metrgacha bo‘lganda, 0,2l - uzunlik 2000 gacha bo‘lganda.

Bog‘lanmaslik qiymati:

$$f_h = 0,04 \times [l] \times \sqrt{n}, \quad 2.1$$

bu yerda [l] - yo‘l uzunligi, m; n – yo‘ldagi chiziqlar soni.

Agar boshlang‘ich nuqtadan nisbiy balandlik aniqlanayotgan nuqtagacha 700 metrdan uzoq bo‘lsa, nisbiy balandlikga tuzatmalar (yer egriligiga va refraksiyaga) “+” ishora bilan kiritilib quyidagicha aniqlanadi:

$$f = 0,42 \times \frac{d^2}{R \cos \alpha}, \quad 2.2$$

bu yerda d – aniqlanayotgan punktga gorizont masofa; R – yer radiusi, 6370 km; α - vizirlash chizig‘ining qiyaligi.

Trigonometrik nivelirlash aniqligi quyidagicha topiladi:

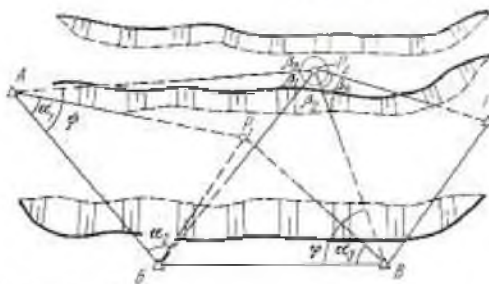
$$m_h = \sqrt{\frac{m\delta L^2}{p^2 \cos^4 \delta} + m_L^2 \operatorname{tg}^2 \delta}, \quad 2.3$$

bu yerda m_L - gorizonttal masofani o'lchash o'rtacha kvadratik xatoligi, m_δ – qiyalik burchak δ ni o'lchash o'rtacha kvadratik xatoligi.

Analitik tarmoqlarni kare'rlarda markaziy sistema va uchburchaklar zanjiri ko'rinishida va shuningdek to'g'ri va teskari geodezik kestirma usullarida barpo qilinadi.

Mikrotriangulyatsiya zanjiri tomonlari 200 metrdan kam bo'lmagan va 1000 metrdan ko'p bo'lmagan uchburchaklar zanjiridan iborat.

To'g'ri va teskari kestirma usullarini syomka tarmog'i punktlaridan nisbatan uzoq bo'lganda (1:1000 masshtabli syomkada 1500 metrgacha, 1:2000 da 2000 metrgacha va 1:5000 da 3000 metrgacha) foydalaniladi. Shuningdek murakkab konfiguratsiyada va qazish katta chuqurlikda olib borilayotganda ham foydalaniladi⁵ (2.1-rasm)



2.1 –rasm. To'g'ri va teskari kestirma usullari

To'g'ri kestirma usulda P_1 punkt uchta ma'lum A, B, B punktlaridan tayanch tarmog'i $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ burchaklarini o'lchash orqali qo'yiladi. Teskari kestirma usulda qulay joyga P_2 punkt o'rnatilib $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ma'lum punktlarga nisbatan (A, B, B) o'lchanadi. Kontrol uchun β_4 burchagini o'lchash tavsiya etiladi. Uchburchaklarning shakli teng tomonligiga yaqin bo'lib, aniqlanishi kerak bo'lgan nuqtalarda burchaklarning qiymati 30° dan kichik va 150° dan katta bo'lmasligi kerak.

Burchaklarni o'lchash aniqligi $30''$ dan kichik bo'lmasligi va bog'lanmaslik qiymati $1'$ dan katta bo'lmasligi kerak.

⁵Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitny.2009. 135st.

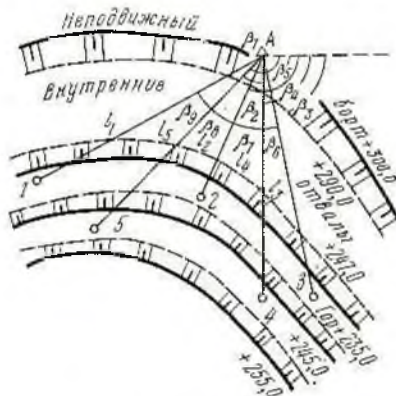
Ikkita uchburchakni yechish orqali aniqlangan koordinatalar farqi 1:1000 masshtabdagi syomkada 0,6 metrdan 1:2000 da 0,8 metrdan va 1:5000 da 2 metrdan katta bo‘lmasligi kerak.

Teskari kestirma usulda aniqlanayotgan punkt xatoligi quyidagicha hisoblanadi:

$$m_{P_2} = \frac{m_{\beta} l_{BP_2}}{206 \sin(\varphi + \psi)} \sqrt{\left(\frac{l_{BP_2}}{l_{BB}}\right)^2 + \left(\frac{l_{AP_2}}{l_{BA}}\right)^2}; \quad 2.4$$

bu yerda m_{β} - β_1, β_2 burchaklarni o‘lchash o‘rtacha kvadratik xatosi (odatda $m_{\beta} = 15''$ qabul qilinadi), l - tomon uzunliklari, km da, burchaklar ψ, φ ni planda 1° gacha aniqlikda o‘lchab olinadi. Hisoblashlar natijasida m_{P_2} - kichik bo‘lgan variant tanlab olinadi.

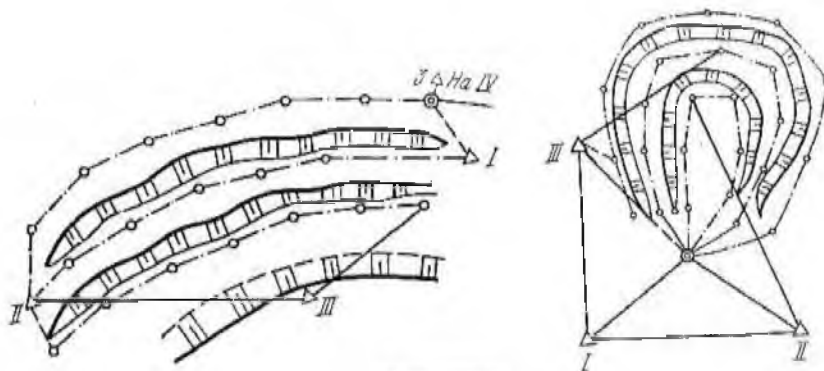
Qutbli usulni geodezik asos punktlari bir-biridan nisbatan uzoq (2000 metrgacha) bo‘lganda, yirik karyerlarda foydalaniladi (2.2-rasm).



2.2–rasm. Qutbli usul

l_1, l_2, \dots, l_5 masofalarni o‘lchash uchun svetodalnomer va radiodalnomerlardan foydalanish tavsiya etiladi. O‘rtacha xatolik $\pm 0,1$ metrdan oshmasligi kerak. β_i qutbiy burchaklar har bir nuqta uchun ikki marta o‘lchanishi kerak yoki chap va o‘ng burchaklar o‘lchanishi kerak. Aniqlanayotgan direksion burchaklar soni farqi masofa 1000 metrgacha bo‘lganda $45''$ dan oshmasligi va 2000 metrgacha $30''$ dan oshmasligi kerak. Bir vaqtning o‘zida vertikal burchaklar, o‘lchangan masofani gorizontga keltirish uchun va balandlikni aniqlash uchun o‘lchanadi.

Cho'ziq ish fronti bo'lgan karyerlarda teodolit yo'llari o'tkaziladi. Yo'llar (I, II, III) tayanch tarmoqlari punktlari oralig'ida o'tkaziladi yoki direksion burchaklari ma'lum bo'lgan tayanch punktlari tomonlari orqali o'tkaziladi (2.3-rasm). Shuningdek teodolit yo'llari berk poligon shaklida ham bo'lishi mumkin. Teodolit yo'llarining uzunligi 1:1000 masshtab syomkasida 2,0 km dan 1:2000 da 2,5 km dan va 1:5000 da 6,0 km dan oshmasligi kerak. Tomon uzunliklari 100 metrdan kichik va 1:1000 da 300 metrdan, 1:2000 da 400 metrdan katta bo'lmasligi kerak.



2.3–rasm. Tayanch tarmoqlari punktlarini barpo qiish

Ushbu usullardan tashqari shuningdek ekspluatatsion to'ra usuli va profil chiziqlar usullari ham mavjud.

Ekspluatatsion tur usullari ish hududi reliefi sokin bo'lsa, yuqori ustuplarda foydalaniladi. Tur tomonlari 50 dan 200 metrgacha bo'lib, ular syomka masshtabiga bog'liq bo'ladi.

Profil chiziqlar usullari kon ishlari bir yo'nalish bo'yicha rivojlanayotgan bo'lsa va karyer nisbatan chuqur bo'lmasa foydalaniladi.

2.3. Karyerlarda tafsilot syomkasi

Tafsilot syomkasini o'tkazishdan asosiy maqsad karyerda olib borilayotgan kon, geologiya qidiruv va qurilish ishlarini aniq hisobga olib, ularni nisbatan to'liq grafik tasvirini hosil qilishdan iborat.

Tafsilot syomkasini syomka tarmog'i punktlaridan olib boriladi. Syomkada pog'onaning yuqori va pastki chegaralari o'rnini va ish maydoni, drenaj qurilmalar, kesma transheyalar, portlatish uchun mo'ljallangan yer osti lahimlari, geologik buzilishlar, geologiya qidiruv lahimlarida na'muna

olish joylari, transport yo‘llari va izlari, ko‘chkilar, bino va boshqalarning o‘rni aniqlanadi.

Yuqoridagi obyektlarning syomkasi plan masshtabida ularning o‘rnini 0,5 mm o‘rtacha xatolik bilan aniqlash imkonini ta‘minlashi kerak. Punktlarning balandliklarini aniqlashning o‘rtacha kvadratik xatoligi 0,2 metrdan oshmasligi kerak.

Qazish ishlari sharoitlariga qarab (chuqurligi, karyer shakli va o‘lchami) va kerakli aniqlikni ta‘minlash uchun tafsilot syomkasida taxeometrik, menzulaviy, ordinatli, stereofotogrammetrik usullardan foydalaniladi.

Syomkani o‘tkazish davrlari konning xarakteriga va ish sharoitiga bog‘liq. Ko‘p holatlarda qo‘shimcha kontrol syomkasini har oyning oxirida yoki har dekadada bajariladi.

Karyerlarda tafsilot syomkasini asosan taxeometrik usulda bajarilib, uning kamchiligi quyidagilardan iborat: nisbiy balandlikni hisoblashda vaqt ko‘p egallashi, reykalarni hamma joyga quyishni imkoniyati yo‘qligi, kameral hisoblash davrida syomka bo‘lgan obyektning tasvirini hosil qilish. Ushbu kamchiliklarni kamaytirish uchun taxeometr avtomotlar va grafopostroitellardan foydalanish kerak.

Bir vaqtning o‘zida katta maydonda syomka qilish zarur bo‘lsa, ob – havo yaxshi bo‘lsa, menzulaviy syomka avtoreduksionkipregel KB-1 bilan birga eng samarali hisoblanadi.

Karyerlarda taxeometrik syomka quyidagi tartibda bajariladi. Syomka tarmog‘i punktiga teodolit o‘rnatiladi. Pog‘onaning xarakterli nuqtalariga reyka o‘rnatilib, gorizontal, vertikal burchaklar va masofalar o‘lchanadi. Asbobdan reyka 1:5000 masshtabda 300 metrgacha 1:2000 da 200 metrgacha va 1:1000 da 150 metrgacha bo‘lishi kerak. Reyka nuqtalari (piketlar) hamma xarakterli nuqtalarda o‘rnatilib, ular orasidagi masofa 1:2000 masshtabda 30 metrdan, 1:1000 da 20 metrdan kichik bo‘lmasligi kerak, agar kontur to‘g‘ri chiziqqa yaqin bo‘lsa 40 va 30 metr bo‘lishi mumkin.

Taxeometrik yo‘l tomon uzunliklari dalnomer yoki lenta yordamida o‘lchanadi. Syomka davrida jurnalga o‘lchov natijalaridan tashqari abris ham chiziladi, bu o‘z navbatida natijasini planga aniq tushirish imkonini beradi.

Kameral hisoblash natijalarini planga konuslitransportir yordamida 0,5 mm aniqlikda tushiriladi.

Plandan qazish hajmlarini aniqlash uchun bir necha usullardan foydalanish mumkin: vertikal kesmalar, gorizontal kesmalar, paletka va parallel bo‘lmagan kesmalar usullari.

Vertikal kesmalar usulida hajm quyidagicha aniqlanadi:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i ; \quad V_i = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \times a_i, \quad 2.5$$

bu yerda S_i - vertikal kesmalar, a_i - kesmalar orasidagi masofa.

Agar kesmalar bir-biridan 40% dan ko‘proq farq qilsa:

$$V_i = \frac{S_i + S_{i+1} + \sqrt{S_i + S_{i+1}}}{3} \times a_i. \quad 2.6$$

Eng chekka bloklar uchun:

$$V_i = \frac{S_{i+1}}{3} \times a_{i+1}. \quad 2.7$$

Gorizontal kesmalarda ham shunday aniqlanadi, faqat oraliq masofa o‘rnida kesmalar balandligi quyiladi.

2.4. Loyihadan joyga ko‘chirish ishlari

Injenerlik inshootini loyihadan joyga ko‘chirish uchun maxsus marksheyderlik tayyorgarlik ko‘rish zarur. U o‘z ichiga quyidagilarni kiritadi:

- 1) loyihani marksheyderlik bog‘lash;
- 2) loyihadan joyga ko‘chirish chizmalarini tayyorlash;
- 3) bajariladigan marksheyderlik ishlari loyihasini ishlab chiqish.

Marksheyderlik bog‘lash ishlari loyihadagi asosiy punktlarni marksheyderlik tayanch tarmoqlariga bog‘lashdan iborat.

So‘ngra loyihadan joyga ko‘chirish uchun zarur bo‘lgan burchaklar va masofalar qiymatlari hisoblab chiqilib joyga ko‘chirish sxemasi chiziladi. Keyingi ish bu loyihadan joyga ko‘chirish ishlarini tartibini aniqlash va ko‘chirish ishlarini bajarish hisoblanadi.

2.5. Loyihaviy burchaklar va chiziq uzunligini joyga ko'chirish

Berilgan AB yo'nalish, β burchak ostida L loyihaviy masofa bo'yicha BC yo'nalishni loyihadan joyga ko'chirish talab qilinsin.

Buning uchun B nuqtaga teodolit o'rnatilib A nuqtaga ko'rish trubasi yo'naltiriladi va limbdan sanoq olinadi. Sanoqqa loyihaviy burchak β qo'shiladi.

Topilgan qiymat bo'yicha alidadani bo'shatib topilgan sanoq o'rnatiladi. Ko'rish trubasini vizir o'qi bizga BC yo'nalishini ko'rsatadi. Loyihaviy masofa L ni o'lchab qo'yib C nuqtasi topiladi va uni mahkamlab qo'yiladi.

Joydagi topilgan yo'nalish burchagi bir necha priyomda o'lchanib uning aniq qiymati β' aniqlanadi.

Priyomlar soni quyidagicha topilad:

$$n = \frac{m_n^2}{m_\beta^2}; \quad 2.8$$

bu yerda m_n - teodolitda burchak o'lchashning o'rta kvadratik xatosi, m_β - talab qilingan burchak o'lchash aniqligi.

Burchak o'lchash ishlari tugagandan so'ng $\Delta\beta$ tuzatma, va chiziqli tuzatma ΔL hisoblanadi:

$$\Delta L = L \times \frac{\Delta\beta}{\rho}; \quad \Delta\beta = \beta' - \beta, \quad 2.9$$

bunda, $\rho = 206265''$.

Shundan so'ng C nuqtasidan BC yo'nalishga perpendikulyar qilib ΔL o'lchab qo'yiladi va C nuqta topilib mahkamlab qo'yiladi.

Burchak ABC loyihaviy burchakka teng bo'ladi.

2.6. Loyihaviy balandlik qiymatlari va qiyaliklarni joyga ko'chirish

Berilgan: Nuqtaning loyihaviy balandlik qiymati (otmetkasi) H_{np} , talab qilinadi joyga ko'chirish.

Buning uchun otmetkasi ma'lum H_{RP} nuqta bilan loyihaviy nuqta o'rtasiga nivelir o'rnatiladi.

Reperda va nuqtada reyka oʻrnatiladi. Reperdagi reykadan sanoq olib asbob gorizonti $III = H_{RP} + a$ aniqlanadi. Nuqtani loyihaviy otmetkaga oʻrnatish uchun reykadan olinadigan sanoq qiymatini bilish kerak, u quyidagicha topiladi.

$$b = III - H_{IP} = H_{RP} + a - H_{IP}; \quad 2.10$$

Soʻngra nivelir B nuqtasiga yoʻnaltirilib reykadan b sanoq koʻringuncha yoki koʻtariladi yoki tushiriladi. Topilgandan soʻng reyka osti bilan barobar qilinib qoziq qoqiladi. Qoziqning tepasi loyihaviy otmetka hisoblanadi.

Berilgan: loyihaviy qiyalik i , boshlangʻich nuqtaning otmetkasi H_A maʼlum, loyihaviy nuqta B ning otmetkasi quyidagicha hisoblanadi: $H_B = H_A + i \times L_{IP}$; bu yerda L_{IP} - loyihaviy masofa topilgan qiymatni nivelir bilan yoki teodolit bilan joyga koʻchiriladi.

Teodolit bilan joyga koʻchirish uchun teodolit otmetkasi maʼlum nuqtaga oʻrnatilib asbob balandligi i oʻlchanadi. Soʻngra teodolitning vizirlash nurini qiyalik burchagi hisoblanadi:

$$\gamma = \arctg \frac{H_{IP} - H_{RP}}{L_{IP}}. \quad 2.11$$

Soʻngra vertikal doirada qiyalik burchagi oʻrnatilib, B nuqtasidagi reykaga qaraladi va i qiymati koʻringuncha koʻtariladi yoki tushiriladi. Reyka pasti loyihaviy nuqta boʻladi.

Loyihaviy nuqtani joyga koʻchirish usullari:

1. qutbli usul;
2. burchak kestirma usuli;
3. chiziqli kestirma usuli.

2.7. Burgʻulash portlatish ishlarini marksheyderlik taʼminoti

Konni ochiq usulda qazishda burgʻulash portlatish ishlari alohida skvajinalar, skvajinalar guruhi (bloklar) yoki yalpi portlatish usullarida olib boriladi. Hozirgi davrda eng keng tarqalgani bloklar bilan uzunligi 100 metrdan ortiq, kengligi pogʻona kengligiga teng boʻlgan panellarni portlatish hisoblanadi. Marksheyderlik ishlari oʻz ichiga quyidagilarni kiritadi: portlatish ishlari loyihasini tuzish uchun zarur boʻlgan grafik va analitik materiallarni tayyorlash; skvajinalarni oʻrnini loyihadan pogʻonaga koʻchirish; pogʻonada burgʻulangan skvajinalarning ogʻzini (boʻgʻzini)

syomkasi va ularning chuqurligini kontrol o'ldirish; havfli zonaga yaqin joylashgan bino va inshootlarni syomkasi; portlashdan so'ng blokni syomkasi.

1:500, 1:1000 masshtabdagi blokni loyihaviy planida skvajinalarning og'zi, ularning chuqurligi va balandligi, ustki va pastki yuzalar, otkoslar, pog'onalar, blok chegaralari, qazilma boylik va tog' jinslari kontakti, yirik darzliklar va geologik buzilishlar, portlashni havfli ta'sir zona chegaralari. Blokning loyihaviy plani skvajinalar bo'yicha o'tgan vertikal kesmalar bilan to'ldiriladi.

Loyihadan joyga ko'chirish ishlari qutbli yoki perpindikulyar usulda amalga oshiriladi. Burchaklar 5' xatolik bilan o'lchanadi; 50 metrdan katta masofalar dalnomerlar bilan o'lchanadi; perpindikulyar 1 detsimetr xatolik bilan o'lchanadi.

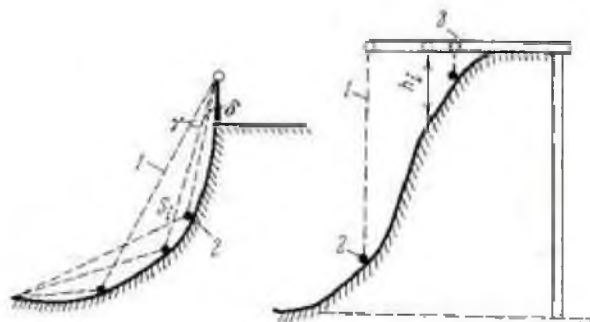
Skvajinalarni portlatilgandan so'ng marksheyderlik syomka qilinib, (razval) burchagi va portlatilgan tog' massasi hajmi, maydalanish koefitsientlari aniqlanadi.

Konni ochiq usulda qazishda burg'ulash portlatish ishlari alohida skvajinalar, skvajinalar guruhi (bloklar) yoki yalpi portlatish usulida olib boriladi. Hozirgi davrda eng keng tarqalgani bloklar bilan uzunligi 100 metrdan ortiq va kengligi pog'ona kengligiga teng bo'lgan panellarni portlatish hisoblanadi. Marksheyderlik ishlari o'z ichiga quyidagilarni kiritadi: portlatish ishlari loyihasini tuzish uchun zarur bo'lgan grafik va analitik materiallarni tayyorlash, skvajinalarni o'rnini loyihadan pog'onaga ko'chirish, pog'onada burg'ulangan skvajinalarning og'zini (bo'g'zini) syomkasi va ularning chuqurligini kontrol o'ldirish, havfli zonaga yaqin joylashgan bino va inshootlarni syomkasi, portlashdan so'ng blokni syomkasi 1:500 yoki 1:1000 masshtabdagi blokni loyihaviy planida skvajinalarning og'zi, ularning chuqurligi, balandligi, ustki va ostki yuzalar, otkoslar, pog'onalar, blok chegaralari, qazilma boylik va tog' jinslari kontakti, yirik darzliklar geologik buzilishlar, portlashni havfli ta'sir zona chegaralari blokni loyihaviy plani skvajinalar bo'yicha o'tgan vertikal kesmalar bilan to'ldiriladi(2.4-rasm).

Loyihadan joyga ko'chirish ishlari qutbli yoki perpindikulyar usulda amalga oshiriladi. Burchaklar 5' xatolik bilan o'lchanadi. 50 metrdan kichik

masofalar dalnomerlar bilan o‘lchanadi. Perpindikulyarda 1 dm xatolik bilan o‘lchanadi.

Skvajinalarni portlatilgandan so‘ng marksheyderlik syomka qilinib, razval burchagi va portlatilgan tog‘ massasi hajmi, maydalanish koefitsienti aniqlanadi.



2.4–rasm. Pog‘ona syomkasi

2.8. Marksheyderlik o‘lchash ishlarida mobil vositalarini qo‘llash

Hozirgi zamonda prinsipial yangi texnik vosita – sputnikli navigatsion va geodezik sistemalar hamda inerigional navigatsion va geodezik komplekslar yaratilganki ular geodezik va marksheyderlik ilmiy amaliy masalalarni yechish uchun barcha geodezik parametrlarni avtonom rejimda tezkor aniqlab beradi.

Marksheyderlik, geodezik ishlarni bajarishning mobil texnologiyalariga uch o‘lchamli lazerli skanerlashni ham kiritish mumkin. Geodeziya va marksheyderiya amaliyotida sputniklar yordamida aniq va tezkor yechiladigan kundalik amaliy masalalar (koordinatalarni aniqlash), jumladan tayanch va maxsus geodezik tarmoqlarni yangi punktlar hisobidan to‘ldirishi, konchilik geologik ishlarini boshqarish muhi rol o‘ynaydi. Bu masalalar global sputnikli navigatsion sistemalar (sns), “NOVSTAR” (AQSH) va “GLONASS” (Rossiya) qo‘llash vositasida yechiladi. 1990 yildan boshlab joydagi nuqtalarning o‘rnini

aniqlashning global tizimi GPS ning protiv pryomniklari yaratildi va u geodezik o‘lchashlarni yaratishda yangi davrni yaratib berdi.

GPS ning asosiy ko'rsatkichlari:

“NOVSTAR” va “GLONASS” joyini mobil aniqlash sistemalari yer yuzasidan obyektlarning (koordinatalarini) 10-15 m dan 1-5 sm aniqlikda hisoblab topish imkonini yaratadi. “NOVSTAR” sistemasi “GLONASS” dan afzalroq bo‘lib, koordinatalarni 0.001 m dan 10-15 m oraliqda topadi.

Sistemani tuzilishi uch segmentdan iborat. Boshqaruv, kosmik va yerdagi segmentlar.

Boshqaruv segmenti sputnik harakat rejimini, ularning ishlashini boshqaradi. U shuning bilan birga sputnikda o‘rnatilgan generatorlarning sinxronligini boshqarib boradi.

Kosmik segment 31 ta ESY dan iborat bo‘lib, ulardan 24 tasi doimiy ishlab turadi, 7 tasi esa zaxirada bo‘ladi. Sputniklar oltita orbital tekislikda aylanadi, orbitaning ekskovatorga nisbatan og‘ish burchagi – 55° . bu yer yuzasidan har bir nuqtasida 16 ta ESY dan signal qabul qilib olish imkonini beradi. Aylanish davri 12 soat. Yer yuzasidan uzoqlashish masofasi 20200 km. Sputniklar ikki xil chastotali (S/A yopiq va C/A ochiq) kodlarda signal tarqatadi. Ularning to‘lqin uzunligi $L_1= 0.19$ m, $L_2= 0.24$.

Yer ustidagi segment qabul qilish indikatorlaridan iborat bo‘lib, ular sputniklar tarqatgan signallarni qabul qilib oladilar va signal qabul qilingan joyning o‘rnini belgilab beradilar.

GPS signal qabul qiluvchi indikatorlar ikki chastotali va bir chastotali bo‘ladi. Ikki chastotali indikatorlar bilan koordinatalar aniqlanganda L_1 va L_2 chastotalardan foydalaniladi. Bunday qabul indikatorlari differensiallashgan rejimda ishlaganda 1- 5 mm aniqlikka erishish mumkin. Bir chastotali qabul indikatorlari qo‘llanilganda o‘lchash vaqti 10-15 minutni tashkil etganda aniqlik 1 m ga yaqin bo‘lishi mumkin.

GPS ni konchilik korxonalarida qo'llashning samarasi:

1. GPS dan foydalanib tog‘ jinslari massivining siljishini kuzatish mumkin. Buning uchun bevosita tayanch punktlariga tutashish shart emas. Eski usullarda tayanch punktlar kon ajratmasi chegarasidan tashqarida (2.5-rasm) joylashtiriladi.



2.5-Rasm. GPS ni konchilik korxonalarida qo‘llash

2. Marksheyderlik o‘lchash ishlariga ketadigan vaqt tejaladi, konchilik obyektlari to‘g‘risida tezkor informatsiya olish imkoniyati kengayadi.

3. GPS apparatlaridan foydalanganda bitta operator yordamida harakatdagi stansiya vositasida barcha kerak bo‘lgan o‘lchamlarni (tasvirga olish hisoblash, chizish) bajarish mumkin. Chunki bazali stansiya avtonom rejimda turg‘un holda uzluksiz ishlab turadi.

Demak konchilik ishlarini tezkor bajarishda GPS dan foydalanish shu jumladan, rudaning sifat ko‘rsatkichlarini boshqarish masalalarini “kovjoy boyitish fabrikasi tizimida” amalga oshirish samarali bo‘ladi.





2.6-rasm. Zamonaviy marksheyderlik asboblari

SAVOLLAR:

1. O'zbekistonda ochiq usulda qaziladigan konlar haqida ma'lumot bering.
2. Konlarni ochiq usulda qazishda marksheyderlik ishlari nimadan iborat?
3. Tayanch tarmoqlarini klassifikatsiyasi
4. Karyerlarda tayanch tarmoqlarini barpo qilishni qanday usullari bor?
5. Balandlik bo'yicha tayanch tarmoqlarini qanday barpo qilinadi?
6. Syomka tarmoqlari punktlarini barpo qilishdan maqsad nima?
7. Syomka tarmoqlari punktlarini barpo qilishni qanday usullari bor?
8. Syomka asosi punktlarini analitik tarmoq usulida qanday barpo qilinadi?
9. Syomka asosi punktlarini geodezik kestirmalar usulida qanday barpo qilinadi?
10. Syomka asosi punktlarini qutbiy usulda qanday barpo qilish?

TESTLAR:

1. Ochiq kon ishlarida eng ko'p bajariladigan syomkalarga quyidagilar kiradi:

- A) Menzulaviy syomka.
- B) Teodolit syomkasi.
- D) Taxeometrik syomka va ruletk bilan ulchash.
- E) Ordinata uslubi.

2. Teskari geodezik kestirma usuli asosan karerlarda qaysi punktlarni yaratishda qo'llaniladi.

- A) Davlat geodezik tarmoqlari.
- B) Analitik tarmoqlar.
- D) Zichlashtirish tarmoqlari.
- E) Syomka tarmoqlari taxeometrik syomka asosi hisobida.

3. Foydali kazilmaning hajmini hisoblash uchun karerlarda asosan quyidagilar qo'llaniladi.

- A) Gorizontal qirkimlar va vertikal qirqimlar uslubi.
- B) Hajmli paletka uslubi.
- D) Chiziqli paletka uslubi.
- E) Nuqtali paletka uslubi.

4. Ochiq kon ishlarida syomka tarmoqlarini barpo qilish usullari

- A) Teodolit yollari va kestirma usullari
- B) Ordinatalar usuli va ekspluatatsion to'r usuli
- D) Qutbli usul va uchburchak zanjirlari (triangulyatsiya) usuli
- E) Hammasi to'g'ri

5. Tafsilot syomkasi yana qanday nomlanadi?

- A) Taheometrik syomka
- B) Teodolit syomkasi
- D) Nivelir syomkasi
- E) Menzulaviy syomka

3. Tog' jinsining siljishi. Kon ishlari ta'sirida yer yuzasining va tog' jinslarining siljishi haqida umumiy ma'lumot

Qazilma boylik konlarini qazish natijasida tog' massivida bo'shliq hosil bo'lishi munosabati bilan tog' massivida o'zgarish sodir bo'ladi, muvozanat buziladi, foydali qazilmadagi tog' jinslarida deformatsiya va siljishlar ro'y beradi⁶.

Yer yuzasi va tog' jinsining siljishi deb, yer osti kon ishlari ta'sirida ularda deformatsiya va siljish ro'y berishiga yoki gidrogeolgik sharoitlarning o'zgarishiga aytiladi.

Yer yuzasining siljishi va deformatsiyasi ko'mir havzalarida joylashgan turli inshootlar va obyektlarning deformatsiyasiga olib keladi va ularga noqulaylik tug'diradi.

Nam tog' jinslari, suv havzalari va suv oqimlari ostida kon ishlari olib borish oqibatida tog' jinslari deformatsiyasi tog' massivida suv o'tkazadigan yoriqlar hosil qilib, suvni kon lahimlariga kirishiga, ularni suv ostida qolib ketishiga olib kelishi mumkin. Yer osti kon ishlari ta'sirida yer yuzasini cho'kishi, yerni cho'kkan qismida yog'in suvlarining yig'ilishiga olib kelishi mumkin.

Shunday qilib, tog' jinslarini va yer yuzasini siljishini o'rganishdan asosiy maqsad, yer yuzasidagi inshootlarni, binolarni, kon lahimlarini yer osti kon ishlari olib borishning zararli ta'siridan muhofaza qilish usullarini ishlab chiqish hisoblanadi. Siljish jarayonini paydo bo'lish xarakteri bo'yicha quyidagi ko'rinishlarda bo'lishi mumkin: yirik darzliklar, varonka sifat, cho'kma ko'rinishda, mikro darzliklar ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Inshoot va tabiiy obyektlarga ta'sir ko'rsatuvchi havfli asosiy siljish va deformatsiya ko'rinishlariga quyidagilar kiradi: cho'kmalar (yer yuzasining vertikal siljishi), qiyaliklar (qo'shni nuqtalarning vertikal siljishi natijasida hosil bo'lgan farqlik), qiyshayganlik (qiya qo'shni uchastkalar farqini ular orasidagi masofaga nisbati), gorizontal siljishlar (yer yuzasining gorizontal tekislikda siljishi), gorizontal deformatsiyalar (qo'shni nuqtalar gorizontal

⁶Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitny.2009. 272st

siljishi farqlarini ular orasidagi masofaga nisbati). Inshootlarga boshqa turdagi deformatsiyalar ham havfli bo'lishi mumkin.

Alohida hollarda kon ishlari natijasida kon lahimlari suvlar drenaj bo'lib o'tishi natijasida yer yuzasini qurg'oqchilikka olib kelishi mumkin. Yer yuzasida qiyaliklarning hosil bo'lishi, baland inshootlar (tutun trubalari, karyerlar, teleminoralar) ning mustahkamligiga ta'sir ko'rsatadi va temir yo'l profillarini yo'l qo'yib bo'lmaydigan o'zgarishlarga olib keladi. Yer yuzasining gorizontal deformatsiyasi bino, inshootlar, sanoat komplekslari, trubaprovodlar, kon lahimlari va boshqa obyektlarni shikastlanishiga sabab bo'lishi mumkin. Vertikal shaxta stvollari va kon lahimlari uchun tog' jinslarini siqilishi va cho'zilishi havfli bo'lishi mumkin.

Ko'p davlatlarda hozirgi paytda qazish ishlari nisbatan chuqur, 1000 metr va undan katta chuqurliklarda olib borilyapti. Bunga misol uzoq muddat davomida Donesk, Karaganda, Gorlovka, Staxanov, Torez, Prokop'ev shaharlarida olib borilayotgan qazish ishlarini misol qilish mumkin.

Hozirgi vaqtda Donesk shahrining markazida joylashgan bino va inshootlar ostidagi qatlamlarni qazish katta muammo bo'lib turibdi. Ko'mirsiz yer maydonlarining yetishmovchiligi oqibatida qurilish loyihalarini ularning ustiga qilishga majbur bo'linadi, masalan Donbass. Ko'mir bor rayonlarda bino va sanoat inshootlarini qurilishi shahar loyihalari asosida olib borilib, u yer osti qazilma boylikni qazib olish natijasida inshootlarni vayron bo'lishidan himoya qilishni nazarda tutgan holda bajariladi.

Siljish jarayoni dizyunktiv buzilishlardan tashkil topgan, kon-geologik sharoitlari o'zgaruvchan bo'lgan qatlamlarda kon ishlarini ratsional rejalashtirish, juda muhim hisoblanadi. Masalan: Prokopyev'sk, Kiselyevsk, Kemerov, Kolduresk shaharlari misol bo'ladi. Bunday sharoitda qatlamlarni qazishni ratsional usulini tanlash nihoyatda mushkul hisoblanadi.

3.1. Tog' massivi deformatsiya holatlari haqida umumiy ma'lumot

Tog' massivida siljish va deformatsiyaning sababi gravitatsiya kuchlari

hisoblanadi. Og‘irlik kuchlari ta’sirida jinslarda kuchlanish hosil bo‘lib, u yo‘nalishlari bo‘yicha turlicha bo‘ladi. Tegilmagan kon massivida vertikal kuchlanishlar tog‘ jinsi ustuniga proporsional bo‘ladi:

$$\sigma_1 = \gamma \times H, \quad 3.1$$

bu yerda H – tog‘ jinsini yotish chuqurligi, γ - ustki qatlamdagi tog‘ jinslari hajmiy og‘irliklarini o‘rtacha qiymati, tegilmagan massivda gorizontal kuchlanishni bir qismiga teng bo‘lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_2 = \sigma_1 \times k, \quad 3.2$$

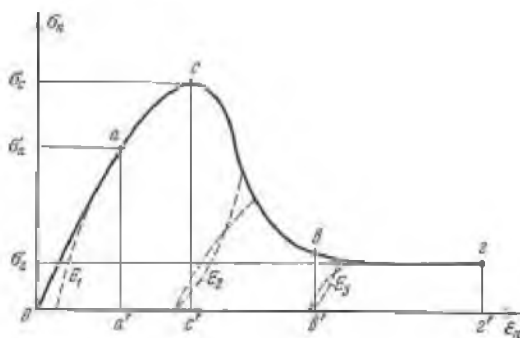
bu yerda k – yon tomonlama ta’sir koefsiienti $k = \frac{\mu}{1-\mu^2}$, μ - ko‘ndalang deformatsiya koefsiienti.

Tog‘ jinslari nisbatan chuqur joylashganda ular parchalanishga tayyor holatda turgan bo‘ladi. Bunday holatda: $k = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \rho/2)$;

Vertikalga nisbatan turli burchaklarda joylashgan maydonlarda turli qiymatdagi kuchlanishlar bo‘lishi mumkin. Bu kuchlanishlarning ekstremal qiymatlarini **asosiylar** deyiladi. Asosiy kuchlanishlar $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, lar bir-biriga perpendikulyar bo‘lgan maydonlarda va ulardan boshlangan gorizontal tekislikka bo‘lgan qiyalik burchaklari ko‘rilayotgan nuqtadagi tog‘ massivi holati kuchlanishini aniqlaydi.

Alohida rayonlarda tektonik kuchlarning ta’siri natijasida tog‘ massivi kuchlanishlari bir-biridan farq qilishi mumkin. Gorizontal kuchlanishlar vertikal bilan yoki undan yo‘qori bo‘lishi mumkin.

Ko‘rinishlari bo‘yicha quyidagi ko‘rinishlari bor: normal – ko‘rilayotgan maydonga perpendikulyar yo‘nalgan bo‘ladi, urinma – maydon yo‘nalishiga mos keladigan yo‘nalishda bo‘ladi. Tog‘ jinslarini deformatsiyasini va siljishini baholaganda normal va urinma kuchlanishlarni bir xil hisobga olish kerak. Normal kuchlanishlar tog‘ jinslarida buzilishning bo‘laklarini bir-biridan ajralishiga olib kelsa urinma esa bir-biridan ajralib siljishga olib keladi. Odatda tog‘ jinslarida yemirilish holati bo‘lganda ikkalasi ham bir vaqtda bo‘ladi (3.1- rasm).



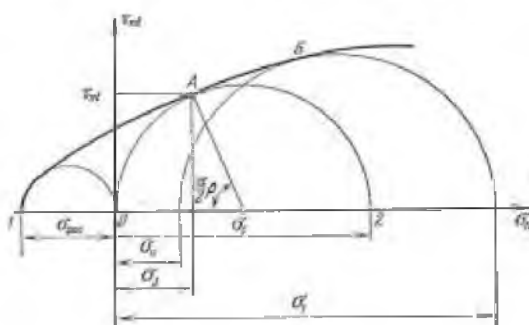
3.1-rasm. Tog‘ jinsi deformatsiyasini normal kuchlanish qiymatiga bog‘liqlik grafigi

Tog‘ jinslari deformatsiyalanganda quyidagi xarakterli deformatsiyalar oblasti bo‘lishi mumkin: chegarachaga deformatsiyalanish oblasti oc va chegaradan o‘tgan deformatsiya oblasti cz .

Chegaragacha deformatsiya oblastida egiluvchanlik deformatsiya zonasi oc va darzlik hosil qiluvchi zona ac bo‘ladi. Chegaradan tashqari deformatsiya oblastida qarshilikni intensiv kamayib borishi zonasi cb va yemirilishga doimiy qarshilik ko‘rsatuvchi deformatsiya bz zonalariga bo‘linadi (30-rasmga qarang).

Tog‘ jinslarining deformatsion holatlarini egiluvchanlik moduli E_1 va chegaradan tashqi holatdagi modullar E_2 va E_3 ko‘rinadi, bu yerda $E_1 > E_2 > E_3$.

Tog‘ jinslarining yemirilishini chegaraviy xarakteristikalari kuchlanishni doira shaklidagi grafik orqali tasvirlanadi. Bu **tog‘ jinslari mustahkamligi pasporti** deb ham yuritiladi (3.2-rasm).



3.2-rasm. Tog‘ jinsi mustahkamligi pasporti

Mustahkamlik pasporti tog‘ jinslarini normal va urinma kuchlanishlari ta‘sirida yemirilish hususiyatlarini xarakterlaydi. $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - nisbatan katta,

o'rtacha, nisbatan kichik normal kuchlanishlar bo'lib, σ_2 tasvir yuzasiga perpindikulyar yo'nalgan bo'ladi. $\sigma_{cho'z}$ - cho'zilish mustahkamlik chegarasiga teng kuchlanish. Koordinata boshiga urinma aylanalarning diametri qiymat jihatdan tog' jinsi mustahkamlik chegarasi qiymatiga teng.

Ko'pincha tog' jinrlarining chegaraviy kuchlanishi holati quyidagi tenglama ko'rinishga ega:

$$\tau_{nt} = \sigma_n \operatorname{tg} \rho + R_0 \quad 3.3$$

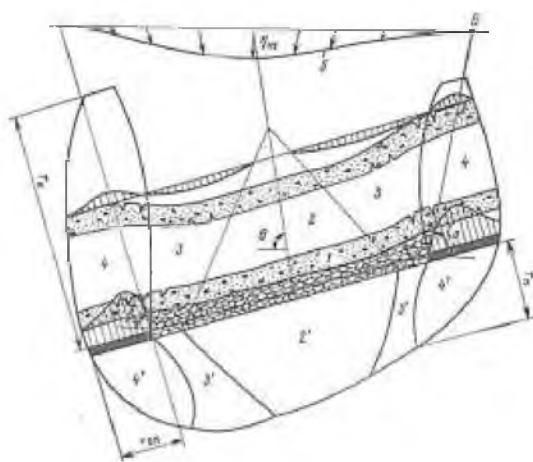
bu yerda τ_{nt} va σ_n - ko'rilayotgan yuzadagi normal va urinma kuchlanishlar. R_0 - tog' jinsi namunasi payvastaligi. Tog' jinsi massivi pasporti tog' jinsi namunasi pasportidan farq qilib, ko'pincha uning qiymati namuna payvastaligidan kichik bo'ladi. Tog' jinsining fizik-mexanik xususiyatlari maxsus asbob va usulda aniqlanadi.

3.2. Kon lahimlari atrofida tog' jinrlari deformatsiyasi va siljishi

Tog' jinrlarining siljishi qazish lahimlarida bo'lgani kabi tayyorlov lahimlarida bo'lishi mumkin. Yer osti kon ishlari ta'siri natijasida tog' jinrlarining tabiiy kuchlanish holatida o'zgarishlar ro'y beradi, muvozanat buziladi.

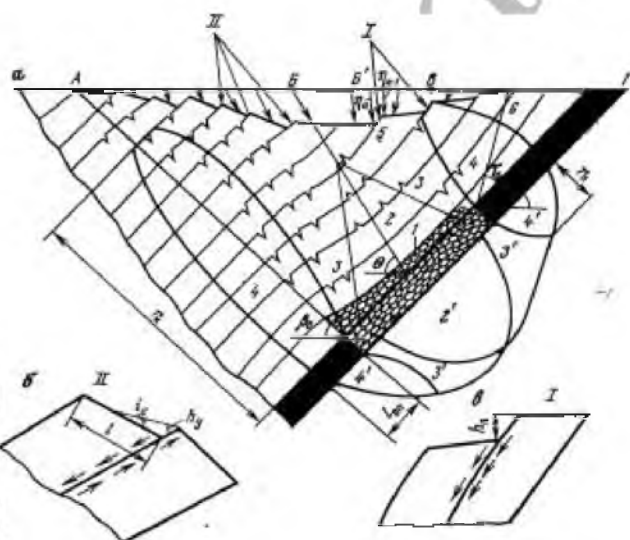
Alohida zonalarda kuchlanish, jinsni mustahkamlik chegarasidan oshib ketishi natijasida ularda yemirilish hosil qiladi va alohida bo'sh yuzalar va kontaktlar bo'yicha qazib olingan bo'shliq tomonga siljish hosil bo'ladi.

Tog' jinsi siljish zonalari qatlamlarda qazish lahimlari ta'sirida hosil bo'ladi. Siljish zonalarda quyidagilar bo'ladi: r_n va r_k - qatlam osti va ustki jinrlaridagi tayanch bosimi zonasining o'lchamlari; ℓ_{on} - qatlamdagi tayanch bosimi zonasining o'lchamlari; η_m - yer yuzasining maksimal cho'kishi; AB - siljish muldasichegarasi; θ - maksimal cho'kish burchagi; β_0 va γ_0 - lahimning yotish va tiklanish tomonlaridagi chegara burchaklari (3.3-rasm).



3.3-rasm. Yotiq qatlamlarni qazishda tog' jinslari siljish zonasi

1 – tog' jinslarining o'pirilish zonasi (qulash); 2 va 2' - ustki va ostki jinslardagi to'liq siljish zonalari; 3 va 3' - ustki va ostki jinslarda tayanch bosim zonasi; 5 – yer yuzasidagi siljish muldasi.



3.4-rasm. Qiya qatlamlarda zonalar

Yuqoridagiga o'xshash qiya qatlamlarda ham zonalar aniqlanadi (3.4-rasm). Tasvirda η_n - tog' jinsining cho'kishi; AB – teskari pog'onalar zonasi; BB – to'g'ri pog'onalar zonasi; BГ – kontaktlar bo'yicha tog' jinsining jilish zonasi. I – to'g'ri pog'onalar; II – teskari pog'onalar; ℓ - qatlam qalinligi; i_ℓ - pog'ona qismida yer yuzasining qiyaligi; h_y - teskari pog'ona balandligi; h_n - to'g'ri pog'ona balandligi.

Yer yuzasi kon ishlari ta'sirida qazib olingan bo'shliq tomon o'rnini o'zgartiradi. Kon ishlari ta'sirida siljish hosil bo'lgan maydonni **siljish muldasi** deyiladi.

Tog' jinslarining qulashi (o'pirilishi) massivni tabiiy tarkibini buzishi bilan xarakterlanadi. O'pirilish zonasi balandligi qazilayotgan qatlam qalinligiga, jinslarning fizik-mexanik hususiyatlariga bog'liq.

Odatda qazish lahimi ustida o'pirilish zonasi balandligi $h_{op} \approx 2 \div 5$ metr. Katta qalinlikdagi ($m > 10$) qatalmlarni qazishda o'pirilish zona balandligi $0,5 \div 1,0$ metrni tashkil etishi mumkin.

3.3. Siljish jarayonining terminlari va parametrlari.

Yer yuzasining deformatsiyasi ko'rinishlari va mulda shakllari

Yer osti kon ishlari ta'sirida yer yuzasida siljish muldalari hosil bo'lib, ularning shakllari va o'rni qazish ishlari kon-geologik sharoitlariga, fizik-mexanik xossalariga va tog' jinsi massivining tarkibiga bog'liq bo'ladi.

Siljish muldasining shakli va o'rniga, shuningdek siljish va deformatsiya qiymatiga ta'sir ko'rsatuvchi asosiy omillar quyidagilar hisoblanadi:

- qatlamning qazib olinadigan qalinligi va og'ish burchagi;
- kon ishlari chuqurligi;
- tog' jinslarining fizik-mexanik hususiyatlari va massivning tarkibi;
- tog' massivi qazib olinadigan lahimlar eni;
- qazish tizimi, kon bosimini boshqarish usuli, qazib olingan bo'shliq o'lchami, qazish ishlarini rivojlanish tezligi;
- ustki qatlamlarning qalinligi;
- dizyunktiv buzilishlarning mavjudligi.

Yer yuzasini ekspluatatsiya qilish sharoitlariga ta'sir ko'rsatuvchi muldadagi deformatsiya va siljishning asosiy ko'rinishlariga quyidagilar kiradi; yer yuzasining cho'kishi, gorizont siljishlar, qiyaliklar, egriliklar va pog'onalar.

Ko'rsatilgan siljish va deformatsiyalar muhofaza qilinayotgan bino va tabiiy inshootlar zonasida qazilma boylik zaxiralarini qazish mumkin yoki mumkinmasligini aniqlayd.

Muldadagi muldaning shakli va siljish, deformatsiya qiymatlari asosan qazib olish natijasida hosil bo'lgan bo'shliq o'lchamlariga bog'liq. O'lcham katta bo'lgan sari qiymatlar ham katta bo'ladi.

Ammo, lekin yer yuzasining siljishi va deformatsiyasini qazib olish natijasida hosil bo'lgan bo'shliqni kattalashishi natijasida o'sishi ma'lum vaqtgacha bo'ladi. Bu vaqtga kelib massivda hosil bo'lgan qatlamliliklar ma'lum miqdorda yopiladi. Bu yer yuzaning to'liq ishlatilishi deyiladi. U siljish muldasida qazish ishlarining davom etishi natijasida yer yuzasining maksimal cho'kishi to'xtagan bo'shliq ustida hosil bo'ladi.

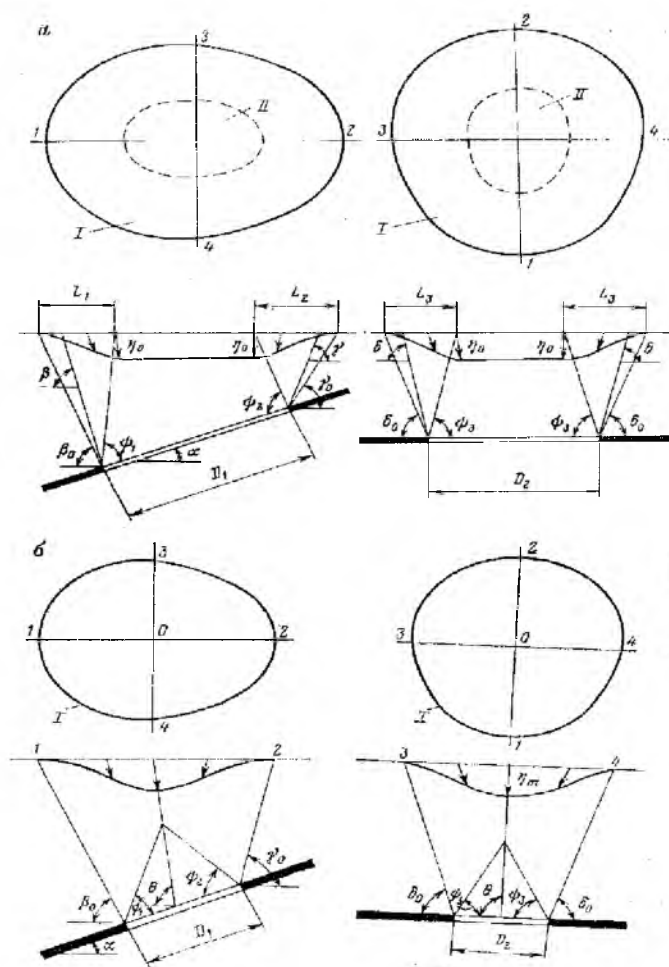
Yer yuzasining ishlatilish koeffsienti deb, qazib olingan bo'shliqning haqiqiy o'lchamini D , uning minimal o'lchamiga nisbatiga aytiladi. Ikki xil koeffitsient bor: qatlamning yotiqqligi bo'yicha va unga ko'ndalang:

$$\eta_2 = \frac{D_2}{D_0} = 0,5 \times \frac{D_2}{H} \operatorname{tg} \psi_3; \quad 3.4$$

$$\eta_1 = \frac{D_1}{D_0} = 0,5 \times \frac{D_1}{H} \operatorname{tg} \psi_3, \quad 3.5$$

bu yerda D_1 va D_2 - qazib olingan bo'shliqning qatlam yotiqqligi va unga ko'ndalang yo'nalish bo'yicha o'lchamlari; ψ_3 - kesmada qatlam yotiqqligi yo'nalishi bo'yicha to'liq siljish burchagi.

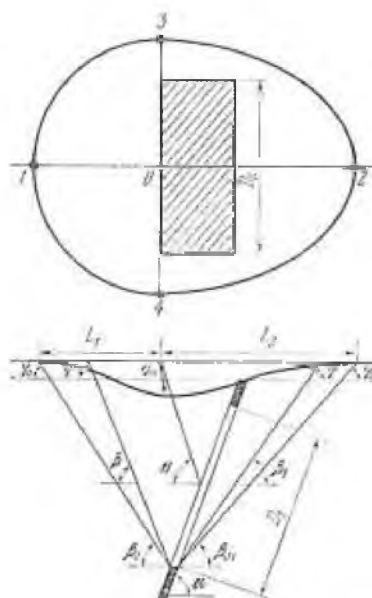
Siljish muldasining zaruriy kesmalari bo'lib quyidagilar hisoblanadi: asosiy kesmalar – qatlamning yotiqqligi va unga ko'ndalang yo'nalish bo'yicha vertikal kesmalar, ular yer yuzasining maksimal nuqtalari orqali o'tgan bo'ladi. Siljish muldasining qazib olingan bo'shliqqa nisbatan o'rnini chegaraviy burchaklari, maksimal cho'kish burchaklari va qatlamning og'ishi va tiklanishi tomonidan olingan to'liq siljish burchaklari ψ_1 , ψ_2 orqali aniqlanib, ular surilish muldasining qatlamni yotiqqligi va unga ko'ndalang yo'nalishi bo'yicha bajarilgan asosiy kesmalarida quriladi (3.5-rasm);



3.5-rasm. Siljish muldasining shakllari

bu yerda lahimni o'lchamlari D_1 va D_2 bo'lib ular qatlam yotiqqligi va ko'ndalang yo'nalishi bo'yicha olinadi, L_1 , L_2 , L_3 esa yarim mulda uzunligiga teng bo'lib, qatlamning og'ishi, tiklanish va va yotqlik tomonlariga nisbatan olinadi. Xuddi shunga o'xshash qiyaligi katta qatlamlarda siljish muldasi aniqlanadi (3.6-rasm).

Yer yuzasiga ta'sir etuvchi zona chegarasi bilan lahim chegaralarini birlashtiruvchi, siljish muldasining asosiy kesmalaridan o'tuvchi va vertikal kesimlarda qazib olingan bo'shliqqa nisbatan gorizontaal chiziq bo'yicha olingan tashqi burchaklarga chegaraviy burchaklar deyiladi.



3.6-rasm. Qiya qatlamlarda siljish muldasini aniqlash

Injinerlik hisoblari uchun siljish muldasi chegarasi deb yer yuzasining qiyaligi va choʻzilishi qiymati $0,5 \times 10^{-3}$ dan oshmaydigan nuqtalar qabul qilinadi. Amaliyotda oz qiymatlar kuzatuvda deformatsiyani topish aniqligiga mos keladi. **Yer yuzasining qiyaligi** deb muldaning ikkita qoʻshni nuqtalari choʻkish qiymatlari farqini ular orasidagi masofaga nisbatiga aytiladi. Qiyaliklar odatda 1×10^{-3} yoki mm/m larda koʻrsatiladi.

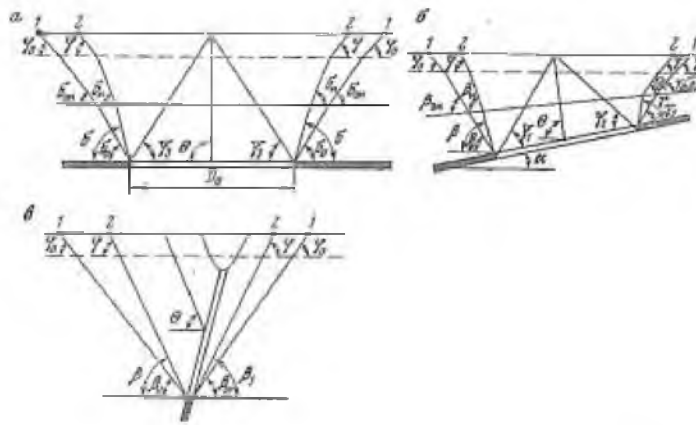
Yer yuzasining gorizontal deformatsiyasi deb gorizontal tekislikdagi intervallar uzunliklari farqini boshlangʻich uzunligi nisbatiga aytiladi.

Choʻzilish va siqilish gorizontal deformatsiyalarda odatda 1×10^{-3} yoki mm/m larda koʻrsatiladi.

Chegaraviy burchaklar quyidagicha boʻlishi mumkin⁷: ustki qatlamlarda (uchlamchi va toʻrtlamchi qatlamlarda) - φ_0 , mezozoy qatlamlarda (paleozoy yoshidagi konlarda) - δ_{om} , γ_{om} , β_{om} va asosni tashkil qiluvchi jinslarda - δ_0 , γ_0 , β_0 , β_{0i} (3.7-rasm).

Qazib olingan boʻshliqni ogʻish tomonidan siljish muldasi chegaralari β_0 chegara burchagi bilan (asos jinslarida), β_{om} (mezozoy qatlamlarida) va φ_0 (yoʻqori qatlamlarda) aniqlanadi.

⁷Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitnv.2009. 275st



3.7-rasm.Chegaraviy burchaklar

Qazib olingan bo'shliqni tiklanish tomonidan siljish muldasi chegaralari quyidagi chegara burchaklari bilan aniqlanadi: γ_0 (asos jinslarda), γ_{om} (mezozoy qatlamlarda), φ_0 (yuqori qatlamlarda).

Qatlam ostki yon tomon jinslarini siljishi tog' jinslarini og'ish burchaklari katta bo'lganda $\alpha_n = 56^\circ \div 70^\circ$ hosil bo'ladi. α_n qiymatlari tog' jinslarining tarkibi va qattiqligiga bog'liq.

Qatlamning yotiqligi bo'yicha siljishi mulda chegaralari quyidagi chegara burchaklari bilan xarakterlanadi: δ_0 (asos jinslarida), δ_{om} (mezozoy qatlamlarida), φ_0 (ustki qatlamlarda).

Yer yuzasida siljish muldasining asosidagi maksimal cho'kish nuqtalari θ va ψ_3 (yotqlik bo'yicha kesimda) yoki θ , ψ_1 , ψ_2 (yotqlikka ko'ndalang kesimda) aniqlanadi.

Maksimal cho'kish burchagi θ deb, yotqlikka ko'ndalang kesimda gorizontaal chiziq bilan qazish bilan lahim o'rtasini maksimal cho'kish nuqtasi bilan birlashtiruvchi chiziq o'rtasida hosil bo'lgan o'tkir burchakka aytiladi.

To'liq siljish burchaklari – qazib olingan bo'shliqqa nisbatan ichki burchaklar bo'lib, siljish muldasining vertikal kesimlarida qatlam tekisligi bilan lahim chegaralarini siljish muldasi asosi chegaralarini birlashtiruvchi chiziqlar orasida hosil bo'lgan burchaklar hisoblanadi. Ko'rsatilgan nuqtalarda cho'kish qiymatlari 10-20% ga maksimal qiymatidan farq qilmasligi lozim.

Siljish muldasi oralig'ida havfli ta'sir zonalari aniqlanadi, u yerda deformatsiyalar kritik qiymatdan katta bo'lib, inshootlarga havf tug'diradi. Kritik deformatsiya sifatida yer yuzasi qiyaligi $c = 4 \times 10^{-3}$; yer yuzasi egriligi $k = 0,2 \times 10^{-3} \text{ 1/m}$; yer yuzasi cho'zilganligi $\varepsilon = 2 \times 10^{-3}$ deb qabul qilingan.

Yer yuzasining egriligi deganda ikki qo'shni interval qiyaliklar farqini ushbu interval uzunlikari yig'indisi yarmisi nisbatiga tushuniladi.

Qazish lahimni og'ish tomoniga nisbatan yer yuzasiga havfli ta'sir zonasi quyidagi burchaklar bilan aniqlanadi: β (asos jinslarda), β_M (mezozoy qatlamlarda), φ (ustki qatlamlardagi siljish burchaklari). Qazish lahimining tiklanish tomonidan esa γ (asos jinslarida), γ_M (mezozoy qatlamlarda) va φ (ustki qatlamlardagi) siljish burchaklari.

Siljish burchaklari deb qazib olingan bo'shliqqa nisbatan olingan tashqi burchaklarga tushuniladi, ular siljish muldasi orqali o'tkazilgan vertikal kesimlardagi gorizontaal chiziq bilan asos jinslari, mezozoy qatlami va ustki qatlamlar orqali o'tkazilgan chiziqlar orasida hosil bo'lgan burchak hisoblanadi. Ruda konlarini qazishda siljish muldasida o'pirilish varonka va darzlik zonalari bo'ladi.

Qatlam yotiqqligi va unga ko'ndalang bo'lgan yo'nalishlar bo'yicha mulda kesimlaridagi gorizontaal chiziq bilan yer yuzasidagi oxirgi darzlikni qazib olingan bo'shliq chegarasi bilan birlashtiruvchi chiziq o'rtasida hosil bo'lgan burchaklar **uzilish burchaklari** deyiladi. Uzilish burchaklari suvli obyektlarni havfli ta'sir zonalarini aniqlash uchun ishlatiladi.

Yer yuzasining siljishi umumiy holatda siljish muldasining har qanday nuqtasida va turli vaqt oralig'ida turlicha bo'lishi mumkin. Yer yuzasining siljish qiymatlari siljish qiymatlari xarakterlari vektorlari yoki ularni tashkil qiluvchilar bilan xarakterlanadi. Siljish vektori deganda son jihatidan nuqtaning boshlang'ich o'rni bilan ko'rilayotgan vaqtdagi o'rni oralig'idagi masofaga teng bo'lgan kesma tushuniladi va uning yo'nalishi shu kesmaga mos bo'ladi.

Siljish qiymatlarini baholash uchun ko'pincha qatlam yotiqqligi va unga ko'ndalang yo'nalishlar bo'yicha vertikal va gorizontaal siljish vektorlarini tashkil qiluvchilardan foydalaniladi.

Agar yer yuzasidagi ko‘rilayotgan nuqtalarning balandligining kamayishi ro‘y bersa vertikal siljish vektorining tashkil etuvchilarini cho‘kish deyiladi, agar nuqta balandligi ko‘paysa ko‘tarilishlar deyiladi.

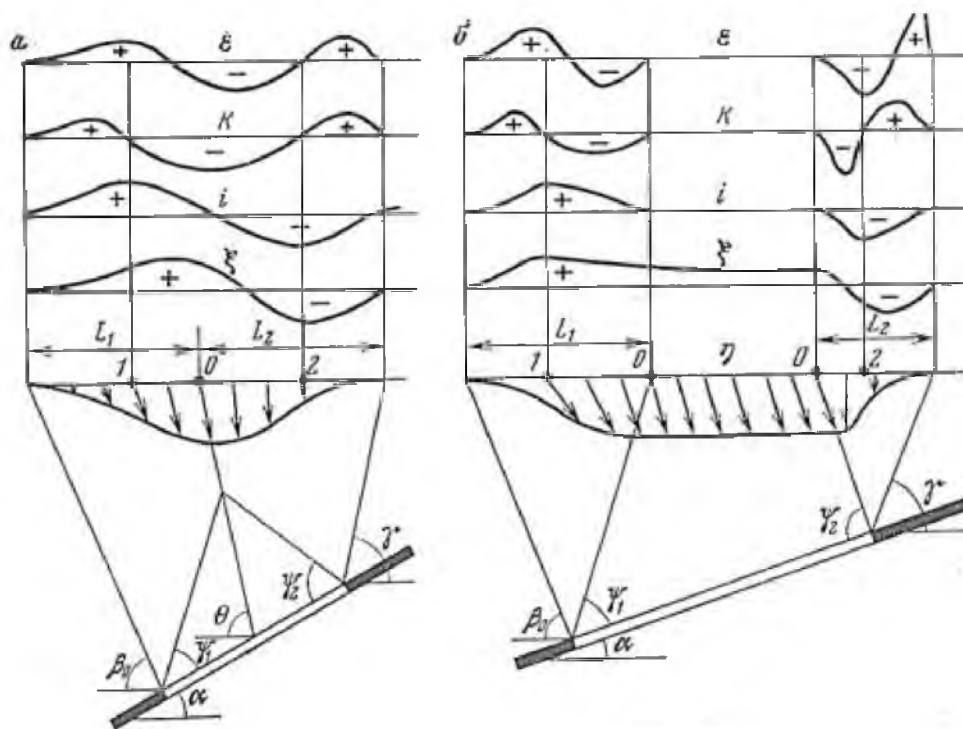
Siljish jarayoniining nisbatan muhim ko‘rsatkichlaridan bo‘lib yer yuzasining maksimal cho‘kish qiymati hisoblanadi. Maksimal cho‘kish ikki xil bo‘lishi mumkin: yer ostida to‘liq qazish ishlari borish natijasida hosil bo‘lgan - η_0 va qisman qazib olish natijasida hosil bo‘lgan - η_m .

Yer yuzasi siljish vektorlarini gorizonta tashkil qiluvchilarini gorizonta siljishlar deyiladi.

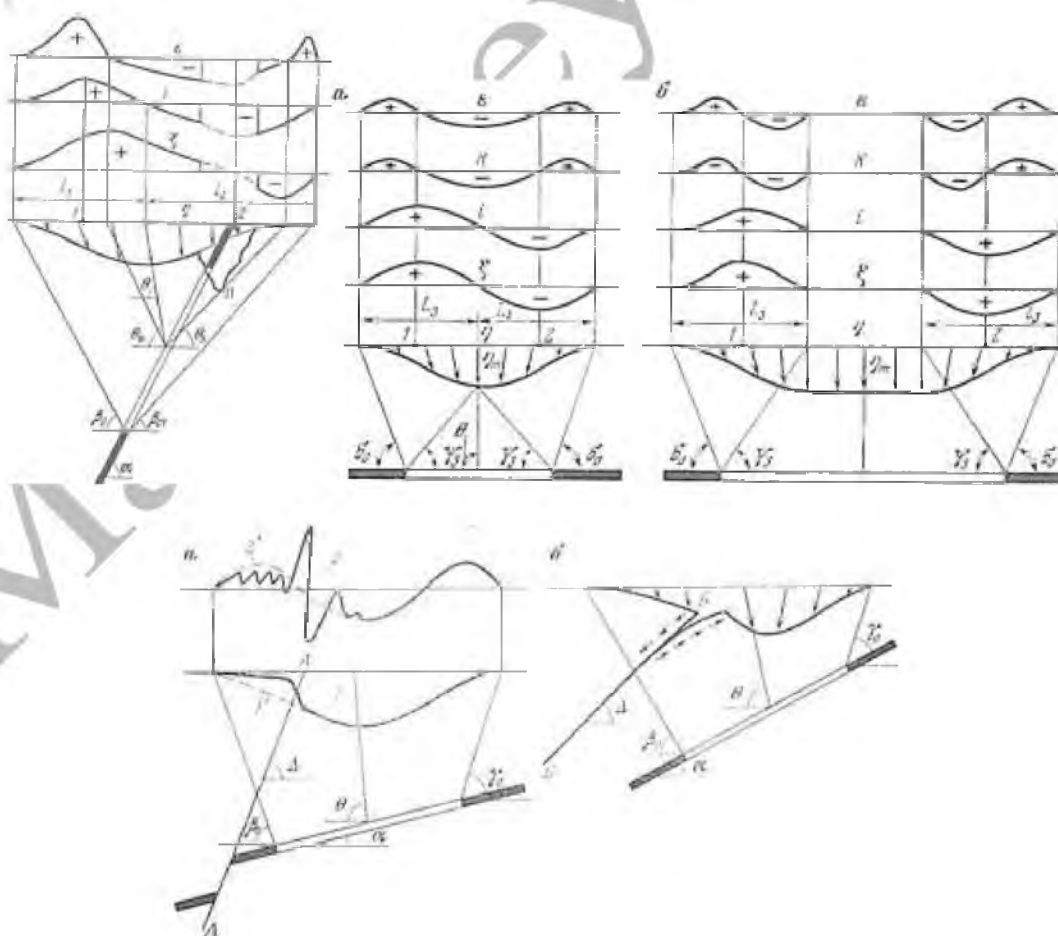
Yer yuzasi siljish va deformatsiyasini asosiy ko‘rsatkichlari bo‘lib quyidagi qiymatlar hisoblanadi: maksimal cho‘kishlar - η_0, η_m ; qatlamni yotqlik va unga ko‘ndalang yo‘nalishlari bo‘yicha maksimal gorizonta siljishlar - $\xi_{ob}, \xi_{me}, \xi_{on}, \xi_{mn}$; qatlamni yotqlik va ko‘ndalang yo‘nalishlari bo‘yicha maksimal gorizonta deformatsiyalar - $\varepsilon_{ob}, \varepsilon_{me}, \varepsilon_{on}, \varepsilon_{mn}$; qatlamni yotqlik va ko‘ndalang yo‘nalishlar bo‘yicha maksimal qiyaliklar - $i_{ob}, i_{me}, i_{on}, i_{mn}$; qatlamni yotqlik va ko‘ndalang yo‘nalishlari bo‘yicha maksimal egriliklar - $k_{ob}, k_{me}, k_{on}, k_{mn}$. Bu qiymatlarning hammasi qatlamni to‘liq va qisman qazishda olinadi.

Qatlamni yotqlig‘i va unga ko‘ndalang kesimlarida yer yuzasining siljishi va deformatsiyasi odatda grafik tarzda ko‘rsatiladi. Kesimlarni qurish uchun ko‘pincha 1:2000dan 1:5000 gacha masshtablardan foydalaniladi. Ushbu kesimlarda siljish grafiklari odatda 1:50 dan 1:100 masshtabgacha ko‘rsatiladi.

Yer yuzasi cho‘kishi “+” qiymatlar bo‘lsa, boshlang‘ich absissa o‘qiga nisbatan ko‘tarilishi “-“ qiymat hisoblanadi(3.8-3.9 rasmlar).



3.8-rasm.Yer yuzasi cho'kishi



3.9-rasm.Qiya qatlamladayar yuzasi cho'kishi

3.4. Siljish jarayoni parametrlari va xarakteriga ta'sir etuvchi asosiy omillar

Ko'mir konlarini qazishda siljish jarayoni parametrlariga ta'sir qiluvchi quyidagi omillar hisobga olinadi: qatlamni qazib olinadigan qalinligi, kon qazish ishlari chuqurligi va tog' jinslarini og'ish burchagi, tog' massivining tarkibi va jinslarning fizik-mexanik hususiyatlari, massivni kon lahimlari bilan buzilish darajasi, qatlamda lahimlarning o'zaro joylashishi, qazib olingan bo'shliq va ko'mir ustuni o'lchamlari (ustki qatlam ostida qoldirilgan), ustki qatlam qalinligi.

Qatlamni qazib olinadigan qalinligi m va qazish chuqurligi H siljish jarayoni xarakteri va qiymatiga ko'proq ta'sir ko'rsatadi. Qazib olinadigan qatlam qalinligidan yer yuzasida va massivda hosil bo'ladigan turli zonalarning parametrlari nisbatan bog'liq bo'ladi.

Qazib olingan massivdagi siljish va deformatsiyaning hamma ko'rinishlari u yoki bu darajada qazilma boylikni qazib olish qalinligiga proporsional bo'lib, u o'pirilish zona balandligini baholaydi, yer yuzasida varonka va o'pirilishlarning paydo bo'lishida, suv o'tkazadigan darzliklarni balandligini aniqlashda, maksimal cho'kish qiymatini aniqlashda, yer yuzasi deformatsiyasi va gorizont siljishini aniqlashda asosiy omil bo'lib hisoblanadi.

Kon ishlari chuqurligi siljish jarayonining xarakterini o'zgarishiga olib keladi.

Chuqurligi katta bo'lmagan qazish ishlari natijasida yer yuzasining katta qismi tartibsiz o'pirilishlar zonasiga tushib, u siljish jarayonining katta tezligi bilan xarakterlanadi va darzliklar, terrasalar, nisbatan katta deformatsiyalar hosil qiladi. Kon ishlari chuqurligi oshishi yer yuzasi maksimal deformatsiyasini va tezligini kamaytiradi, kon lahimlari ta'sir zonasi ko'payadi, jinslarni jipsligini buzilishini va darzliklarni kamaytiradi.

Siljish jarayonining burchak parametrlarini qazish chuqurligi va qatlamni qazib olish qalinligiga bog'liqligi aniqlanmagan. Ma'lum miqdorda chegaraviy burchaklar va siljish burchaklari qazilma boylik qazib olish qalinligi m va kon ishlari chuqurligiga bog'liq, ammo bu o'zgarishlar

m va H qiymatlarini keng diapazonda juda kichik, chegaraviy burchaklar mustasno.

Qatlam yotig'ligi bo'yicha o'tgan kesmalarda cho'kish η orqali aniqlanadigan δ_0 - chegaraviy burchaklar qazish ishlari katta chuqurlikda olib borilganda 300 metrgacha chuqurlikda olib borilganida nisbatan $15^\circ - 20^\circ$ ga kichik bo'ladi.

Tog' jinslarining fizik – mexanik xususiyatlari va tarkibi siljish jarayoni parametrlari va xarakteriga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Jinslarning qatlamligi kichik yoki bo'shang bo'lganda siljish jarayonisilliq o'tish xarakteriga ega; Bunday holatlarda og'ish burchagini $60^\circ - 65^\circ$ ga ko'payishi chegaraviy burchaklar β_0 , siljish burchagi β va maksimal cho'kish burchagi θ ning proporsional kamayishiga olib keladi; yer yuzasining maksimal cho'kishi $\cos \alpha$ ga proporsional kamayadi, bu yerda α - jinslarning yotish burchagi.

Jinslarning qalinligi oshgani sari o'z navbatida qatlam yotiqiligi bo'yicha siljish burchagi δ ham oshadi.

Tog' massivini qazishda qazish lahimlari soni yer yuzasi siljish jarayonixarakteriga va uning qiymatlariga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi.

Qazish tizimi va kon bosimini boshqarish usuli qazib olingan bo'shliq o'lchami, qazish ishlarining rivojlanish tezliklari ham shuningdek yer yuzasi deformatsiyasi va siljish qiymatlariga ta'sir ko'rsatadi. Ularni albatta hisobga olish kerak.

Yer yuzasi deformatsiyasini kamaytirishga olib keluvchi nisbatan maqsadga muvofiq kon ishlari tizimi bo'lib qazilma boylikni to'liq ustunsiz qazish tizimi hisoblanib u siljish jarayonini to'liq rivojlanishiga to'sqinlik qilib yer yuzasi deformatsiyasini bir necha bor kamaytiradi. Lekin bu tizimning o'ziga yarasha kamchiligi bor ya'ni bu tizimda ustunlarda katta miqdorda qazilma boylik qolib ketadi. Ya'ni qazilma boylikni yer qarida yo'qotishini ko'paytiradi (50-60% gacha).

Qazish ham siljish qiymati va yer yuzasi deformatsiyasiga ta'sir ko'rsatadi.

Birinchi navbatda uning tezligiga siljish jarayoni o'tishi tezligining oshishi yer yuzasidagi havfli deformatsiya davrini qisqarishiga va ostida

qazish ishlari olib borilayotgan obyektlarni ta'mirlash vaqtini qisqarishiga olib keladi. Yer yuzasini havfli deformatsiyalar davri deganda ma'lum vaqt oralig'ida yer osti qazish ishlari inshoot va tabiiy obyektlarga zararli ta'sir ko'rsatish vaqti tushuniladi. Kon ishlari rivojlanish tezligiga asosiy talab, qo'riqlanayotgan obyektlarni o'z vaqtida ta'mirlashni ta'minlash hisoblanadi.

Ustki qatlam qalinligi – yer yuzasi deformatsiyasi va siljishini gorizontal tashkil qiluvchilari qiymatiga va uni taqsimlanish xarakteriga asosiy ta'sirini ko'rsatadi. Har xil kon – geologik sharoitlarda ustki qatlam turlicha bo'ladi.

Geologik buzilish – ham siljish jarayoni parametrlariga va xarakteriga ta'sir ko'rsatib siljish muldasini shaklini va qazib olingan bo'shliqqa nisbatan o'rnini alohida hollarda o'zgarishiga olib keladi.

3.5. Siljish jarayonini o'rganish usullari. Joyda kuzatish usuli

Tog' jinslari va yer yuzasini siljish jarayonini o'rganishni asosiy usullari quyidagilar:

- 1) joyda tog' massivi siljishini kuzatish;
- 2) joyda yer yuzasi siljishini kuzatish;
- 3) fizik modellarda yer yuzasi va tog' massivini siljishini laboratoriya sharoitida ilmiy jihatdan o'rganish;
- 4) matematik modellarda yer yuzasi va tog' massivini siljish jarayonini analitik o'rganish.

Ko'p yillik kuzatishlar va ularni tahlili natijasida ko'mir va ruda konlaridagi tabiiy obyektlarni va inshootlarini muhofaza qilishni qator me'yoriy hujjatlari tuzilgan.

Kuzatishni tashkil qilish va yer yuzasi va tog' jinslari siljish haqidagi ilmini rivojlantirishga professor S.G.Avershin va professor D.A.Kazakovskiy kata hissa qo'shganlar. Hozirgi davrda ko'mir konlarini yer osti uslubida qazishni tabiiy obyektlarga va inshootlarga zararli ta'siridan muhofaza qilishni „Rossiya marksheyderlik ilmiy-tadqiqot instituti“ tomonidan tuzilgan qonunlari me'yoridan foydalaniladi.

Yer osti qazish ishlari ta'sirida bo'ladigan yer yuzasi deformatsiyasi va siljishini bashorat qilishini zamonaviy usullaridan bo'lib, bu joyda kuzatish

natijalaridan olingan ma'lumotlar hisoblanadi. Yer yuzasi va tog' jinslarini siljishini maxsus kuzatish stansiyalarida olib boriladi.

Kuzatish stansiyalari deb – yer yuzasi va tog' jinslari qatlami orqali o'tkazilgan profil chiziqlaridagi kuzatuv punktlari (reperlari) tizimiga aytiladi. Yer yuzasida kuzatish o'tkazishda quyilgan vazifalarga qarab tipovoy va maxsus kuzatuv stansiyalariga bo'linadi.

Tipovoy kuzatuv stansiyalari alohida qatlamlarni qazishda siljish jarayonining asosiy parametrlarini va siljish va deformatsiyani ta'sir zonasida taqsimlanishini aniqlash uchun tavsiya etiladi.

Maxsus kuzatish stansiyalari duzyunktiv buzilishlari bo'lgan qatlamni qazishda bo'ladigan siljish va deformatsiya xarakterini o'rganishda, kon ishlarining tog' jinslarini filtratsiya hususiyatlariga ta'sirini aniqlashda, qazib olinadigan bo'shliqda qoldiriladigan effektiv qatlam qalinligini aniqlashda, tog' jinslari qatlamini deformatsiya va siljishini, ularni qazib olish lahimlariga bog'liqligini aniqlashda ishlatiladi.

Stansiyalar xizmat qilish davriga qarab quyidagicha bo'lishi mumkin:

1)uzoq muddatli kuzatish stansiyalari – qatlamni bir yoki bir necha gorizontda qazish yoki ruda tanasini qazish sharoitlarida siljish jarayoni parametrlarini aniqlash uchun ishlatiladi. Uzoq muddatli kuzatish stansiyalarni xizmat qilish davri uch yildan ortiq bo'ladi;

2)oddiy kuzatish stansiyalari – odatda bir yoki bir necha qatlamni bitta gorizontda olib boriladigan kon ishlari ta'siri natijasida bo'ladigan siljish jarayonining asosiy parametrlarini aniqlash uchun ishlatiladi. Oddiy kuzatish

stansiyalarining xizmat qilish davri uch yilgacha bo'ladi.

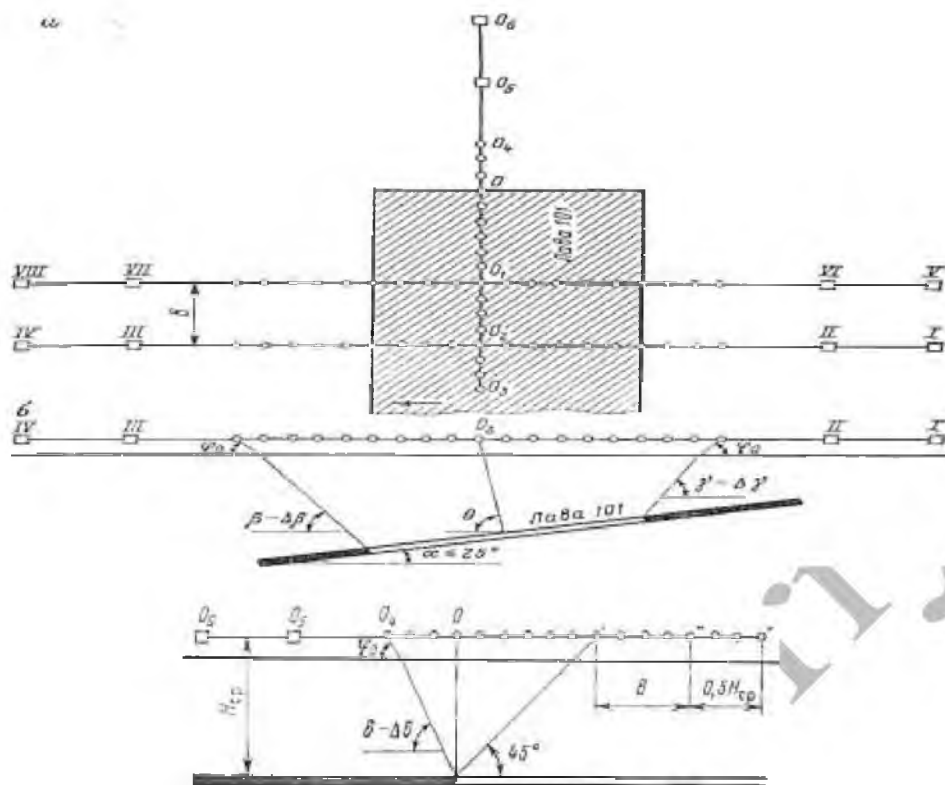
Yer yuzasi va tog' jinslarini siljishini kuzatish uchun avvaldan tuzilgan loyiha asosida kuzatish stansiyalari o'rnatiladi.

Kuzatish stansiyasi loyihasi grafik qismidan va tushuntirish xatidan tashkil topgan bo'lishi kerak. Grafik qismida 1:500 dan 1:5000 gacha masshtabdagi yuza relyefi bilan kuzatish stansiyasini qo'shma planidan tashkil topgan bo'lib, unda loyihalananayotgan va mavjud kon lahimlari va ostida qazish ishlari olib boriladigan obyektlar, duzyunktiv buzilishlar o'z aksini topgan bo'lishi kerak. Profil chiziqlar bo'yicha qirqimlarda avval o'tilgan va qazishga mo'ljallangan kon lahimlari qatlamlarini qazish

qalinligi, massivda monolit va bosh jinslarni mavjudligi va geologik buzilishlar tasvirlangan bo'lishi kerak. Grafik qismida shuningdek tavsiya qilinayotgan ishchi, tayanch va boshlang'ich reperlarning konstruksiyalari chizmalari ham bo'ladi.

Kuzatish stansiyasi loyihasini tushuntirish xatida uchastkaning qisqacha kon-texnik va geologik xarakteristikasi, reperlarning konstruksiyalarini asoslash va ular orasidagi masofalar, profil chiziqlar uzunligi va ularni joyda tutgan o'rinlari haqida ma'lumotlar bo'lishi kerak. Shuningdek reperlarni gorizontal va vertikal tekislikdagi o'rnini talab qilingan aniqlikda topish, yer yuzasini deformatsiyasini topish aniqligi va kuzatish davri vaqtlarini aniqlashga qarab kuzatish usulini tanlash haqida ma'lumotlar ham keltirilishi kerak.

Tipovoy kuzatish stansiyalarini konstruksiyalari qo'yilgan vazifa va kon-geologik sharoitdan kelib chiqqan holda tanlanadi. Odatda tipovoy kuzatish stansiyalari qatlam yotiqligiga ko'ndalang bo'lgan bir yoki ikkita reper joylashgan profil chiziqlaridan va qatlam yotiqligi bo'yicha joylashgan bitta profil chiziqdan iborat bo'ladi. Oddiy va uzoq muddatli kuzatish stansiyalari profil chiziqlarining uzunligini quyidagicha aniqlanadi: loyihalananayotgan lahim chegaralariga nisbatan qatlamning og'ish burchagi 25° gacha bo'lsa, qatlam yotiqligiga ko'ndalang qirqimlarda lahimning pastki chegarasidan yerning ustki qatlam chegarasigacha $\beta - \Delta\beta$ burchak ostida va lahimning tepa chegarasidan $\gamma - \Delta\gamma$ burchak ostida chiziqlar o'tkaziladi, ustki qatlamda esa φ_0 burchak ostida chiziq o'tkazib yer yuzasigacha chiqariladi (3.10 - rasm).



3.10 –rasm.Oddiy va uzoq muddatli kuzatish stansiyalari

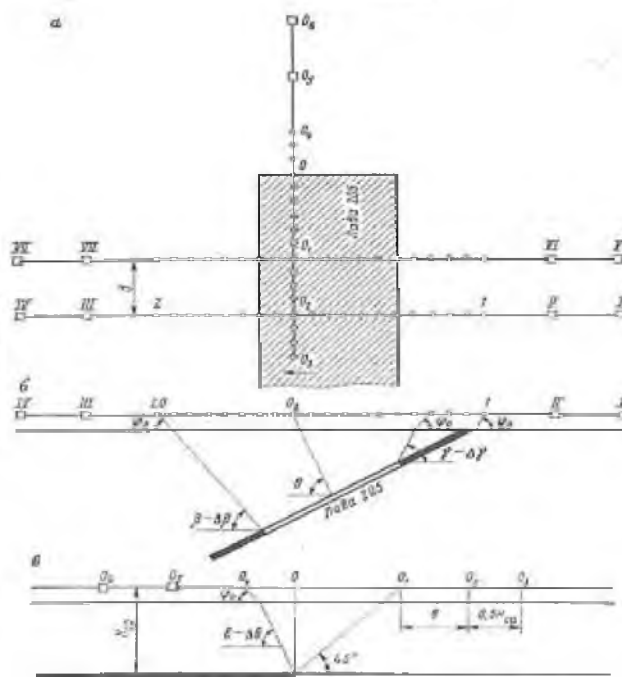
Qatlam yotiqqligi bo'yicha qirqimda profil chizig'i uzunligi quyidagicha aniqlanadi: vaqtincha yoki umuman to'xtagan kovjoyning chegarasidan 45° burchak ostida asos jinslari orqali va $\delta - \Delta\delta$ burchak ostida qoldiq qatlam yoki ustun chegarasidan ustki qatlam chegarasigacha chiziq o'tkaziladi va ustki qatlam chegarasidan yer yuzasigacha φ_0 burchak ostida chiziq o'tkaziladi va O_1 nuqta topiladi. Qazib olishga mo'ljallangan qatlam ustidagi profil chiziq chegarasini O_1 nuqtadan $\epsilon + 0,5H_{or}$ masofada topiladi, bu yerda ϵ - qatlam yotiqqligi bo'yicha qirqimda profil chiziqlari orasidagi masofa H_{or} - kon ishlari o'rtacha chuqurligi.

Profil chiziqlarining uzunligini aniqlashda qatlam yotiqqligi va unga ko'ndalang qirqimlarda kon lahimlarining pastki va tepa chegaralaridagi siljish burchaklari β , γ va δ lardan foydalaniladi. $\Delta\beta = 20^\circ - 0,15\alpha$, $\Delta\delta = \Delta\gamma = 20^\circ$ bo'ladi, bu yerda α - qatlamni yotish burchagi.

Yer yuzasida topilgan nuqtalar profil chizig'ini ishchi qismi chegaralarini xarakterlaydi. Ushbu chegaradan 30-50 metr masofada bitta yoki ikkitadan tayanch reperlari o'rnatiladi, ular orasidagi masofani ham 30-

50 metr masofada olinadi. Qatlam yotiqligi va unga ko'ndalang yo'nalishlar bo'yicha profil chiziqlarini siljish muldasining asosiy kesimlari bo'yicha o'tkaziladi. Qatlam yotiqligi va ko'ndalangi bo'yicha qirqimlarda muldaning asosiy kesimlari o'rnini aniqlash uchun O_1 va O_2 nuqtalarini topiladi. e - masofani 30 – 50 metrga teng deb olinadi. Qatlam yotiqligiga ko'ndalang profil chiziqlari joyda topilgan O_1 va O_2 nuqtalari orqali o'tishi kerak. Qatlam yotiqligi bo'yicha profil chiziq o'rnini qatlam yotiqligiga ko'ndalang qirqimda aniqlanadi. Ushbu chiziq yer yuzasining maksimal cho'kish nuqtasi orqali yoki siljish muldasi yassi asosi orqali o'tishi kerak. Profil chiziqlaridagi tayanch reperlari kon lahimlari ta'sir zonasidan tashqarida, ustunlardan qismida o'rnatilishi kerak (rasmga qarang, O_5, O_6 nuqtalar). Bu qatlam yotiqligi bo'yicha profil chiziqlarida.

Qatlam og'ish burchagi 25° dan 45° gacha bo'lganda qatlam yotiqligiga ko'ndalang qirqimlardagi profil chiziqlari uzunligini jinslarni siljishi mumkin bo'lgan zonalarini hisobga olgan holda aniqlanadi (3.11 -rasm).



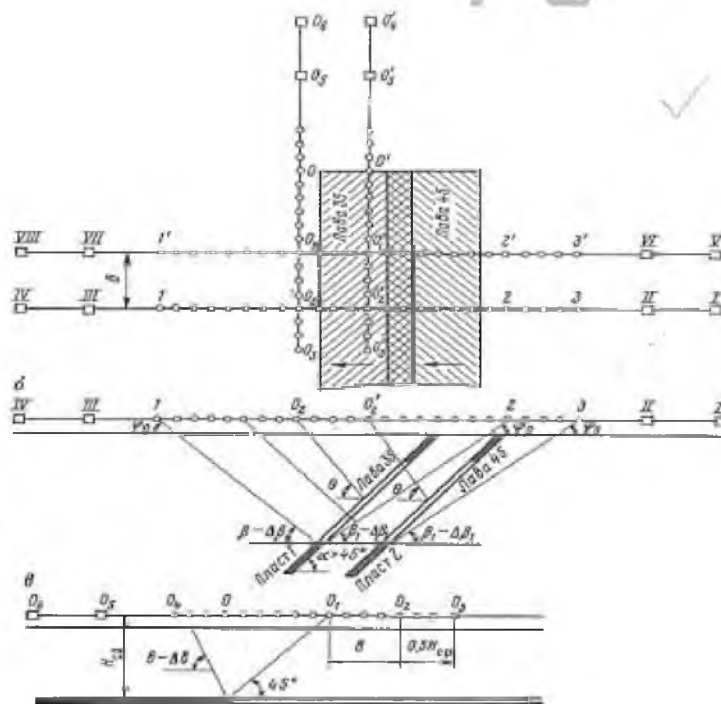
3.11 –rasm. Profil chiziq o'rnini aniqlash

Qatlam yotiqligiga ko'ndalang qirqimdagi profil chizig'ining ishchi qismi chegarasini aniqlash uchun qatlam asosi bilan yerning ustki qatlam chegarasi uchrashgan nuqtasidan yer yuzasi bilan uchrashgan φ_0 burchak

ostida chiziq o'tkaziladi (chizmaga qarang). Yer yuzasida topilgan 1 nuqta profil chizig'ini ishchi qismi chegarasini bildiradi.

Qatlam yotiqqligi bo'yicha profil chizig'ini ishchi qismining chegarasi yotish burchagi 25° gacha bo'lgani kabi aniqlanadi. Profil chiziqlarida tayanch reperlari kon lahimlari ta'sir zonasidan eng kamida 30-50 metr masofada bo'lishi kerak. Tayanch reperlari rim raqamlari bilan ko'rsatiladi.

Qatlamning yotish burchagi $\alpha > 45^\circ$ bo'lganda qatlamni tiklanish tomonidan profil chizig'ini chegarasi ostki yon jinslarida joylashadi. Ostki yon jinslarida profil chizig'ining ishchi qismi chegaralarini aniqlash uchun lahimni pastki chegarasidan gorizontga nisbatan $\beta_1 - \Delta\beta_1$ burchak ostida asos jinslari orqali ustki qatlam chegarasigacha chiziq o'tkaziladi va φ_0 burchak ostida ustki qatlam orqali yer yuzasigacha chiziq o'tkaziladi⁸ (3.12 - rasm).



3.12–rasm. Profil chizig'ining ishchi qismi chegaralarini aniqlash

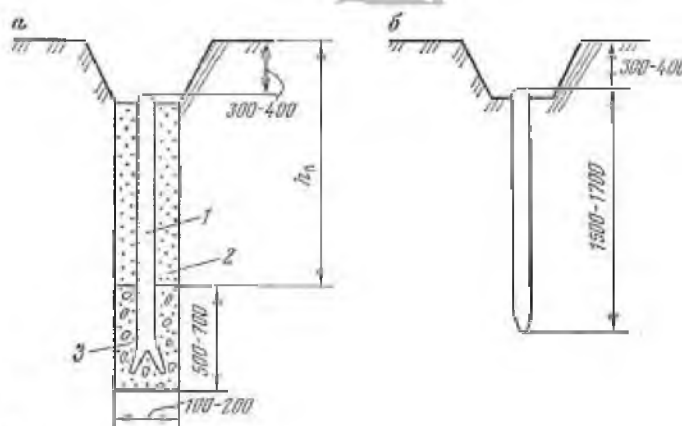
Profil chiziqlarining ishchi qismini ikkala tomon tugash qismida 2 – 4 tadan, oraliq masofalarni 30 – 50 metrdan kam qilmay tayanch reperlari o'rnatiladi.

⁸Mine Surveying. V. Borsh-Komponiets, A. Navitny. 2009. 283st.

Profil chiziqlaridagi ishchi reperlarning oraliq masofalarini talab qilingan vazifa va qazish chuqurligiga asosan tanlanadi. Odatda chuqurlik 100 metrgacha bo'lsa $\ell = 5$ metr, $H = 100 \div 300$ metrgacha $\ell = 10$ metr va $H > 300$ metr bo'lsa $\ell = 20$ metr bo'ladi.

Kuzatish stansiyalarining ishchi va tayanch reperlari koordinatalarini aniqlash uchun boshlang'ich reperlar ya'ni davlat geodezik tarmog'i punktlaridan foydalaniladi.

Reperlarning konstruksiyalariga qo'yilgan asosiy talablar bu – yer muzlashining ta'siri nisbatan kam bo'lishi kerak, konstruksiyasi oddiy va ishga qulay bo'lishi kerak. Bunday reperlar sifatida odatda metall sterjen va kesilgan relslardan foydalanib, ularning tepa qismi yarim sfera shakliga keltirilgan va markazida diametri 1-2 mm va chuqurligi 5-10 mm parmangan teshik qilingan bo'ladi. Reperlarni o'rnatish va mahkamlash prinsipi bo'yicha ikkita asosiy ko'rinishlari bor: betonlanadigan va yerga qoqiladigan (3.13 -rasm).



3.13 –rasm.Reperlarning konstruksiyalari

Betonlanadigan reperlarni diametri 100-200 mm bo'lgan skvajinalarga o'rnatiladi. Reperlarning betonlashgan qismi yerni muzlash qismidan 500-700 mm chuqur bo'lishi kerak. Yerning muzlash chuqurligi odatda turli klimatik zonalar uchun ma'lum.

Qoqiladigan reperlar yumshoq prokladka orqali 1,5-1,7 metr chuqurlikgacha qoqilib o'rnatiladi. Betonlanadigan va qoqiladigan reperlar ikki xil bo'lishi mumkin ya'ni yer yuzasida va chuqurlikda. Chuqurlikdagi

reperning tepa qismi yer yuzasidan 300-400 mm chuqurlikda joylashadi. Bu tipdagi reperlar uzoq muddat yaxshi saqlanadi.

Murakkab kon-geologik sharoitlarida maxsus masalalarni hal qilish uchun maxsus kuzatish stansiyalari oʻrnatiladi. Bunday kuzatish stansiyalarida oddiy profil chiziqlari bilan bir qatorda plandagi ogʻish yoʻnalishiga mos qisqa profil chiziqlari ham oʻtkaziladi. Bunday profil chiziqlarining uzunligi 80-100 metr boʻlishi mumkin. Profil chiziqlardagi reperlarning oraligʻidagi masofa qazish chuqurligidan qatʻiy nazar 5-10 metr gacha kamaytiriladi (chizmaga qarang). Maxsus kuzatish stansiyalari devoriy va yer reperlari tizimidan iborat boʻladi. Devoriy reperlar binoning perimetri boʻyicha bir xil masofada bir chiziq qilib devorlarga oʻrnatiladi. Odatda devoriy reperlar oraligʻi 6-12 metrga teng qilib olinadi. Devoriy reperlarning konstruksiyalari kuzatishni qulayligi va aniqligini taʼminlaydigan boʻlishi kerak (chizma). Har bir devoriy reperning qarshisida 1,5-2 metr masofada yer reperlari oʻrnatiladi.

Darzlklarning kengligini aniqlash uchun gipsdan mayaklar oʻrnatiladi. Bundan tashqari oʻlchash fotografik usulda ham bajarilishi mumkin.

Temir yoʻllar ostida qazish ishlari olib borilayotganda temir yoʻllarni choʻkishi kuzatiladi; yoʻlni gorizontal deformatsiyasi aniqlanadi; relslarning bir-biriga ulangan qismida zazorlar nazorat qilinadi.

Yer yuzasi siljishini kuzatish stansiyalaridagi marksheyderlik oʻlchashlar kuzatish stansiyasi reperlari koordinatalarini topishni taʼminlashi kerak. Odatda yer yuzasi siljishini uzoq muddat kuzatishda reperlarning orasi $\ell = 20$ metr boʻlganda qiyaliklarni va gorizontal deformatsiyani topish aniqligi $(0,2 \div 0,3) \times 10^{-3}$ boʻlishi kerak.

Kuzatish stansiyalarida oʻlchash ishlari bajarishdan avval ular tayanch reperlariga bogʻlanishi kerak. Bogʻlanishni (x, y, z koordinatalarni aniqlashni) teodolit yoʻllari orqali bajarilib, unda chiziq xato 1:2000 dan va burchakdagi bogʻlanmaslik $f \leq \pm 1\sqrt{n}$ dan oshmasligi kerak, bu yerda n - yoʻldagi burchaklar soni.

Balandlik boʻyicha boshlangʻich va tayanch reperlarini bogʻlash III-IV klass nivelirlash orqali bajariladi. Toʻgʻri va teskari yoʻllardagi ortirmalar $\Delta h = \pm 15\sqrt{L}$ mm dan oshmasligi kerak, bu yerda L -yoʻl uzunligi, kilometrda.

Maxsus kuzatish stansiyalarida ushbu oraliq $\Delta h = \pm 10\sqrt{L}$ mm dan oshmasligi kerak.

Kuzatish stansiyalarida to'liq kuzatish seriyasi o'z ichiga quyidagilarni oladi:

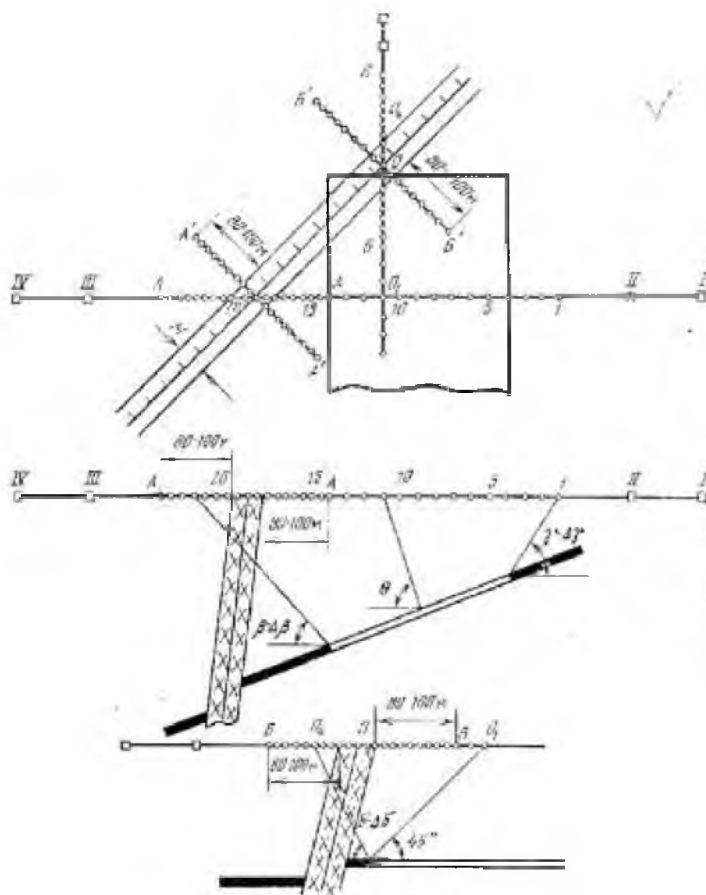
1. reperlarning balandlik qiymatlarini aniqlash (nivelirlash);
2. reperlarning orasidagi masofani aniqlash;
3. darzliklarning, varonkalarining, o'pirilishlarning syomkasi.

Tipovoy kuzatish stansiyalari reperlarini o'rtadan nivelirlash usulida bajarilib, bog'lovchi reperlar oralig'ini 75 metrgacha olinadi. Kuzatishni quyidagi ketma-ketlikda bajarishni tavsiya qilamiz:

- oldi va orqa reykalarning qora shkalasidan sanoq olinadi;
- keyin old va orqa reykalarning qizil shkalasidan sanoq olinadi;
- keyin oraliq reperlarga qo'yilgan reykalarning ikkala shkalasidan navbati bilan sanoq olinadi;
- so'ngida oldingi reykaning qora shkalasidan kontrol sanoq olinadi.

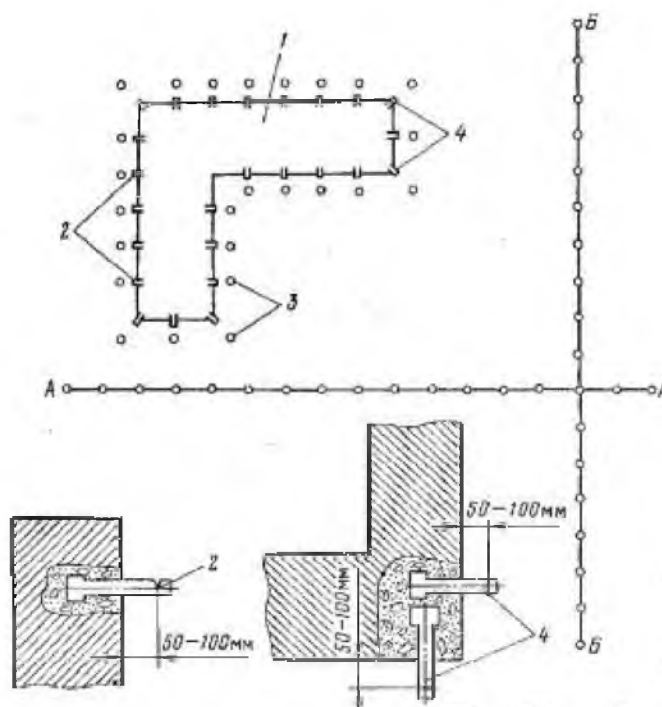
Qora va qizil shkaladan olingan qo'shni reperlar nisbiy balandliklari farqi 3 mm dan oshmasligi kerak, nisbiy balandliklardagi umumiy bog'lanmaslik $\Delta h = \pm 15\sqrt{L}$ mm shartni qanoatlantirishi kerak, bu yerda L – bir yo'nalishda yo'l uzunligi (kilometrlarda).

Reperlar orasidagi masofa nisbatan kichik bo'lgan kuzatish stansiyalarida kuzatish bajarilganda nisbiy balandliklarni topish aniqligini sezilarli darajada oshirishi kerak. Bu maqsadga erishish uchun operatsiyalar xuddi yo'qoridagidek bajarilib, faqat sanoqlar qora shkalada bo'yicha asbobning uchala ipi bo'yicha olinadi yoki yassi parallel plastinkali maxsus nivelirdan foydalaniladi. Poligondagi va yo'ldagi nisbiy balandliklardagi bog'lanmaslik $\Delta h = \pm 10\sqrt{L}$ mm shartni qanoatlantirishi kerak. Odatda ko'rish trubasining kattalashtirish qiymati 30^x dan kichik bo'lmagan va 2 mm yo'l uchun adilak shkalasi 15" dan katta bo'lmagan nivelirlardan foydalaniladi. Shuningdek vizirlash chizig'i avtomatik tarzda o'rnatiladigan nivelirdan va 3 metrli ikki tomonlama, sferik adilagi 2 mm yo'lga 0,5-1' ni tashkil qilgan reykalardan foydalaniladi (3.14 rasm).



3.14 –rasm.Qiya qatlamlarda kuzatish stansiyalari

Kuzatish stansiyalaridagi nivelirlash ishlari qisqa vaqtda bajarilishi kerak, asosan yer yuzasi deformatsiyasini havfli davrlarida. Kuzatish stansiyalari qiyaligi 10° dan ortiq bo'lgan joylarda joylashgan bo'lsa, trigonometrik nivelirlash usulini qo'llash tavsiya etiladi. Trigonometrik nivelirlashda vertikal burchaklarni o'lchash xatoligi $5''$ dan oshmasligi va masofani o'lchash xatoligi 1:10000 dan kichik bo'lmasligi kerak. Trigonometrik nivelirlashda reperlar orasidagi masofalar kompararlangan po'lat ruletkalar bilan yoki svetodalnomerlar bilan o'lchanadi.



3.15 –rasm. Tipovoy va maxsus kuzatish stansiyalari

Tipovoy va maxsus kuzatish stansiyalarida reperlar orasidagi masofalar kompararlangan uzunligi 30-50 metrli po‘lat ruletkalar bilan o‘lchanadi (3.15 rasm). Masofani doimiy cho‘zish kuchi 98 N qilib dinamometr yordamida cho‘zib o‘lchanadi. Temperaturani 1° gacha xatolik bilan o‘lchanadi. Chuqurlikdagi reperlarning markazini OЖ-3 markali mexanik shovunlar yordamida ko‘rsatiladi.

Kompararlangan po‘lat ruletkalar bilan masofa o‘lchashda ruletkani ikkala uchidan har safar 1-2 sm ga siljitib uchta sanoq olinadi. Ruletkadan olingan sanoqlar orqali topilgan masofalar farqi 2-3 mm dan oshmasligi kerak. Reperlar orasidagi masofalar to‘g‘ri va teskari yo‘nalishlarda o‘lchanadi. Ular orasidagi farq profil chizig‘i uzunligining 1:10000 qiymatidan oshmasligi kerak.

Agar maxsus kuzatish stansiyalarida reperlar orasidagi masofa 20 metrdan kichik bo‘lsa qo‘shimcha ushbu reperlar orasidagi masofa o‘lchanadi. Profil chiziqlari uzunligini o‘lchash sifatini nazorati uchun МСД – 1М svetodalnomerlardan foydalanish tavsiya qilinadi. Odatda uzunligi $0,2H_{o'r}$ bo‘lgan va 50 metrdan kichik bo‘lmagan profil chiziqlari uchastkalari o‘lchanadi. Profil chiziqlari uzunliklari ikki marta to‘g‘ri va

teskari yoʻnalishlarda oʻlchanadi. Farq $m = \pm 5\sqrt{n}$ mm dan oshmasligi kerak, bu yerda n – oʻlchash soni.

Kuzatish stansiyalarida boshlangʻich kuzatish seriyalari ikki marta bajarilib, boshlangʻich maʼlumotlar sifatida ikkita bir-biriga bogʻliq boʻlmagan kuzatish seriyalaridan olingan oʻrtacha balandlik va uzunlik qiymatlari olinadi.

Kuzatish vaqtini qoʻyilgan vazifaga qarab tanlanadi.

Agar siljish protsessini tugaganidan keyingi siljish jarayoni parametrlarini bilish zarurati boʻlsa, u holda siljish protsessi tugagandan soʻng kuzatish olib boriladi. Siljish jarayonining umumiy davomiylik muddatini “Inshoot va tabiiy obyektlarni yer osti kon ishlarining zararli taʼsiridan himoya qilish qoidalari” yoʻriqnomasi asosida aniqlanadi.

Agarda qoʻshimcha maʼlumotlar olish kerak boʻlsa, jarayonni umumiy davomiylik davrini yoki havfli deformatsiyalar davrini bir necha bosqichga boʻlinadi, ular kon ishlari rivojlanishi xarakteriga mos tushib har bir bosqichni tugashidan soʻng kuzatish seriyalari oʻtkaziladi. Bir vaqtning oʻzida darzliklarni, oʻpirilishlarni, yer yuzasida va osti qazilayotgan obyektlarda hosil boʻlishini kuzatish daftariga yozib boriladi. Kuzatish davri darzliklarning paydo boʻlishiga qarab kamaytirilishi mumkin.

Kuzatish ishlari bilan bir vaqtda kon ishlari planida hamma qazish lahimlarini haqiqiy oʻrnini va ularni qazib oʻtilgan sana va oyini koʻrsatiladi, qoldirilgan muhofaza ustunlari, ularning sifati koʻrsatiladi; togʻ jinsi qatlamini kon-geologik xarakteristikasi haqida maʼlumot yigʻiladi, duzyunktiv buzilishlar elementlari toʻgʻrisida maʼlumotlar yigʻiladi.

Kuzatish natijalari maxsus jurnallarga yozib boriladi. Kuzatish natijalarini hisoblash ishlari oʻz ichiga quyidagilarni kiritadi:

- 1) dala jurnallarini tekshirish;
- 2) kuzatish natijalarini boshlangʻich va tayanch reperlariga bogʻlash, (x, y, z koordinatalarni hisoblash);
- 3) kuzatish stansiyasining ishchi reperlari balandlik qiymatlarini hisoblash;
- 4) oʻlchangan uzunliklarni hisoblash, ishchi reperlar orasidagi oʻlchangan masofalarni gorizontga keltirish va gorizont masofalarni topish;

5) choʻkishni, gorizonta siljishini, gorizonta deformatsiyani, qiyalik va egriliklarni maxsus vedomostga yozib hisoblash. Agar maxsus kuzatish stansiyalarda bir-biridan 5,10,20 m masofada boʻlgan reperlarning balandlik qiymatlari aniqlangan boʻlsa va oralaridagi masofalar alohida oʻtgan boʻlsa qiyalik, egrilik va gorizonta deformatsiya ushbu masofalar uchun alohida-alohida hisoblanadi;

6) har bir profil chizigʻi uchun siljish va deformatsiya grafiklari quriladi, siljish jarayonining asosiy parametrlari aniqlanadi, muldadagi siljish va deformatsiyaning taqsimlanish xarakteri aniqlanadi, maksimal siljish va deformatsiya, siljish protsessi umumiy davomiyligi, xavfli deformatsiyalar davri aniqlanadi;

7) oʻtkazilgan kuzatish natijalari boʻyicha hisobot tuzish.

Kuzatish natijalarini hisoblash ishlari maxsus dasturlardan foydalanib kompyuterlarda bajarilishi mumkin.

Kuzatish natijalari boʻyicha siljish va deformatsiya qiymatlari hisoblanadi. Hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalaniladi:

1) **choʻkish:** $\eta = H_0 - H_n$, bu yerda H_0 – boshlangʻich kuzatish boʻyicha olingan reperlarning balandlik qiymati, H_n – kuzatish vaqtidagi reperring balandlik qiymati;

2) **qiyaliklar:** $i = \frac{\eta_n - \eta_{n-1}}{\ell_{n,n-1}}$, bu yerda η_n - n – reperring choʻkish qiymati, η_{n-1} - $(n-1)$ – reperring choʻkish qiymati, $\ell_{n,n-1}$ - n va $(n-1)$ – reperlar orasidagi gorizonta masofa;

3) **egrilik:** $k = \frac{i_n - i_{n-1}}{\ell_{or}} = \frac{\eta_n - 2\eta_{n-1} + \eta_{n-2}}{l_{or}^2}$; bu yerda i_n - n intervalning qiyaligi, i_{n-1} - $qoʻshni$ intervalning qiyaligi, ℓ_{or} - ℓ_n va ℓ_{n-1} intervallarning oʻrtacha uzunligi. Egrilik radiusi quyidagicha topiladi: $R = \frac{1}{k}$ km larda;

4) **gorizonta siljish:** $\xi = D_n^1 - D_n^0$; bu yerda D_n^1 - soʻngi kuzatish seriyasidagi tayanch reperidan n repergacha boʻlgan masofa, D_n^0 - boshlangʻich kuzatish seriyasida tayanch reperidan n repergacha boʻlgan masofa;

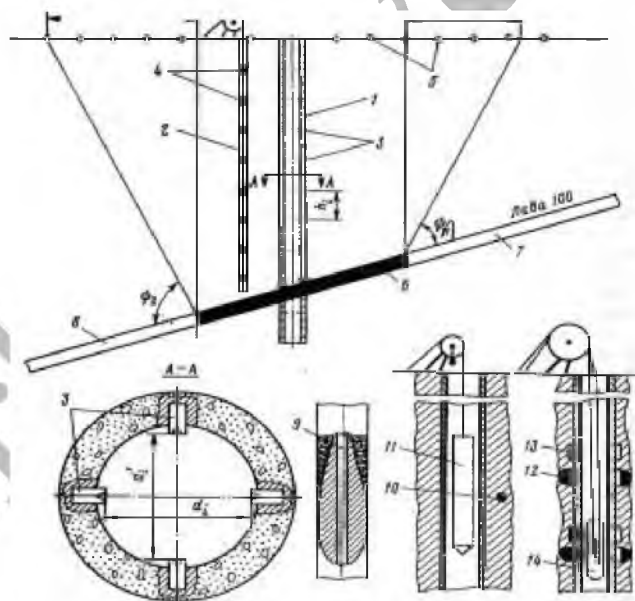
5) **gorizontal deformatsiya:** $\varepsilon = \frac{\ell_{n,n-1}^1 - \ell_{n,n-1}^0}{\ell_{n,n-1}^0}$; bu yerda $\ell_{n,n-1}^1$ - so‘ngi

kuzatish seriyasida n va $n-1$ reperlar orasidagi masofaning gorizontal proyeksiyasi, $\ell_{n,n-1}^0$ - boshlang‘ich kuzatish seriyasida n va $n-1$ reperlar orasidagi masofaning gorizontal proyeksiyasi.

Hisoblash natijalari jadvalga kiritilib, ular asosida siljish va deformatsiya grafiklari tuziladi.

Profil chiziqlar bo‘yicha deformatsiya va siljish grafiklarida geologik qirqim, qazilgan va qazishga mo‘ljallangan qatlam uchastkalari ko‘rsatiladi, shuningdek yuqori jinrlarining tarkibi ham ko‘rsatiladi.

Kompleks kuzatish stansiyasi vertikal stvolni kuzatish uchun ishlatilib, u yer yuzasida stvolga yaqin o‘tadigan qatlam yotiqligi va unga ko‘ndalang yo‘nalishlar bo‘yicha o‘tgan kuzatish stansiyasi profil chiziqlaridan iborat bo‘ladi (3.16 - rasm).



3.16 –rasm. Kompleks kuzatish stansiyasi

1-shaxta stvoli, 2-skvajina, 3-stvoldagi reperlar, 4-stvoldagi chuqurlik reperlari, 5-er yuzasidagi reperlar, 6-ustun, 7va8-kon lahimlari, 9-simli chuqurlik reperi, 10-radioaktiv reperi, 11-nurlanishni qabul qilish moslamasi, 12-gerkon usuli uchun reperi, 13-bog‘lovchi mufta, 14-magnitogerkonli datchik.

Profil chiziqlar uzunligi stvoldan $H_B \text{ctg}(\psi_1 + \alpha)$ va $H_H \text{ctg}(\psi_2 - \alpha)$ masofada bo'lishi kerak, va stvol osti muhofazasi ustunidan $H_{or} \text{ctg} \psi_3$ masofada bo'lishi kerak. Bu yerda H_B , H_H , H_{or} - qatlamning tepa qismi, pastki qismini chuqurligi va qatlamni stvol bilan kesishgan nuqtagacha chuqurligi.

Stvoldagi kuzatish stansiyasi to'rtta profil chizig'idan iborat bo'ladi. Vertikal bo'yicha deformatsiya qiymatini quyidagi formula orqali topiladi:

$$\varepsilon_1 = \frac{\ell'_i - \ell_i}{\ell_i}, \quad 3.6$$

bu yerda ℓ'_i - so'ngi kuzatish seriyasida vertikal bo'yicha qo'shni reperlar orasidagi masofa, boshlang'ich kuzatish seriyasida vertikal bo'yicha qo'shni reperlar orasidagi masofa.

Stvol devorlarini yaqinlashishi (uzoqlashishi) quyidagi formula bilan aniqlanadi: $\Delta d = d'_i - d_i$, bu yerda d'_i - stvoldagi reperlar orasidagi masofaning gorizonttal proyeksiyasi, bitta gorizontdagi so'ngi kuzatish seriyasida, d_i - boshlang'ich kuzatish seriyasida bitta gorizontdagi stvoldagi reperlar orasidagi masofaning gorizonttal proyeksiyasi.

Skvajinadagi chuqurlik reperlari turli konstruksiyada bolishi mumkin. Quyidagi tipdagi reperlar mavjud: 1) mexanik bog'ichli chuqurlik reperlari; 2) radioaktiv reperlar; 3) magnitogerkon tipidagi reperlar.

Mexanik bog'ichli chuqurlik reperlari sifatida skvasjinaga joylashtirilgan konus shaklidagi yeg'och yeki metalldan foydalaniladi, keng tarqalgani yeg'och konus. Reperlar simga bog'langan bolib, ularni shag'al yerdamida skvajinada mustaxkamlanadi, erdagi reperga nisbatan uning ornini ozgarishi kuzatiladi va chokish qiymati aniqlanadi.

Radioaktiv chuqurlik reperlaridan bo'shang jinsli massivda foydalaniladi.

Buning uchun kobalt izotopli radioaktiv element skvajina devoriga perforator yerdamida 50-100mm chuqur qilib o'rnatiladi. Geofizik asboblar erdamida radioaktiv reperlarning o'rni turli vaqtlarda o'lchanadi, va shu yo'l orqali reperning cho'kish qiymati aniqlanadi.

Magnitogerkon tipidagi reperlarni skvajinaga plastmass trubalari yerdamida bog'lovchi muftalar bilan o'rnatiladi. Ular magnit to'lqiniga asoslangan bo'lib, datchik skvajinaga tushurilganda magnit maydoni xosil

boladi, va er yuzasida oʻshtet olinib reper oʻrni aniqlanadi. Turli vaqtlarda olingan qiymatlar farqi bizga reperning oʻrni oʻzgarganini, yani choʻkish qiymatini koʻrsatadi.

3.6. Yer yuzasi va togʻ jinslarining siljishini fizik modellarda kuzatish

Siljish jarayonini oʻrganishda eng keng tarqalgan modellashtirish usuli bu professor G.N. Kuznetsov ishlab chiqqan ekvivalent materiallar yordamida modellashtirish hisoblanadi. Ushbu metodni maʼnosi real kon massivi maʼlum masshtabda sunʼiy materialdan tayyorlanadi (modellashtiriladi). Ular fizik – mexanik hususiyatlari va modelini tuzulishi boʻyicha uchta asosiy talabga javob berishi kerak:

1) real togʻ massivi elementlariga modelning hamma elementlari geometrik mutanosib boʻlishi kerak, yaʼni maʼlum koeffitsentga farq qilishi kerak;

2) modeldagi ekvivalent materialni mexanik hususiyatlari togʻ massivi jinslarinikiga oʻxshash boʻlishi kerak (tanlangan masshtabga qarab solishtirma ogʻirligi yirikligi boʻyicha);

3) koʻrilayotgan oblastda boshlangʻich va chegaraviy shartlarga rioya qilish kerak (bosim, deformatsiya, siljish qiymatlari).

Modeldagi materialning mexanik hususiyatlari Nuyutonning mexanik oʻxshashlik qonuni asosida aniqlanadi.

Professor Kuznetsov geomexanik jarayonlarni oʻrganish boʻyicha ilmiy ishlarida ekvivalent materiallarni tanlashda asosiy oʻxshashlik shartlariga rioya qilish kerakligini koʻrsatgan:

$$N_M = \frac{\ell}{L} \times \frac{\gamma_M}{\gamma_H} \times N_H, \quad 3.7$$

bu yerda N_M - deformatsiya moduli va kuchlanish oʻlchamiga ega boʻlgan model materialni hususiyatlari, N_H - joydagi jinslarning xuddi shunday hususiyatlari, $\frac{\ell}{L}$ - modelning tanlangan masshtabi;

γ_M, γ_H - modeldagi materialning va joydagi jinslarning hajmiy ogʻirligi.

Odatda fizik hususiyatlari yuqoridagi shartlarni qanoatlantiradigan ekvivalent materiallarni tanlab olish deyarli mumkin emas. Shuning uchun tanlashda asosiy hususiyatlarni hisobga olish kerak.

Siljish jarayonini modellashtirishda asosiy e'tiborni massivni tarkibiga, qazib olinadigan qatlam qalinligiga va o'rtacha qazish chuqurligiga qaratish kerak:

$$\frac{\ell}{L} = \frac{h_M}{H_M} = \frac{h_H}{H_H} = \frac{m_M}{H_M} = \frac{m_H}{H_H}, \quad 3.8$$

bu yerda h_M va h_H - modelda va joyda jinslarning tarkibi elementlari o'lchami, H_M va H_H - modelda va joyda qatlamni o'rtacha qazish chuqurligi, m_M va m_H - modelda va joyda qaziladigan qatlam qalinligi.

3.7. Tog' jinsi va yer yuzasini siljishini matematik modellarda analitik kuzatish

Analitik kuzatish usuli siljish jarayonini fizik ma'nosini tushunishga imkon beradi. Lekin bugungacha siljish jarayoni nazariyasi ishlab chiqilmagan.

Albatta bu yerda kuzatishlar natijasida olingan usul muhim rol o'ynaydi. Ayniqsa S.G. Avershin, P.A. Miller va polyak olimlari izlanishlari natijasida topilgan tenglamadan hozirgacha foydalanib kelinmoqda. Bu quyidagi yer yuzasi deformatsiyasini hisoblash formulasi:

$$\frac{\partial \eta}{\partial z} = hk \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} \pm p \frac{\partial \eta}{\partial x} + F_x'(\eta_x, x), \quad 3.9$$

bu yerda: z – asos jinslari bilan ustki qatlam kontaktidan ko'rilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa; $\frac{\partial \eta}{\partial x}$ - gorizonta maydon qiyaligi; η_x - ko'rilayotgan nuqta cho'kishi; H – o'rtacha qazish chuqurligi; h – ustki qatlam qalinligi

$$P = \text{tg} \alpha - \frac{h}{H}$$

$F(\eta_x, x)$ - jinslarni siljishini xarakterlovchi funksiya;

$$F_x'(\eta_x, x) = \frac{\partial F}{\partial x} \quad 3.10$$

3.8. Yer yuzasi deformatsiyasini va siljishini hisoblash metodlari

Yer yuzasi deformatsiyasini va siljishini hisoblash metodlari obyektни kutilayotgan zararlanishini aniqlash uchun, obyektни muxofaza qilish choralarini tanlash uchun zarur.

Yo‘l qo‘yarli qazish sharoitlariga va obyektни kutilayotgan zararlanishiniga baho berish deformatsiyalar yig‘indisi Δl ni hisoblash orqali bajariladi:

$$\Delta l = l \sqrt{m_{\epsilon}^2 \epsilon^2 + m_R^2 \frac{H_3^2}{R^2}}, \quad 3.11$$

bu yerda l - bino uzunligi; m_{ϵ} , m_R – gorizontal deformatsiya va egrilikni bino uzunligi bo‘yicha hisobga oluvchi koeffitsientlar; ϵ , R – hisoblangan gorizontal deformatsiya va yer yuzasi egriligi radiusi; H_3 – bino balandligi.

Kutilayotgan va ehtimoliy siljish va deformatsiya ma‘lum xatoliklar bilan hisoblanadi. Bu xatoliklar kon – geologik sharoitlarini murakkabligidan, massivni tarkibi va fizik-mexanik xususiyatlaridan bog‘liq bo‘ladi.

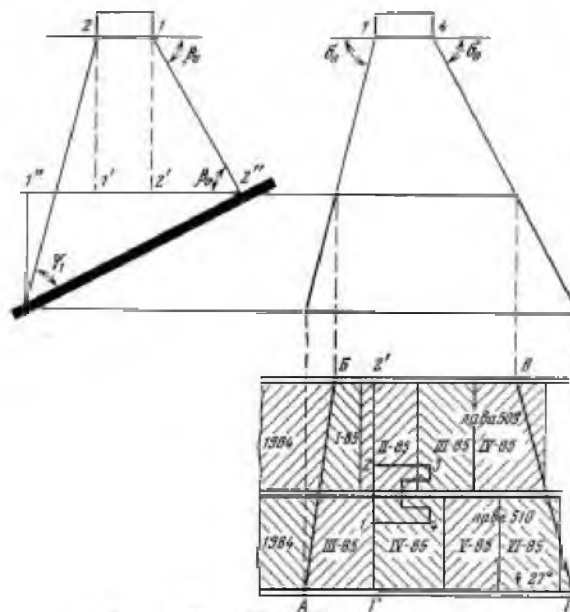
Siljish va deformatsiyani hisoblash metodlarini tengsizlik $\frac{H}{m} > 20$ bajarilganda qo‘llash mumkin. Bu yerda H - o‘rtacha qazish chuqurligi; m – qaziladigan qatlam qalinligi.

3.9. Siljish jarayonini umumiy davomiyligi va xavfli deformatsiyalar davri

Siljish jarayonini vaqt bo‘yicha rivojlanishini baholashda 2 ta asosiy bosqich bor: siljish protsessini umumiy davomiyligi va xavfli deformatsiyalar davri.

Siljish jarayonini umumiy davomiyligi deganda, qazib olingan bo‘shliq ustidagi yer yuzasini siljishi jarayoni o‘tadigan davr tushuniladi. Siljish jarayonini boshlanish sanasi deb yer yuzasi nuqtasini cho‘kishi 15 mm ga yetgan sana, tugatishi sifatida yer yuzasining cho‘kish qiymatlari yig‘indisi yarim yilda maksimal qiymatidan 10% ga oshmagan vaqt tushunilib, u 30 mm dan oshmasligi kerak. Xavfli deformatsiyalar davri deb, yer osti qazish ishlarini tabiiy obyektlarga va inshootlarga zararli ta‘siri o‘tadigan davr

tushuniladi. Bu deformatsiyalar va siljish qiymatlari yo‘l qo‘yarli qiymatidan oshganda hosil bo‘ladi. Siljish jarayonini umumiy davomiyligi va xavfli deformatsiyalar davri qazish chuqurligi va konishlari rivojlanish tezligiga bog‘liq. Qatlamni alohida lava bilan qazishda siljish jarayonini umumiy davomiyligi lavani obyektga ta’sir zonasidan o‘tish davriga bog‘liq (3.17 -rasm).



3.17 –rasm. Siljish jarayonini umumiy davomiyligini aniqlash

Qatlam yotiqqligi bo‘yicha ta’sir zonasi chegaralari chegara burchagi δ_0 va yotiqqligi bo‘yicha to‘liq siljish burchagi ψ_3 orqali aniqlanadi. Siljish jarayonini boshlanishi sifatida qazish lahimlarini AB chizig‘igacha kelgan holati qabul qilinadi. Siljish jarayonini tugashi deb, qazish zaboyini BF chizig‘idan o‘tgan vaqti tushuniladi, u to‘liq siljish burchagi ψ_3 orqali aniqlanadi (15 -rasm).

Lavalar bir necha lahimlar bilan o‘tganda siljish jarayonini umumiy davomiyligi va xavfli deformatsiyalar davrini aniqlashda lahimlarni alohida yoki bir vaqtda obyektga ta’sir qilish vaqtini hisobga olish kerak. Masalan, 509 lavani ta’siridan siljish jarayonining umumiy davomiylik davri T_1 , 510 lavaniki T_2 bo‘lsa, 2 la lavani o‘bektga ta’sir qilishini siljish jarayonini umumiy davomiyligi $T_{um}=T_1+T_2+T_n-T_{1,2,n}$. bu yerda T_1 – 1chi lahimning ta’sirida siljish jarayonini davomiyligi; T_2 – xuddi shu ikkinchi lahimni ta’sirida siljish jarayonining davomiyligi; T_n – huddi shu n-chi siljish

jarayonining davomiyligi; $T_{1,2,n}$ – 1,2,n-chi lavalarning barcha obyektga taʼsir qilish vaqti.

Xavfli deformatsiyalar davri shunga oʻxshash aniqlanib, ushbu misolda bu mart, aprel oylari hisoblangan.

SAVOLLAR:

1. Yer yuzasining siljishi va deformatsiyasi nima?
2. Siljish protsesini paydo boʻlish xarakteri boʻyicha qanday koʻrinishlarga ega?
3. Havfli, asosiy siljish va deformatsiya koʻrinishlari qanday?
4. Togʻ massivi deformatsiyaning qanday holatlari bor?
5. Togʻ jinslari mustahkamaligi pasporti nima?
6. Koʻmir konlarini qazishda siljish jarayoni parametrlariga qanday omillar taʼsir qiladi?
7. Kon ishlari chuqurligining oshishi siljish jarayonini xarakteriga qanday taʼsir koʻrsatadi?
8. Qazish chuqurligi siljish jarayonining burchak parametrlariga qanday taʼsiri qiladi?
9. Qazish lahimlari soni yer yuzasi siljish jarayoni xarakteriga va uning qiymatlariga qanday taʼsir koʻrsatadi?
10. Yer yuzasi deformatsiyasini va siljishini hisoblashni qanday metodlari bor?

TESTLAR:

1. Togʻ jinslari qalin qatlami surilishi jarayonini oʻrganishning quyidagi usullari mavjud:
 - A) Taranglik nazariyasi yordamida va modellashtirish uslubi bilan.
 - B) Qayishqoqlik nazariyasi yordamida va naturali kuzatish yoʻli bilan.
 - D) Nazariy uslub bilan, naturali oʻlchash uslubi yordamida, modellashtirish uslubi yordamida.
 - E) Modellashtirish uslubi va mexanika nazariyasining kompleks olib borish uslubi.

2. Kuzatish stansiyalarini xizmat qilishiga bog'liq bo'lgan holda quyidagi turlarga bo'lishi mumkin.

A) Ko'p vaqtga mo'ljallangan, kam vaqtga mo'ljallangan, maxsus.

B) Ko'p vaqtga mo'ljallangan, doimiy, kam vaqtga mo'ljallangan, maxsus.

D) Ko'p vaqtga mo'ljallangan,, doimiy.

E) Ko'p vaqtga mo'ljallangan, maxsus.

3. Maydon yuzasidagi kuzatish stansiyalari quyidagi holatda mahkamlanadi:

A) Yer yuzasida qurilgan uchastkalarda.

B) Tog'li joylarda.

D) Qatlam tik yotgan holatda.

E) Qatlamni ma'lum bo'lmagan cho'ziqlik holatida.

4. Surilish jarayonining burchak o'lchamlariga quyidagi burchaklar kiradi:

A) Chegara burchaklari, surilish burchaklari, qulash burchaklari.

B) Chegara burchaklari, to'liq tag burchaklari, maksimal cho'kish burchaklari.

D) Chegara burchaklari, maksimal cho'kish burchaklari, surilish burchaklari.

E) Chegara burchaklari, surilish burchaklari, qulash burchaklari, maksimal cho'kish burchaklari, to'liq tag burchaklari.

5. Kuzatish joylarining profil chiziqlari o'lchamlari quyidagicha aniqlanadi:

A) Chegara burchaklari bilan (surilishi burchaklaridan $5-10^0$ kichik bo'ladi).

B) Surilish burchaklari bilan.

D) Qulash burchaklari bilan.

E) Maksimal cho'kish burchaklari bilan.

4. Ruda konlarida tog' jinslarini siljish jarayoni va yer osti qazish ishlarining obyektlarga zararli ta'siridan himoya qilish choralari.

Ruda konlarini yer osti usulida qazishda inshootlarni muhofaza qilish

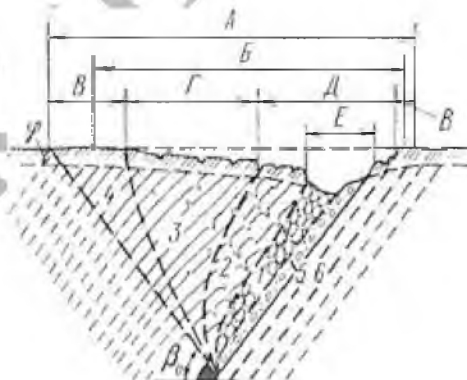
Ruda konlari ruda tanasining shakli, o'lchami, qalinligi, qattiqligi va qazish tizimining turliligi bilan bir-biridan farq qiladi.

Ruda konlarida siljish protsessi parametrik va xarakteri kon-geologik va kon-texnik omillarining ta'siriga bog'lik.

Katta ruda qatlamlarini qulatish tizimi bilan qazishda siljish protsessi nisbatan aktiv rivojlanadi (4.1 rasm).

Kon-geologik sharoitlari murakkabligi va turliligini hisobga olib, siljish burchaklarini qiymatini aniqlash, tog' jinsi siljishi masalalarini va inshootlarini

muhofaza qilishni hal qilish uchun ruda konlari siljish xarakteri bo'yicha klassifikatsiyalashtirilgan. Klassifikatsiya siljish jarayonini o'rganilmagan konlarda siljish parametrlari va burchaklarini bashorat qilishga asos bo'lib hisoblanadi (52 -rasm).



4.1 –rasm. Siljish burchaklarini qiymatini aniqlash

Asosiy klassifikatsion belgilar quyidagilar: qatlamni tarkibi, jinslarning qattiqligi va ruda tanalarining yotish burchaklari.

Jinslarning tuzilishi bo'yicha hamma konlar 2 ta asosiy tipga bo'linadi: qatlamli va qatlamsiz.

Birinchi tipdagi konlardagi jinslarning qattiqligi bo'yicha uchta guruhga bo'linadi, ular turli siljish xarakteri va burchak qiymatlariga ega.

Birinchi guruhda qattiqlik qiymati $f < 5$ bo'ladi, ikkinchi guruhda esa $f = 5 \div 8$ bo'ladi, uchunchi guruhda $f > 8$ bo'ladi.

Yer osti qazish ishlarini havfli ta'sir zonasi chegaralarini aniqlash uchun siljish burchaklari qiymatlari quyidagi formulalar bilan topiladi:

$$\delta = 55^\circ + 1,5^\circ f_{o'r}; \quad 4.1$$

$$\beta = \delta - (0,30 + 0,01 f_{o'r}) \times \alpha; \quad 4.2$$

$$\beta_1 = 35^\circ + 3,4^\circ f_{n.6}. \quad 4.3$$

bu yerda: $f_{o'r}$ - jinslarning qattiqlik koefitsienti o'rtacha qiymati; $f_{n.6}$ - jinslarning yotgan yon boshidagi qattiqlik koefitsienti; α -ruda tanasining og'ish burchagi, $f_{o'r} \leq 8$ bo'lganda 60° dan katta qilmay, $f_{o'r} > 8$ bo'lganda 65° dan katta qilmay qabul qilinadi. β ning qiymati α dan katta bo'lmasligi kerak.

Hozirgi davrda ruda konlarida tog' jinslari siljishi va inshootlarni muhofaza qilish bo'yicha qator meyoriy hujjatlar mavjud. Bu turli qoidalar, inshootlarni muhofaza qilish bo'yicha ko'rsatmalar hisoblanadi.

4.1. Obyektlarni himoya qilish choralari tanlash

Yer yuzasi deformatsiyasi va siljish hisoblari asosida obyektlarni himoya qilish choralari tanlanadi.

Hammadan oldin obyektga ta'sir qiluvchi yo'l qo'yarli va cheklangan deformatsiya va siljish qiymatlari aniqlanishi kerak.

Yo'l qo'yarli deformatsiya deb shunday deformatsiyaga aytiladiki, uning ta'siridan yetgan ziyonni obyektning tamirlab ekspluatatsiyasini davom ettirish mumkin.

Agar hisoblangan yer yuzasi deformatsiyasini qiymati yo'l qo'yarlidan katta bo'lsa, maxsus himoya choralari qo'llanishi kerak.

Shunday choralarni xarakterini aniqlash uchun zarur ko'rsatkich bo'lib yer yuzasi deformatsiyasini cheklangan qiymati hisoblanib, u bino va inshootlarni avariya holatiga olib keladi.

Agar yer yuzasi deformatsiyasini hisoblangan qiymati cheklangandan katta bo'lsa, u holda obyektlarga maxsus himoya choralari, ya'ni konstruktiv choralar talab qilinadi.

Konstruktiv himoya choralari – bu obyektни temir beton kamar bilan, po‘lat ustunlar bilan mustahkamlash, binoni qiyshaygan joyini domkrat bilan to‘g‘rilash, temir yo‘l ostiga ballast to‘kish va boshqalar hisoblanadi.

Himoyani **tog‘-kon choralari** kon ishlarini maxsus usullarda olib borishni ko‘zda tutib, ular deformatsiyani kamaytirishga olib keladi. Himoyani tog‘-kon choralariga quyidagilar kiradi: qazib olingan bo‘shliqni to‘ldirish, kon ishlarini ma‘lum ketma-ketlikda olib borish, zaxirani qisman qazib olish, kon ishlarini katta chuqurlikda olib borish va himoya ustunlarini qoldirish.

Xavfsiz qazish chuqurligi deb – kon ishlarini obyektlarga ta‘sir bo‘lmay olib borilgan chuqurligiga aytiladi. Kon ishlarini ushbu chuqurlikdan pastdagi gorizontda olib borishni, qisman ta‘mirlash va sozlash ishlariga olib kelishi mumkin.

Xavfsiz va cheklangan qazish chuqurligi H_X va H_{chek} quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$H_X = K_\sigma \times m ; H_{chek} = k_{chek} \times m , \quad 4.4$$

bu yerda k_σ - yer yuzasini yo‘l qo‘yarli deformatsiyaga bog‘liq koeffitsient, k_σ - yer yuzasini yo‘l qo‘yarli deformatsiyaga bog‘liq koeffitsient;

$$k_\sigma = k / \varepsilon_{y.q} ; k_\sigma = k_i / i_{y.q} ;$$

k_{chek} - yer yuzasining cheklangan deformatsiyaga bog‘liq koeffitsient;

$$k_{chek} = k / \varepsilon_{chek} ; k_{chek} = k_i / i_{chek} ;$$

$\varepsilon_{y.q}$ va $i_{y.q}$ - gorizont deformatsiya va qiyalikni ko‘rilayotgan obyekt uchun yo‘l qo‘yarli qiymati;

ε_{chek} va i_{chek} - ko‘rilayotgan obyekt uchun gorizont deformatsiya va qiyalikni cheklangan qiymati.

Temir yo‘llarni, truboprovodlarni, avtomagistrallarni, suv havzalarini himoya choralarini tanlashda havfsiz qazish chuqurligini hisobga olish kerak.

Temir yo‘l va suv obyektlari osti qazilayotganda xavfsiz chuqurlik qiymati qatlamni qazib olish qalinligiga, obyektlarning kategoriyalariga

bog‘liq. Masalan, temir yo‘llar uning foydalanishiga va zarurligiga qarab to‘rtta kategoriyaga va suv obyektlari ikkita guruhga bo‘linadi.

Fuqorolik binolari ostida kon ishlari olib borish imkoniyatlarini aniqlash uchun deformatsiyalar yig‘indisi $\Delta\ell$ ko‘rsatkichidan foydalaniladi. Formula siljish va deformatsiyani hisoblash temasida keltirilgan.

Meyoriy ko‘rsatkichlardan deformatsiyalar yig‘indisini yo‘l qo‘yarli va cheklangan qiymatlariga o‘tish uchun quyidagi omillarni hisobga olish kerak: tuproq hususiyatlari, devorning qalinligi va materiali, bino konfiguratsiyasi va ustining qanday yopilganligi, beton plitkalari, temir karkas va boshqalar.

$$\Delta\ell_{y.q} = [\Delta\ell_{y.q}] n_1 n_2 n_3 n_4 n_5 ; \quad 4.5$$

$$\Delta\ell_{chek} = [\Delta\ell_{chek}] n_1 n_2 n_3 n_4 n_5 , \quad 4.6$$

bu yerda: $\Delta\ell_{y.q}$ va $\Delta\ell_{chek}$ - deformatsiya yig‘indisini yo‘l qo‘yarli va cheklangan meyoriy ko‘rsatkichlari.

n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 – tuproq, material, devor qalinligi, yemirilishi, bino formasini hisobga oluvchi koeffitsientlar.

4.2. Obyektning himoya qilishning tog‘-kon choralari

Yer yuzasi va obyekt asosi deformatsiyasini kamaytirish maqsadida kon ishlarini maxsus usullarda olib boriladi va kon bosimi boshqariladi. Tog‘ kon choralari quyidagilar kiradi:

- 1) obyekt asosidagi yer yuzasi deformatsiyasini kamaytirishga olib keluvchi maxsus kon ishlari usulidan foydalanish;
- 2) havfsiz qazish chuqurligidan pastda kon ishlarini olib borish;
- 3) obyektlarni himoya qilish maqsadida himoya ustunlarini qoldirish.

Kon ishlarini maxsus usulda olib borishni quyidagicha klassifikatsiya qilish mumkin:

- 1) yer yuzasi deformatsiyasini har qanday yo‘nalishda kamaytiruvchi bitta yoki bir nechta qatlamni qazishda qo‘llaniladigan kon ishlari usullari. Bunday usullarga quyidagilar kiradi: qazib olingan bo‘shliqni to‘ldirish, yuzasi bo‘yicha zaxirani qisman qazish, qatlamlarni ma’lum ketma-ketlikda qazish.

2) inshootlarga nisbatan havfli bo'lgan yo'nalishlarda deformatsiyani kamaytirishni ta'minlovchi kon ishlarining maxsus usullari.

Qazib olingan bo'shliqni to'ldirish qatlamni qalinligini effektivligini kamaytiradi.

Zaxirani maxsus usullar bilan qazishda to'ldiruvchi material sifatida tez qotadigan qorishmadan foydalanish kamerali qazish tizimida qatlamning effektiv qalinligini 5 % ga kamaytiradi. Hidro-to'ldiruvchilardan foydalanish Donbassda effektiv qalinlik qazib olinadigan qalinlikdan 25-30 % ni tashkil qiladi.

Qator kapitalistik davlatlarda zaxirani sirti bo'yicha qisman qazish usuli keng ko'lamda foydalaniladi. Bizning davlatda va MDH davlatlarida ushbu usul alohida obyekt ostini qazishda ishlatiladi.

Zaxiralarni qisman qazib olish usuli lava oraliq seliklarini qoldirmasdan qazish usuliga nisbatan yer yuzasi deformatsiyasini 5-10 marta kamaytiradi.

Agar kon ishlarini maxsus tizimlaridan foydalanish kerakli natija bermasa, obyektни himoyalash maqsadida yer qa'rida muhofaza seliklari (ustunlari) qoldiriladi. Himoyaladigan maydon o'z ichiga obyekt maydonini va muhofazalovchi berma maydonini kiritadi. Muhofazalovchi berma kengligi qo'riqlanayotgan obyektning kategoriyasiga bog'liq. Hamma qo'riqlanadigan obyektlar muhofazalovchi seliklarni (ustunlarni) qurish bo'yicha to'rtta asosiy kategoriyaga bo'linadi.

I kategoriya: $[\varepsilon] \leq 2 \cdot 10^{-3}$, $[i] \leq 4 \cdot 10^{-3}$, muhofazalovchi berma kengligi 20 metrga teng deb olinadi.

II kategoriya: $[\varepsilon] = (2.1 \div 4.0) \cdot 10^{-3}$, $[i] = (4.1 \div 6.0) \cdot 10^{-3}$ berma kengligi 15 metrga teng deb olinadi.

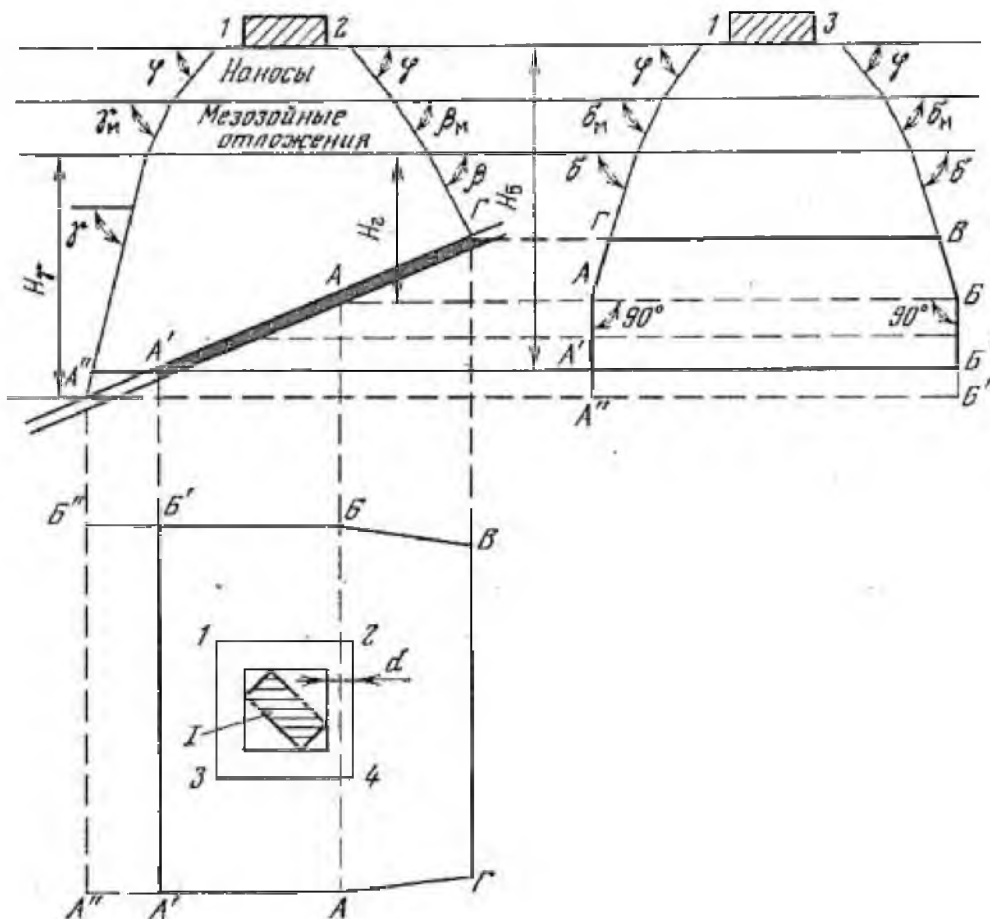
III kategoriya: $[\varepsilon] = (4.1 \div 6.0) \cdot 10^{-3}$, $[i] = (6.1 \div 8.0) \cdot 10^{-3}$ berma kengligi 10 metrga teng deb olinadi.

IV kategoriya: qolgan obyektlarning hammasi uchun berma kengligi 5 metrga teng deb olinadi.

Bir guruh obyektlar uchun muhofazalovchi maydonni aniqlash uchun muhofazalovchi obyekt tomonlariga parallel qilib berma kengligiga teng masofada ko'pburchak quriladi. Agar binoning uzun tomoni qatlam yotiqqligi yo'nalishidan 0° yoki 90° farq qilsa, obyektlar atrofida planda

qatlam yotiqqligi chizig'iga parallel va perpendikulyar chiziqlar o'tkazilib kontur yasaladi.

Muhofazalovchi seliklar (ustunlar) ni vertikal kesmalar yoki grafo-analitik usulda (perpendikulyarlar usulida) qurish mumkin (4.2 -rasm).



4.2 –rasm. Muhofazalovchi seliklar (ustunlar) qurish

Yotiqqlikka ko'ndalang qirqimlarda qatlamni tiklanish tomonidan selik chegaralari ustki qatlamda - φ burchak, mezozoyda - β_M burchak, asos jinslarda - β burchak bilan aniqlanadi. Qulash tomondan ustki qatlamda - φ burchak, mezozoy qatlamda - γ_M , va asos jinslarda - γ .

Qatlam yotiqqligi bo'yicha qirqimlarda selik chegaralari ustki qatlamda - φ , mezozoy qatlamlarda - σ_M va asos jinslarida H_Γ - chuqurlikkacha δ burchaklar bilan aniqlanadi. H_Γ - chuqurlikdan pastida gorizontga 90° burchak ostida chiziqlar bilan selik chegaralari aniqlanadi.

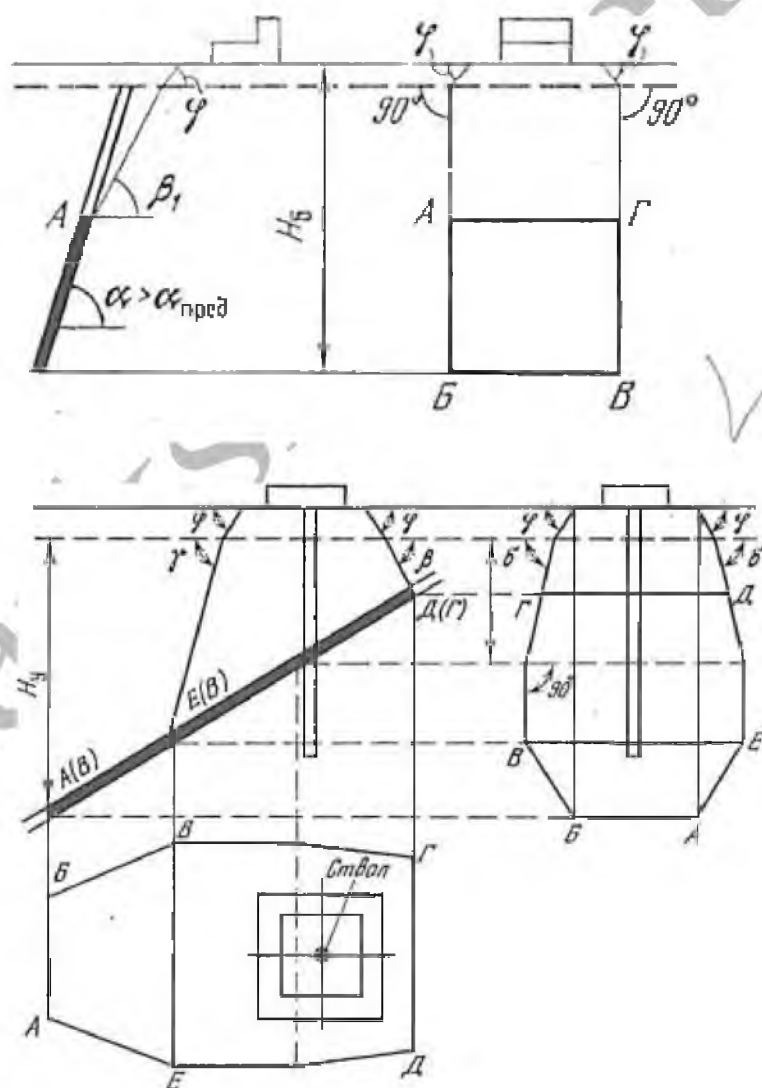
Chuqurlik H_Γ - quyidagicha aniqlanadi:

$$H_r = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\gamma - \operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\alpha}} * H_\gamma, \quad 4.7$$

bu yerda γ - qatlamni tiklanish tomonidan siljish burchagi; H_γ - selikni pastki chegarasidan asos jinslarini mezozoy qatlami bilan kontaktgacha bo'lgan masofa.

Qiyaligi katta qatlamlarda obyektlarni himoyalash uchun selikning tepa chegarasi yotiqligiga ko'ndalang qirqimlarda ustki qatlamda - φ , asos jinslarida β burchaklari bilan, pastki chegara havfsiz qazish chuqurligi bilan aniqlanadi.

Qatlam yotiqligi bo'yicha selik chegaralari ustki qatlamda φ burchak bilan va asos jinslarida 90° burchak bilan aniqlanadi (4.3 -rasm).



4.3 –rasm.

Jinslarning siljishi ro‘y berishi mumkin bo‘lgan qo‘shqatlamli konlarda tikka stvollarni va muhim obyektlarni himoyalash uchun yer yuzasidan qo‘shimcha selik – tayanchlar qo‘riqlovchi obyektning qatlamni yotish tomonidan quriladi. Selik – tayanch chegaralari qatlam yotish tomonidan $H_y = H_s \sqrt[3]{n}$ chuqurlikda joylashtiriladi. Bu yerda H_s - qatlam og‘ish burchagi, ustki qatlam qalinligi va mezozoy qatlam qalinligiga bog‘liq chuqurlik. ($\alpha = 15^\circ$ va $h + h_m = 5 \div 20 m$, $H_s = 30 \div 50 m$, $\alpha = 45^\circ$ da $H_s = 110 \div 200 m$ va $\alpha = 60^\circ$ da $H_s = 155 \div 285 m$); n - qazilayotgan qatlam soni.

Qatlam yotiqligi bo‘yicha selik – tayanch o‘lchami H_y - chuqurlikda muhofazalovchi selik o‘lchami EB ga teng olinadi.

Yotiqlik bo‘yicha selik – tayanch o‘lchami AB yotiqlik bo‘yicha muhofazalanayotgan maydon o‘lchamiga teng olinadi.

Plandagi havfli siljish zona chegaralari shakli shuni ko‘rsatadiki muldaning asosiy kesimlarida siljish burchaklari θ burchagi va berma chegaralari o‘rtasida quyidagicha bog‘liqlik bor;

$$ctg\beta' = \sqrt{ctg^2\beta \cos^2\theta + ctg^2\delta \sin^2\theta}; \quad 4.8$$

$$ctg\gamma' = \sqrt{ctg^2\gamma \cos^2\theta + ctg^2\delta \sin^2\theta}. \quad 4.9$$

Qatlam yotiqligiga nisbatan diagonal joylashgan cho‘ziq obyektlarni muhofaza qilish uchun seliklarni qurishda vertikal kesmalar usulidan foydalanilib ular berma chiziqlariga perpendikulyar va obyektning xarakterli joylaridan o‘tkaziladi. Bu kesmalarda β' va γ' burchaklari qiymati yuqoridagi formula yordamida aniqlanadi yoki “ob’yektlarni muhofazalash qoidalari” yo‘riqnomasidagi nomogrammadan olinadi. Temir yo‘lini qo‘riqlash uchun seliklarni qurishda I-I, 0-II, 0-III, 0-IV va V-V kesmalardan foydalaniladi. Har bir kesmada qatlamni tiklanish va yotish tomonlarida β' va γ' burchaklari ostida selik chegaralari aniqlanib gorizont o‘lchami planga qo‘yiladi. Planda topilgan nuqtalar 1-2-3-4-5-5'-4'-3'-2'-1' larni o‘zaro tutashtirib selik konturini aniqlanadi (4.4-rasm).

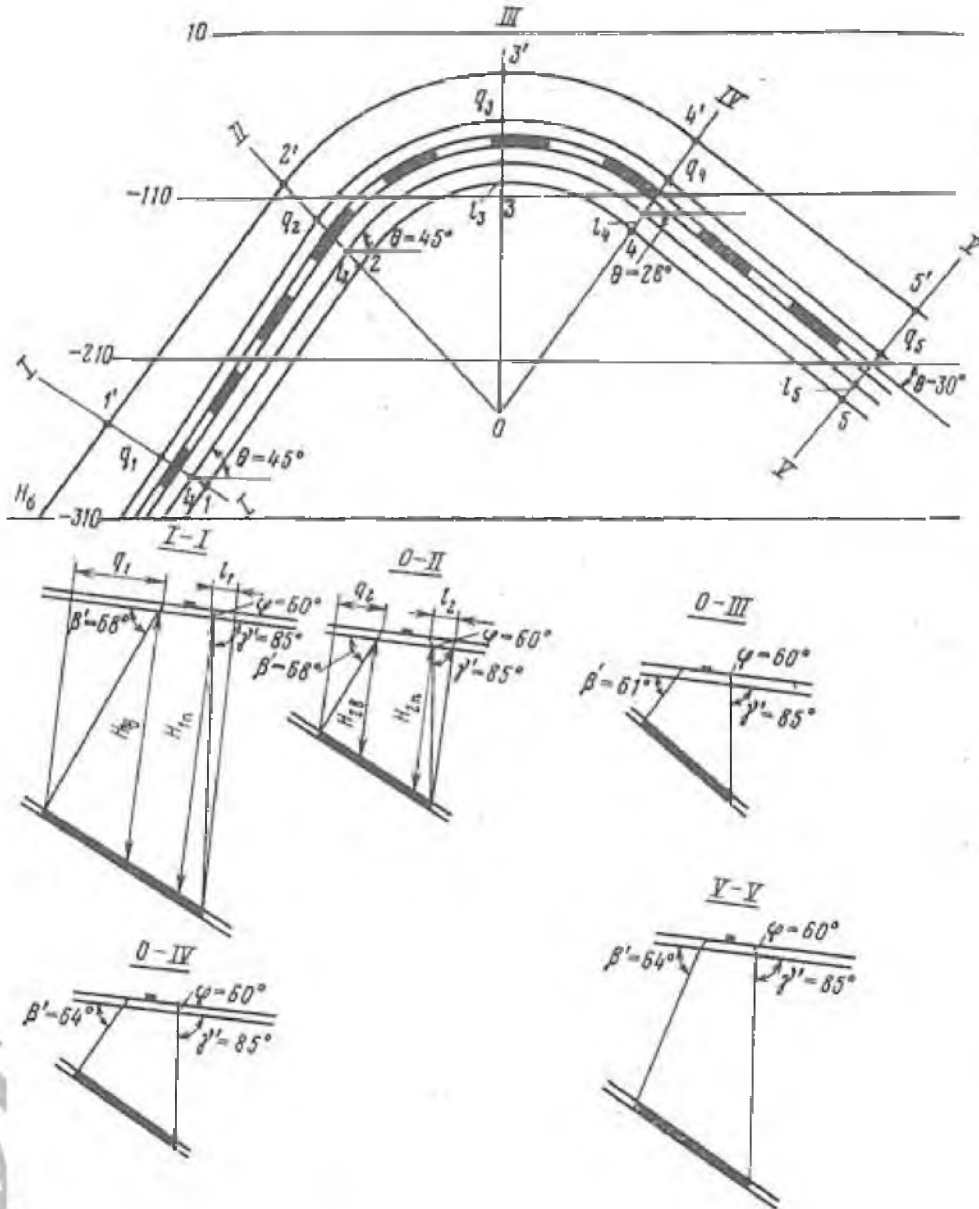
Ayrim hollarda vertikal kesmalar usuli o‘rniga perpendikulyarlar usulidan foydalaniladi. Bu usulda planda selik o‘lchamlari analitik usulda topiladi. Bermaga perpendikulyar uzunligi quyidagicha aniqlanadi:

a) qatlamni tiklanish tomonida

$$q = h \operatorname{ctg} \varphi + \frac{(H_e + h) \operatorname{ctg} \beta'}{1 + \operatorname{ctg} \gamma' \cos \theta \operatorname{tg} \alpha}; \quad 4.10$$

b) qatlamni yotish tomonida

$$\ell = h \operatorname{ctg} \varphi + \frac{(H_n - h) \operatorname{ctg} \gamma'}{1 - \operatorname{ctg} \gamma' \cos \theta \operatorname{tg} \alpha}; \quad 4.11$$



4.4 –rasm. Temir yo‘lni himoyalash uchun seliklarni qurish

bu yerda: H_e –ustki qatlam bilan asos jinslari kontaktidan ko‘mir qatlamigacha vertikal bo‘yicha masofa; H_n – qatlam yotish tomonidan ustki qatlam bilan asos jinslari kontaktidan ko‘mir qatlamigacha vertikal bo‘yicha masofa.

Agar mezozoy qatlami bo'lsa, q va l qiymatlari "obyektlarni muhofazalash qoidalari" yoriqnomasidan olinadi.

4.3. Kon lahimlarini suv ostida qolishdan muhofaza qilish choralari.

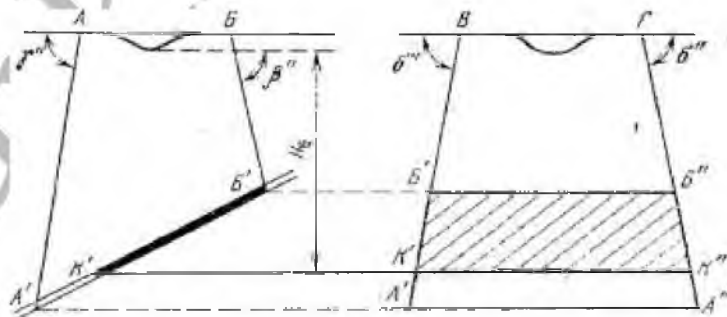
Himoyaning asosiy vositasi bo'lib, kon ishlarini havfsiz chuqurlikda olib borish suv obyektlarini ta'sir zonasidan tashqarida olib borish hisoblanadi.

Suv havzalaridan kon lahimlariga suvni sizib o'tishini oldini olish uchun seliklarni qurish va havfli ta'sir zonalarini aniqlash uchun yotiqlik bo'yicha δ''

burchaklar va ko'ndalang bo'yicha β'' va γ'' burchaklaridan foydalaniladi.

Suv obyektlarini havfli ta'sir zonasi deganda, qazilma boylikni qazish hududida kon lahimlariga suvni sizib o'tishi yo'l qo'yarli darajadan oshib ketgan uchastkalari tushuniladi, alohida hollarda lahimlar suv ostida ham qolib ketishi mumkin.

Suv obyektlarining havfli ta'sir zonasi $k'k''$, $B'B''$ ajralish burchaklari β'' , γ'' , δ'' yordamida qurilib, ular massivda va yer sirtidagi suv o'tkazuvchi darzliklar sistemasi o'rni aniqlashga imkon beradi (4.5 -rasm).



4.5 –rasm. Suv obyektini yer osti kon lahimlariga xavfli ta'sir zonasini aniqlash sxemasi

Hamma asosiy suv obyektlari o'zining xarakteri bo'yicha ikkita guruhga bo'linadi:

1) oquvchi suvlar, suv havzalari, massivdagi suvli jinslar – agar ularning qalinligi suv havzasi chuqurlikidan chuqur bo'lmasa. Shuningdek bu

guruhga asos jinslarida suv balandligi loy qatlamidan pastda bo'lgan suv obyektlari kiradi;

2) birinchi guruhga kirmay qolgan suv obyektlari.

Asosida suv jinslari bo'lmagan, gidrogeologik xizmat tomonidan 0,97 ehtimoli bilan topilgan suvni maksimal chuqurligi chegarasi **suv obyekti chegarasi** deb qabul qilinadi. Oquvchi suvning pastki chegarasi o'rnida uning eng chuqur asosi olinadi.

Planda suv obyekti chegaralarini aniqlashda yer yuzasi cho'kish obyektida uning maydoni kengayishi mumkinligini hisobga olish kerak.

Suv obyekti ostini xavfsiz chuqurligi deganda, qazib olingan bo'shliq ustidagi

suv o'tkazuvchi darzliklar zonasi suv obyektining pastki chegarasigacha yetmagan, minimal chuqurlik olinadi. Bu chuqurlik tog' jinslari deformatsiyasi qiymatiga bog'liq.

4.4. Obyektning himoyalashning konstruktiv choralari

Konstruktiv choralar quyidagilardan iborat:

- 1) deformatsion choklar yordamida binoni alohida bo'limlarga bo'lish;
- 2) temir beton kamar va po'lat materiallar yordamida bino devorini mustahkamlash;
- 3) bino usti balkalarini ankerlash;
- 4) tom elementlarini ishonchliligini ta'minlash;
- 5) ko'chma domkratlar yordamida bino devorlarini vertikal tekislikda tikligini o'rnatish;
- 6) kompensatsion transheyalarni o'rnatish;
- 7) egiluvchan temir beton plitalarni o'rnatish.

SAVOLLAR:

1. Ruda konlarida siljish jarayoni qanday xarakterga ega?
2. Ruda konlarida siljish jarayoniga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
3. Ruda konlarida siljish xarakteri bo'yicha qanday gruxlarga bo'linadi?
4. Obyektlarni himoya qilishni qanday choralari bor?
5. Yer yuzasi va obyekt asosi deformatsiyasini qanday kamaytirish choralari bor?
6. Kon ishlarini maxsus usulda qanday olib boriladi?

7. Obyektni himoyalashni muhofazalovchi seliklar(ustunlar) va vertikal kesmalar usuli qanday bajariladi?

8. Havfli siljish zona chegaralari qanday aniqlanadi?

9. Temir yoʻlni muhofazalach usuli qanday?

TESTLAR:

1. Muxofazalovchi ustunlarni qurishning quyidagi uslublari mavjud:

A) qirqimlar uslubi, kesimlar uslubi.

B) Vertikal qirqimlar uslubi, perpendikulyarlar uslubi, izochiziklar uslubi.

D) Proeksiyalar uslubi, qirqimlar uslubi.

E) Vertikal kesimlar uslubi, gorizontal kesimlar uslubi.

2. Tog jinslarini surilishi masalalarini echishdagi asosiy xujjatlariga quyidagilar kiradi.

A) Ajratilgan maydon qurish qoidalari

B) Konga ajratilgan maydon qurish qoidalari.

D) Muxofaza kilinuvchi maydonlarda kurilmalarni kurish koidalari.

E) Qurilmalar va tabiiy obyektlarni kon ishlari zararli taʼsiridan muxofazalash qoidalari.

3. Qaysi foydali qazilma konlarida tog jinslari surilishni oʻrganishda tog jinslarining yorikligini xam oʻrganish kerak boʻladi?

A) Qatlam tuzilishidagi yondosh jinslar bilan muvofiq yotuvchi konlarda.

B) Qatlam tuzilishida boʻlmagan yondosh jinsli va massivi kuchli darzlangan konlarda

D) Qatlam tuzilishidagi yondosh jinsli va ular bilan mos kelmagan holatda joylashgan uyumlari bor joylarda

E) Choʻkish natijasida xosil boʻlgan jinslar bilan.

4. Muxofazalovchi ustunlarni qurishning quyidagi uslublari mavjud:

A) Qirqimlar uslubi, kesimlar uslubi.

B) Vertikal qirqimlar uslubi, perpendikulyarlar uslubi, izochiziklar uslubi.

D) Proeksiyalar uslubi, qirqimlar uslubi.

E) Vertikal kesimlar uslubi, gorizontal kesimlar uslubi.

5. Inshootlarni muhofaza qilish qoidalarida quyidagicha muhofaza qilish tavsiya etiladi:

A) Eksploatatsion, konchilik, konstruktiv.

B) Konchilik, konstruktiv, joy eksploatatsiyasini vaqtinchalik o'zgarishi muxofazalash ustunlarni qoldirish.

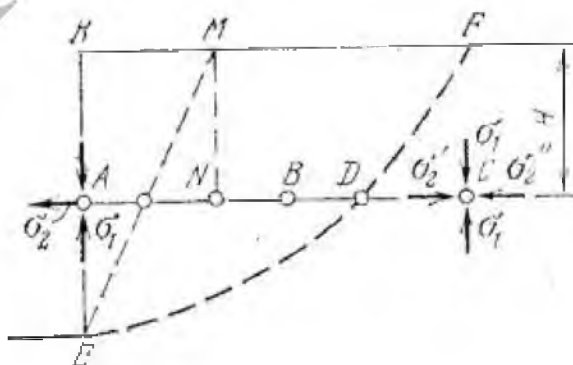
D) Konchilik, muxofaza ustunlarini qoldirish

E) Joy eksploatatsiyasini vaktinchalik to'xtatish, muhofaza ustunlarni qoldirish.

5. Foydali qazilma boylik konlarini ochiq usulda qazishda tog' jinslari siljishi

Qazilma boylik konlarini ochiq usulda qazishda, kon ishlari bilan tegilmagan massiv va ochilgan yonbag'ri chegarasida, karyer asosida jinslarning tabiiy kuchlanish holatini o'zgarishi ro'y beradi. Bir xil jinslardan tashkil topgan karyer yon bag'rida, A nuqtada yon tomonlama kuch σ_2 qazib ochilgan tomonga yo'nalgan bo'ladi (5.1-rasm). A nuqtasida yonbag'r ustuvorligi jinslarning mustahkamlik va yon tomonlama kuch σ_2 qiymatlari bilan aniqlanadi.

Karyer yonbag'ri massivining ustuvorligi bir tomondan massiv ichida tabiiy kuchlanishni taqsimlanish xarakteriga va yon sirtining balandligiga bog'liq bo'lsa, ikkinchidan massivdagi jinslarning mustahkamlik hususiyatiga bog'liq⁹.



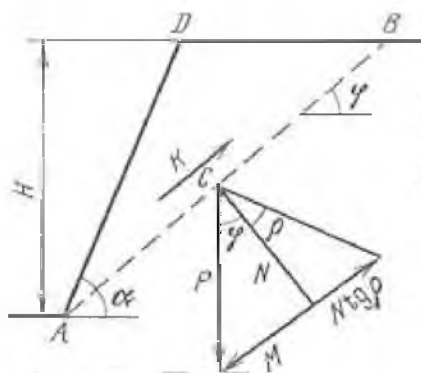
⁹ Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitny.2009. 300st

5.1 –rasm. Bort oldi massivida kuchlanishlarning taqsimlanish sxemasi

Jinslarning mustahkamlik xarakteristikasini grafik ko‘rinishda (mustahkamlik pasporti) ko‘rsatish mumkin. Amaliy hisoblar uchun ko‘pincha to‘g‘ri chiziq tenglamasi qabul qilinib, u quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\gamma = \sigma_n \operatorname{tg} \rho + k, \quad 5.1$$

bu yerda ρ - ichki ishqalanish burchagi, k - berilgan jinsning payvastalik qiymati, $\operatorname{tg} \rho$ - ishqalanish koeffitsienti, chiziqning qiyalik burchagi - β (5.2 -rasm).



5.2 –rasm. Sirpanish sirti va kuchlarning taqsimlanishi

ACB chizig‘ini sirpanish sirti deyiladi. ADBC uchastkasi bort yonbag‘ri massivini qulashi mumkin bo‘lgan prizma hisoblanadi.

ADBC prizmadagi massa P ni ikkita siljituvchi M va normal N lar ko‘rinishida berish mumkin. Bort yonbag‘rini ACB chizig‘i bo‘yicha siljishini ushlab turuvchi kuchlar bu $N \operatorname{tg} \rho$ ga teng ishqalanish kuchi va payvastalik kuchi hisoblanadi.

Shunday qilib bort yonbag‘ri ustuvorligini quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{N \operatorname{tg} \rho + k}{M} = 1. \quad 5.2$$

Sxemadan ko‘rinib turibdiki bort yonbag‘ri massivini ustuvorligini ADBC ning massasini o‘zgartirish orqali erishish mumkin, u o‘z navbatida yonbag‘rning balandligi H va og‘ish burchagi α ga bog‘liq.

Jinslarning tabiiy kuchlanish holatiga asosiy ta‘sir ko‘rsatuvchi omil bu gravitatsiya kuchlari hisoblanadi, shuningdek tektonik kuchlarni ham hisobga olish kerak. Konlarni ochiq usulda qazishda yonbag‘rning

ustuvorligini oshirishda qator omillar muhim rol o'ynaydi: filtratsion jarayonlar, jinslarning bo'kishi va jiplashishi, shamollatish, yalpi portlatishning dinamik ta'siri kon transporti ishidan bo'ladigan vibratsiya va boshqalar.

Karyer ag'darmalari va bortlarini ustuvorligini ta'minlash asosiy vazifalardan hisoblanib karyer chuqurligini ortishi va xizmat davrini chu'zilishida katta ahamiyatga ega. Geometrik nuqtai nazardan bu obyektlarning ustivorligi ikki parametr bilan aniqlanadi: otkosning balandligi va qiyalik burchagi bilan. Shuning uchun bu qiymatlarni bilish muhim hisoblanadi.

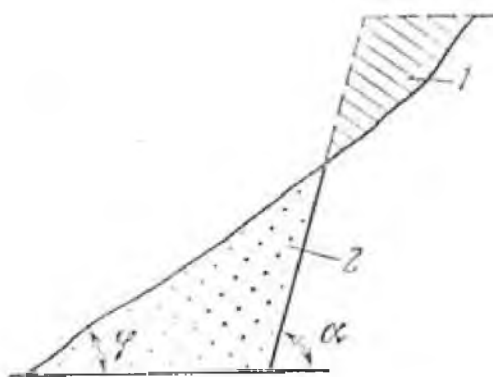
Karyer gelogo-marksheyderlik xizmatiga bort va pog'ona, ag'darmalardagi deformatsiyani kuzatish boyicha vazifalar yuklanadi.

Shunday qilib karyerlarda tog' jinslarini siljishini o'rganishdan asosiy maqsad, konni to'htovsiz va havfsiz ekspluatatsiyasini ta'minlash hisoblanadi.

5.1. Karyerlarda jinslarning turg'unligini buzilishi ko'rinishlari

Karyer yonbag'ining va jinslarning turg'unligi buzilishi oqibatida sochilmalar, qulashlar va ko'chkilar hosil bo'lishi mumkin.

Sochilmalar – karyerlarda deformatsiyaning keng tarqalgan ko'rinishlaridan biri bo'lib hisoblanadi. Karyer yonbag'ri sirtiga uzoq muddat davomida shamol tegishi oqibatida yemirilgan jinslar pog'ona poliga sochilib tushadi. Agar pog'ona yonbag'ining qiyalik burchagi α jinslarning tabiiy qiyalik burchagidan katta bo'lsa sochilma hosil bo'ladi (5.3 -rasm).



5.3 –rasm. Sochilma hosil bo'lish sxemasi

1-pogʻonaning buzilgan qismi; 2-sochilma

Qoyatoshli jinslarda sochilmaning rivojlanishiga yon bagʻning ustki qatlamini portlatish ishlarini taʼsirida yemirilishi katta taʼsir koʻrsatadi. Sochilmalar karyerni ekspluatatsiya sharoitlarini yomonlashishiga olib keladi, uning natijasida ishchi pogʻona maydoni va muhofazalovchi bermalarning kengligini kamayishiga olib keladi. Bu oʻz yoʻlida katta mablagʻlarni sarf boʻlishiga olib keladi.

Jinslarning oʻpirilishi (qulashi) – bu yonbagʻr togʻ jinslarining bir zumda yemirilishi va siljishi boʻlib, karyer pogʻonalari va siljishi boʻlib karyer pogʻonalari va agʻdarmalarini katta qismini egallashi mumkin.

Pogʻonalarning va karyerlar bortlarining oʻpirilishi quyidagi hollarda roʻy berishi mumkin:

a) qoʻsh qatlam yuzalari, duzyunktiv buzilishlar qarshi tomonga nisbatan qiyaligi 25° – 30° dan oshganda;

b) tektonik darzliklarning qiyalik burchagi ish frontiga parallel boʻlib qarshi tomonga 35° – 40° dan oshganda;

d) pogʻona balandligining qoʻllayotgan qazish – ortish mexanizmiga mos boʻlmaganda;

e) agʻdarmaning oʻpirilishi quyidagi hollarda roʻy beradi:

- agʻdarma jinslari qiyaligi 30° dan ortiq qiya asoslarda joylashganda;

- agʻdarma tanasida boʻsh jinslar qatlamini mavjudligi.

Oʻpirilishlarda sirpanish yuzasining oʻrtacha qiyaligi jinslarning ichki ishqalanish burchagidan katta boʻladi. Bu koʻrinish oʻta havfli boʻlib uni avvaldan boshqarish qiyin.

Koʻchkilar – bu togʻ jinsi massasini asta siljishi boʻlib hisoblanadi. Bu karyer yonbagʻr ustuvorligiga taʼsir qiluvchi oʻlchami boʻyicha eng kattasi hisoblanib bir necha million kub metr hajmdagi massivni oʻz ichiga oladi.

Sirpanish sirtining qiyalik burchagi jinsning ichki ishqalanish burchagidan oʻrtacha kam boʻladi. Koʻchkilar qonun boʻyicha tarkibida egiluvchan jinslar boʻlgan hollarda roʻy beradi.

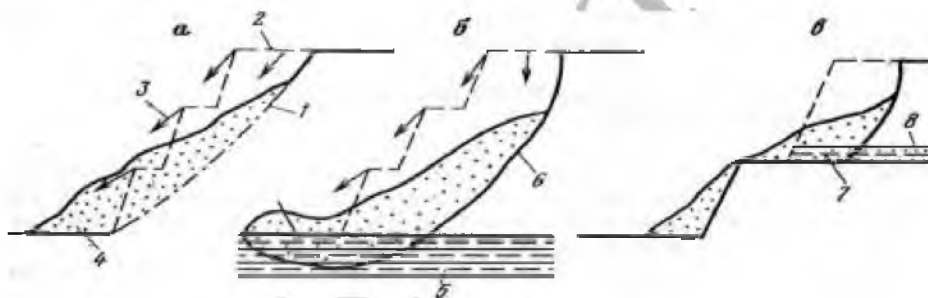
Sirpanish sirtining oʻrniga qarab karyer bortida koʻchkilar quyidagi asosiy koʻrinishlarda boʻlishi mumkin (5.4 -rasm):

1. *Kontaktli ko'chkilar* – qiyaligi 25° – 30° dan kichik qatlamlarni kontaktini kon ishlari yoki dizyunktiv buzilishlar bilan ochilishi oqibatida hosil bo'ladi.

Kontaktli ko'chkilarda profil chiziqlardagi reperlarni o'lchash oqibatida siljish vektorlarining parallelligi hisobalanadi (*a*- rasm).

2. *Bo'rtib chiqqan ko'chkilar* – kar'er borti asosida loy qatlami va namligi katta jinslarning bo'lishi oqibatida ro'y beradi. Bu holatda yonbag'rdagi bo'sh jinslarning qazib olingan bo'shliq tomon siqib chiqariladi (*b* –rasm). Bort asosi orqali sirpanish sirti o'tadi.

3. *Filtratsion ko'chkilar* – bort yonbag'ri massivida jipsligi bo'sh suv o'tkazuvchan jinslar mavjudligida ro'y beradi. Bunday qatlamlarda kon ishlari olib borish oqibatida karyer bortining yuqori qismida ko'chki hosil bo'ladi (*g* - rasm).



5.4 –rasm. Karyer bortidagi ko'chki turlari

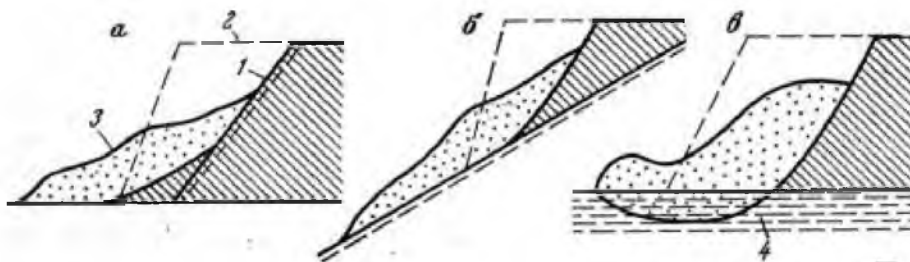
1-bort oldi massividagi bo'sh kontakt, 2-bortning boshlang'ich xolati, 3-surilish vektorlari, 4-ko'chi tanasi, 5- bort asosidagi bo'shang jinslar, 6-sirpanish yuzasi, 7-yer osti suvlarining filtrasiya yo'nalishi, 8-jinslarning filtrasiya qatlami.

Sirpanish sirtining o'rniga qarab ag'darmalarda quyidagi ko'rinishdagi ko'chkilar bo'lishi mumkin (5.5 -rasm):

1. *Asosyonko'chishlari* – agar ag'darma tanasida qor qatlami bo'lsa, namligi katta jinslardan iborat bo'lsa, bo'sh va qattiq, nam va quruq jinslar qatlam qilib joylashgan bo'lsa hosil bo'ladi (5.5 *a* -rasm);

2. *Asos ko'chkilari* – ag'darmalar qiya asosda joylashganda va namligi katta jinslardan iborat bo'lganda hosil bo'ladi (5.5 *b* - rasm);

3. *Asos osti ko'chkilari* – jipsligi bo'sh bo'lgan asoslarda joylashgan ag'darmalar massasi ta'sirida ularni siqib chiqarishi oqibatida hosil bo'lishi mumkin (5.5 a -rasm).



5.5 –rasm. Ag'darmadagi ko'chki turlari

1-ag'darma tanasidagi boshang jins qatlami, 2- ag'darma yon sirtining boshlang'ich xolati, 3-ko'chki tanasi, 4-ag'dara asosidagi bo'shang jinslar.

Cho'kishlar – ag'darma jinslarining o'z massa ta'sirida vertikal notekis cho'kishi oqibatida hosil bo'ladi.

5.2. Karyer borti va ag'darmalarni deformatsiyasini marksheyderlik kuzatish

Karyer borti va pog'onalarni ustuvorligini, deformatsiyasini sistematik kuzatishlar asosida baholash mumkin.

Jinslarning deformatsiyasi o'lchamlarini ikki xil usulda bevosita va bilvosita o'lchashlar yordamida aniqlash mumkin:

Bevosita usul surilish va deformatsiya o'lchamlarini bevosita o'lchashga asoslangan bo'lib, unga quyidagilar kiradi:

1) profil chiziqlari bo'yicha reperlarni kuzatish va jinslarning siljishi, deformatsiya absolyut qiymatlarini o'lchash;

2) nisbiy deformatsiyalarni kuzatish, o'lchash;

3) profil chiziqlarni va reperlarni o'rnatish iloji bo'lmagan joylarda jinslarning siljishini geodezik kestirma usulida aniqlash;

4) ko'chki bo'layotgan joyda topografik syomka qilish, shu jumladan stereofotogrammetrik va aerofotopografik syomka usulidan foydalanish.

Bilvosita usullar tog' massivini fizik xarakteristikasini radiometrik, elektrometrik, ultratovush va boshqa usullarda o'lchashga asoslangan

bo‘lib, ular yordamida bort oldi zonasida kuchalanish holatini o‘zgarishiga baho berish va o‘pirilishni bashorat qilish mumkin.

Marksheyderlik kuzatish stansiyalari profil chiziqlari va reperlardan tashkil topgan bo‘lib, ularni bort oldi massivini siljishi va deformatsiyasini absolyut qiymatini topish, ko‘chki tipini aniqlashga imkon beradi.

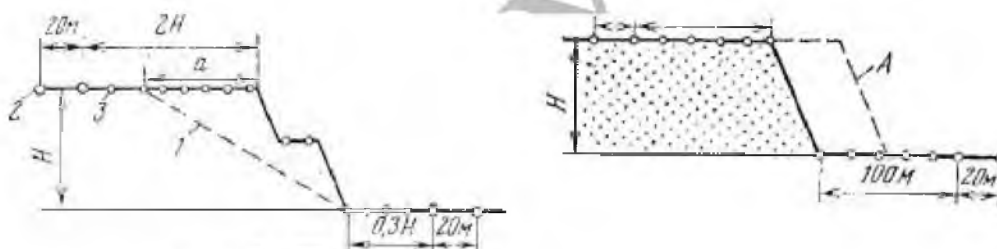
Profil chiziqlar ko‘chkilarni quyidagi belgilari bor joylarda barpo qilinadi:

a) bo‘sh kontaktlarni, filtrlovchi joylarni, tektonik darzliklar sirtini, buzilishlarni kon ishlari bilan qazish joylarida;

b) bo‘sh plastik, bort asosi nam jinsdan tashkil topgan karyerlarni ochish, qiya ag‘darmalarga jinslarni joylashtirilganda;

d) karyer borti va pog‘onalarida loyihada ko‘rsatilmagan bo‘sh jinslar ag‘darmalarini joylashtirilgan bo‘lsa;

e) loyiha bilan ko‘rsatilgan pog‘ona, karyer borti, ag‘darma o‘lchamlariga rioya qilinmagan bo‘lsa (5.6 rasm).



5.6–rasm. Karyer borti va ag‘malarda profil chiziqlari

1-potensial sirpanish yuzasi, 2-ishchi reper, 3-tayanch reper

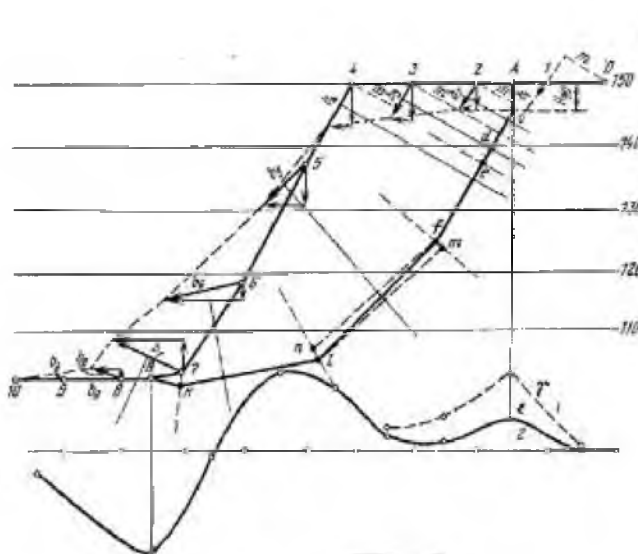
Kuzatish stansiyasini o‘rnatishdan avval marksheyder uning loyihasini tuzishi shart. Kuzatish stansiyalarini potensial havfli uchastkalar uchun loyihalab, u eng kamida karyer borti frontiga perpendikulyar joylashgan ikkita profil chiziqdan iborat bo‘lishi kerak.

Profil chiziqlarida reperlarni bortning pastki va ustki maydonlarida juft qilib oralarini 20 metrdan qilib o‘rnatiladi.

Tayanch reperidan bortning tepa uchigacha masofa $2H$ qabul qilinadi, H – bort balandligi. Qiyalikning pastki qismidan tayanch reperigacha masofa $0,3H$ ga teng olinadi. Qulash mumkin prizmaning kengligi $a=0,8H$ ga teng olinadi. Ishchi reperlar oraliği 5-15 metrgacha prizmadan tashqarida 30

metr olinadi. Bortning har bir pogʻonasida eng kamida ikkitadan ishchi reper oʻrnatiladi (5.6 rasm).

Agʻdarmalarda profil chiziqlarini oʻrnatishda tayanch reperlari agʻ darma balandligidan kam boʻlmagan masofada agʻ darmaning tepa qismida, asosda boʻlsa pastki qiyalikdan 100 metr masofada joylashtiriladi (5.7-rasm).



5.7 –rasm. Kuzatish natijalari boʻyicha sirpanish yuzasi holatini aniqlash sxemasi

1-nisbiy surilish grafigi, 2-gorizontalar deformatsiyalar grafigi

Tayanch va ishchi reperlar konstruksiyasi boʻyicha bir-biridan farq qilmay 0,4-0,5 metr muzlash chegarasidan chuqurlikda joylashtiriladi.

Reperlarning balandlik qiymatlari III klass geometrik nivelirlash bilan bajariladi. Trigonometrik nivelirlash pogʻonada joylashgan reperlarning siljishini aniqlash uchun bajariladi. Reperlar orasidagi masofalar kompararlangan ruletka bilan 1 – razriyadli poligonometriya metodida oʻlchanadi, va shuningdek svetodalnomerlar bilan ham oʻlchanishi mumkin.

Reperlarni gorizontalar va vertikal η siljishi, gorizontalar deformatsiya ε qiymatlari yoʻqorigi mavzuda keltirilgan formula bilan hisoblanadi.

Profil chiziqlari boʻyicha karyer bortining vertikal qirqimlari qurilib, reperlarni vertikal va gorizontalar siljish vektorlari quriladi.

σ ning qiymati quyidagicha hisoblanadi: $\sigma = \sqrt{\eta^2 + \varepsilon^2}$.

A nuqtasi birinchi va ikkinchi reperlar oralig'ida bo'ladi, yoki A va B nuqtalar o'rni grafik usulda topiladi. Vektorlarga perpendikulyar tushirilib c, f, e, d, ℓ nuqtalari topiladi.

Uchastkani nisbiy siljishi: $\gamma_{ms} = \frac{b_i - b_{i-1}}{m}$,

bu yerda $m - b_i$ va b_{i-1} vektorlar orasidagi masofa.

Sirpanish sirtining vertikal uchastkasi quyidagicha hisoblab topiladi:

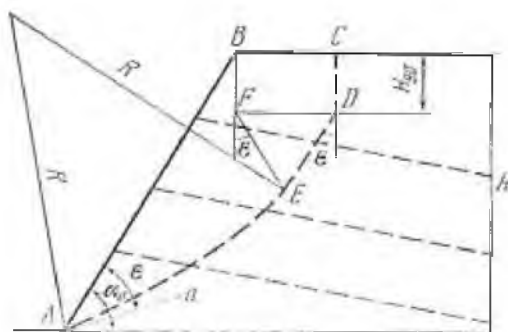
$$H_{90} = \frac{2K_M}{\gamma} \operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\rho}{2}\right), \quad 5.3$$

bu yerda: ρ - ishqalanish burchagi ; K_M - massivdagi payvastalik.

Topilgan sirpanish chizig'i bort oldi massivida ko'chkini tipini aniqlashga va vaqt o'tishi bilan ko'chki deformatsiyasini bashorat etishga imkon beradi.

5.3. Karyer borti, pog'onalarini va ag'darmalar turg'unligini hisoblash

Karyer borti turg'unligi parametrlarini hisoblash bort oldi potensial sirpanish sirti ABCDE ga asoslangan bo'lib uchta bo'limga bo'linadi: vertikal sirpanish sirtiga CD (yuqoridagi formula bilan H_{90} hisoblab topiladi); qiya sirpanish sirti ED vertikal dan $\varepsilon = 45^\circ - \frac{\rho}{2}$ burchakga farq qiladi; egri silindrik sirpanish sirti AE bort asosini pog'ona tekisligiga nisbatan ε burchak ostida kesib o'tadi (5.8 rasm).



5.8–rasm. Bir hil jinsli bort oldi massivida potensial sirpanish yuzasini aniqlash sxemasi

Qulashi mumkin bo'lgan prizma kengligi quyidagicha hisoblanadi:

$$AC = \frac{2H \left[1 - ctg\alpha_0 tg\left(\frac{\alpha_0 + \rho}{2}\right) \right] - 2H_{90}}{ctg\varepsilon + tg\left(\frac{\alpha_0 + \rho}{2}\right)}, \quad 5.4$$

Massivdagi payvastalik qiymati K_M quyidagicha topiladi:

$$K_M = \frac{K}{1 - a \ln HW}, \quad 5.5$$

bu yerda K – namunadagi jinsning payvastaligi, Πa ; a – darzlik xarakteriga va jins qattiqligiga bog‘liq koeffitsient; W – darzlikning intensivligi, darzliklar orasidagi masofaga teskari proporsional. F va D nuqtalaridan ε - burchak ostida E nuqtasi bilan kesishguncha sirpanish sirti o‘tkaziladi. OA va OE perpendikulyarlari aa va DE ga nisbatan o‘tkaziladi. O – aylana markazi.

CDEA sirpanish sirti hosil qilingandan so‘ng jinslarning siljishiga qarshilik xarakteristikalarining o‘rtacha qiymati hisoblanadi:

$$K_{or} = \frac{\sum K_i l_i}{\sum l_i}; \quad tg\rho_{or} = \frac{\sum tg\rho_i l_i \sigma_i}{\sum l_i \sigma_i}, \quad 5.6$$

bu yerda K_i va ρ_i - alohida jins qatlamlarining payvastaligi ichki ishqalanish burchagi, Πa , gradus; l_i - alohida qatlamlar bo‘yicha sirpanish chizig‘i uzunligi, m ; σ_i - har bir qatlam o‘rtasidagi normal kuchlanish, $\sigma_i = \gamma_i H_i \cos\varphi_i$; bu yerda φ_i - alohida qatlamlarda sirpanish sirtining o‘rtacha qiyaligi.

Hisoblash ishlarida zaxira koeffitsienti n – ni hisobga olish kerak:

$$K_n = \frac{K_{or}}{n}; \quad tg\rho_n = \frac{tg\rho_{or}}{n}, \quad 5.7$$

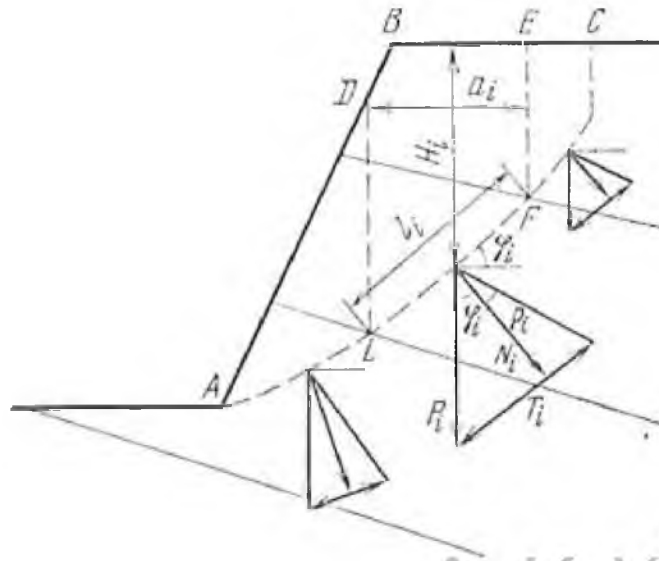
bu yerda K_n va ρ_n sirpanish sirti bo‘yicha hisoblangan payvastalik va ichki ishqalanish burchagi.

Hisoblashni bort oldi potensial sirpanish sirti kuchlarini algebraik yig‘indisi usuli¹⁰ bilan hisoblashda ABC ni elementar bloklar LDEF ga bo‘linadi. Vertikal burchak D va FE ni har bir qatlamdagi sirpanish sirti chegarasi burchak va F nuqtalari orqali o‘tkaziladi (5.9 -rasm).

Har bir elementar blok uchun chekli ustuvorligi shartini quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

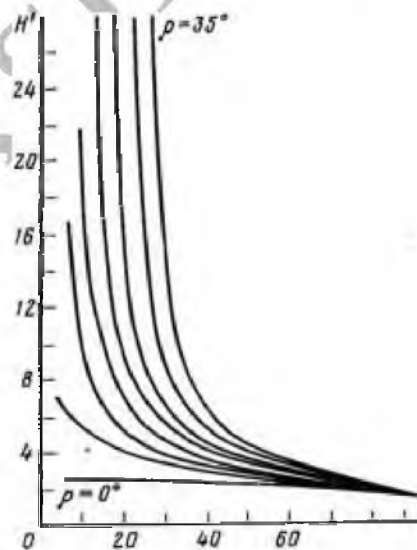
¹⁰ Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitny.2009. 304st

$$\frac{Ntg\rho_m + K_m l_i}{T_i} = 1.$$



5.9 –rasm. Bortni kuchlarni algebraik yig‘indisi usulida hisoblash

Grafik bo‘yicha agar bort qiyaligi α berilgan bo‘lsa va hisoblab topilgan ishqalanish burchagi ρ_n bo‘yicha H' topiladi va u bo‘yicha H_{90} - va otkos optimal balandligi $H = H'$ hisoblab topiladi; $H' = \frac{H}{H_{90}}$.



5.10 –rasm. Otkos balandligini uning qiyalik burchagiga bog‘liqlik grafigi

Agar otkos balandligi H berilgan bo'lsa H_{90} va H' hisoblab topilib α grafik orqali topiladi (5.10 -rasm).

Yuqoridagi chekli turg'unlik formulasida N_i - blok massasining normal tashkil qiluvchisi, T_i - urinma tashkil qiluvchi.

$$N_i = P_i \cos \varphi_i = H_i \gamma_i a_i \cos \varphi_i = H_i \gamma_i \ell_i \cos^2 \varphi;$$

$$T_i = H_i \gamma_i \ell_i \sin \varphi_i \cos \varphi_i;$$

Bort oldi massivini turg'unlik sharti quyidagicha hisoblanadi:

$$\frac{\sum N_i \operatorname{tg} \rho_{mi} + \sum \ell_i K_{mi}}{\sum T_i} = 1.$$

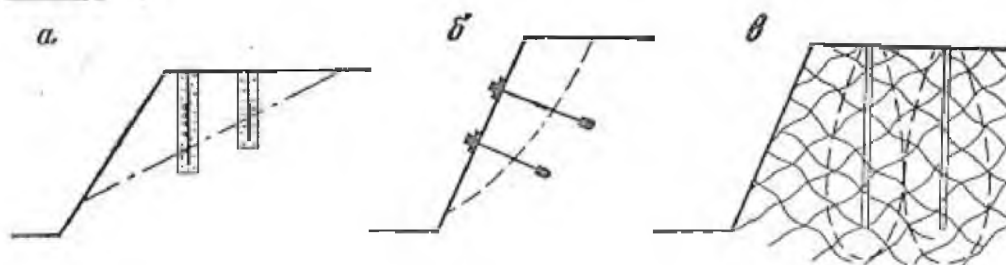
Agar ushbu yechim birdan kichik bo'lsa turg'unlik rioya qilinmayapti va otkos qiyaligini kamaytirish yoki balandligini kamaytirish kerak bo'ladi.

Agar birdan katta bo'lsa turg'unlik ortig'i bilan bo'lib u o'z yo'lida ochish ishlari hajmini ko'paytiradi.

5.4. Otkoslarni muhofazalash choralari

Bort oldi massivini mustahkamlashni sun'iy yo'llari mavjud, bularga quyidagilar kiradi (5.11-rasm):

1. Temir beton ustunlari, ankerlar bilan, trosslar bilan mexanik mustahkamlash[1];
2. Sementatsiya yordamida fizik-ximik mustahkamlash, polimer materiallarini va mustahkamlovchi suyuqliklarini kiritish orqali.
3. Beton suyuqligi bilan himoyalovchi qoplamani bosim ostida skvajinaga haydash.



5.11 –rasm. Bort oldi massivini mustahkamlash sxemalari

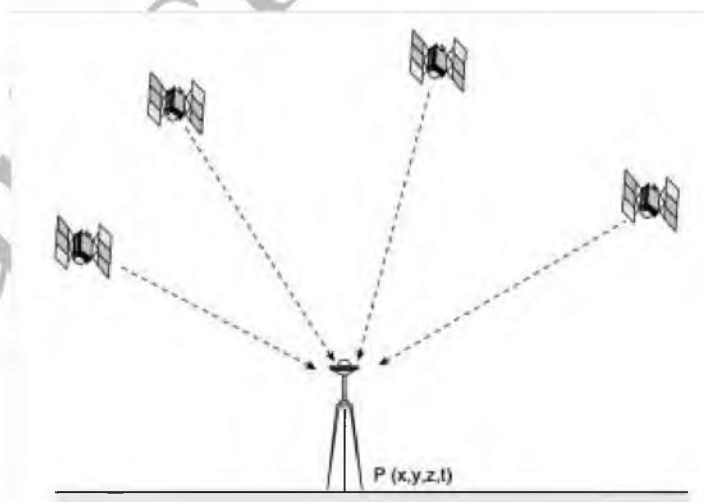
5.5. Siljish jarayonini kuzatishning zamonaviy usullari

Hozirgi kunda siljish jarayonini kuzatishning zamonaviy usullaridan biri bo'lgan sun'iy yoldosh orqali kuzatish usuli e'tiborga loyiq. Ulardan biri bu Amerika sun'iy yoldosh tizimi ya'ni global pozisialash tizimi (GPS NAVSTAR) hisoblanadi (5.12 rasm). U WGS84 ga asosan real vaqtda geodezik tizimni o'rnini aniqlashni ta'minlaydi. Tizim tarkibi 3 moduldan yoki segmentdan tashkil topgan:

[1] Mine Surveying. V.Borsh-Komponiets,A.Navitny.2009. 307st.

- kosmik segmenti;
- boshqarish segmenti;
- tadqiqot segmenti

Marksheyderiyada asosiy o'lchash ishlari GPS texnologiyasi yordamida bajarilib, unda sun'iy yoldosh bilan priyomnik(qabul qilgich) orasidagi masofa o'lchanadi. Bu bevosita qo'shimcha o'lchashlar asosida, ya'ni sun'iy yoldoshdan qabul qilgichga yuborilgan signallar va uning texnik tasnifi asosida amalga oshiriladi.

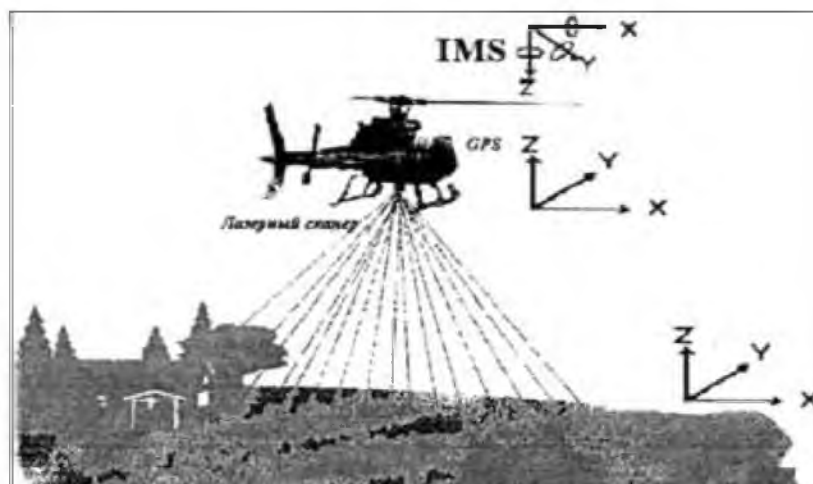


5.12-rasm. GPSva resiver

Global pozisialash tizimi: fazoviy koordinatlarni aniqlash uchun eng kamida 4ta sun'iy yoldoshdan foydalaniladi. GPSdan foydalanishdan maqsad yerdan foydalanish obyektlari uchun strategik va iqtisodiy

masalalarni yechish maqsadida butun dunyo navigasion tizimini yaratish hisoblanadi.

Mavjud tadqiqot usullari ichida lazerli skanerlash o'zining yuqori aniqligi, avtomatizasiyalanganligi va yuqori samaradorligi, axborotning to'liqligi bilan ajralib turadi (5.13 rasm).



5.13-rasm. Uch o'lchamli lazerli skanerlash

Hozirgi kunda dunyoning ilg'or davlatlarida geodezik-marksheyderlik o'lchashlarning avtomatlashtirilgan tizimini ishlab chiqilmoqda va tatbiq etilmoqda. Qoida tariqasida bunday tizimlar oliy geodeziya, astronomiya, marksheyderiya, preseziyon o'lchash texnikasi, matematika, dasturlash va koinotni o'zlashtirish sohalaridagi ilmiy-texnik rivojlanish natijalari asosida barpo qilinadi.

Shunday qilib lazerli skanerlash usullari fotogrammetriyaning ba'zi aspektlarida evolyusiya yasab, odatiy stereoskopik kuzatishda olinadigan 2 o'lchamli tasvir o'rniga yuzaning 3D modeli hosil qilinadi, shunday qilib kon ishlarini marksheyderlik ta'minoti to'liq avtomatizasia tizimiga o'tishga yaqinlashmoqda.

Hozirgi vaqtda prinsipial yangi texnik vositalar-kosmik (sun'iy yoldosh) navigasion va geodezik tizimlar, shuningdek inersial navigasion va geodezik komplekslar barpo qilingan bo'lib, ular geodezik-marksheyderlik ta'minotda yuzaga keladigan barcha ilmiy va amaliy masalalarni echishda avtonom tizim hisoblanadi.

Marksheyderlik, geodezik va kartografik ishlarni bajarishda mobil

texnologiyaga uch o'lchamli lazerli skanerlashni kiritish mumkin, u qaytarish moslamasiz ishlaydigan dalnomerlar prinsipini rivojlanishi hisoblanib, bortida GPS va inersial tizimdan foydalanishni talab qiladi.

Geodezik-marksheyderlik amaliyotida echiladigan amaliy masalalar soxasi, ya'ni zichlovchi tayanch tarmoqlari va maxsus geodezik tarmoqlar punktlarini koordinatalarini yuqori aniqlikda aniqlash, kon-geologik va geofizik masalalarni echishga imkon beradigansun`iy yoldoshlar yuqori qiziqish uyg`otadi.

Bunday masalalarni barpo qilingan "NAVSTAR" (AQSH) va "Glonass" (RF) global sun`iy yoldoshli navigasion tizimlar (SNT) erdamida echiladi.

SAVOLLAR:

1. Karyer yonbag`rining va jinslarning ustuvorligi buzilishini qanday ko`rinishlarga ega?
2. Sochilmalar qanday xosil bo`ladi?
3. Ko`chkilar va ularning qanday turlari bor?
4. Kontaktli ko`chkilar qanday xosil bo`ladi?
5. Filtratsion ko`chkilar qanday xolatlarda xosil bo`ladi?
6. Cho`kishlar qanday xosil bo`ladi?
7. Karyer borti va pog`onalarni ustuvorligini, deformatsiyasini qanday kuzatish usullari bor?
8. Karyer borti va pog`onalari deformatsiyasini kuzatishni bevosita usuli qanday bajariladi?
9. Karyer borti va pog`onalari deformatsiyasini kuzatishni bilvosita usuli qanday bajariladi?
10. Marksheyderlik kuzatish stansiyalari barpo qilish tartibi qanday?

TESTLAR:

1. Massivning mustaxkamlik xususiyatlarini aks ettiruvchi javobni toping.
 - A) Ichki ishqalanish burchagi va zichlik.
 - B) Namlik, burg`ilanish va zichlik.

D) Hajmiy og'irlik va mustahkamlik chegarasi.

E) Ichki ishqalanish burchagi va payvastalik

2. Kon jinslari mustahkamligini bir jinsli massivga keltirish nimani anglatadi?

A) Maksimal xarakteristikali qatlamlarni qidirish.

B) Xarakteristikalarni qatlamlar bo'yicha hisoblash.

D) Qatlam xarakteristikalarini qatlam qiyaligi bo'yicha o'rtacha xolga keltirish.

E) Ko'chish chizig'i bo'yicha qatlam xarakteristikalarini o'rtacha xolga keltirish.

3. Algebraik yig'indi usuli qachon qo'llaniladi?

A) Ustivor kon jinslari og'irligini hisoblash uchun.

B) Bortning ustivorlik zaxirasi koeffitsentini hisoblash uchun.

D) Qoplama koeffitsentini hisoblash uchun.

E) Filtratsiya koeffitsentini hisoblash uchun.

4. H_{90} parametri nimani ko'rsatadi?

A) Ustivor bort maydoni balandligini.

B) Noustivor bort maydoni balandligini.

D) Bortning vertikal maydoni balandligini.

E) Sirpanish sirtining vertikal uchastkasi balandligini.

5. Karyer borti va pog'onalarni ustuvorligini, deformatsiyasini qanday kuzatish usullari mavjud?

A) Profil chiziqlari bo'yicha reperlarni kuzatish va jinslarning siljishi, deformatsiya absolyut qiymatlarini o'lchash;

B) Nisbiy deformatsiyalarni kuzatish, o'lchash;

D) Profil chiziqlarni va reperlarni o'rnatish iloji bo'lmagan joylarda jinslarning siljishini geodezik kestirma usulida aniqlash;

E) Bevosita va bilvosita kuzatish usullari

6. Karyer borti va pog'onalari deformatsiyasini kuzatishni bevosita usuli qanday bajariladi?

A) Teodolit yollari o'tkazish orqali

B) Nivelir yo'llari o'tkazish orqali

D) Profil chiziqlari bo'yicha reperlarni kuzatish va jinslarning siljishi, deformatsiya absolyut qiymatlarini o'lchash

E)Analitik hisoblash orqali.

Markshheyderiya

6. Shaxta qurilishida marksheyderlik ishlar

6.1. Umumiy ma'lumotlar. Shaxta qurilishida marksheyderlik ishlari

Shaxta qurilishida quyidagi marksheyderlik ishlar bajariladi: loyihaviy chizmalarning grafik qismi va elementlarining qiymatlari tekshiriladi; loyihaviy geometrik elementlarni joyga ko'chirish; qurish jarayonida bino, inshoot va kon lahimlarining loyihaviy geometrik elementlariga mosligini nazorat qilish; bino va inshootlarni cho'kishini kuzatish; sanoat maydoni va kon lahimlarini tasvirga olish va kon grafik hujjatlarni to'ldirish; kon qazish ishlarini hajmini hisobga olish.

Yuqorida ko'rsatilgan ishlarning katta qismini qurilish tashkilotining marksheyderlik xizmati bajaradi. Ba'zi bir nisbatan og'ir va javobgarligi katta bo'lgan ishlarni buyurtmachi vazifasiga yuklatiladi. Yangi shaxtani qurilishida buyurmachi sifatida qurilayotgan korxonada direktori, rekonstruksiya qilishda esa ekspluatatsiya qilinayotgan shaxta direksiyasi ishtirok etadi. Kapital marksheyderlik ishlarni bajarish uchun buyurmachi maxsus tashkilot bilan shartnoma tuzadi (GUGK korxonasi, soyuzmarkshtrest, birlashmalar qoshidagi marksheyderlik byurolar va boshqalar).

6.2. Shaxta qurilishida talablar, me'yoriy hujjatlar

Shaxta qurilishida birinchi navbatda loyihalash ishlari amalga oshiriladi. Kon korxonalarini loyihalash ishlari quyidagi ketma ketlikda amalga oshiriladi.

Konchilik qazib olish soxasining rivojlanish sxemasi va obyektlarining joylashishiga (gensxema) asosida konchilik korxonasini loyihalash, qurish, rekonstruksiya qilish yoki kengaytirish bo'yicha loyihaning texnik iqtisodiy asosini (TEO) ishlab chiqadilar va qurilishning tan narxini hisoblab aniqlaydilar.

TEO da ko'rsatilgan xududda obyektни qurish uchun maydon tanlanadi va qurilishni loyihalash uchun texnik vazifa (TV) tuziladi.

Tasdiqlangan (TV) bo'yicha quriladigan obyektning murakkabligiga qarab bir yoki ikki bosqichli loyihaviy smetalar hujjatlari ishlab chiqadilar. Birinchi bosqichda narxi hisoblangan smeta va yakuniy ishchi loyiha barpo qilinadi, ikki bosqichda yakuniy hisoblangan smeta, ishchi hujjatlar smeta bilan barpo qilinadi (yirik va murakkab obyektlarni qurilishi uchun).

Loyihaning loyihaviy smeta hujjatlariga (birinchi bosqich) quyidagilar kiradi: chizmalar nusxasi bilan bir nechta kitobdan iborat tushuntirish xati ilovalari bilan.

Loyihaning tushuntirish xati bir nechta qismdan iborat. Ularning orasida eng asosiylari quyidagilar: umumiy, geologik, texnologik, energetik, qurilish, general plan va transport, mehnatni ilmiy tashkil qilish va korxonani boshqarish tizimi, tabiatni muhofaza qilish, qurilishni tashkillashtirish, texnik-iqtisodiy. Ulardan eng kattasi - texnologik qism bo'lib, loyihaviy hujjatni asoslari, xizmat qilish muddati va kon korxonasini ishlash rejimi keltirilgan bo'ladi. Unda shuningdek shaxta maydonini ochish sxemasi, stvollar soni, qirqimi, ochilayotgan lahimlarni mustaxkamlash va muxofazalash usullari, ishchi gorizontlarning absolyut balandlik qiymatlari keltirilgan. Ushbu qismning mustaqil bo'limi shaxta maydonini tayyorlash sxemasini, qazish tizimini, qazish ishlari mexanizatsiyasini asoslashga bag'ishlangan. Unga ilova sifatida kon ishlari plani, lahimlarni tayyorlash kalendar grafigi va qazish ishlarini tashkil qilish grafigi kiritiladi. Maxsus bo'limda ko'tarish moslamalari va yer osti transporti tiplari, parametrlarini asoslash hisoblari, mustaqil qismga esa shamollatish, texnika havfsizligi, bino va inshootlar muxofazasi, shaxta maydonini quritish, suvlarni chiqarish va boshqa masalalar chiqarilgan.

Qurilish qismi bino va inshootlarni arxitektura-qurilish masalalarni yechimini asoslash va qurilish maydoni haqida ma'lumotlardan iborat. Alohida bo'limlarda suv ta'minotini, oqava suv, issiqlik ta'minoti va shamollatishni tashkillashtirish, shuningdek maydon ichi va tashqi kommunikatsiyalar tarmog'i chizmalari, asosiy inshootlar planlari keltirilgan. General plan va transportga bag'ishlangan qismda, hamma shaxta sanoat maydoni xarakteristikalari, ularning vertikal va gorizont planirovkasi, yo'laklar, suv chetlashtirish tarmoqlari, to'siqlar va ko'kamlashtirish obyektlari o'z aksini topgan. Ushbu qismda region

transport tizimini hisobga olgan holda qo‘llaniladigan transport turi asoslanadi, xudud plani, general plan, temir yo‘l stansiyalari va yo‘llari profillarini chizmalari ishlab chiqiladi.

Tushuntirish xatining asosiy qismi bo‘lib, qurilishni tashkillashtirish loyihasi (QTL) hisoblanib, unda asosiy texnik yechimlar va qurilishni texnologik ketma ketligi keltirilgan. QTLning asosiy qismi qurilish genplani hisoblanib, u qurilish maydonida qurilish uchun zarur bo‘lgan vaqtincha bino, inshoot va kommunikatsiyalarni joylashtirish masalalarini yechimiga bag‘ishlangan. Loyiha tasdiqlangandan so‘ng QTL asosida ishlarni bajarish loyihasi (IBL) ishlab chiqiladi.

Tasdiqlangan qurilish loyihasi asosida bajariladigan ishchi hujjatlar (loyihaning ikkinchi bosqichi) o‘z ichiga quyidagilarni kiritadi: ishchi chizmalar, qurilish va montaj ishlari hajmini vedomostlari, kerakli materiallar vedomosti, asbob-uskuna spetsifikatsiyasi, smeta xujjatlari, bino va inshootlarning qurilish bo‘yicha ishchi chizmalarini pasporti.

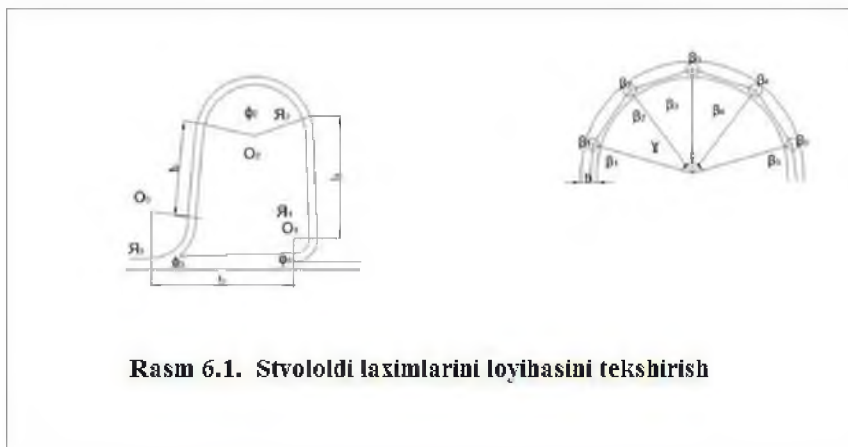
6.3. Loyihaviy chizmalarni tekshirish

Qurilish tashkilotiga ishlarni boshlashdan avval texnik va loyihaviy hujjatlarning komplekti topshiriladi.

Texnik hujjatlar tarkibiga quyidagilar kiradi: shaxta qurilish uchastkasining yer yuzasi plani, yer yuzasida marksheyderlik tayanch tarmoqlari punktlarining joylashish plani, mufassal geologik qidirish materiallari, konga ajratilgan yer maydoni chizmalari. Loyihaviy grafik hujjatlar quyidagilardan iborat: qurilish genplani chizmalari, shaxta maydonini ochish sxemasi asosiy lahimlari bo‘yicha vertikal qirqimlari bilan, kon ishlarini rivojlanish loyihasi chizmalari, shaxta yuzasidagi texnologik kompleks inshootlari va binolarini, injenerlik kommunikatsiyalari, shaxta stvollarini o‘tish va jixozlash (armirovka), stvol oldi lahimlari va kameralari ishchi chizmalari, rejalash (разбивочный) tarmoqlari loyihasi.

Qurilayotgan obyektning geometrik elementlarini loyihadan joyga ko‘chirish uchun zarur ma‘lumotlar loyihaning ishchi chizmasida keltirilgan, shuning uchun ishchi chizmani o‘rganish va undagi raqamlarni tekshirishga katta e‘tibor beriladi. Raqamli ma‘lumotlarni tekshirishni

usullaridan biri loyihaviy poligon o'tkazish hisoblanadi. Masalan, stvololdi lahimlari uchastkasi loyihagini tekshirishda (rasm 6.1a), lahim o'qining to'g'ri chiziqli uchastkasi oxirida poligon nuqtalari 1, 2, 3,..6 o'rnatiladi; egri uchastkalarni esa chegaraviy radiuslar orqali o'tkaziladi, ya'ni



Rasm 6.1. Stvololdi lahimlarini loyihagini tekshirish

uchastkalar markazlari O_1, O_2, O_3 va markaziy burchaklari $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ ham berk poligonga kiradi. Markazi ($x_1 = 0, y_1 = 0$) nuqtadava birinchi tomon direksion burchagi $\alpha_{1-2} = 0$ bo'lgan shartli koordinatalar sistemasini tanlanadi. Poligon punktlari uchun lahim o'qining to'g'ri chiziqli uchastkasida chegaraviy radiuslar perpendikulyar bo'lgan holat uchun yo'nalish bo'yicha chap gorizont burchak β hisoblanadi. Boshlang'ich ma'lumotlar, shuningdek gorizont burchaklar koordinatalar hisoblash vedomostiga yoziladi. Shu bilan birga quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

$$\text{tashqi burchaklar uchun: } \sum \beta - 180^\circ(n + 2) = 0; \quad 6.1$$

$$\text{ichki burchaklar uchun: } \sum \beta - 180^\circ(n - 2) = 0. \quad 6.2$$

$$\sum \Delta x = 0; \sum \Delta y = 0. \quad 6.3$$

Agar loyihani tekshirish bilan bir qatorda o'qlarni loyihadan joyga ko'chirish uchun boshlang'ich ma'lumotlarni tayyorlansa, u holda loyihaviy poligonda lahimning egri uchastkalari o'qi xordlar bilan ko'rsatiladi (6.1. b-rasm). Xordlar sonini aniqlash uchun avval radiusning burchagi φ aniqlanadi. So'ngra burchak φ ni burchagi γ bo'lgan teng qismlarga bo'linadi. Xordaning uzunligini quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{\varphi}{n} \qquad l = 2R \sin \frac{\gamma}{2}; \qquad 6.4$$

Xordadagi burchaklar quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

tashqi burchaklar uchun: $B'_1 = B'_5 = 180^\circ + \frac{\gamma}{2}$; $B'_2 = B'_3 = B'_4 = 180^\circ + \gamma$;

ichki burchaklar uchun: $B'_1 = B'_5 = 180^\circ - \frac{\gamma}{2}$; $B'_2 = B'_3 = B'_4 = 180^\circ - \gamma$.

Bu holatda loyihaviy poligon shaxtada qabul qilingan koordinatalar tizimida hisoblanadi.

Kon lahimlari chizmalarini o'rganishda asosiy e'tiborni lahim qirqimlari o'lchamlari va unda joylashtiriladigan inshoot o'lchamlari meyoriy hujjatlarda tasdiqlangan qiymatlarni hisobga olgan holda loyihalash tashkiloti tomonidan aniqlanishi kerak.

Loyihaviy chizmalarda aniqlangan o'lchamlar va balandliklar haqida bosh marksheyder quruvchi tashkilot rahbariga tegishli tuzatishlar va loyihaga korrektirovkalar kiritish uchun yozma shaklda ma'lumot berishi kerak.

6.4. Loyihadan joyga ko'chirish ishlari

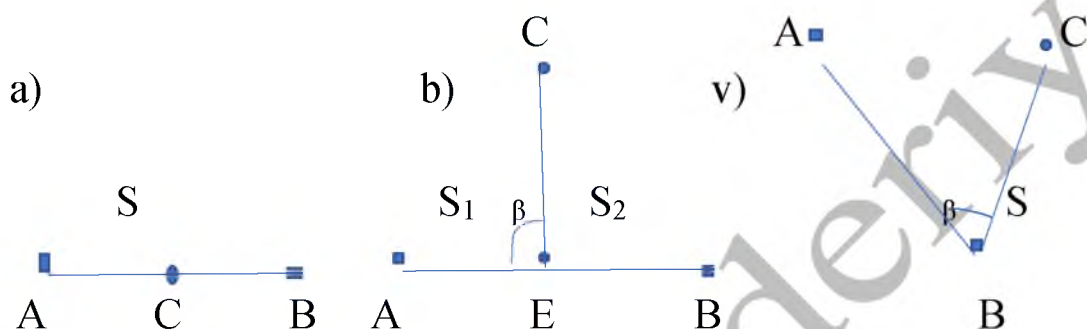
Planli va balandlik bo'yicha asos sifatida shaxta yuzasida joylashgan marksheyderlik tayanch punktlari va reperlari va rejalash tarmoqlari punktlaridan, shuningdek shaxta stvoli o'qlaridan va chiziqli inshoot trassalaridan foydalaniladi.

Shaxta stvoli o'qini, chiziqli inshoot trassasini rejalash tarmoqlari joyda buyurtmachi tashkilot tomonidan yoki uning vazifasiga asosan maxsus tashkilotlar tomonidan mahkamlanib, dalolatnoma asosida korxonani qurayotgan general pudratchiga topshiriladi.

Bino, inshoot va texnologik uskunalarning o'qlarini joyga ko'chirish, montaj to'rlarini qurish, yer osti kon lahimlariga yo'nalish ko'rsatish ishlarini qurilish tashkilotining marksheyderlik xizmati bajaradi. Qurilayotgan obyektning geometrik elementlarini loyihadan joyga ko'chirish uchun ma'lumotlarni buyurtmachining imzosi bo'lgan "Ishga ruxsat" belgisi bo'lgan loyihaviy chizmalar asosida tayyorlanadi.

Rejalash tarmoqlarining mavjudligi bino va inshootlarning asosiy o'qlarini loyihadan joyga ko'chirishni eng sodda usullaridan foydalanishga imkon beradi, ya'ni, chiziqli kestirma usul, to'g'ri burchakli koordinatalar usuli va qutbli koordinatalar usullari.

Chiziqli kestirma usulida nuqtani o'rni AV o'qining ustida joylashtiriladi (6.2-rasm 2a).



6.2 - rasm. Loyihadan joyga ko'chirish usullari

To'g'ri burchakli koordinatalar usulida topiladigan nuqta S o'rni ikki etapda joyga ko'chiriladi (6.2-rasm, b). Avval E nuqta aniqlanadi, so'ngra YE nuqtaga teodolit o'rnatilib, 90° ga teng β burchak va masofa S_2 o'lchab qo'yiladi va C nuqta o'rni topiladi.

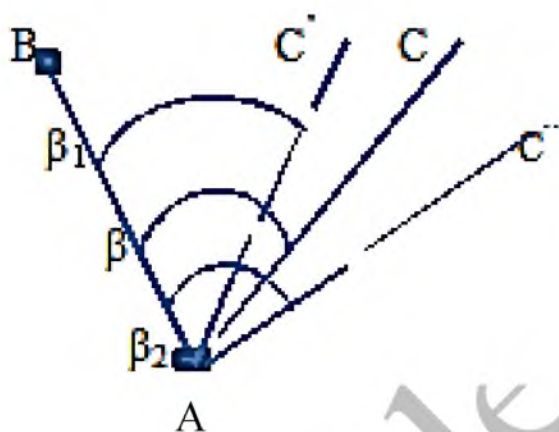
Rejalash uchun boshlang'ich ma'lumotlarni tayyorlashda bu usullar sodda hisoblanadi. Rejalash elementlari S, S_1, S_2 boshlang'ich A va S nuqtalari koordinatalarini ortirmalari sifatida aniqlanadi agar S koordinatalari shartli koordinatalar tizimida berilgan bo'lsa, yoki sanoat maydoni asosiy o'qidan A va S nuqtalarigacha bo'lgan masofalar farqi sifatida ham aniqlanishi mumkin.

Qutbli koordinatalar usululi nisbatan universal hisoblanib, aloxida tayyorgarlik qilishni talab qiladi. Rejalash elementlari β va C ni aniqlash uchun teskari geodezik kestirma masalasini yechish kerak bo'ladi. Shu bilan birga direksion burchak α_{BA} , koordinatalar $A(x_A, y_A)$ va nuqta $S(x_S, y_S)$ ma'lum. AC chizig'ining direksion burchagi α_{AC} aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AC} = \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A}$$

burchak β ; $\beta = \alpha_{AC} - \alpha_{AB}$ va masofa S :
$$S = \frac{Y_C - Y_A}{\sin \alpha_{AC}} = \frac{X_C - X_A}{\cos \alpha_{AC}}$$

Burchak β ni joyga ko'chirish uchun *Anuqtada* teodolit o'rnatiladi, ko'rish trubasining ikkala xolatida burchak o'lchab qo'yilib, C' va C'' nuqtalari belgilanadi (6.3 rasm).

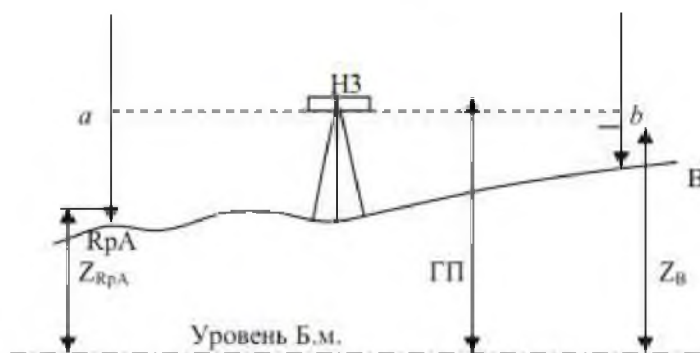


6.3-rasm. Qutbli usul

Masofa $c'c''$ ikkiga bo'linib C nuqtasi topiladi, bu esa hisoblangan AC yo'nalishini ko'rsatadi. β burchagining to'g'ri ko'chirilganligini kontrol o'lchash orqali tekshiriladi. Ko'chirilgan yo'nalish bo'yicha temperatura, kompararlash, va qiyalik uchun kiritilgan tuzatmalar uzunlik C o'lchab qo'yiladi. Kontrol sifatida A va S nuqtalari orasi o'lchanadi va hisoblangan gorizont masofa bilan solishtiriladi.

Loyihaviy balandlik qiymatini joyga ko'chirish uchun asbob gorizonti usulidan foydalaniladi. Buning uchun asbob gorizonti $H_{\Gamma\Pi}$ hisoblanadi:

$$H_{\Gamma\Pi} = Z_A + a, \quad 6.4$$



6.3-rasm

bu yerda ZA – boshlang‘ich reperning balandligi

A – boshlang‘ich reperda o‘rnatilgan reykan olingan sanoq.

Asbob gorizontidan loyihaviy balandlik H_c gacha bo‘lgan masofaga teng reykan olingan b sanoq hisoblanadi:

$$b = H_{rn} - H_c. \quad 6.5$$

B nuqtasida reykada nivelirdan b sanoq ko‘ringuncha tepa pastgacha siljiriladi, topilgandan so‘ng esa reyka osti bilan baravar qilinib qoziq qoqiladi.

Rejalash davridagi hamma o‘lchash ishlari rejalash jurnalida qayd qilinadi. Jurnalda rejalash sanasi, boshlang‘ich ma‘lumotlar, loyihaviy chizmalarning raqami, rejalash elementlari yoziladi. Rejalash sxemasini ishni bajaruvchi va uni qabul qilgan uchastka boshlig‘i imzolaydilar.

6.5. Bino, inshoot, yer osti transport vositalari va kon lahimlarining geometrik elementlariga rioya qilinayotganligini nazorati

Bino, inshoot, qurilish konstruksiyalari, texnologik vositalar va kon lahimlarining *geometrik elementlari* deganda, ularning xarakterli nuqtalari, bino o‘qlari, kolonna o‘qlari, dala shtreklari o‘qlari, bosh shkiv tekisligi va hokazolar tushuniladi.

Nuqtalar, o‘qlar, yuzalar orasidagi masofalar, loyihada ko‘rsatilgan o‘qlar orasidagi yoki o‘qlar va tekislik orasidagi burchaklar, burilish radiuslari, kon lahimlari o‘lchamlari, silindrik uskunaning diametrlarini *geometrik parametrlar* deyiladi.

Geometrik elementlarni loyihaviy qiymatidan farqini aniqlash, geometrik o‘lchamlarni loyihaviy qiymatlariga solishtirish masalalarini marksheyderlik xizmati qurilish montaj ishlari jarayoni davomida va tugagandan so‘ng kontrol o‘lchovlari o‘tkazish orqali yechimini amalga oshiradi.

Yig‘ma qurilma va uskunalarni loyihaviy joyiga o‘rnatishda bajariladigan kontrol o‘lchovlar uchun asos bo‘lib, rejalash va montaj o‘qlari yoki yig‘ma qurilmalarning yon qirralariga parallel chiziqlar, tayanch yuzalari, reperlar, marka va mayaklar hisoblanadi.

Kontrol o'lovlar natijasida aniqlangan yo'l qo'yish mumkin bo'lmagan xatolar haqida qurilish tashkiloti bosh muxandisiga, yuqori tashkilot bosh marksheyderiga xabar berilib, marksheyderlik ko'rsatmalar kitobida yozuv qoldiradilar.

Inshoot fundamentlarini qurish ishlari, kolonnalarni o'rnatish, muxandislik kommunikatsiyalarini yotqizish, monolit temir beton yig'ma qurilmalari va texnologik uskunalarni montaj va qurish ishlari tugagandan so'ng rejalash o'qlariga nisbatan ularning geometrik elementlari va yuza konturlari aniqlanadi. O'lchash natijalari dala jurnallariga yozilib, loyihaning ishchi chizmasiga (nusxasi) cheklanish qiymatlari ko'rsatilgan holda chizib qo'yiladi.

Barcha texnologik inshootlarning montaji tugagandan so'ng ularning geometrik elementlarini tekshirish o'tkaziladi. Shu bilan birga ichki elementlarning o'zaro bog'liqligini aniqlash muhim hisoblanadi, chunki ko'pincha syomka ishlari shartli koordinatalar sistemasida bajarilib, aniqlangan inshoot geometrik elementlari asos sifatida qabul qilinadi.

Geometrik elementlar va o'lchamlarning loyihaviy qiymatlaridan yo'l qo'yarli cheklanish qiymatlari qator me'yoriy texnik hujjatlarda (MTX) keltirilgan bo'lib, ularga quyidagilar kiradi: qurilish m'yeyorlari va qoidalari (QM va Q), shuningdek qurilish va montaj ishlarini loyihalash va bajarish bo'yicha yo'riqnoma (QM), qurilish bo'yicha davlat qo'mitasi (vazirlik) tomonidan tasdiqlangan, soxaviy xavfsizlik qoidalari (XQ va YAXQ), texnik ekspluatatsiya qoidalari (TEQ), marksheyderlik ishlarini bajarish bo'yicha yo'riqnoma, saotkontexnazorat tomonidan tasdiqlangan inshootlarni kon ishlarini xavfli ta'siridan muxofaza qilish qoidalari.

Qurilishda geometrik aniqlik - Bu, avvalam bor bino va inshootlarni sifatli barpo etish hisoblanadi. Ushbu masalani yechimini birinchi bosqichi bo'lib, qurilishdagi hamma ishlab chiqarish jarayonining texnologik aniqligini ko'rsatuvchi yagona umumdavlat m'yeyorlarini ishlab chiqish hisoblanadi. Ushbu tizimni shaxta qurilishi amaliyotiga joriy qilishda asosiy rolni loyihalash institutlari o'ynaydi, chunki bino va inshootlarni geometrik parametrlari bo'yicha sinfini loyihlash bosqichi davrida aniqlanadi. Keyinchalik qurilish detallari va konstruksiyalari, ularni yig'ish aniqligiga

loyihalashda alohida talablar paydo bo'lishi mumkin, shuningdek rejalash ishlari, kontrol o'lchovlar bajaradigan texnik vosita va usullariga ham.

6.6. Bino va inshootlarni cho'kishini kuzatish

Loyihalash tashkiloti kuzatish zarur bo'lgan bino va inshootlarni aniqlaydi, cho'kishni aniqlash xatosi, kuzatish vaqti va davrlari ko'rsatilgan texnik vazifa TV ishlab chiqadilar, shuningdek ishchi reperlar va markalarni joylashtirish loyihasi ham beriladi.

Ish xajmi katta bo'lganda va fundament cho'kishini kuzatishga yuqori aniqlik talab qilinganda kuzatish ishlarini buyurtmachi bilan tuzilgan shartnoma asosida maxsus tashkilot tomonidan bajariladi. Agar cho'kish markalarining soni 10 dan oshmasa, yo'lning umumiy uzunligi 500 m.dan katta bo'lmasa, cho'kishni aniqlash xatoligi 15 mm.dan katta bo'lmasa ishlar qurilish tashkilotining marksheyderlik xizmati tomonidan bajariladi.

Boshlang'ich sifatida chukish ta'sir zonasidan tashkarida bulgan guruh bo'lib joylashtirilgan yerli yoki devoriy reperlardan foydalanishadi. O'rnatilgan joyiga qarab cho'kish markalari quyidagilarga bo'linadi: devoriy, sokolli va plitaga o'rnatilgan. Cho'kish deb turli o'lchash siklida olingan marka balandlik qiymatlari farqiga aytiladi.

Fundamentlarni cho'kishini geometrik nivelirlash natijasida aniqlanib, ular aniqligi bo'yicha uchta klassda bo'lishi mumkin. Cho'kish qiymatini o'lchash o'rta kvadratik xatosi quyidagini tashkil qiladi:

I klass - 1mm.

II klass - ± 2 mm.

III klass - ± 5 mm.

I klass nivelirlash asosan noyob obyektlarning fundamentini cho'kishini o'lchash uchun ishlatiladi, shuningdek qoyatoshlarda barpo qilingan bino va obyektlarda, II klass esa siqiluvchan yerlarda barpo qilinadigan bino va inshootlarni fundamentini cho'kishini o'lchashda, III klass esa sochma, cho'kma yerlar va doimiy muzliklarda barpo qilinadigan bino va obyektlarning cho'kishini o'lchash uchun ishlatiladi.

O'lchash natijalari asosida o'rtacha cho'kish, nisbiy egilish f va notekis cho'kish k (qiyalanish) qiymatlari hisoblanadi.

$$S_{cp} = \frac{|S|}{n}; \quad 6.6$$

$$f = \frac{2S_2 - (S_1 + S_3)}{2L}; \quad 6.7$$

$$K = \frac{S_1 - S_3}{L}, \quad 6.8$$

bu yerda: $[S]$ –inshootdagi hamma markalarning cho‘kish yig‘indisi; n -markalar soni; S_1 va S_3 –to‘g‘ri chiziqdagi chekka markalarning cho‘kishi, mm.; S_2 - o‘rta markaning cho‘kishi, mm.; L - chekka markalar orasidagi masofa, mm.

Asosga to‘liq bino barpo qilgunga qadar eng kamida 4 siklda cho‘kishni o‘lchash kerak; birinchisi fundament qilingandan so‘ng bajarilishi kerak. Agar 3 ta o‘lchash sikli davomida fundamentning cho‘kish qiymati talab qilingan aniqlik atrofida bo‘lsa kuzatish ishlari to‘xtatiladi.

Chekli deformatsiyalar qiymati QMvaQ (qurilish me‘yorlari va qoidalari) 2.02.01-83 «Bino va inshootlar asoslari (fundamentlari)»da keltirilgan.

6.7. Bajariladigan syomkalar

Bajariladigan syomkalar kundalik va yakuniy bo‘lishi mumkin. Kundalik syomkalar qurilish montaj ishlari jarayoni davomida bajarilsa, yakuniy esa bino va inshoot majmuasini, boyitish fabrikasi, maydon tashqi chiziqli inshootlarni va boshqalarni qurilishi tugagandan so‘ng bajariladi.

Kundalik syomkalar rejalash tarmoqlari punktlari, bino va inshoot o‘qlari asosida olib boriladi. Bino va inshootni barpo qilinishi natijasida ko‘rinmay qolgan qismi ish tugagandan so‘ng syomka qilinadi. Masalan yer osti injenerlik kommunikatsiya elementlarini syomkasini transheyani yopishdan avval amalga oshiriladi. Shu bilan bir qatorda trassaning burilish qismi, bino kirish qismi, nazorat quduqlari va boshqalarning koordinatalari ko‘rsatib ketiladi. Trassaning ko‘ndalang kesimida quduqning tepa qismi absolyut otmetkasi, quduqlar orasidagi masofa va truboprovodlarning qiyaligi ko‘rsatiladi.

Kundalik syomkalar va nazorat o‘lchashlar natijasida yirik masshtabda sanoat maydonining ishchi operativ genplani tuziladi.

Marksheyderlik ishlari yo'riqnomasi talablariga asosan yer osti kon lahimlarini o'tilishi mobaynida syomka ishlari amalga oshiriladi.

Qurilish tugagandan so'ng sanoat maydoni xududini va xudud topografik planlarini yangilash maqsadida maxsus topografo geodezik tashkilot GUGK va davqurilishning me'yoriy xujjatlari talablari asosida syomkani bajaradi.

Shaxtani ekspluatatsiyaga topshirishdan avval maxsus tashkilotlar tayanch va syomka tarmoqlarini qurish va zarur kon grafik xujjatlari tuzish ishlarini amalga oshiradilar.

6.8. Kon qazish ishlar hajmini hisobga olish

Kon qazish ishlarini marksheyderlik o'lchash bir oyda bir marta, ya'ni joriy oyning birinchi kuniga xolati bo'yicha amalga oshiriladi.

Kon qazish ishlarini marksheyderlik o'lchash ishlari lahimni uzunligi, kengligi, balandligini o'lchashdan tashkil topgan bo'lib, ularni syomka tarmog'i punktlariga bog'lanadi. Lahimni kengligi va balandligini bir nechta joyda o'lchanib ularning o'rtacha qiymati hisoblanadi. Kon lahimlarini qabul qilish vaqtida berilgan yo'nalishda o'tilganligi va nishabligi, lahimni kesimi, lahimni mustaxkamlash m'yor asosida o'rnatilayotganligi, rels yo'llarini yotqizilishi va boshqalar tekshiriladi.

Kon qazish ishlarini qabul qilish yoki ularni brakga chiqarish haqidagi qaror marksheyderlik o'lchash davrida qabul qilinadi. Kon qazish ishlarini o'lchash ishlarini asosiy hujjat hisoblangan uchastka marksheyderining dala o'lchash jurnalida yoziladi, shuning uchun yozish davrida raqamlarning aniqligiga va xusnixatiga e'tibor qaratilishi kerak.

Marksheyderlik o'lchash natijalari asosida kon qazish ishlarini oylik marksheyderlik o'lchash jurnallari ishlarning turlarini ketma ketligini hisobga olgan holda to'ldiriladi. Kon qazish ishlarini oylik marksheyderlik o'lchash jurnallarini xar bir o'lchashdan so'ng qurilish tashkiloti va bosh marksheyder imzolaydi.

6.9. Shaxta yuzasida texnologik kompleksni qurilishida marksheyderlik ishlar

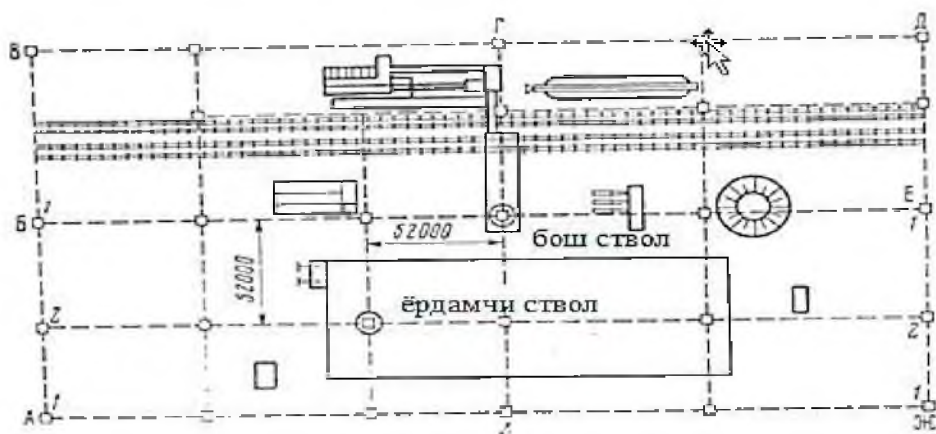
Rejalash tarmoqlari. Zamonaviy yuqori mexanizatsiyalashgan shaxtalarda yirik blokli bino va inshootlarning mavjudligi va ularning bir biri bilan texnologik bog'liqligi katta ahamiyatga ega. Sanoat maydonida qurilish ishlari boshlashdan avval tomonlari shaxta stvoli o'q chiziqlariga parallel bo'lgan to'g'ri burchakli tizimda rejalash tarmog'i punktlarini barpo qiladilar. Rejalash tarmog'ini qurish sanoat maydoniga shaxta stvoli, bino o'qlarini, injenerlik kommunikatsiyalarini, transport yo'llarnini va boshqa obyektlarni o'rnini katta aniqlik bilan joyga ko'chirishga imkon beradi.

Loyihalash tashkiloti genplan chizmalaridan foydalangan holda rejalash tarmog'i loyihasini barpo qiladi. Shu bilan birga tarmoqning asosiy punktlarini to'g'ri burchak uchlariga, qo'shimchalari esa asosiylar orasida joylashtiriladi (6.4-rasm).

Asosiy punktlar orasidagi tayanchlar uzunligini 80-350 m.ga teng qilib olinadi; markazning konstruksiyasi va o'rnini qurilish bo'ladigan xududning gruntini xarakteristikasiga va ob xavo sharoitiga to'g'ri kelishi kerak va asosiy punktlarning uzoq muddat saqlanishini ta'minlashi kerak.

Asosiy va qo'shimcha punktlarning joylashishini va sonini rejalash ishlarini o'tkazishga maksimal qulayligi bilan aniqlanadi. Punktlarning koordinatalarini o'qlar yo'nalishi to'r tomonlari yo'nalishiga mos tushgan shartli koordinatalar sistemasida hisoblab aniqlanadi.

Loyihaning tushuntirish xatida koordinatalar tizimi va ularning balandlik qiymatlari, boshlang'ich punktlar, asosiy va qo'shimcha punktlarning chizmalari, to'rnini qurish uslubi va texnik o'lchash vositalari haqida zaruriy ma'lumotlar keltiriladi. Loyihaga ishni bajarish uchun moliyaviy-smeta hisoblari ilova qilinadi.



6.4-rasm. Shaxta sanoat maydonchasidagi rejalash tarmogʻi loyihasi

Rejalash tarmogʻini qonun tariqasida buyurtmachi bilan shartnoma asosida maxsus tashkilot barpo qiladi.

Rejalash tarmogʻining birinchi punktini joyga chiqarishda boshlangʻich sifatida marksheyderlik tayanch tarmogʻi punkti hisoblanadi; birinchi punktning oʻrnini ikki marta aniqlangan qiymatlari farqi 0,2 m.dan oshmasligi kerak.

2 razryadli poligonometrik yoʻlni oʻtgandan soʻng va tarmoq tenglashtirilgandan keyin asosiy punktlar redutsirlanadi. Redutsirlash absissa va ordinata oʻqlari boʻyicha tenglashtirilgan punkt koordinatalaridan loyihaviy qiymatlarini ayirmasi orqali tuzatma aniqlashdan iborat boʻlib va uni oʻqlar boʻyicha punkt ustidagi temir plastinkaga toʻgʻrilangan holati oʻrnatiladi. Rejalash ishlarini koordinatalari loyihadan kichik qiymatga farq qiladigan (hisobga olmasa boʻladigan) punktlardan olib borish doim qulay hisoblangan.

Asosiy punktlarni redutsirlangandan soʻng kontrol oʻlchashlar amalga oshiriladi. Oʻlchangan burchaklarning qiymatlari 90° yoki 180° dan farqi $30''$ dan oshmasligi kerak. Qoʻshimcha punktlarni asosiylar oʻrtasida joylashtirilib farqi 5 mm. oshmasligi kerak.

Hamma punktlarning balandlik qiymatlari IV klass nivelirlash yoʻllari oʻtkazish orqali aniqlanadi.

Nisbatan katta boʻlmagan shaxtalarda sanoat maydonida bir biriga bogʻliq boʻlmagan texnologik uskunalarni joylashtirish jarayonida maxsus

rejalash tarmog'ini qurmaslikga ruxsat beriladi. Bunday xolatda rejalash ishlarini shaxta stvollari o'qlari chizig'ida joylashgan punktlarga nisbatan olib borilib, teodolit yo'li punktlari ham ularga tayangan holatda o'tkaziladi.

Stvol markazi o'rni loyihadan joyga ko'chirish stvoldan 300 m.gacha masofada bo'lgan marksheyderlik tayanch tarmog'i punktlaridan biri biriga bog'liq bo'lmagan holda ikki marta bajariladi. Ikki marta aniqlangan stvol markazi o'rni farqlari 0,2 m.dan oshmasligi kerak. Stvolning asosiy o'qi direksion burchaklari farqi 2'dan oshmasligi kerak. Asosiy o'qqa perpendikulyar bo'lgan o'qning xatoligi esa 30"dan oshmasligi kerak. O'qdagi punktlarni shunday joylashtirish kerakki, ulardan rejalash ishlarini bajarish uchun foydalanish qulay bo'lsin. Qo'shni punktlar oralig'i 50m.dan kichik bo'lmasligi kerak. Har bir o'qni eng kamida oltita punkt bilan mahkamlash kerak. O'qdagi punktlar va stvol markazi orqali 2 razryadli poligonometrik va texnik nivelirlash yo'llari o'tkazilib, punktlarning balandlik qiymatlari va koordinatalari hisoblanadi.

Shaxtalarni rekonstruksiya qilishda yangi pastki gorizonlarni qazishga tayyorlashda mavjud stvollarni chuqurlashtirishdan tashqari ko'pincha samaradorligi nisbatan yuqori bo'lgan ko'tarish uskunalari bilan jixozlangan qo'shimcha stvollar o'tkaziladi. Yangi stvolni geometrik elementlarini loyihadan joyga ko'chirishda ikki marta aniqlangan stvol markazlari o'rni farqi 0,2m.dan oshmasligi, va asosiy o'q direksion burchaklari farqi 2' oshmasligi kerak. Bunday holatda stvol markazi va o'qlarini shaxtani o'rientirlash uchun foydalaniladigan marksheyderlik tayanch tarmog'i punktlaridan, yoki mavjud shaxta stvoli o'qi punktlaridan foydalangan holda loyihadan joyga ko'chiriladi (sharoit bo'lmagan holatda o'qdagi punktlar oralig'i 20 m.gacha kamaytirish ruxsat beriladi).

Sanoat maydonida qurilish ishlari davomida qurilgan bino va inshootlar devorlarida stvol o'qi yo'nalishlarini mahkamlanadi. Qurilish tugagandan so'ng saqlanib qolgan rejalash tarmog'i punktlarini shaxtaning marksheyderlik xizmatiga beriladi.

Bino va inshootlarning o'qini rejalash. Bino yoki inshootlarning ko'ndalang va bo'ylama o'qlari asosiy hisoblanib, agar bino va inshoot biri biri bilan texnologik jarayon bilan bog'liq bo'lsa, loyihadan joyga ko'chirish ishlari birga amalga oshiriladi. Shaxtaning sanoat maydonida

bunday o'qlar sifatida misol tariqasida shaxta stvol o'qlarini olish mumkin. Stvol o'qidagi punktlardan unga birikgan hamma bino va inshootlarni rejalash ishlari amalga oshiriladi.

Asosiy o'qlar Bu perifiriyadagi o'qlar bo'lib, ular bino (inshoot) konstruksiyasini tashqi chegaralovchi konfiguratsiyasini takrorlaydi.

Oraliq o'qlarni rejalash uchun asos bo'lgan binoning bosh va asosiy o'qlarini rejalash tarmog'i punktlaridan chiziqli kestirma, to'g'ri burchakli yoki qutbli koordinatalar usullaridan foydalangan holda amalga oshirilib, o'qlar doimiy yoki vaqtincha belgilar bilan, shuningdek bino devoriga markalar bilan mahkamlanadi.

O'qlarni to'g'ri rejalashtirilganligini rejalashtirish vaqtida foydalanilmagan punktlarga nisbatan kontrol o'lchashlar orqali, shuningdek to'g'ri burchak dioganallarini uzunligini va bino o'qlari orasida xosil bo'lgan burchaklarini o'lchash orqali amalga oshiriladi.

Bino va inshootning bosh va asosiy o'qlarini rejalash aniqligi GOST 21779-82 ning yo'l qo'yarli qiymatidan oshmasligi kerak. Binoning konstruktiv jixatlariga asosan odatda loyihalash tashkiloti tomonidan hisoblanadi yoki tavsiya etiladi.

Rejalash ishlari tugagandan so'ng o'qni rejalash bo'yicha dalolatnoma va chizmalar tuzilib unda quyidagilar ko'rsatiladi: joyga ko'chirilgan o'q punktlari; punktlar va o'qlar orasidagi masofalar; rejalash tarmog'i tizimida o'qlarning kesishish nuqtalari koordinatalari; reperlar va ularning balandlik qiymatlari; obyekt tafsiloti; rejalash tarmog'i punktlari.

Kotlovanni qazish bo'yicha yer ishlari tugagandan so'ng binoning hamma oraliq o'qlarini rejalash va mahkamlash amalga oshiriladi. Buning uchun kotlovanning chekka qismlariga nisbatan 3-5 m. masofada taxta va ustunlardan to'liq yoki uzuq devor barpo qilinadi. Bu devorning asosiy elementi bo'lib yerga ko'milgan ustunlar hisoblanib, ularning tepa qismlari gorizonta taxtalar bilan birlashtirilgan bo'ladi. O'qdagi punktlardan ushbu taxtalarda teodolit yordamida bosh va asosiy o'qlar yo'nalishi ko'rsatiladi, va ularga nisbatan chiziqli o'lchashlar orqali taxtada (mix, qalam yoki arra yordamida) oraliq o'qlar o'rni ko'rsatiladi.

Reperlar sifatida o'qdagi punktlar olinib, ularning balandlik qiymatlari rejalash tarmog'i punktlari bo'yicha o'tkazilgan berk texnik nivelirlash yo'llari orqali aniqlanadi.

Yig'ma konstruksiyadan iborat yirik binoni qurilishini ta'minlash uchun kolonna o'qlariga va tayanch plitalari o'lchamlariga bog'liq xolda shaxta tarmog'i rejalashtiriladi.

Fundamentlarni barpo qilishda bajariladigan ishlar. Binolarni qurilishida ko'pincha yig'ma va monolit tasmasimon fundamentlardan foydalanishadi. Temirbeton kolonnalar ostiga stakan shaklidagi fundamentlar barpo qilinadi. Minora shaklidagi koperlar ostiga barpo qilinadigan fundamentlar turiligi bilan farq qiladi: tasmasimon, qutisifat, monolit plitalar, to'sinli plitalar, to'sinlar va boshqalar.

Kotlovan devori taxtalarida belgilangan asosiy o'qlar bo'yicha tasmali fundamentlarni o'tkazishda simlar tortiladi, kotlovanda esa ishchi reperlar o'rnatilib, nivelir va ruletka yordamida balandliklari aniqlanadi. Mahkamlangan reper va o'qlarga nisbatan injenerlik kommunikatsiyalariga darchalar qoldirgan holda opalubkalar tashkil qilinadi. Yig'ma fundamentlarni montajini asosiy o'qlarga nisbatan burchakdagi va bir nechta oraliq bloklarni o'rnatishdan boshlanadi, qolganlari esa bloklar chekkalari bo'yicha tortilgan simlar bo'yicha o'rnatiladi.

Kolonna osti fundamentlarning o'rnini montaj to'ri o'qlariga asosan aniqlanadi.

Qoziqsifat fundamentlarni barpo qilishda tashqi qator qoziqlarning o'qlari mahkamlanadi, qolgan qoziqlar o'rnini qoqish davrida mustaxkamlangan o'qlarga nisbatan chiziqli o'lchash orqali aniqlanadi.

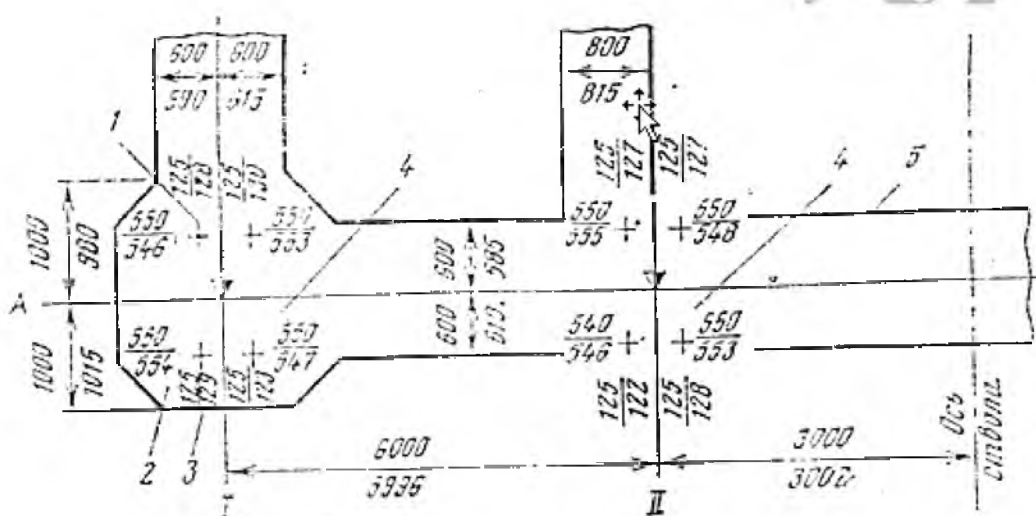
To'sin sifat fundamentlarni barpo qilishda stvol o'qi punktlaridan shurf o'qlari rejalashtirilib, unga nisbatan shurf og'zi betonlanadi va boshlang'ich romlar o'rnatiladi. Shurfni o'tilishini va mahkamlanishini nazoratini boshlang'ich romga o'rnatilgan markaziy shovun yordamida olib boriladi. Mustahkamlash ustunlarining vertikalidan og'ishi 500 mm.dan oshmasligi kerak. Asos jinslarigacha o'tgan to'rtta shurf minora sifat kopyorlarni fundament osti uchun to'sin sifat asos bo'lib hisoblanadi.

Tushuvchan quduq konturini stvol o'qiga nisbatan aniqlab, doira bo'yicha halqa uzunligiga teng intervalda halqalar bilan mahkamlanadi.

Seksiyalarni gorizontalligini nivelirlash orqali tekshiriladi, tikligi esa shovunlar yordamida nazorat qilinadi. Quduqning gorizontalgaga nisbatan xatoligi chuqurligining 0,01 qismidan oshmasligi kerak.

Opalubka, armatura va boshqa detallarni oʻrnatish uchun rejalash ishlari asosiy va oraliq oʻqlardagi belgilarga asosan bajariladi.

Ish tugagandan soʻng fundamentni, anker boltlarini va boshqa oʻrnatilgan detallarni syomkasi bajariladi. Syomka natijasi boʻyicha 1:20 yoki 1:100 masshtabda (6.5-rasm) fundament plani tuziladi, unda loyihaviy masofalar va qiymatlar kasrni tepasida va pasida haqiqiy oʻlchangan qiymatlar koʻrsatiladi.



6.5-rasm. Metall minorali koperning fundamentini bir qismini ishchi sxemasi:

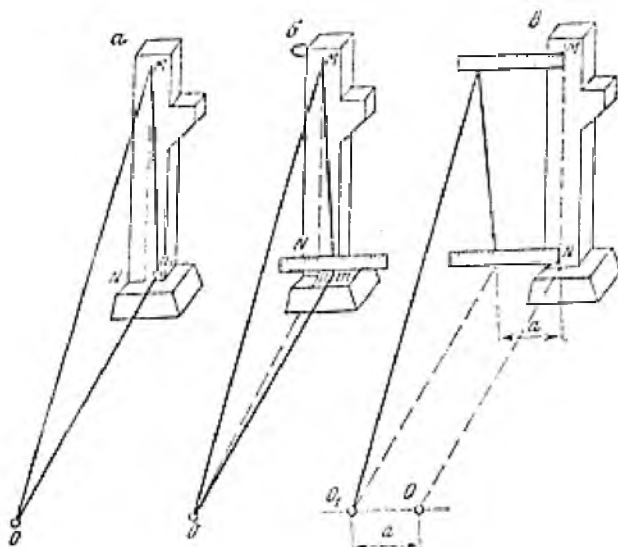
1-anker boltning oʻqi; 2,3-Anker bolti oʻqidan A va 1 kolonna oʻqlarigacha boʻlgan masofa; 4-tayanch yuzalar; 5-fundament konturi.

Yigʻma konstruksiyadagi bino va inshootlarni barpo qilishda bajariladigan ishlar. Boshlangʻich sikl ishlari tugagandan soʻng binoning boshlangʻich gorizontida asosiy va oraliq oʻqlar oʻrni koʻrsatiladi. Katta oʻlchamdagi koʻp qavatli binolarni (administrativ-maishiy kombinat, boyitish fabrikasining bosh korpusi) qurilishi uchun boshlangʻich gorizontda montaj toʻrining oʻqlari oʻrni koʻrsatilib, ularni dyubellar, monolitlar bilan mahkamlanib, mustaxkamlangan yuzada va detallarda oʻyiqalar, chiziqlar va boshqalar bilan koʻrsatiladi.

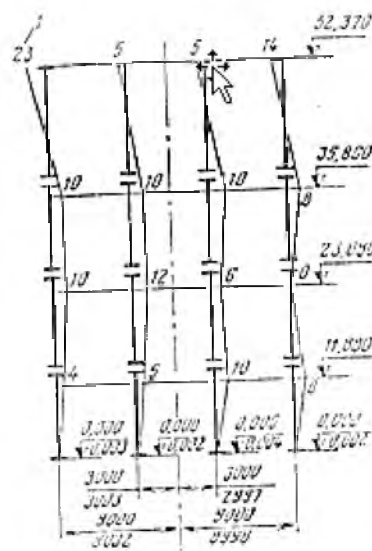
Temirbeton kolonnalar va xajmli bloklar o'qini rejaklash o'qlariga nisbatan siljishi 5 mm.dan oshmasligi kerak: kolonna o'qining vertikalga nisbatan og'ishi balandligining 0,001 qiymatidan oshmasligi kerak. Kolonnalarning tikligini (shamolning tezligi 2 m/s gacha bo'lsa) shovunlar yordamida vertikal vizirlash asboblari bilan ko'rish trubasining ikki xolatida amalga oshiriladi (6.6-a rasm), ya'ni kolonna tepa qismidagi M nuqtadan asosdagi m nuqtaga vizirlash orqali; xuddi shuning o'zi faqat tepadan pastga vizirlanib reykanan olinadigan sanoq orqali (6.7-6 rasm) va tepa nuqtada reykanan sanoq olib, pastda ham sanoq olinadi va sanoqlar farqi orqali aniqlanadi (6.8-B rasm).

Minorali koperning po'lat karkasini tiklashda asosiy rejaklash o'qlari bo'lib stvol o'qlari hisoblanadi. Birinchi yarusning metallokonstruksiyasini montaj qilish tayanch plitalarni o'rnatishdan boshlanadi. Plitaning ustki yuzasi otmetkasini loyihaviy qiymatidan farqi 1,5 mm.dan oshmasligi kerak, yuzaning qiyaligi esa 0,0007 dan oshmasligi kerak. Tayanch plitalarni mustaxkamlash yakunlangandan so'ng ularga kolonna o'qlari o'rni tushirilib, ularni kernlar bilan mahkamlanadi yoki o'yiqlik chiziqlar bilan ko'rsatiladi.

O'qlar o'rnini to'g'riligini hamma yo'nalishlar bo'yicha kompararlangan ruletka bilan tekshiriladi (kolonnalar oraliq masofaning loyihaviy qiymatidan farqi 5 mm.dan oshmasligi kerak). Kolonna o'qining vertikalga og'ish qiymati 15 mm.dan oshmasligi kerak. Kolonnaning balandligi 15 m.gacha bo'lganda, kolonna balandligining 0,001qiymatidan, yoki kolonnaning balandligi 15m dan katta bo'lganda 35mm dan katta bo'lmasligi kerak.



6.8-rasm. Kolonna o'qini tikligini teodolit bilan tekshirish



6.9-rasm. Kolonna qatorlarining vertikal proyeksiyasi

Xar bir karkasning yarusini montaji tugagandan so'ng stvol o'qiga nisbatan kolonnalar o'qini o'rni tekshiriladi. O'lchash natijalari asosida vertikal proyeksiyada stvol o'qlariga parallel kolonna qatorlarini chizmalari tuziladi. Chizmada kolonnalarning va yaruslar balandliklarini suratda loyihaviy va maxrajda haqiqiy qiymatlari ko'rsatilgan (6.9-rasm).

6.10. Bir kanatli ko'tarish inshootlarining geometrik elementlari va o'lchamlari

Bir kanatli ko'tarish inshootlari ko'tarish mashinasidan, koperdan, koper shkvivlaridan, ko'tarish kanatlari va ko'tarish yukxonasi.

Bir kanatli ko'tarish inshootlari uchun kichik, o'rta va yirik bir barabanli (s) va ikki barabanli ($2u$) diametri 1,2 dan 9 m gacha bo'lgan barabanli ko'tarish mashinalarini qo'llashadi. Kanatlarning tartibli o'ralishi uchun barabanda vint shaklida ariqchalar bajarilgan bo'lsa, bitsilindrik barabanlarning (BTSK) yuzasiga esa spiral ariqchalar payvandlangan. Kanat o'raladigan ariqchalar oralig'i 2-5mm ni tashkil qiladi. O'rta va yirik BTSK mashinalari uchun esa 6-7 mm. ni tashkil qiladi.

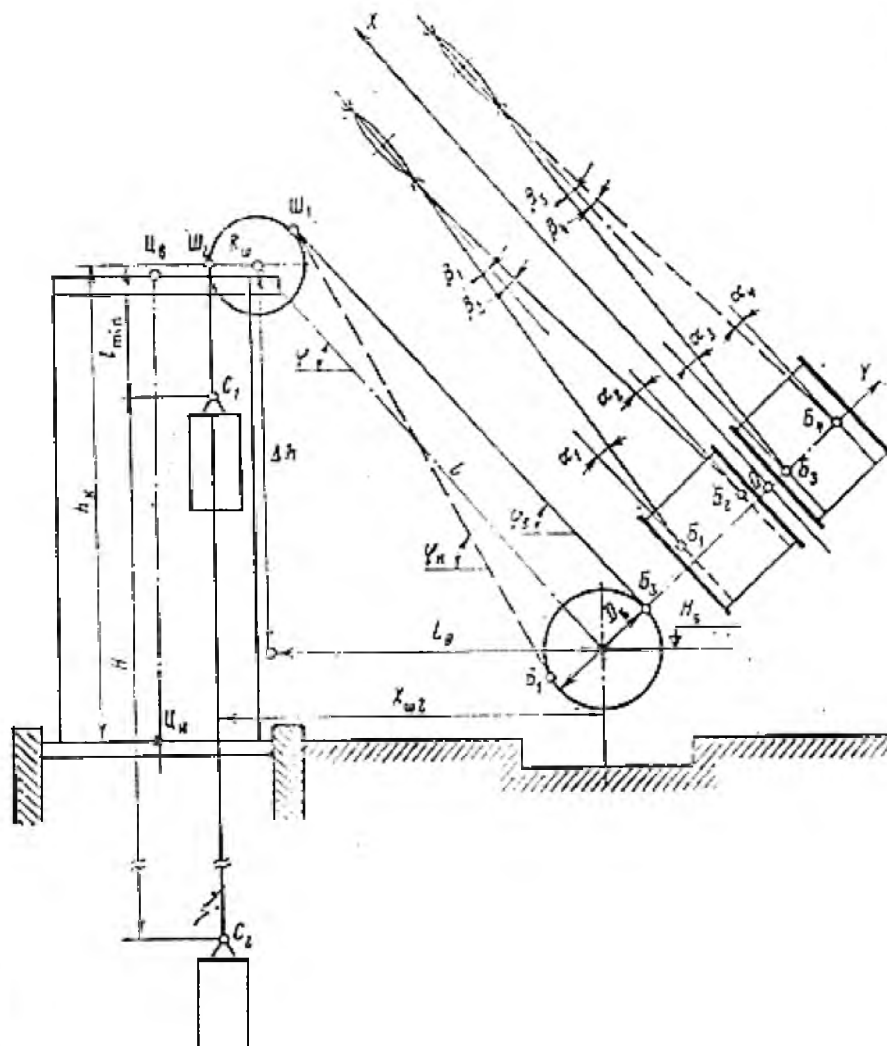
Shaxta ustiga oʻrnatiladigan koperlar koper shkivlarini ushlab turish, yoʻnaltiruvchi va kletlarni maxzkamlash uchun moʻljallangan. Koper shkiv osti maydonda fundament betoniga mahkamlangan tikka ustun va ukosinadan iborat. Koper ustuni koper osti romiga tayangan boʻlib, stvol ogʻziga oʻrnatiladi. Poʻlat ukosinali koperlar A shaklida, toʻrt ustunli va silindrik shakllarda boʻlishi mumkin.

Koper shkivlari koʻtarish mashinasidan chiqib shaxta stvoliga tushadigan kanatlarni yoʻnalishini ushlab turish uchun ishlatiladi. Koper shkivlari xalqasining konstruksiyasi boʻyicha yechiladigan futerovkali yoki futerovkasiz boʻlishi mumkin. Futerovka sifatida yogʻoch, rezinka va nisbatan yumshoq metallar qoʻllaniladi. Diametrlari 2; 2,5 va 3 m. boʻlgan futerovkasiz shkivlarni quyma xalqalardan tayyorlanib, diametri 4; 5 va 6 m. boʻlgan shkivlarni esa qattiqligi yuqori boʻlgan poʻlatlarni shtampovka usulida tayyorlashadi. Koʻtarish kanatlari sifatida poʻlat simlardan tayyorlangan kanatlardan (tross) foydalanishadi.

Koʻtarish yukxonalari skip, odamlarga moʻljallangan klet shaklida va aralash yukxonalardan, yaʼni ikkalisidan ham tashkil topgan boʻlishi mumkin. Skiplarning sigʻimi asosan 7-15 m³ boʻlib, alohida xollarda 20m³ ni tashkil qilishi mumkin. Kletlar konstruksiyasi boʻyicha agʻdariladigan va agʻdarilmaydigan boʻlishi mumkin; ishlatilish boʻicha esa ular odam va yuk tashiydigan, odam tashiydigan, inspektorlarni boʻlishi mumkin.

Bir kanatli koʻtarish inshootini asosiy geometrik elementlarini koʻrib chiqamiz. Asosiy val oʻqi va koper shkivi oʻqlari aylanish oʻqlari hisoblanadi (6.10-rasm). Koʻtarish mashinasining markazi bosh val oʻqining 0 nuqtasida joylashgan boʻlib, gʻaltaklar (baraban) orasidagi masofani ikkiga boʻladi. Koʻtarish mashinasini markazidan oʻtgan va bosh val oʻqiga perpendikulyar boʻlgan chiziq koʻtarish mashinasining oʻqi deyiladi. Koʻtarish mashinasi gʻaltagidan birinchi koʻtarish kanatlarining chiqish nuqtalari B_1 va B_2 gʻaltakning eng chekka qismlariga toʻgʻri kelib, koper shkivida esa kirish va chiqish nuqtalari SH_1 va SH_2 dan iborat. Ikkinchi kanatning chiqish nuqtalari B_3 va B_4 deb belgilangan (6.10-rasm). Koʻtarish kanatining mahkamlash nuqtasi deganda kanat oʻqining osma moslamani yukxonaga mahkamlash oʻqi orqali oʻtgan gorizont tekislik bilan kesishgan nuqtasi C_1 tushuniladi.

Koper osti romi va shkiv osti maydonchasining o'qlari deb romning tepa yuzasida maxkalanadigan o'zaro perpendikulyar bo'lgan chiziqlar tushuniladi: ular koper osti romini va koperni o'rnatishdagi loyihaviy stvol o'qiga mos tushushishi kerak. Ushbu o'qlarning kesishgan nuqtasi koperning tepa kesimi markazini anglatrsa, ularni birlashtiruvchi chiziqlar esa koperning bosh o'qi hisoblanadi.



6.10-rasm. Bir kanatli ko'tarish inshootining parametrlari va geometrik elementlari

Bir kanatli ko'tarish inshootlarining geometrik parametrlarini ko'rib chiqamiz.

Mashina g'altagidagi ko'tarish kanatining deviatsiya burchagideb, g'altakdan kanatni chiqish nuqtasi orqali o'tadigan bosh valning o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislik bilan kanat o'qi o'rtasida

hosil bo'lgan burchakga φ aytiladi. Shkivdagi devyatsiya burchagi deb shkiv o'qi tekisligi bilan kanat o'qiorasida hosil bo'lgan burchakga aytiladi. Devyatsiya burchaklari kanatning uzunligiga va mashina g'altagining o'ralish zonasi qalinligiga bog'liq. Ko'tarish kanatining uzunligi Bu mashina g'altagida kanatning chiqish nuqtasi $B_1, (B_3)$ va shkivdagi nuqtalar $\text{III}_1, (\text{III}_3)$ oralig'ini hisoblanadi. Kanatlar qiyalik burchaklari φ_v i φ_n bo'lgan tepa va pastki kanatlardan iborat bo'lib, muxandislik hisoblari uchun bosh val o'qi va shkiv vali o'qi orqali o'tadigan tekislikda joylashgan devyatsiya burchaklarini qabul qilish mumkin. Shu munosabat bilan kanat uzunligi va uning qiyalik burchaklari sifatida bosh val o'qi bilan shkiv vali o'qini birlashtiruvchi chiziq uzunligi l , va uning qiyalik burchagi φ ni qabul qilish mumkin. Ushbu parametrlar bilan nisbiy balandlik Δh va shkiv vali o'qi bilan bosh val o'qi orasidagi gorizontaal masofa L_0 o'zaro bog'liq.

Mashina g'altagida ko'tarish kanatlarining quyidagi kengayish zonolari mavjud:

- metall futerovkali $v=5$ bo'lgan o'ramlarning ishqalanish zonasi $v_t=3$;
- sinov uchun mo'ljallangan, uzunligi 30m. bo'lgan kanatning zaxira qismi o'ramlari v_z zonasi;
- kanatning ishchi o'ramlar zonasi v_r ;
- ozod qismi v_s .

Kanatning ko'p o'ramli xolatida g'altakning to'liq enidan foydalaniladi. Bu xolatda devyatsiya burchaklarini hisoblashda zonalarnin yig'indisi $v_r + v_z$ dan foydalanishadi.

Ko'tarish balandligi N deb, ko'tarish yukxonaning pastki xolatidagi kanatning mahkamlangan nuqtasidan tepa xolatdagi nuqtasigacha $C_1(C_2)$ bo'lgan masofaga aytiladi.

Ko'tarish balandligi H bilan ko'tarish mashinasi diametri D_B va g'altak kengligi V orasi quyidagi bog'liqlik bor:

Ikki g'altakli ko'tarish mashinalarida

$$B = \left(\frac{H+v_3}{\pi D_B} + v_t + 1 \right) (d_k + ye). \quad 6.9$$

Bir g'altakli ko'tarish mashinalarida

$$B = \left(\frac{H+2B_3}{\pi D_b} + 2v_1 + 1 + A_1 \right) (d_k + ye), \quad 6.10$$

bu yerda: d_k – kanat diametri, mm; $ye = 2 \div 7$ – kanat o‘ramlari oralig‘i, mm; a_1 – bir-ikkita o‘ramga teng bo‘lgan, kanatning g‘altakga kirish va chiqish oralig‘i.

Koper balandligi h_k – koper osti romidan tepa shkiv vali o‘qigacha bo‘lgan vertikal masofa.

Yer osti bosh kanatning minimal uzunligi l_{min} (shkivdan stvolga tushadigan) – kanatning shkidan chiqish nuqtalari $SH_2, (SH_4)$ bilan yukxonaning yuqori xolatdagi kanatning mahkamlangan nuqtalari $S_1(S_2)$ oralig‘idagi masofa.

Bir kanatli ko‘tarish inshootining geometrik elementlariga quyidagi talablarni qo‘yish mumkin:

-bosh val o‘qi va koper shkivi vali o‘qlari gorizontal bo‘lishi kerak;

-bosh ko‘tarish kanatlari o‘qi va koperning bosh o‘qi vertikal bo‘lishi kerak;

-g‘altaklardagi va shkivlardagi ko‘tarish kanatlarining deviatsiya burchaklari yo‘l qo‘yarli qiymatidan oshmasligi kerak.

Ko‘tarish moslamasining geometrik elementlarini mutanosibligi buzilishiga quyidagilar sabab bo‘lishi mumkin: rejalash va montaj ishlarining xatolari, inshoot elementlarining yemirilishi (futerovkani, shkiv ariqchalarini, podshipniklarni, tros uzatuvchilar yuzasi), kon ishlari ta‘sirida koper va ko‘tarish mashinalari asoslarini deformatsiyasi. Bundan tashqari navbatdagi shaxta stvoli chuqurlashtirilgandan so‘ng barabanni ishchi zonasi kengayadi, bu esa kanatlarning deviatsiya burchaklarini o‘shishiga olib keladi.

Buning natijasida geometrik elementlarni loyihaviy o‘rnida o‘zgarishlar sodir bo‘ladi, ya‘ni: bosh val E o‘qining va koper shkivi valining qiyalik burchaklari δ , bosh kanat o‘qlarining vertikal dan og‘ish burchaklari ω (burchak ω ko‘tarish idishining yuqori xolatida maksimal bo‘ladi): koperning bosh o‘qini vertikal dan og‘ish burchagi i .

Ko‘tarish inshootlarining geometrik elementlarini og‘ishi asosan kanat xolatining o‘zgarganida xosil bo‘ladi. Shuning uchun ko‘tarish mashinasi-koper tizimining geometrik elementlarini mutanosibligini baxolashni asosiy mezon bo‘lib ko‘tarish kanatlarining barabandagi va shkivdagi deviatsiya burchaklari hisoblanadi, koper shkivi-armirovka tizimida esa bosh

kanatlarning vertikalga nisbatan og'ish burchaklari hisoblanadi. Bundan tashqari geometrik elementlar o'rni bosh val o'qi va koper shkivi vallari o'qlarining og'ish burchaklari, shuningdek koperning bo o'qini og'ishi bilan ham xarakterlanadi.

Deviatsiya burchaklari kanatni barabanni vashkivni yon devorlariga ta'sir ko'rsatish xarakteriga ega. Deviatiya burchaklari qanchalik katta bo'lsa, kanatning baraban yo'naltiruvchilari orasidagi to'siqni va shkiv yon devorlarini yemirilishini tezlashtiradi. Yo'naltiruvchilar orasidagi to'siqni to'liq yemirilishi qo'shni o'ramlarni biri biriga ishqalanishiga sabab bo'lib, kanatlarni muddatidan avval yemirilib ishdan chiqishiga olib keladi.

Aylanish o'qlarining og'ish burchaklari val podshipniklariga katta ta'sir ko'rsatishi mumkin, valning og'ish burchagi katta bo'lsa moylash materiallari sarfi ko'payadi.

Koperning bosh o'qi og'ishi *i* коперни baland imorat sifatida mustaxkamligiga ta'sir ko'rsatadi.

Bir kanatli ko'tarish inshootining geometrik elementlarini yo'l qo'yarli qiymatlarini keltiramiz (6.1-jadval).

6.1-jadval.

Geometrik elementlarni og'ishi, parametrlar	Yo'l qo'yarli qiymat	Asoslash
1	2	3
α, β	1°30' va 2° BTKS mashinalarining yo'naltiruvchisi bor kichik g'altaklar (baraban) uchun 2°30' qazishda ishlatiladigan yuk lebedkalari uchun	Ruda va noruda konlarini qazishda yagona xavfsizlik qoidalari. Ko'mir va slanetsli shaxtalardan Texnik foydalanish qoidalari.
ω_x, ω_y	1° qattiq armirovkada va 30' kanatli armirovkada	VNIMI taklifi
ε	2' ($0,6 \cdot 10^{-3}$) montajda	VNIMI taklifi
δ	4' ($1,2 \cdot 10^{-3}$) montajda	VNIMI taklifi
ε δ i	20' ($6 \cdot 10^{-3}$) g'altakning (baraban) diametri 5 metrdan kam xolatda 14' ($4 \cdot 10^{-3}$) g'altakning (baraban) diametri 5 m. dan katta bo'lganda, ekspluatatsiya davrida 20' ($6 \cdot 10^{-3}$) ekspluatatsiya davrida 20' ($6 \cdot 10^{-3}$) ekspluatatsiya davrida	Tabiiy obyektlar va inshootlarni ko'mir konlarini yer osti usulida qazishni zararli ta'siridan himoya qilish qoidalari

6.11. Bir kanatli ko‘tarish inshootlarining geometrik elementlarini mutanosibligini tekshirish

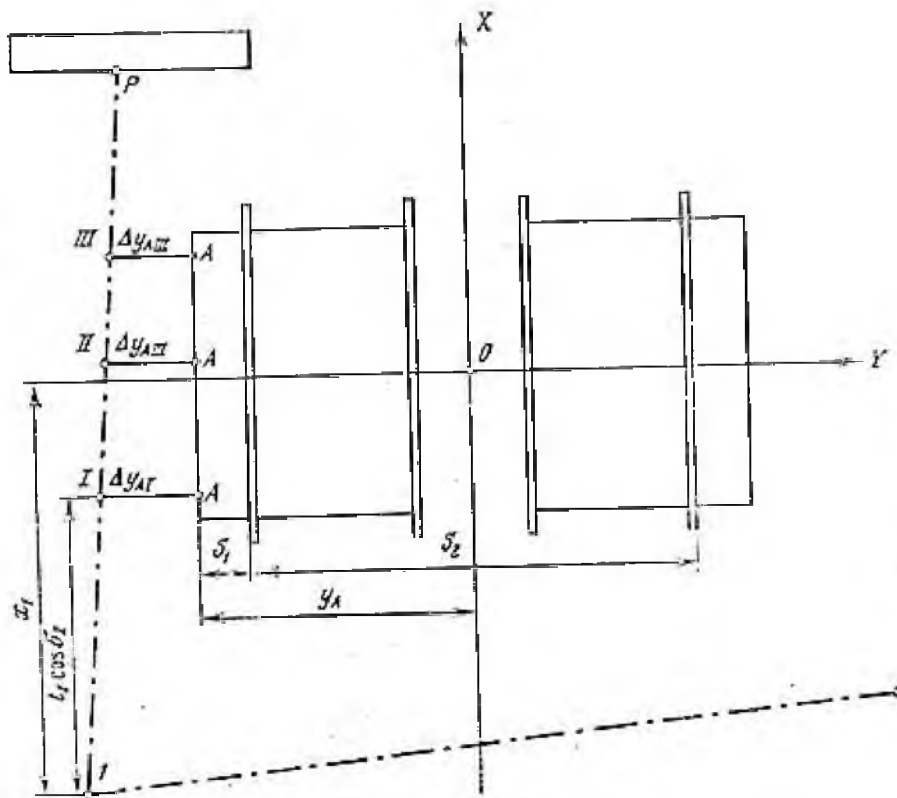
Ko‘tarish inshootini marksheyderlik tekshirishda quyidagilarni aniqlashadi: mashina barabanidagi kanatning deviatsiya burchaklari $\alpha_1 - \alpha_4$ va kopyor shkivlaridagi $\beta_1 - \beta_4$; ikki koordinata tekisligida bosh kanatlarning vertikal dan og‘ish burchaklari ω_x va ω_y ; bosh val E o‘qining og‘ish burchaklari va shkiv valining δ_1 va δ_2 ; nisbiy balandlik Δh , shkiv vali o‘qi va bosh val o‘qi orasidagi gorizontalar l_0 va qiya l masofalar; shkiv vali o‘qi bilan bosh val o‘qini birlashtiruvchi chiziqning qiyalik burchagi φ ; bosh kanatning minimal uzunligi l_{min} (Rasm. 6.10-rasm).

Ekspluatatsiya jarayonida ko‘tarishni tekshirish vaqtida geometrik parametrlar $\Delta h, l_0, l, l_{min}$ qiymatini aniqlamasa ham bo‘ladi, ularni avvalgi tekshiruv materiallaridan olish mumkin.

O‘lchash va hisoblash ishlarini shartli koordinatalar tizimida amalga oshirilib, markazi ko‘tarish mashinasining markaziga mos tushishi, va ordinata o‘qi y – bosh val o‘qiga, absissa o‘qi x - Ko‘tarish o‘qiga mos tushishi kerak.

Ko‘tarish inshootini tekshirishda marksheyderlik ishlar quyidagilardan iborat: teodolit yo‘lini bosh val o‘qiga bog‘lash; mashina zalidan shkiv osti maydoniga teodolit yo‘li o‘tkazish; balandlik bo‘yicha syomkani bajarish; mashina g‘altaklarida va shkiv osti maydonida chiziqli o‘lchash ishlarini bajarish; bosh kanatning vertikalga nisbatan og‘ish burchagini aniqlash uchun bajariladigan o‘lchash ishlari; o‘lchash natijalarini hisoblash va tekshirish natijalarini grafik rasmiylashtirish.

Teodolit yo‘lini Bosh val o‘qiga bog‘lash rejalash yoki yordamchi o‘qlardan foydalanib bajarilishi mumkin, shuningdek “aylanma nuqta” usulida ham bajarilishi mumkin, Bu esa bir vaqtning o‘zida yuosho‘vqal o‘qi E ni qiyalik burchagini aniqlash masalasini xal qilishga imkon beradi.



6.11-rasm. Bosh val o'qiga "Aylanma nuqta" usulida bog'lanishi

"Aylanma nuqta" usuli mashina g'altagidagi nuqta bosh val o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda xarakati bilan aylana xosil qilishiga asoslangan. Ish quyidagi tartibda bajariladi. Mashinaning tormoz halqasi chetida A nuqtasi belgilanadi, ungacha bo'lgan masofalar S_1 va S_2 (6.11-rasm) o'lchanib, uning ordinatasi aniqlanadi:

$$Y_A = 0.5(S_2 + S_1). \quad 6.11$$

Mashina zali polida nuqta α mahkamlanadi, devorda esa – nuqta P_s ni chiziq αP taxminan tormoz xalqasi chekkasiga parallel qilib, va undan 300 mm.dan uzoq bo'lmagan xolda mahkamlanadi. 1 nuqtadan teodolitni P nuqtasiga vizirlanadi, A nuqtasi yaqin xolatni olmaguncha mashina g'altagi aylantiriladi. Gorizontol xolatda shkalasi A nuqtaga o'rnatilgan lineyka yordamida (0,1 mm) gacha aniqlikda teodolitning vetrikal ipi qarshisidan sanok olinadi, teodolitdan lineykagacha bo'lgan l_1 masofa va vertikal Burchak δ_1 o'lchanadi.

Xuddi shunday o'lchashlar A nuqtaning tepa va uzoq xolatida bajariladi. Bog'lanish burchaklari $R-1-2$ ni va Bosh valning tepa qismidan 1

nuqtaga bo'lgan va I nuqtaning absissasi x ga teng bo'lgan gorizont masofalar o'lchanadi.

Nuqtalar I, II, III koordinatalari A nuqtaning uchta xolatida lineykadan olingan sanoqlardan foydalanib aniqlanadi:

$$x_I = x_1 + l_1 \cos \delta_1;$$

$$x_{III} = x_1 + l_{III} \cos \delta_{III};$$

$$y_I = y_A + \Delta y_{AI};$$

$$y_{II} = y_A + \Delta y_{AII};$$

$$y_{III} = y_A + \Delta y_{AIII},$$

bu yerda: $y_{AI}, y_{AII},$ - lineykadan olingan sanoqlar.

Nuqtalar I va III koordinatalari bo'yicha P_I tomon direksion burchagi aniqlanadi

$$\operatorname{tg} \alpha_{P_I} = \frac{y_I - y_{III}}{x_I - x_{III}}. \quad 6.12$$

I nuqtaning ordinatasi hisoblanadi

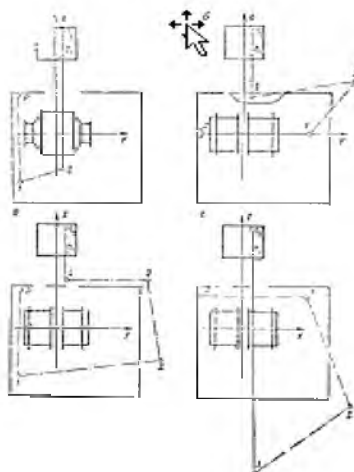
$$y_I = y_{II} + x_I \operatorname{tg} \alpha_{P_I}. \quad 6.13$$

Bosh val o'qining qiyalik burchagi aniqlanadi

$$E = \frac{2y_{II} - y_I - y_{III}}{2\Delta\zeta_{II} - \Delta\zeta_I - \Delta\zeta_{III}} * \rho. \quad 6.14$$

bu yerda: $\Delta\zeta_I = l_I \sin \delta_I; \Delta\zeta_{II} = l_{II} \sin \delta_{II}; \Delta\zeta_{III} = l_{III} \sin \delta_{III}$ - A nuqtasining uchta xolati bilan teodolit orasidagi nisbiy balandliklar; ρ - minutlarda.

Ko'tarish mashinasi binosidan shkiv osti maydoniga teodolit yo'li o'tkazishda nuqtalar soni kamroq va masofalar kichikroq bo'lishiga intilish kerak (6.12-rasm).



6.12-rasm. Teodolit yo‘lini o‘tish sxemasi, so‘nggi nuqtasi quyidagilarda joylashgan: A-binoda; b-tomda; v-bino oldida; g-bino orqasida; 1,2,3,4-teodolit yo‘li nuqtalari

Agar imkoniyat bo‘lsa, yo‘l nuqtalarini shkiv osti maydoniga mashina binosidagi kanatlar o‘tishi uchun mo‘ljallangan darcha orqali chiqariladi yoki ularni bino tomiga o‘rnatiladi. Burchak va chiziqli o‘lchash aniqliklariga yer osti poligonometriyasiga qo‘yiladigan talablar qo‘yiladi. Ko‘tarishning yordamchi o‘qi yo‘lining oxirgi nuqtasi n dan shkiv osti maydoniga chiqarish uchun β_n burchagi hisoblanadi;

$$\beta_n = 180^\circ - \alpha_{pl} - \sum_1^{n-1} \beta. \quad 6.15$$

Yordamchi o‘qning oldingi nuqtasi P_1 ni teodolit ko‘rish trubasining ikki xolatida joyga ko‘chiriladi. O‘lchangan burchak β_n 6.15 formula bilan hisoblangan qiymatdan 0,5' gacha farq qilishi mumkin. Berilgan nuqta P_2 ni P_1 nuqtasi yo‘nalishida o‘rnatiladi. Chiqarilgan nuqtalarning ordinatalari teodolit yo‘lining so‘nggi nuqta ordinatasiga teng. x_n qiy-matini aniqlash uchun nuqtalar orasidagi chiziq uzunligi va uning qiyalik burchaklari o‘lchanadi.

G‘altakdan kanatning chiqish nuqtasi ordinatasini Ko‘tarish maginasi markaziga nisbatan simmetrik joylashgan g‘altakning devorlaridan chiziqli o‘lchash orqali aniqlanadi (6.13-rasm).

Masofa b_2 birinchi yukxonaning tepa xolatida g‘altak devoridan kanatni chiqish nuqtasigacha o‘lchab olinadi, masofa b_1 esa – agar g‘altak yog‘ochdan qoplangan bo‘lsa to‘rtinchi o‘ram o‘rtasigacha, agar temirdan bo‘lsa oltinchi o‘ram o‘rtasigacha shlchanadi, ikkinchi kanat uchun b_3 va b_4 masofalar xuddi yuqoridagidek aniqlanadi shu qatorda ordinatalari ham:

$$y_1 = b_1 - 0.5B ;$$

$$y_2 = b_2 - 0.5B$$

$$y_3 = 0.5B - b_3 ;$$

$$y_4 = 0.5B - b_4.$$

Sim bilan mahkamlab qo‘yilgan shkiv osti maydoni yordamchi o‘qidan bir biridan 180° farq qiladigan shkivni ikki holatida kanatning chiqish nuqtalarigacha bo‘lgan gorizontaal masofa o‘lchanadi. O‘rtacha masofa

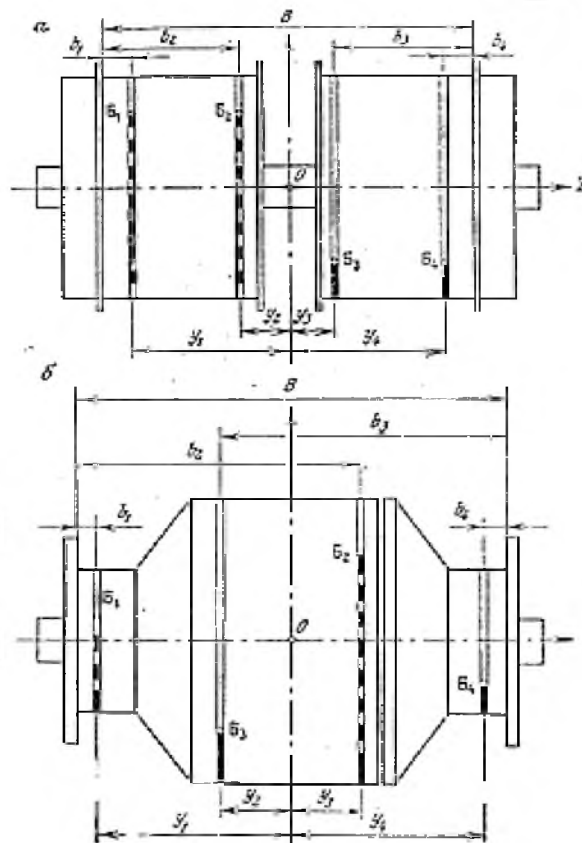
yordamchi o‘q va chiqish nuqtalari o‘rtasidagi ordinatalar ortirmasiga teng. O‘q yo‘nalishi bo‘yicha Δx_{min} o‘lchanishi bosh kanatning absissasini x_{sh} yengil aniqlashga imkon beradi.

Stvol oldi nol reperidan geometrik nivelirlash orqali Bosh val o‘qiga N_b va koper shkivi vali o‘qiga N_{sh} balandlik qiymatlari uzatiladi, so‘ng bajarilgan o‘lchash ishlari bo‘yicha asosiy geometrik parametrlar hisoblanadi:

$$L_0 = x_{III2} - R_{sh}; \quad 6.16$$

$$l = \sqrt{\Delta h^2 + L_0^2}; \quad 6.17$$

$$tg\varphi = \frac{\Delta h}{L_0}. \quad 6.18$$



6.13-rasm. Ko‘tarish mashinasi barabanidan kanatni chiqish nuqtasi ordinasini aniqlash sxemasi: a-2II tipi; b-

Formulyarda (6.2-jadval) kanatlarning g'altakdagi va shkivdagi devyatsiya burchaklari hisoblanadi.

6.2-jadval

Bajaris h tartibi	Aniqlana digan qiymat	Birinc hi kanat	Bajaris h tartibi	Aniqlana digan qiymat	Ikkin chi kanat
1	$y_{\sigma 1}$	- 2,200M	3	$y_{\sigma 3}$	0,210 M
5	$y_{n1(n2)}$	0,320	6	$y_{n1(n2)}$	0,320
7	$\Delta y_{\text{III}1}$	-1,548	99	$\Delta y_{\text{III}3}$	0,898
$y_{\text{III}1(2)} = y_{n1(n2)} + \Delta y_{\text{III}1(2)}$ $y_{\text{III}3(4)} = y_{n1(n2)} + \Delta y_{\text{III}3(4)}$					
15	$y_{\text{III}1}$	- 1,225M	16	$y_{\text{III}3}$	1,21 8M
8	$\Delta y_{\text{III}2}$	-1,534	10	$\Delta y_{\text{III}4}$	0,87 5
17	$y_{\text{III}2}$	-1,214	18	$y_{\text{III}4}$	1,20 5
19	$y_{\sigma 1} - y_{\text{III}1}$	-0,975	21	$y_{\sigma 3} - y_{\text{III}3}$	- 1,008
11	e	44,40	14	D_{sh}	5,00 0
$\alpha_{1(2)} = \frac{y_{\sigma 1(\sigma 2)} - y_{\text{III}1}}{l} \rho$ $= \frac{y_{\sigma 3(\sigma 4)} - y_{\text{III}3}}{l} \rho$ $\alpha_{3(4)}$					
23	α_1	-75'	24	α_3	-78'
2	$y_{\sigma 2}$	- 0.190M	4	$y_{\sigma 4}$	2,21 8M
20	$y_{\sigma 2} - y_{\text{III}1}$	+1,03 5	22	$y_{\sigma 4} - y_{\text{III}3}$	1,00 0
25	α_2	+80	26	α_4	77

27	$y_{ш1} - y_{ш2}$	- 0,011M	28	$y_{ш3} - y_{ш4}$	
$\gamma_1 = \frac{y_{ш1} - y_{ш2}}{D_{sh}} \rho$			$\gamma_2 = \frac{y_{ш3} - y_{ш4}}{D_{sh}} \rho$		
29	γ_1	-8'	30	γ_2	9'
12	φ	42°	13	φ	42°
31	$\cos\varphi$	0.74	32	$\cos\varphi$	0.74
33	$\gamma_1 \cos\varphi$	-6'	34	$\gamma_2 \cos\varphi$	7'
$\beta_{1(2)} = \alpha_{1(2)} - \gamma_1 \cos\varphi$			$\beta_{3(4)} = \alpha_{3(4)} - \gamma_2 \cos\varphi$		
35	β_1	-69'	36	β_3	-85'
37	β_2	86	38	β_4	70

Bosh kanatlarni vertikalga nisbatan og'ish burchaklarini ko'tarish yukxonalarining tepa va pastki xolatlarda ordinata syomka natijalari asosida aniqlanadi. Kanatlarning ordinata syomkasini shkiv osti maydondan pastda joylashgan o'lchash ishlari qilingan gorizontda bajariladi (6.14-rasm), og'ish burchaklarini koordinata tekisligiga proyeksiyasini quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$\omega_{x_1} = \frac{l'_1 l_1}{h_1} \rho; \quad 6.19$$

$$\omega_{y_1} = \frac{f'_1 f_1}{h_1} \rho, \quad 6.20$$

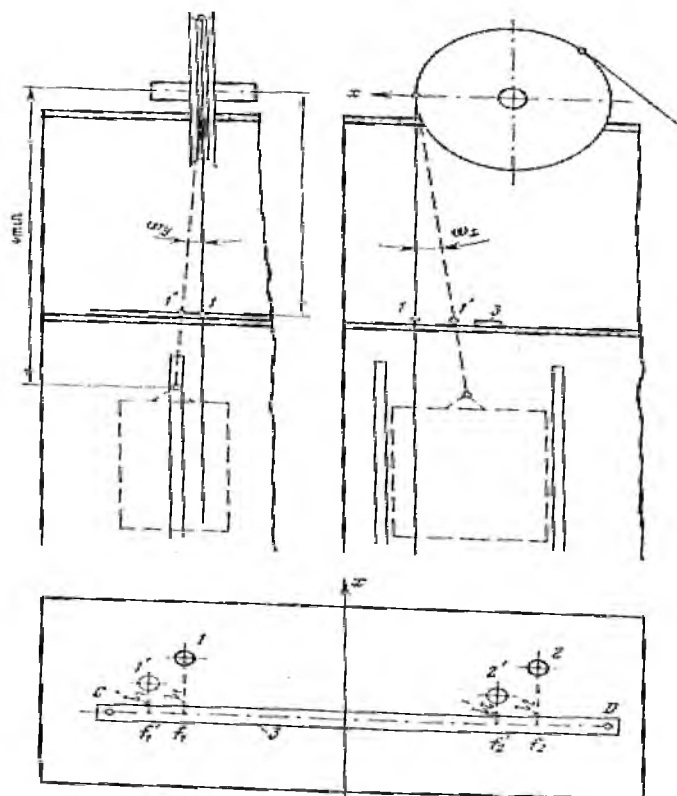
bu yerda: l'_1 va l_1 – koordinatomer reyksi o'qidan ko'tarish yukxonasining tepa va pastki xolatida bo'lgan kanat o'qigacha bo'lgan masofa; f'_1 va f_1 – yukxona-ning yuqoridagi xolatlari uchuye kanat o'qining proyeksiyasidan reyka o'qigacha bo'lgan masofa; h_1 – o'lchash ishlari bajarilgan gorizont bilan shkiv val o'qi orasidagi nisbiy balandlik; ρ - minutlarda.

Xuddi shu tartibda ikkinchi kanatning ham og'ish burchaklarini 2 ω hisoblanadi. og'ish burchagi katta bo'lgan xolatlarda shkivdan kanatni chiqishi mahkamlangan nuqtasini siljishini tekislash ishlarini amalga oshirish uchun hisoblanadi:

$$a_x = \frac{\omega_x}{\rho} l_{min}; \quad 6.21$$

$$a_y = \frac{\omega_y}{\rho} l_{min}. \quad 6.22$$

Kanatning minimal uzunligini l_{min} shkiv vali o'qidan yukxonaga kanat mahkamlangan nuqtagacha ruletka yordamida o'lchanadi.



6.14-rasm. Bosh ko'tarish kanatlarini vertikal dan og'ish burchagini ordinarlar syomkasi usulida aniqlash sxemasi:

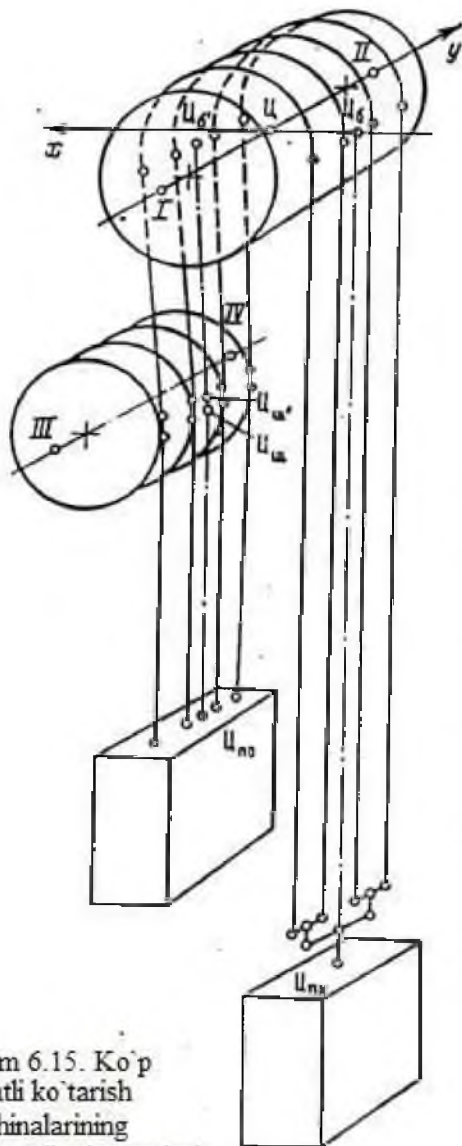
A- x va u vertikal tekisligiga og'ish burchagini proyeksiyasi; b- o'lchash gorizonti; 1,2 va 1', 2' - ko'tarish kanatlarining ko'tarish xonani pastki va tepa xolatdagi o'rni; 3-koordinatomer reykasi.

6.12. Ko'p kanatli ko'tarish inshootining geometrik elementlari va parametrlari

Ko'p kanatli Ko'tarish inshootlarining ishlash prinsipi bir necha ko'tarish kanatlarining o'zaro ishqalanishi natijasida xosil bo'ladigan ishqalanish kuchini foydalanishga asoslangan. Ko'tarish yukxonasining bir necha kanatga ilingan osma moslamasi diametri nisbatan kichik (50mm)gacha bo'lgan kanatlardan foydalanish imkoniyatini beradi, demak,

yetakchi va chetlashtiruvchi shkivlarning diametri 5m. gacha bo'lgan mashinalar.

Ko'pkanatli mashinalar 4-5 barobar ishlab chiqarishi teng bo'lgan bir kanatli mashinalarga nisbatan yengil, shuning uchun ko'p kanatli mashinalarni stvol ustiga maxsus jixozlanadigan minora sifat koperlarga joylashtiriladi. Ko'p kanatli ko'tarish inshootning afzaligi bo'lib katta chuqurlikdan (800-3500 m) yukni yuqoriga olib chiqish hisoblanadi.



Rasm 6.15. Ko'p kanatli ko'tarish mashinalarining geometrik elementlari

Ko'p kanatli mashinalarning asosiy qismi bo'lib, yetakchi shkivlarning silindrik g'altaklari hisoblanadi. G'altakni kanatlar soniga qarab daraxtning qattiq turidan yoki maxsus press massalar bilan qoplanadi, ular g'altakning diametriga qarab 60 dan 120 mm.gacha bo'lishi mumkin. Shuningdek chuqurligi 2-4 mm. Bo'lgan kanatlarni yo'naltiruvchi ariqchalar ham barpo qilinadi. Yetakchi shkivlarning tekisligi ularning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi shart. Ariqchani yemirilishini kanat diametrining 0,75 qismigacha ruxsat beriladi, ya'ni u o'z xolatini bosh val o'qiga perpendikulyar holatdan ekspluatatsiya jarayonida o'zgartirishi mumkin.

Ko'tarish yukxonasiga bir nechta kanatni biriktirish ularning tortilishini bir xil qilishda qiyinchiliklar uyg'otadi. Ushbu jarayonni avtomatlashtirish uchun maxsus osma moslamalardan foydalaniladi: eng keng tarqalganlardan biri bu balansirli osma moslamalar bo'lib, ish jarayonida kanatlarning xolatini Bosh valga parallel bo'lgan tekislikda o'zgartira oladi.

Og‘diruvchi shkivlarsiz bo‘lgan ko‘tarish mashinalari nisbatan chiqimsiz hisoblanadi. Lekin ko‘p holatlarda yetakchi shkivlarning diametri ko‘tarish bo‘limlari markazlari orasidagi masofadan katta bo‘ladi. Geometrik elementlarni to‘rt kanatli ko‘tarish mashinalari misolida ko‘rib chiqamiz (6.15-rasm). Bosh val o‘qi I-II va shkivlar vali o‘qlari III-IV aylanish o‘qi hisoblanib, ularga yetakchi va chetlashtiruvchi shkivlar tekisligiga perpendikulyar bo‘ladi. Bosh val markazi S va bosh kanatning yetakchi shkivlardan o‘rta chiqish nuqtasi S_b ko‘tarish o‘qida yotibdi. Og‘gan va og‘magan kanatlarning o‘qlari tizimi yetakchi S_b va og‘diruvchi S_{sh} shkivlarda bosh kanatning o‘rta chiqish nuqtasi orqali o‘tadi.

Ko‘p kanatli ko‘tarish inshootlarining geometrik elementlari mutanosibligiga qo‘yiladigan talablar ko‘tarish mashinalarining o‘zaro joylashuvini aniqlashtirib berib, ko‘tarish yukxonalari va kanatlarni bir tizimga quyidagicha bog‘laydi: bosh val o‘qi va og‘diruvchi shkiv vali o‘qlari o‘zaro parallel bo‘lishi kerak; yetakchi va og‘diruvchi shkivlar bosh kanat o‘qi va og‘gan va og‘magan kanatlar tizimi o‘qi bilan bir vertikal tekislikda yotishi kerak, ya‘ni vertikal bo‘lishlari kerak.

Ushbu talablarga qat‘iy rioya qilish yo‘naltiruvchilarni yemirilib turishi, ko‘tarish moslamasining parametrlari o‘zgarib turishi, rejalash va montaj ishlarining noaniqligi, minorasifat koperlar asosining og‘ishlari munosabati bilan deyarli iloji yo‘q.

6.13. Ko‘p kanatli ko‘tarish mashinalarini montajida bajariladigan ishlar

Mashina zalining poli bir vaqtning o‘zida ko‘tarish mashinasining fundamenti ham bo‘lib xizmat qiladi, shuning uchun minorasifat koperlarni qurish jarayonida mashinaning rejalash o‘qlarini barpo qilish zarurati bo‘ladi. Minorasifat koperlarning devorlarini og‘ma shkivlar va mashina zali gorizontigacha o‘rnatilgandan so‘ng, har bir gorizontga stvol o‘qi o‘rni chiqarilib, ularni qoziqlar bilan minora devorlariga mahkamlab qo‘yiladi. Ikki marta topilgan qoziqlar o‘rni farqi 30mm.dan oshmasligi kerak. Minorasifat koperlarning montaj gorizontlariga stvol o‘qini o‘rnini ko‘chirishni nisbatan keng tarqalgan usuli Bu o‘q punktidan teodolit bilan qiya vizirlash hisoblanadi. Bundan ham yuqori aniqlikga zenit – lot asbobi

yordamida erishish mumkin. Shuningdek stvolda, koperning narvon va montaj bo'limlarida ilingan shovunlardan ham foydalanib qoniqarli natijalarga erishish mumkin.

Minorasifat koper. Hamma baland inshootlar kabi u ham quyoshning devorlarni bir tomonlama qizdirishi oqibatida temperatura ta'sirida deformatsiyaga duchor bo'lishi mumkin. Masalan, temirbeton koperning o'qi 4-5 soat faol quyosh radiatsiyasi ta'sirida vertikalga nisbatan 0,5'ga, po'lat karkasli koper esa 2,5'ga og'ishi mumkin. Shu sababli qoniqarli natijalarga ega bo'lish uchun stvol o'qlarini joyga ko'chirish ishlarini erta tongda yoki bulutli havoda amalga oshirish maqsadga muvofiq bo'ladi. Mashina zali gorizontida bajariladigan rejalash ishlariga shuningdek stvol o'qiga nisbatan kўtariш mashinasi o'qi va bosh val o'qlarining o'rnini aniqlash ham kiradi. Mashinaning rejalash o'qlarini ularning perpendikulyarligini tekshirilgandan so'ng qoziqlar bilan mahkamlab qo'yiladi. Burchakni to'g'ri chiziqqa nisbatan og'ishi 2' dan oshmasligi kerak. Agar ushbu me'yoriy talab bajarilmagan bo'lsa, kўtariш o'qi o'rnini bosh val o'qiga nisbatan korrektirovka qilinadi.

Mashinaning fundamentini barpo qilishda va montajni sifatli bajarilishini ta'minlash uchun o'qlarning perpendikulyarligiga rioya qilish kerak bo'ladi.

Og'ma shkivlarning rejalash o'qlarini mashina o'qlariga nisbatan joyga chiqariladi. Ikki marta bir biriga bog'liq bo'lmagan chiqarilgan qoziqlar o'rnini farqi 10 mm.dan oshmasligi kerak.

Koperning montaj qilinadigan gorizontida reperlarni mahkamlab qo'yiladi va narvon bo'limida shu reporni balandligini bir biriga bog'liq bo'lmagan ikki marta o'lchangan qiymatlari farqi 20mm. dan oshmasligi kerak.

Mashina ostiga fundament qilinadigan maydonda syomka ishlari amalga oshirilib, natijalari bo'yicha dalolatnoma tuzilib buyurtmachining qurilish tashkiloti raxbarlari tomonidan imzolanadi.

Ko'p kanatli mashinalarning o'rnini loyihaga mosl o'rnatilganligini tekshirish ishlari rejalash o'qlaridan mashinaning geometrik elementlarigacha bo'lgan masofalarni o'lchash orqali amalga oshiriladi. Rejalash o'qlaridan val o'qlarigacha o'lchangan masofalar, shuningdek

yetakchi shkiylarning tekisligigacha bo'lgan masofalarni loyihadan farqi 10mm dan katta bo'lmasligi kerak.

6.14. Tikka shaxta stvollarini barpo qilishda bajariladigan marksheyderlik ishlar

Tikka shaxta stvollarini asosiy konni ochuvchi va transport lahimini bo'lib hisoblanadi. Tayyorgarlik qilish jarayonida stvolni o'tish uchun zarur bo'lgan vaqtincha va doimiy bino va inshootlarni quradilar, stvolni texnologik qismini va boshlanish qismini barpo qiladilar; stvolni qaziydigan uskuna kompleksi bilan jixozlaydilar. Birinchi asosiy bosqichda stvolni barpo qilishni qurilish montaj ishlari tarkibiga quyidagilar kiradi; stvolni o'tish va mustaxkamlash; stvol oldi lahimlari va stvol oldi maydonlari bilan uchrashish joylarini qazish; stvolni armirovka qilishga ya'ni jihozlashga tayyorlash. Stvolni chuqurlashtirish, qurilishini ikkinchi asosiy bosqichida bajariladi.

Doimiy koperning turiga qarab, boshlanish qismini 8m.gacha ochiq kotlovan usulida yoki minorasifat koperning fundamenti uchun ham umumiy ochiq kotlovan usulida o'tiladi. Stvolning texnologik uchastkasini chuqur-ligini asosiy qazish usunasini joylashtirish sharoitiga bog'liq bo'lib, qo'shma sxemalarda va xaydovchili yuklash mashinalarida 30m.dan kichik qilmay, va parallel shitli sxemada 70m. qilib o'tiladi.

Kesimi doira shaklidagi stvollarini asosan qo'shma texnologik sxemada o'tkaziladi. Bu xolatda tog' jinsini burg'ilash va portlatish usulida maydalanilib, yuklash mashinalari yordamida yig'ishtirib olinadi, devorlarini esa monolit betonlar bilan mahkamlanadi. Nisbatan kamroq xolatlarda, yana ham kamroq kesimi to'g'ri burchakli stvollarini (tog' jinslari ustuvor bo'lgan) yog'och ustunlar bilan mahkamlab o'tkaziladi.

Oxirgi paytlarda qazishni yangi kombaynli usulidan keng ko'lamda foydalanilmoqda.

Qazishni maxsus usullaridan foydalanish stvolni murakkab gidrogeologik tog' jinslari massivida o'tilishi bilan bog'liq. Stvol qazishni quyidagi maxsus usullar mavjud: kesson usuli, tushadigan quduq usuli, tog' jinslarini tamponaj qilish, tog' jinslarini muzlatish, burg'ilash usullari. Birinchi ikkita usulni asosan nisbatan chuqur bo'lmagan stvollarini ya'ni

kollektorlarni yoki transport tonnellarini o'tkazishda qo'llaniladi. Ushbu xolatda stvolni tikligini shovunlar yordamida, lazerli proyektor bilan, quduqning pastki qismiga joylashgan markalarni nivelirlash orqali tekshiriladi.

Ko'mir konlarida chuqur shaxta stvollarini o'tishda darzligi bo'lgan suv o'tkazuvchan tog' jinslari massivini tayyorlash uchun keng miqyosda tamponaj usulini qo'llashadi. Buning uchun yer yuzasidan stvol zaboyidan burg'ilangan skvajinalarga sementli qorishma yuboriladi. Ushbu xolatda marksheyderlarning vazifasi rejalash tarmog'i punktlaridan yoki stvol o'qiga nisbatan skvajinalar o'rnini joyga ko'chirish, bo'rg'ilash uskunasi o'rnini nazorat qilish va burg'ilangan skvajinalarni inklinometrik syomkasini bajarishdan iborat.

Stvollarni tog' jinslarini muzlatib o'tish uchun yer yuzasidan skvajinalar burg'ilanadi, ularga kiydirilgan (обсадные) trubalar (quvurlar) orqali *xladon* muzlatuvchi suyuqligi jo'natiladi. Stvollarni muzlatish himoya to'siqlari yordamida temirbeton yoki cho'yan tyubinglar bilan mahkamlab, keyinchalik tamponaj qilish orqali o'tkaziladi. Ushbu jarayonda marksheyderlik ishning asosiy ko'rinishi bo'lib, muzlatiladigan skvajinalarni inklinometrik syomkasi hisoblanadi.

Shaxta stvollarini qazishda asosiy texnologik jarayonlar burg'ilash uskunalarini bilan mexanizatsiyalashgan, ya'ni tog' jinslarini maydalash va yer yuzasiga uzatish, stvolni mahkamlash ishlari. Stvol tog' jinslarining qattiqligi va namligiga qarab butun yoki kernli burg'ilash uskunalarini bilan o'tiladi. Burg'ilash uskunalarini bilan tozalovchi suyuqlik bilan to'ldirilgan stvollarda ishlanib, ular stvol devorlarini qulashdan saqlaydi va ularni kovjoydan burg'ilash chiqindilarini tozalash va yer yuzasiga transportirovka qilish uchun foydalaniladi. Sharoshkalar bilan ta'minlangan burg'ilash snaryadlari yordamida tog' jinslarini maydalash bajariladi. Snaryadni stvolga burg'ilash kolonnasi yordamida tushiriladi. Rotorli burg'ilash uskunalariga yer yuzasida o'rnatilgan rotordan burg'ilash uskunasi orqali snaryadiga aylanma xarakat uzatiladi. Reaktiv turbinali burg'ilashda burg'ilash uskunasi snaryadi yer yuzasidan katta bosimda uzatiladigan tozalovchi suyuqlik bilan aylanma xarakatga keltiriladi.

Stvollar tyubinglar bilan yoki xalqalar bilan seksiyalar usulida mahkamlanadi.

Bu xolatda asosiy marksheyderlik ishlariga stvolni tikligini nazorati stvol devori tog' jinslarini proyeksionometr va zvukolokatsion syomkalarini bajarish orqali amalga oshiriladi.

O'tilgan va mahkamlangan stvolni qattiq armirovka yoki kanatli yo'naltiruvchilar bilan armirovka qilinadi.

6.15. Stvolni burg'ilash va portlatish usulida o'tish

Stvol tikka yo'nalishda o'tish uchun shaxta shovunlaridan foydalanish mumkin. Markakaziy qazish shovuni tarkibiga quyidagilar kiradi: pnevmatik yoki elektrik lebedka, diametri 2-6mm bo'lgan tross, yo'naltiruvchi blok va ilinadigan yuk. Lebedkani yer yuzida stvolga yaqin joylashtirilib, nol ramasini markaziy tuynugi tepasiga yo'naltiruvchi blok mahkamlanadi. Trossga ilingan yuk qazish poli markazi tirqishi orqali asta pastga tushiriladi. Kovjoyda shovunga nisbatan kovlovchi ishchilar portlatish shpurlarini belgilab oladilar, devordagi tog' jinslarini nazoratini qiladilar, siljuvchan opalubkani o'rnatadilar. Markaziy shovundan marksheyder doimiy tarzda (xar 3-4 qazish siklida) tog' jinsli devorgacha va mustaxlash ustunlarigacha bo'lgan masofani nazorat o'lchovlarini amalga oshirib boradi. O'lchovlarni sakkiz radial yo'nalish bo'yicha santimetrlargacha yiriklab olib boriladi. Nisbatan chuqur stvollarda (800m dan katta) beton quyish quvurlarini tikka xolatda mahkamlash uchun yonlama shovunlar ilinadi, ularni xar 300m qazib o'tilgandan so'ng, stvolni mahkamlovchi ustunga o'rnatilgan tebranma xarakatni cheklovchi moslama yordamida markazlashtiriladi. Tebranma harakatni cheklovchi moslama shovunning tebranish va amplitudasi kamaytirishga imkon beradi. Markaziy shovun uchun cheklovchi moslamani o'rnatish texnologik jixatdan nixoyatda mushkul. Chuqurlik 100m dan oshganda shovunning yarim tebranma davri 30-40c.ra yetadi, shuning uchun shovunning tebranma xarakatini o'rta xolatini aniqlash uchun ancha vaqt talab qilinadi, bu esa o'z navbatida qazish ishlarini unumdorligini kamaytiradi, mahkamlash ustunlarini sifatini pasaytiradi. Shu sababli xozirgi zamonda barpo

qilinayotgan innovatsion texnologiyalardan, shu jumladan lazerli yoʻnaltiruvchi asboblardan foydalanish tavsiya etiladi.

Toʻgʻri burchak kesimiga ega boʻlgan stvollarni qazishda burchaklarga toʻrtta shovun ilinadi. Shovunlardan zanjirlargacha boʻlgan masofa loyihaga nisbatan 15mm dan oshmasligi kerak, dioganallar boʻyicha esa farq 50mm dan katta boʻlmasligi kerak.

Stvolni stvololdi lahimiga nisbatan 10-20m masofada oʻtilayotganda mustahkamlash ustuniga ishchi reper oʻrnatilib, unga balandlik qiymati uzatiladi. Lahim bilan stvolni uchrashish qismini rejalash ishlari ishchi reperga nisbatan ruletka bilan oʻlchash orqali amalga oshiriladi. Stvololdi lahimlarini yoʻnalishlarini nol ramasidan tushirilgan markaziy va oʻqiy shovunlarga nisbatan aniqlanadi. Lahim 2-3 metr oʻtilgandan soʻng berilgan yoʻnalishni girokompas bilan tekshirish tavsiya etiladi. Uzunligi 20m dan katta boʻlgan lahimlarga yoʻnalish koʻrsatish uchun unda tayanch tarmogʻining punktlari va reperlarini mahkamlab, ularning koordinatalari va baladliklarini aniqlashadi shuningdek stvolda bajarilgan oʻlchash natijalarini qazish jurnaliga yozib qoʻyadilar. Jurnalning titul varagʻida vazirlikni, qurilish tashkilotini, stvolning nomi va shaxtani nomi koʻrsatiladi. Jurnalda nisbatan koʻproq jadval tariqasida berilgan unda shaxtaning loyihasiga binoan qazilayotgan stvol haqida, qazish sharoitining geologik xulosasi haqida maʼlumotlar, inshootni barpo qilish muddati, texnologik inshootning xarakteristikasi, mustahkamlash ustunlarining xarakteristikasi, shaxtani qurilishini turli davrlariga stvolning gorizontol kesimlari yoritilishi kerak. Jurnalning juft saxifalarida jadval shaklida stvolning koʻndalang kesimi boʻyicha maʼlumotlar, toq saxifalarida esa stvol qazish eskizlari va zaruriy ilovalar keltiriladi. Kesimning geologik xolatini stvolni qazishni taʼminlayotgan geologik xizmat aniqlab beradi. Qazish jurnalini qazish boshqarmasining bosh injeneri, bosh marksheyder va bosh geologlar imzolaydilar.

SAVOLLAR:

1. Shaxta qurilishida qanday marksheyderlik ishlar bajariladi?
2. Shaxta qurilishida kapital marksheyderlik ishlarni qanday tashkilotlar bajaradi?

7. Marksheyderlik ishi (tahliliy kurs)

7.1. O'Ichangan argumentlari bo'yicha funktsiyaning aniqligini baholash

$u=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ tenglama o'zaro bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchan x_1, x_2, \dots, x_n va y qiymatlari o'rtasidagi matematik aloqani bildiradi. Agar xatolar x_1, x_2 va xokazo bo'lsa, kichik qiymatlar $\pm \partial X_1, \pm \partial X_2, \dots, \pm \partial X_n$ mavjud bo'lib, xatolik ∂Y ham kichik qiymat bo'ladi, shuning uchun

$$Y \pm \partial y = f(x_1 \pm \partial x_1, x_2 \pm \partial x_2, \dots, x_n \pm \partial x_n), \quad 7.1$$

bu yerda, $\pm \partial X_1, \pm \partial X_2, \dots$ kichik bo'lib, oxirgi qiymatlarni xususiy o'zgaruvchan qiymatlar $\pm \Delta X_1, \pm \Delta X_2$ va xokazolar sifatida ko'rish mumkin. U holda

$$Y \pm \Delta y = f(X'_1 \pm \Delta X_1, X'_2 \pm \Delta X_2, \dots, X'_n \pm \Delta X_n). \quad 7.2$$

Funktsiyani Teylor qatoriga yoyib, birlamchi xosilalar bilan chegaralasaq, quyidagini olamiz

$$Y \pm \Delta y = f(X'_1, X'_2, \dots, X'_n) \pm \frac{\partial f}{\partial X'_1} \Delta X_1 \pm \frac{\partial f}{\partial X'_2} \Delta X_2, \dots, \pm \frac{\partial f}{\partial X'_n} \Delta X_n, \quad 7.3$$

Bundan quyidagi kelib chiqadi

$$\pm \Delta y = \pm \frac{\partial f}{\partial X'_1} \Delta X_1 \pm \frac{\partial f}{\partial X'_2} \Delta X_2, \dots, \pm \frac{\partial f}{\partial X'_n} \Delta X_n, \quad 7.4$$

bu yerda $\frac{\partial f}{\partial X'_i}$ – argumentlar x_1, x_2, \dots, x_n qiymatlariga nisbatan olingan xususiy xosila.

Kvadratlar yig'indisining o'rtacha qiymati quyidagi ko'rinishga olib keladi:

$$\frac{[\Delta y^2]}{n} = \left(\frac{\partial f}{\partial X'_1} \right)^2 * \frac{[\Delta X_1^2]}{n} + \left(\frac{\partial f}{\partial X'_2} \right)^2 * \frac{[\Delta X_2^2]}{n} + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial X'_n} \right)^2 * \frac{[\Delta X_n^2]}{n} +$$

$$+ 2 \left(\frac{\partial f}{\partial X_1^2} \right) * \left(\frac{\partial f}{\partial X_2^2} \right) * \underbrace{\frac{[\Delta X_1] * [\Delta X_2]}{n}}_{=0} + 2 \left(\frac{\partial f}{\partial X_1^2} \right) * \left(\frac{\partial f}{\partial X_2^2} \right) * \underbrace{\frac{[\Delta X_1] * [\Delta X_2]}{n}}_{=0} + \dots \quad 7.5$$

Xosilaning aralash yig'indilari arifmetik o'rta xususiyatlaridan kelib chiqib, nolga teng bo'ladi. Tenglamaning o'ng qismida quyidagi bo'lsa

$$\frac{[\Delta X_i^2]}{n} = m_i^2,$$

Chap qismida

$$\frac{[\Delta Y_i^2]}{n} = m_Y^2.$$

Bundan quyidagi kelib chiqadi

$$m_Y^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial X_1} \right)^2 * m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial X_2} \right)^2 * m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial X_n} \right)^2 * m_n^2 \quad 7.6$$

yoki

$$m_Y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial X_1} \right)^2 * m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial X_2} \right)^2 * m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial X_n} \right)^2 * m_n^2} \quad 7.7$$

Ushbu formula argumentlari bevosita o'lchash natijasida olingan funktsiyalarni aniqligini baholash uchun asosiy bo'lib hisoblanadi. Quyidagi misolni ko'rib chiqamiz. To'g'ri burchak tomonlari uzunligi $a=100$ yoki $b=200$ metr bo'lib po'lat ruletka bilan 1:2000 nisbiy xato bilan o'lchangan. To'g'ri to'rtburchakning yuzasi va uning xatosini topish talab qilinadi. Yuza $S=a*b=100*200 = 20000 \text{ m}^2$ bo'ladi. O'lchangan tomon uzunliklarining absolyut xatosi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_{L1} = \frac{100}{2000} = 0,05 \text{ m}; \quad 7.8$$

$$m_{L2} = \frac{200}{2000} = 0,10 \text{ m}. \quad 7.9$$

Yuzani aniqlash xatoligi quyidagiga teng:

$$m_S = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial S}{\partial a}\right)^2 m_{S1}^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial b}\right)^2 m_{S2}^2} = \pm \sqrt{b^2 * m_{S1}^2 + a^2 * m_{S2}^2} =$$

$$= \pm \sqrt{200^2 * 0,05^2 + 100^2 * 0,10^2} = \pm 14,1 M^2. \quad 7.10$$

Shunday qilib, to'g'ri to'rtburchak yuzasi $20000 \pm 14,1 m^2$ ga teng.

7.1.1. Chekli xato

Ehtimollar nazariyasidan o'lchangan qiymat xatoligi uning o'rta kvadratik xatosidan katta bo'lish ehtimoli $R=0,68$ ga teng. Agar chekli xato sifatida ikkilangan molinsa, u holda ehtimollik $R=0,95$ ga teng. Marksheyderlik amaliyotida asosan o'rta kvadratik xatoning uchlangan qiymati olinadi

$$m_{чек} = \pm 3 * m, \quad 7.11$$

$P=0,995$ ehtimoliga teng bo'ladi.

7.2. Gorizont va vertikal burchaklarni o'lchash xatoliklari.

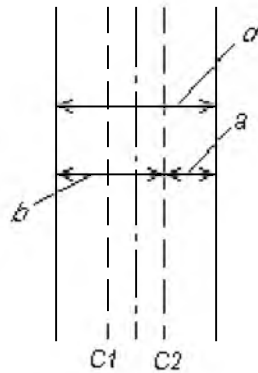
Gorizont burchakni o'lchash xatoliklari

Ko'rish trubasini signalga yo'naltirilganda uning vizir o'qi o'lchanayotgan yo'nalishga mos tushmay, u bilan nisbatan kichik burchak m_v , xosil qilib u *vizirlash xatoligi deyiladi*. Vizirlash xatoligi qiymati quyidagi omillarga bog'liq:

- Inson ko'zining sezgirligi;
- Trubaning optik xususiyatlari va iplar to'rining konstruksiyasi;
- Tashqi sharoitlar – signalning yoritilganligi, atmosferaning tozaligi va boshqalar.

Vizirlashning o'rtacha xatoligi ikki xil usulda aniqlanishi mumkin.

Birinchi usul. Iplar to'rida bissektori mavjud teodolitlar uchun vizirlashning o'rta kvadratik xatosi quyidagicha aniqlanishi mumkin. Vizirlash vaqtida kuzatuvchi tasvirni iloji boricha iplar o'rtasiga joylashtirishga xarakat qiladi, ammo inson ko'zi agar nisbat $a:b 2:1$ dan katta bo'lsa nosimmetriklikni sezadi (rasm. 7.1).



7.1-rasm. Vizir o'qini bissektorga nisbatan o'rni

Signal tasviri bir xil ehtimollik bilan S_1 dan S_2 gacha joyini egallashi mumkin bo'lib, vizirlashning chekli xatosini burchak o'lchovida quyidagicha aniqlash mumkin

$$m_{v(\max)1} = \frac{d}{2} - \frac{2}{3}d = -\frac{d}{6}; \quad 7.12$$

$$m_{v(\max)2} = \frac{d}{2} + \frac{d}{3} = \frac{d}{6}; \quad 7.13$$

bu yerda: d – bissektor iplari orasidagi burchak masofa.

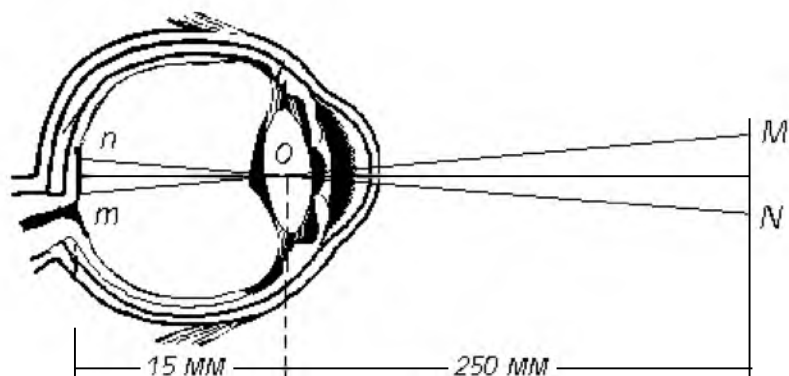
Vizirlash xatosining haqiqiy qiymati bir xil ehtimollik bilan $-\frac{d}{6}$ dan $+\frac{d}{6}$ gacha qiymatlarni olishi mumkinligi e'tiborga olib, vizirlashning o'rtacha xatosini bir xil zichlik qonuni uchun standart formulasi bo'yicha quyidagicha aniqlanadi

$$m_v'' = \frac{\frac{d}{6} - \left(-\frac{d}{6}\right)}{2\sqrt{3}} = \frac{d''}{10}. \quad 7.14$$

T-30 teodoliti uchun $d=40''$ va $m_v = \frac{40}{10} = \pm 4''$.

Ikkinchi usul inson ko'zining nisbatan kichik ko'rish burchagi tushunchasiga asoslangan.

M va N – oddiy ko'z bilan kuzatilayotgan ikki nuqta bo'lsin (7.2-rasm); m va n – ko'z to'rida ushbu nuqtalarning tasviri; O – ko'zning bog'lovchi nuqtasi.



7.2-rasm. Ko'zning ko'rish burchagini aniqlash

Maxsus tadqiqotlar natijasida, tasvir tushayotgan inson ko'zidagi to'rlar o'rtasida yana xech bo'lmasa bitta to'r mavjud bo'lsa, inson ko'zi ikkita nuqtani ikkita sifatida qabul qiladi. Ikkita ko'rish asab tolalari orasidagi masofa o'rtacha 4,5 *mkni* tashkil qilib, bog'lovchi nuqta *O* dan to'r qobig'igacha – 15 *mm* ni tashkil qiladi. Shu munosabat bilan ko'rishni eng kichik burchagi quyidagicha bo'ladi

$$\alpha_{\min} = \rho'' \frac{4.5}{15000} = 60'' \quad 7.15$$

Amaliy ma'lumotlarga ko'ra α_{\min} qiymati turli insonlarda turlicha bo'lib, u 50 dan 124" gacha bo'lishi mumkinligi aniqlangan.

Kattalashtirish qiymati bo'lgan ko'rish trubalaridan foydalanilganda, kuzatish burchagi marta oddiy ko'z bilan ko'rish burchagiga nisbatan katta bo'ladi, shu sababli trubaning eng kichik ko'rish burchagi quyidagiga teng

$$\alpha'_{\min} = \frac{\alpha_{\min}}{v} \quad 7.16$$

Shunday qilib vizirlashning o'rtacha xatosi ushbu ko'rishning eng kichik burchagiga teng deb hisoblaymiz, yahni:

$$m_v = \frac{\alpha_{\min}}{v} \quad 7.17$$

$\alpha_{\min} = 60''$ deb qabul qilsak, quyidagini olamiz

$$m_v = \frac{60''}{v} \quad 7.18$$

Ushbu formuladan foydalanib, kattalashtirish qiymati yigirma baravar bo'lgan T-30 teodoliti uchun o'rtacha vizirlash xatosini aniqlaymiz:

$$m_v = \pm \frac{60''}{20} = \pm 3'' \quad 7.19$$

Yuqorida biz teodolit T-30 uchun $m_v = \pm 4''$ aniqlagan edik. Shunday qilib, vizirlash xatosini aniqlashni ikkala usuli ham bir biriga yaqin qiymatlarni berdi.

Signalga bir ip bilan yo'naltirilganda (vertikal burchakni o'lchashda) vizirlash xatosi sifatida obhektiv markazida ko'ringan ip bo'yicha burchakning yarim qiymati qabul qilinadi

$$m_v'' = \pm \frac{1}{2} * \frac{b}{f} * \rho'' \quad 7.20$$

bu yerda: b –iplar to'ri ipining qalinligi, mm;

f – iplar to'ridan obhektivga bo'lgan masofa, mm.

Bir priyomda burchak o'lchashda oldi va orqa signallarga ikki martadan asbob yo'naltiriladi. Har bir yo'naltirishda limb bo'yicha sanoq olinadi. Burchak qiymatlari quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$\beta = \frac{\beta_{\alpha_y} + \beta_{\alpha_u}}{2} \text{ yoki } \beta = \frac{1}{2} * [(\alpha_A - \alpha_B) + (\alpha'_A - \alpha'_B)] \quad 7.21$$

Har bir yo'nalishning α qiymatini aniqlashda unda sanoq xatosi va vizirlash xatosi mavjud bo'ladi:

$$m_{\alpha_A} = m_{\alpha_b} = m_{\alpha'_A} = m_{\alpha'_b} = \sqrt{m_o^2 + m_v^2} \quad 7.22$$

Bundan bir priyom bilan o'lchangan burchak xatosi uchun quyidagi kelib chiqadi:

$$m_i = \frac{1}{2} * \sqrt{4 * (m_o^2 + m_v^2)} = \sqrt{m_o^2 + m_v^2} \quad 7.23$$

n priyom bilan o'lchanganda,

$$m_i = \frac{\sqrt{m_o^2 + m_v^2}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{m_o^2}{n} + \frac{m_v^2}{n}} \quad 7.24$$

Takrorlash usuli bilan burchak o'lchanganda faqat 2ta sanoq olinadi:

$$\beta = \frac{\alpha_3 - \alpha_1}{2n} \quad 7.25$$

Shunday qilib, sanoq olishga bog'liq burchak xatosi quyidagiga teng:

$$m_{i_o} = \sqrt{\left(\frac{1}{2n}\right)^2 m_o^2 + \left(\frac{1}{2n}\right)^2 m_o^2} = \frac{m_o}{n\sqrt{2}}. \quad 7.26$$

Burchakni n takrorlash bilan o'lchanganda $4nm$ marta vizirlash bajarish shart. Vizirlashga bog'liq bo'lgan burchak xatosi β quyidagiga teng:

$$m_{i_v} = \sqrt{\underbrace{\left(\frac{1}{2n}\right)^2 m_{v_1}^2 + \left(\frac{1}{2n}\right)^2 m_{v_2}^2 + \dots}_{4n}} = \sqrt{\frac{m_v^2 4n}{4n^2}} = \frac{m_v}{\sqrt{n}}. \quad 7.27$$

Takrorlash usuli bilan o'lchangan umumiy burchak xatosi quyidagiga teng

$$m_i = \sqrt{m_{i_o}^2 + m_{i_v}^2} = \sqrt{\frac{m_o^2}{2n^2} + \frac{m_v^2}{n}}. \quad 7.28$$

Priyom va takrorlash usulida o'lchangan burchak xatosini topish formulalarini solishtirishdan ko'rinib turibdiki, vizirlashga bog'liq bo'lgan burchak xatoligi ikkala usul uchun ham bir xil ekan. Sanoq olishga bog'liq bo'lgan xatolik esa, takrorlash usulida $\sqrt{2n}$ marta priyom usuliga nisbatan kam. Shuning uchun takrorlash usulini teodolitning sanoq olish moslamasi aniqligi vizirlash aniqligidan bir necha barobar kichik bo'lganda qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Priyom va takrorlash usullarini o'zaro solishtirganda, o'lchash uchun sarflanadigan mexnat va vaqtni solishtirish kerak. Burchakni priyom va takrorlash usullarida o'lchaganda vizirlash soni bir xil. Ikkala xolatda ham teodolitning ko'rish trubasini $4nm$ marta yo'naltirish kerak. Ammo takrorlash usulida ikki marta sanoq olinsa, priyom usulida – $4n$ marta olinadi. SHunday qilib, takrorlash usulida sanoqlar soni qisqaradi. Bu yer osti shemkalari uchun muhim hisoblanib, tashqi sharoitlar teodolitning gorizonta doirasidan sanoq olishni nisbatan qiyinlashtiradi. SHu bilan birga sanoqlarning kamayishi o'rtacha burchak xatosini kamayishiga olib keladi. O'ttiz sekundli teodolitlarda sanoq olish xatoligi $\pm 8''$ bo'lganda, takrorlash usulida vizirlash xatosi $3-5''$ tashkil qilib uning afzalliklarini yana ham yuqori qiladi. Takrorlash usulining afzalliklari yuqori aniqlikdagi teodolitlar (T-5, T-2 va xk.)dan foydalanganda kamayadi. Shu munosabat bilan yer osti teodolit yo'llarini o'ttiz sekundli teodolitlar yordamida

burchak o'lchashda yo'nalishlar soni ikkitadan kam bo'lsa, takrorlash usulini qo'llash mumkin.

7.2.1. Teodolit va signallarni noaniq markazlashtirish oqibatida xosil bo'lgan gorizontal burchakni o'lchashdagi o'rtacha xatolik

Gorizontal burchak ulchash aniqligiga nisbatan teodolit va signallarni markazlashtirish xatosi tahsir ko'rsatadi. Ushbu o'lchangan burchak xatosini matematika jixatidan ko'rib chiqamiz.

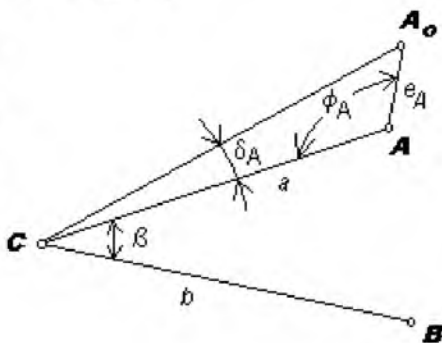
O'rtacha gorizontal burchak o'lchash xatosi uchta alohida xatolardan tarkib topgan:

1) m_{e_A} – A signalini noto'g'ri markazlashtirish oqibatida xosil bo'lgan o'rtacha burchak o'lchash xatosi;

2) m_{e_B} – B signalini noto'g'ri markazlashtirish oqibatida xosil bo'lgan o'rtacha burchak o'lchash xatosi;

3) m_{e_C} – Teodolitni noto'g'ri markazlashtirish oqibatida xosil bo'lgan o'rtacha burchak o'lchash xatosi.

$\beta = ACB$ burchak o'lchash talab qilingan bo'lsin (7.3-rasm).



7.3-rasm. Signalni markazlashtirish xatosini aniqlash

Faraz qilaylik, signal V va teodolit S xatosiz V va S nuqtalarida markazlashtirilgan, lekin ikkinchi signal A nuqtani o'rniga A_0 nuqtaga markazlashtirilgan. Masofa $AA_0 = e_A$ signalni markazlashtirishni *chiziqli xatosi* deyiladi. Ushbu xatoning qiymati qabul qilingan markazlashtirish usuli va sharoitiga bog'liq.

Gorizontaal burchak o'lchash xatosiga faqat signalni markazlashtirishni chiziqli xatosi emas, balki uning yo'nalishi ham ta'sir ko'rsatadi, ya'ni burchak ϕ_A .

Yo'nalishdagi xatolardan birini quyidagicha yozish mumkin:

$$\delta_A'' = \rho'' \frac{e_A}{a} \sin \phi_A. \quad 7.29$$

U holda

$$m_{e_A}^2 = \frac{[\delta_A^2]}{n} \quad 7.30$$

yoki

$$m_{e_A}^2 = \frac{\rho^2}{n} * \frac{e_A^2}{a^2} [\sin^2 \phi_A], \quad 7.31$$

bu yerda $n = \frac{2\pi}{\partial\phi}$.

n qiymatini m_{e_A} ga qo'yib, summa belgisini integralga almashtirib, quyidagini olamiz:

$$m_{e_A}^2 = \frac{\rho^2}{2\pi} * \frac{e_A^2}{a^2} * \int_0^{2\pi} \sin^2 \phi_A \partial\phi = \rho^2 \frac{e_A^2}{2a^2}. \quad 7.32$$

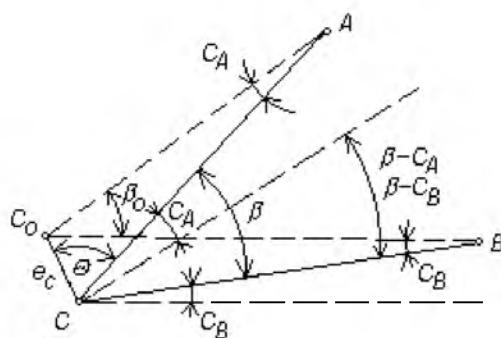
A signali ekstsentrisitetiga bog'liq bo'lgan o'rtacha burchak o'lchash xatosi quyidagicha bo'ladi:

$$m_{e_A} = \frac{\rho * e_A}{a\sqrt{2}}. \quad 7.33$$

Xuddi shunday V nuqtasidagi signal uchun ham xatolikni topamiz:

$$m_{e_B} = \frac{\rho * e_B}{b\sqrt{2}}. \quad 7.34$$

A va B signallar xatosiz markazlashtirilgan deb, teodolit esa C nuqtani o'rniga C_0 nuqtada markazlashtirilgan deb faraz qilib, m_e xatosini topamiz (7.4-rasm).



7.4-rasm. Teodolitni markazlashtirish xatosi

Ushbu xolatda teodolitni markazlashtirishni chiziqli xatosi e_c , mavjud bo'lib, u CA tomoni bilan θ burchakni tashkil qiladi. Bunday xolatda burchak β o'lchashni o'rniga boshqa β_0 burchak o'lchanadi.

C nuqtasi orqali parallelg' chiziqlar C_0A va C_0B o'tkazamiz va quyidagini olamiz:

$$\beta - C_A = \beta_0 - C_B, \quad 7.35$$

bu yerdan burchaklar farqi:

$$\Delta\beta = \beta - \beta_0 = C_A - C_B. \quad 7.36$$

Agar

$$C_A'' = \frac{e_c}{a} \rho'' \sin \theta, \quad C_B'' = \frac{e_c}{b} \rho'' \sin(\theta + \beta), \quad 7.37$$

U xolda

$$\Delta\beta = C_A'' - C_B'' = e_c \rho'' \left(\frac{\sin \theta}{a} - \frac{\sin(\theta + \beta)}{b} \right). \quad 7.38$$

O'rtacha burchak o'lchash xatosini quyidagicha yozish mumkin:

$$m_{e_c} = \sigma_{\Delta\beta} = \sqrt{\frac{\sum \Delta\beta^2}{n}}. \quad 7.39$$

$n = \frac{2\pi}{\partial\theta}$ o'rniga qo'yib, va summa belgisini integralga almashtirib,

quyidagini olamiz:

$$m_{e_c}^2 = \frac{\rho^2 e_c^2}{2\pi} \left[\frac{1}{a^2} \int_0^{2\pi} \sin^2 \theta \partial\theta + \frac{1}{b^2} \int_0^{2\pi} \sin^2(\theta + \beta) \partial\theta - \frac{2}{ab} \int_0^{2\pi} \sin \theta \sin(\theta + \beta) \partial\theta \right]. \quad 7.40$$

Agar

$$\int_0^{2\pi} \sin^2 \theta d\theta = \pi; \quad \int_0^{2\pi} \sin^2(\theta + \beta) d\theta = \pi; \quad 7.41$$

$$\begin{aligned} \int_0^{2\pi} \sin \theta \sin(\theta + \beta) d\theta &= \int_0^{2\pi} \sin \theta (\sin \theta \cos \beta + \cos \theta \sin \beta) d\theta = \\ &= \pi \cos \beta + \sin \beta \int_0^{2\pi} \sin \theta \cos \theta d\theta = \pi \cos \beta, \end{aligned} \quad 7.42$$

bo'lsa, quyidagini olamiz:

$$m_{ec}^2 = \frac{\rho^2 e_C^2}{2a^2 b^2} [a^2 + b^2 - 2ab \cos \beta]. \quad 7.43$$

Signallar (7.33 va 7.34) va teodolitni (7.43) markazlashtirish xatosi tufayli xosil bo'lgan gorizont burchakni o'lchashdagi umumiy xatolikni, asbob xatosini hisobga olgan xolda quyidagicha yozish mumkin:

$$m_\beta = \sqrt{m_i^2 + m_{e_A}^2 + m_{e_B}^2 + m_{e_C}^2} = \sqrt{m_i^2 + \frac{\rho^2}{2} \left[\frac{e_A^2}{a^2} + \frac{e_B^2}{b^2} + \frac{e_C^2}{a^2 b^2} (a^2 + b^2 - 2ab \cos \beta) \right]} \quad 7.44$$

Odatda $e_A = e_B = e$, u holda

$$m_\beta = \sqrt{m_i^2 + \frac{\rho^2}{2a^2 b^2} [e^2(a^2 + b^2) + e_C^2(a^2 + b^2 - 2ab \cos \beta)]}. \quad 7.45$$

Ushbu formula teodolit va signallarni noaniq markazlashtirish oqibatida hosil bo'lgan o'rtacha gorizont burchakni o'lchash xatosini aniqlashga imkon beradi. Ko'rinib turibdiki, o'rtacha xatolik faqat teodolit va signallarni markazlashtirishdagi chiziqli hatoga bog'liq bo'lmay, balki o'lchanayotgan burchak tomon uzunliklari qiymatiga ham bog'liq ekan. Shu sababli uchta xususiy xolatni ko'rib chiqamiz.

1. $\beta = 180^0$, $\cos \beta = -1$:

$$m_\beta = \sqrt{m_i^2 + \frac{\rho^2}{2a^2 b^2} [e^2(a^2 + b^2) + e_C^2(a + b)^2]}.$$

2. $\beta = 90^0$, $\cos \beta = 0$:

$$m_\beta = \sqrt{m_i^2 + \frac{\rho^2}{2a^2 b^2} [e^2(a^2 + b^2) + e_C^2(a^2 + b^2)]}.$$

3. $\beta = 0^0$, $\cos\beta = 1$:

$$m_{\beta} = \sqrt{m_i^2 + \frac{\rho^2}{2a^2b^2} [e^2(a^2 + b^2) + e_c^2(a-b)^2]}.$$

Ushbu xususiy xolatlarni ko'rib chiqib, qator xulosalar qilish mumkin (D.N. Ogloblin, 1950).

1. Signallarni markazlashtirish xatosini burchak o'lchash hatosiga ta'siri uning qiymatiga bog'liq bo'lmay burchak xosil qilgan tomonlar uzunligiga teskari proporsional.

2. Teodolitni markazlashtirish xatosini burchak o'lchash hatosiga tahsiri uning qiymatiga bog'liq. Teodolitni markazlashtirish xatosining nisbatan ko'proq tahsiri o'lchanayotgan burchak 180^0 ga yaqin bo'lganda bo'ladi.

3. Teodolitni markazlashtirish xatosini tahsiri burchak xosil qilgan tomonlar uzunligiga teskari proporsional.

4. Teodolitni va signallarni markazlashtirish xatosini tahsiri o'lchanayotgan burchak tomonlari farqi qancha katta bo'lsa, shunchalik katta bo'ladi.

Yer osti shemkalarida gorizont burchakni o'lchashda ko'pgina noqulay holatlar uchraydi, bu yer osti poligonlaridagi burchaklarning 180^0 ga yaqinligi, tomonlar uzunligining biri biridan farqi to'satdan katta bo'lib ketishi hisoblanadi.

Yuqoridagi sabablarni inobatga olgan holda teodolit va signallarni markazlashtirishga e'tiborni kuchaytirish lozim.

7.2.2. Burchak o'lchashni haqiqiy xatolarini aniqlash. Vertikal burchaklarni o'lchashdagi xatolar

Gorizont burchakni o'lchashni haqiqiy xatosini turli usullarda aniqlash mumkin.

Berk poligonlarni haqiqiy bog'lanmaslik qiymati asosida. Agar f_{β} — berk poligondagi burchakdagi bog'lanmaslik, va n — nuqtalar soni bo'lsa, u holda o'rtacha gorizont burchak o'lchash xatoligini quyidagicha aniqlash

$$\text{mumkin: } m_{\beta} = \frac{f_{\beta}}{\sqrt{n}}. \quad 7.46$$

k berk poligonlar uchun o'rtacha xatolik quyidagiga teng

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{\sum_1^k m_{\beta_i}^2}{k}}. \quad 7.47$$

Burchakni ikkilangan o'lchovi natijalari asosida. Ushbu ma'lumotlarni kontrolg' yo'l o'tkazish orqali olish mumkin. Xar bir burchak uchun farqlar qiymati $\Delta_i = \beta_{1_i} - \beta_{2_i}$ va umumiy o'rtacha xatolik qiymatlari aniqlanadi

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{2(n-1)}}. \quad 7.48$$

Maxsus tadqiqotlar asosida gorizonttal burchak o'lchash xatoligi bilan bir qatorda teodolit va signallarni markazlashtirishdagi chiziqli xatolarni ham aniqlash mumkin. Bunday tadqiqotlarni o'tkazish uchun bir xil shariotda gorizonttal burchakni uchta o'lchash seriyalarini bajarish kerak. O'lchash uchun tomonlari taxminan biri-biriga teng bo'lgan burchaklar olinadi.

Tadqiqotlarni birinchi seriyasida teodolit va signallarni siljitmay, burchak bir necha marta takroran o'lchanadi. Ushbu burchaklar natijasi asosida shu sharoit uchun asbob xatosiga teng bo'lgan burchak og'ishini o'rta kvadratik qiymati aniqlanadi

$$\sigma_{\beta} = m_i = \sqrt{\frac{\sum (\beta_i - \bar{\beta})^2}{n-1}}. \quad 7.49$$

Kuzatishlarning ikkinchi seriyasida xar bir burchak o'lchashdan avval bitta signal takroran markazlashtirilgan. Ushbu seriya o'lchovlari natijasida topilgan o'rta kvadratik xato o'z ichiga signalni markazlashtirish oqibatida hosil bo'lgan xatoni va asbob hatosini kiritadi:

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{\sum (\beta_i - \bar{\beta})^2}{n-1}} = \sqrt{m_i^2 + m_{e_A}^2}. \quad 7.50$$

Birinchi o'lchash seriyasida topilgan m_i ni chiqarsak, quyidagini olamiz $m_{e_A} = \sqrt{m_{\beta}^2 - m_i^2}$. Bu yerdan signalni markazlashtirishdagi chiziqli xatoni topsak bo'ladi,

$$e_A = \frac{m_{e_A} a \sqrt{2}}{\rho}. \quad 7.51$$

Kuzatishning uchinchi seriyasida xarsafar teodolit qayta markazlashtiriladi. O'lchashning uchinchi seriyasida topilgan burchak og'ishining o'rtacha kvadratik xatosi o'z ichiga teodolitni noto'g'ri markazlashtirish xatosi va asbob xatolarini kiritadi

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{\sum (\beta_i - \bar{\beta})^2}{n-1}} = \sqrt{m_i^2 + m_{e_c}^2}. \quad 7.52$$

m_i ni chiqarish orqali quyidagini olamiz $m_{e_c} = \sqrt{m_{\beta}^2 - m_i^2}$. Agar,

$$m_{e_c}^2 = \frac{\rho^2 e_c^2}{2a^2 b^2} (a^2 + b^2 - 2ab \cos \beta) \quad 7.53$$

bo'lsa va tadqiqot uchun tomonlari $a=b$ bo'lgan burchak olingan bo'lsa, u xolda teodolitni markazlashtirishni o'rtacha chiziqli xatosi quyidagicha topiladi

$$e_c = \frac{m_{e_c} a}{\rho \sqrt{1 - \cos \beta}}. \quad 7.54$$

7.2.3. Vertikal burchakni o'lchashdagi o'rtacha kvadratik xatoni umumiy formulasi

Vertikal burchak δ quyidagi formula bilan aniqlanadi $\delta = \frac{(\text{D}\check{\nu} + 180^{\circ}) - \text{D}\Upsilon}{2}$.

Shu sababli $m_{\delta} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{m_{\text{D}\check{\nu}}^2 + m_{\text{D}\Upsilon}^2}$ bo'ladi.

Har bir yarim priyomda bir marta vizirlash bajariladi va vertikal doiradagi adilak o'qi bir marta gorizontal xolatga keltirilib bitta sanoq olinadi, shu sababli

$$m_{\text{D}\check{\nu}} = m_{\text{D}\Upsilon} = \pm \sqrt{m_o^2 + m_v^2 + m_{\tau}^2}; \quad 7.55$$

$$m_{\delta} = \pm \sqrt{\frac{m_o^2 + m_v^2 + m_{\tau}^2}{2}}. \quad 7.56$$

Ushbu formula bir priyom bilan o'lchangan burchaklar uchun. Vertikal burchakni bir necha priyom bilan o'lchanganda

$$m_{\delta} = \pm \sqrt{\frac{m_o^2 + m_v^2 + m_{\tau}^2}{2n}}. \quad 7.57$$

Sanoq olish xatosi $m_o = \pm \frac{t}{2\sqrt{3}}$, bu yerda t – vertikal doiradagi sanoq olish moslamasi aniqligi. Vizirlash xatosini bissektor emas balki bir gorizontal ip orqali qiliganligi hisobga olgan xolda uni 2 formula bilan aniqlash mumkin. Adilak o‘qini gorizontal xolatga keltirish xatosini $0,2 \tau$, deb qabul qilinadi, bu yerda τ – adilak shkalasini aniqligi.

7.3. Chiziqli o‘lchash xatolari

Poligonometrik yo‘llarda tomon uzunliklarini ruletkayoki svetodalnomerlar bilan o‘lchanadi. Poligonometrik yo‘llarda har bir tomon to‘g‘ri va teskari yo‘nalishlarda ikki marta o‘lchanishi shart. Yer osti sharoitida bir tomonni o‘lchangan ikki uzunlik qiymati farqi o‘lchanayotgan uzunlikning 1:3000 qiymatidan oshmasligi kerak (tomon uzunligini po‘lat ruletka bilan o‘lchaganda). Tomon uzunligini o‘lchashda qator xatoliklarga yo‘l qo‘yiladi, ularga quyidagilar kiradi:

- 1 – ruletka uzunligining noto‘g‘riligi – kompararlash xatosi;
- 2 – ruletkaning temperaturasini noto‘g‘ri hisobga olish;
- 3 – ruletkaning osilganligini hisobga olmaslik;
- 4 – ruletkani tortish natijasida uzunlikni o‘zgarishi;
- 5 – chiziqni noto‘g‘ri belgilash;
- 6 – chiziqning qiyalik burchagini yoki interval uchlarining nisbiy balandliklarini noto‘g‘ri aniqlash;
- 7 – ruletkaga bog‘lovchi nuqtalarni noto‘g‘ri proyeksiyalash;
- 8 – ruletkadan sanoqni noto‘g‘ri olish.

O‘zlarining xossalari bo‘yicha yuqorida keltirilgan xatolar ehtimoliy (punktlar 2, 3, 4, 6, 7, 8), sistematik (punkt 1) va qiymati bo‘yicha ehtimoliy, ishorasi bo‘yicha doimiylarga bo‘linadi (punkt 5).

Yuqorida keltirilgan sakkizta xatodan tashqari hisobga olinmagan yana bir-ikkita xatolar hamuchrashli mumkin, shu sababli aniqlikni oshirish maqsadida xatolar sonini o‘nta deb qabul qilamiz.

Ikki o‘lchov farqi 1:3000dan oshmasligi zaruriyati tufayli, tomon uzunliklari $\frac{1}{3000 * \sqrt{2}} = \frac{1}{4300}$ dan kichik qilmay o‘lchanishi kerak. SHunday

aniqlikga kafolat berish uchun xar bir xatoni tahsiri quyidagidan oshmasligiga yo‘l qo‘yish kerak

$$\frac{1}{4300} * \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{1}{14000} \approx \frac{1}{15000} .$$

Yuqorida keltirilgan xar bir xatoni alohida ko‘rib chiqamiz.

Ruletkani kompararlash xatosi. Ushbu xatoning poligon tomon uzunligiga tahsirini quyidagi formula bilan aks ettirish mumkin:

$$M_k = \pm m_k \frac{S}{s} \quad 7.58$$

Yoki ruletka uzunligidan to‘liq foydalanilganda

$$M_k = \pm m_k n , \quad 7.59$$

bu yerda s – ruletka uzunligi;

S – poligon tomonini o‘lchangan uzunligi;

m_k – ruletkani kompararlash xatosi.

Shunday qilib, ruletkani noto‘g‘ri kompararlash xatosi tomon uzunligi sga proporsional ravishda o‘radi. Marksheyderlik ruletkalarni kompararlash xatosi «Marksheyderlik ishlarini bajarish bo‘yicha yo‘riqnoma» (punkt 178) talablariga asosan uning uzunligini 1:15000 qiymatidan oshmasligi kerak, demak 30 m ruletkani kompararlash xatosi ± 2 mm. dan oshmasligi kerak, 1000 m uzunlikni o‘lchashdagi kompararlash xatosi oqibatida kelib chiqadigan xatolik esa ± 50 mm. dan oshmasligi kerak.

Temperaturani noto‘g‘ri hisobga olish. O‘lchash va kompararlash davridagi temperaturalar farqi uchun o‘lchangan chiziq uzunligiga kiritiladigan tuzatma quyidagiga teng

$$\Delta S_t = \alpha * S * (t - t_0), \quad 7.60$$

Bu yerda α – ruletkaning chiziqli kengayish koeffitsienti (po‘lat uchun $\alpha = 0,0000115$);

S – o‘lchangan uzunlik;

t – o‘lchash davridagi temperatura;

t_0 – kompararlash temperaturasi.

Agar m_t – temperaturani o‘lchash xatosi bo‘lsa, u holda temperaturani noto‘g‘ri aniqlash sababli xosil bo‘lgan uzunlik o‘lchash xatosi quyidagicha bo‘ladi

$$M_t = \alpha S m_t \quad 7.61$$

yoki

$$\frac{M_t}{S} = \alpha * m_t. \quad 7.62$$

Avval qabul qilingan shartga asosan:

$$\frac{M_t}{S} \leq \frac{1}{15000};$$

$$0.0000115 * m_t \leq \frac{1}{15000}.$$

bu yerdan $m_t \leq \pm 5,8^0 S$.

Shunga asosan «Marksheyderlik ishlarini bajarish bo'yicha yo'riqnomasi» ning (punkt 179) bo'yicha o'lchash temperaturasi bilan kompararlash temperaturalar farqi $5^0 S$ dan oshmasa hisobga olinmaydi.

Rudnik xavosi temperaturasi va xavo temperaturasini aniqlashdagi chekli xato qiymatlarining nisbatan doimiyligini hisobga olib, ruletka bilan har bir yangi o'lchashda temperaturani o'lchash shart emas. Kon lahimidagi o'rtacha xavo haroratini bilgan xolda, kerakli tuzatmalar kiritish yetarli ehisoblanadi. Bu ko'rsatmalar xavo uzatilayotgan shaxta stvoli yaqinida bajarilayotgan o'lchashlar uchun tegishli emas.

Ruletkani osilganligi uchun xatolik. Ruletkani osilganligi uchun tuzatma quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\Delta S_p = \frac{8}{3} * \frac{f^2}{s}, \quad 7.63$$

bu yerda f – osilganlik darajasi;

s – ruletka uzunligi.

Agar m_f – osilganlik darajasini aniqlash xatoligi bo'lsa, u holda:

$$M_p = \frac{16f}{3s} m_f \quad 7.64$$

yoki nisbiy xatolik

$$\frac{M_p}{s} = \frac{16f}{3s^2} m_f. \quad 7.65$$

$s = 20 m, f = 0,076 m$ deb qabul qilib, va xar bir tuzatmani aniqlashdagi nisbiy xatolik 1:15000 dan oshmasa, $m_f \leq 6,6 sm$. ni olamiz. Ruletkaning osilganlik qiymati $6 sm$. dan oshmasa hisobga olinmaydi.

Ruletkani tortish natijasida uzunlikni o'zgarishi xatoligi. Quyidagi belgilashlar kiritaylik: δ_0 – ruletkani kompararlash davridagi tortilishi; δ – ruletkani o'lchash davridagi tortilishi. O'lchash ishlari bajarish jarayonida $\delta = \delta_0$ shart bajarilishi kerak. Agar $\delta \neq \delta_0$ bo'lsa, ruletka uzunligi quyidagi qiymatga o'zgaradi:

$$\Delta S_H = \frac{(PP - PP_0) * S}{E * F}, \quad 7.66$$

bu yerda E – Yung moduli ($E = 1-2 * 10^6 \text{ kgs/sm}^2$);

F – ruletka tasmasing ko'ndalang kesim yuzasi, sm^2 .

Uzunlikni o'lchash xatoligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$M_H = \frac{S}{E * F} m_{PP}, \quad 7.67$$

bu yerda m_{PP} – ruletkani tortilishini aniqlash xatoligi.

Nisbiy xatolik:

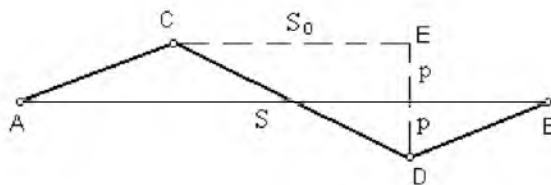
$$\frac{M_H}{S} = \frac{m_{PP}}{E * F}. \quad 7.68$$

Nisbiy xatolik 1:15000 dan kichik bo'lmashligi kerak shartini saqlagan holda va $F = 4 \text{ mm}^2$ deb qabul qilsak, quyidagi kelib chiqadi:

$$m_{PP} \leq \pm 2,7 \text{ kgs}. \quad 7.69$$

Shunday qilib, shaxtada o'lchash davridagi tortish kuchi kompararlash davridagi tortish kuchi qiymatidan 2,5 kgs. dan oshmasligi kerak. Agar farq katta bo'lsa, o'lchangan uzunlikga ruletkani tortilishi uchun tuzatma kiritilishi kerak.

Chiziqni noto'g'ri belgilash uchun xatolik. AB chiziq uzunligini o'lchashda yo'nalish bo'yicha C va D oraliq nuqtalari qo'yilgan bo'lsin (7.5-rasm).



7.5-rasm. Chiziqni noto'g'ri belgilash xatoligini aniqlash

Faraz qilaylik, har bir nuqtani belgilash xatosi S ga teng bo‘lib, teskari ishoraga ega. Uchburchak CDE dan quyidagini olamiz

$$S_0 = \sqrt{S^2 - (2p)^2} \text{ yoki } S_0 = S \sqrt{1 - \left(\frac{2p}{S}\right)^2}. \quad 7.70$$

2 qiymatining S ga nisbatan kichikligini hisobga olib, oxirgi xadni qatorga yoyib quyidagini olamiz:

$$S_0 = S \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{2p}{S}\right)^2 \right] = S - \frac{2p^2}{S}. \quad 7.71$$

$M_S = S - S_0$ deb hisoblasak, $M_p = \frac{2p^2}{S}$ ni olamiz, yoki nisbiy xatolik quyidagicha bo‘ladi:

$$\frac{M_p}{S} = 2 * \left(\frac{p}{S}\right)^2. \quad 7.72$$

Chekli nisbiy xatoni 1:15000 ga teng deb olib, quyidagini olamiz:

$$\frac{p}{S} \leq \frac{1}{200}. \quad 7.73$$

Ruletkaning uzunligi 20 m bo‘lsa, “Marksheyderlik ishlari yo‘riqnomasi” (punkt 181) ga asosan ushbu xatolik 10 sm dan oshmasligi kerak.

Chiziqning qiyalik burchagini yoki interval uchlarining nisbiy balandliklarini noto‘g‘ri aniqlash xatoligi. Poligon tomonlarining gorizonttal proyeksiyalarini aniqlash uchun har bir tomonning qiyalik burchaklari δ o‘lchanishi kerak. Tomon uzunligini gorizontga keltirish uchun tuzatma quyidagiga teng:

$$\Delta S = 2 * S * \sin^2 \frac{\delta}{2}. \quad 7.74$$

Agar qiyalik burchagi $\delta \pm m_\delta$, xatolik bilan o‘lchangan bo‘lsa, u holda tomon xatoligi quyidagiga teng:

$$M_\delta = 4 * S * \sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\delta}{2} * \frac{m_\delta}{2} = \frac{S * \sin \delta * m_\delta}{\rho}. \quad 7.75$$

Ushbu xatoning nisbiy o‘lchovi quyidagiga teng:

$$\frac{M_\delta}{S} = \frac{\sin \delta}{\rho} m_\delta. \quad 7.76$$

Nisbiy xatoni 1:15000 deb qabul qilib, quyidagini olamiz:

$$m_{\delta} \leq \frac{14''}{\sin \delta}. \quad 7.77$$

Olingan tenglamaga asosan qiyalik burchagi qanchalik katta bo'lsa, o'lchash ishlari shunchalik katta aniqlik bilan bajarilishi kerak.

Agar interval uchlarning nisbiy balandliklari o'lchangan bo'lsa, u holda uzunlikni gorizontga keltirish uchun tuzatma quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta S = \frac{h^2}{2S}. \quad 7.78$$

Faraz qilaylik m_h – interval uchlari nisbiy balandligini topish xatoligi bo'lsin, u holda

$$M_s = \frac{h}{S} m_h. \quad 7.79$$

Ushbu xatoning nisbiy o'lchovi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{M_s}{S} = \frac{h}{S^2} m_h. \quad 7.80$$

Ushbu xatolik 20m lik ruletkada chekli xatodan oshmasligi kerakligini hisobga olsak, quyidagini olamiz

$$m_h \leq \frac{25}{h}, \text{ mm}. \quad 7.81$$

Ruletkaga bog'lovchi nuqtalarni noto'g'ri proyeksiyalash xatoligi.

Tomon uzunliklarini yer osti sharoitida o'lchashda shirdagi nuqtalar ruletkaga ipli shovunlar yordamida proyeksiyalanadi. Ko'p xolatlarida proyeksiyalash xatoligi m_p ehtimoliy xarakterga ega bo'lib, o'lchash sharoitiga qarab, uning qiymati ± 1 mmdan $\pm 3,5$ mmgacha o'zgarishi mumkin. Proyeksiyalash ruletkaning ikkala uchiga qilinganligi sababli, uning qiymati quyidagiga teng bo'ladi

$$M_{II} = \pm m_{II} \sqrt{2}.$$

Ruletkadan sanoqni noto'g'ri olish yoki noto'g'ri o'rnatish xatoligi ehtimoliy xarakterga ega. Uning uzunlik o'lchash xatosiga tahsiri quyidagi formula bilan aniqlanishi mumkin

$$M_o = \frac{m_o \sqrt{2n}}{\sqrt{k}}, \quad 7.82$$

bu yerda m_o – sanoq olish yoki ruletkani bir uchuni noto'g'ri o'rnatish xatoligi;

k – sanoq sonlari;
 n – interval sonlari.

Sanoq olish xatoligi qiymati standart formulasi orqali quyidagicha hisoblanadi

$$m_o = \pm \frac{t}{2\sqrt{3}} \quad 7.83$$

$t = 1$ *mm* bo'lsa, $m_o = \pm 0,3$ *mm* bo'ladi.

Tomon uzunligini aniqlashdagi umumiy kutilayotgan xatolik quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$M'_L = \sqrt{M_K^2 + M_t^2 + M_{PP}^2 + M_H^2 + M_p^2 + M_\delta^2 + M_{II}^2 + M_a^2} \quad 7.84$$

Tomon uzunliklari to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchanganligi sababli, quyidagini olamiz

$$M_L = \pm \frac{M'_L}{\sqrt{2}} \quad 7.85$$

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz: S – o'lchanadigan chiziq uzunligi; s – ruletka uzunligi; n – o'lchanayotgan masofada ruletkani o'rnatish soni; m – bir marta o'rnatishni tasodifiy xatosi; m'_S – ehtimoliy xatoning tahsirida xosil bo'lgan tomon uzunligi S ning xatoligi $S = \underbrace{s + s + \dots + s}_{n \text{ marta}}$, bo'lganligi sababli, ehtimoliy xatolarning tahsiri sababli tomon uzunligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m'_L = \sqrt{m^2 + m^2 + m^2 + \dots + m^2} = m\sqrt{n} \quad 7.86$$

Lekin $n = \frac{S}{s}$, shu sababli

$$m'_L = m\sqrt{\frac{S}{s}} = \frac{m}{\sqrt{s}}\sqrt{S} = \mu\sqrt{S}, \quad 7.87$$

bu yerda $\mu = \frac{m}{\sqrt{s}}$ – uzunlik birligiga tahsir qiluvchi ehtimoliy xato koeffitsienti.

Shunday qilib, uzunliklarni o'lchashda ehtimoliy xatolar tahsiri ushbu uzunliklarning qiymatinikvadrat ildiziga proporsional ravishda o'sadi.

Uzunlik S ni o'lchash xatosiga sistematik xatoni tahsirini ko'rib chiqaylik. Quyidagi belgilashlar kiritamiz: m''_S – sistematik xato tahsirida

uzunlikSni o‘lchash xatoligi; m_s – ruletkani bir marta o‘rnatish xatoligi. U holda:

$$m_L'' = m_s + m_s + \dots + m_s = n * m_s, \quad 7.88$$

$$m_s'' = \frac{S}{s} m_s = \frac{m_s}{s} S = \lambda * S, \quad 7.89$$

bu yerda $\lambda = \frac{m_s}{s}$ –uzunlik birligiga tahsir qiluvchi sistematik xato koeffitsienti. Shunday qilib, *uzunlikni o‘lchashda sistematik xato tahsiri ushbu uzunlik qiymatiga proporsional*.

Tomonni o‘lchash umumiy xatoligi m_s ikki qiymatdan tashkil topgan bo‘lib, u quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$m_s = \sqrt{(m_s')^2 + (m_s'')^2} = \sqrt{\mu^2 S + \lambda^2 S^2}. \quad 7.90$$

Koeffitsientlar μ va λ tajriba asosida aniqlanib, u quyidagilarga bog‘liq;
 – uzunlikni o‘lchash usuliga;
 – o‘lchash bajarilgan sharoitga.

Topilgan koeffitsientlar konkret sharoitlarga tegishli bo‘ladi. Misol uchun, yer yuzasidagi poligonlar uchun topilgan koeffitsient qiymatlarini, yer osti poligonometriyasini xatosini hisoblashda qo‘llash mumkin emas.

Koeffitsientlar μ va λ quyidagi usullar bilan aniqlanishi mumkin:

- 1) tomon uzunligini bir usul bilan ikki marta o‘lchash natijalari bo‘yicha;
- 2) tomon uzunligini yuqori aniqlikda o‘lchash natijasi bilan oddiy usulda o‘lchash natijalarini solishtirish orqali;
- 3) berk poligonda bog‘lanmaslik qiymatlari orqali;
- 4) ikki tomonga tayangan poligon bog‘lanmasliklari orqali.

Chiziqli o‘lchashlar hisobiga poligonometrik yo‘l xatoligi quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$m_l = \sqrt{\mu^2 [s] + \lambda^2 S^2}, \quad 7.91$$

bu yerda $[s]$ –poligonometrik yo‘l perimetri, m ;

S – yo‘lni tugash qismi uzunligi, m .

Agar koeffitsientlar μ va λ qiymatlari noma‘lum bo‘lib, yoki o‘lchash asbobining nomi noma‘lum bo‘lsa (yoki uning pasportini xatosi), tomon

uzunligini o'lchash xatosini "Marksheyderlik ishlari yo'riqnomasi" asosida topiladigan yo'l qo'yarli xato orqali topish mumkin. SHunga asosan, yer yuzasida o'lchanadigan 2- razryadpoligonometrikyo'l uzunligi xatosi 1:5000 ga teng. «Marksheyderlik ishlari yo'riqnomasi»da hamma ruxsat berilgan qiymatlar o'rtacha xatoning ikkilangan qiymatlari uchun berilgan bo'lib, uzunlik o'lchashdagi o'rtacha xatolik 1:5000, yoki 1:10000ga teng bo'ladi. U holda poligonometrik yo'lning o'lchangan xar bir tomonisi uchun xatolik quyidagicha bo'ladi:

$$m_s = \frac{s}{10000} \cdot 7.92$$

Tomon uzunliklarini svetodalnomerlar bilan o'lchashda asbob pasportida keltirilgan xatolik orqali aniqlanadi. Masalan, svetodalnomer ST-5 uchun pasport bo'yicha xatolik quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$m_s = 10 + 5 * s * 10^{-6}, \text{MM},$$

bu yerdas – o'lchanadigan masofa, millimetrlarda.

100 mbo'lgan tomon uzunligini o'lchashda, svetodalnomer ST-5 bilan o'lchash xatoligi $m_s = 10 + 5 * 100000 * 10^{-6} = 10,5$ mm bo'ladi. Ammo, lekin «Marksheyderlik ishlari yo'riqnomasi» (punkt 159) ga asosan chiziq uzunligini svetodalnomer (elektron taxeometr) bilan o'zaro bog'liq bo'lmagan ikki o'lchovi farqi chiziq uzunligidan qathiy nazar 10 mm dan oshmasligi kerak. Bu esa chiziq uzunliklarini svetodalnomer yoki elektron taxeometr bilan bir necha marta o'lchashni talab qiladi.

7.4. Poligonometrik yo'llarda xatolarning to'planishi.

7.4.1. Ozod poligonometrik yo'llarda xatolarning to'planishi

Yer osti marksheyderlik tayanch tarmoqlari kon lahimlari shemkasi bilan bog'liq bo'lgan turli kon geometrik masalalarni yechishda va qazilma boylik konlarini ratsional va xavfsiz qazishni tahminlashda geometrik asos bo'lib hizmat qiladi.

Yer osti tayanch tarmoqlari odatda asosiy tayyorlov lahimlaridan o'tadigan poligonometrik yo'l, geometrik vatrigonometrik nivelirlash yo'llaridan iborat bo'ladi.

Tayanch tarmoqlarini berk, ochiq va osma yo‘llar tizimi shaklida barpo qilinadi. Osma yo‘llar ikki marta o‘tilishi yoki girotomonga bog‘lanishi kerak. Ochiq yo‘llarni mavjud bo‘lgan tayanch tarmog‘i boshlang‘ich tomonlari o‘rtasida o‘tkaziladi.

Poligonometrik yo‘llarda o‘lchash aniqligi quyidagi ko‘rsatkichlar bilan xarakterlanadi:

- gorizontal burchakni o‘lchashni o‘rta kvadratik xatosi– $20''$ (teodolitni markazlashtirish xatosini hisobga olganda), vertikal burchaklarda– $30''$;
- giroskopik oriyentirlashni o‘rta kvadratik xatosi $1'$ dan oshmaydi;
- svetodalnomerlar bilan chiziq uzunligini ikki marta o‘lchash farqlari (elektron taxometrlar bilan) – 10 mm gacha, po‘lat ruletkalar bilan– tomon uzunligining $1:3000$ dan oshmasligi kerak.

Yer osti tayanch tarmoqlarini qurish va rekonstruksiya qilish kon ishlari kelajak rivojini hisobga oluvchi texnik loyiha asosida amalga oshiriladi. Loyiha tuzishda shemka tarmoqlari rivoji va kon lahimlari shemkasiga geometrik asos bo‘lib hizmat qiladigan tayanch tarmog‘ining prinpialg‘ sxemasini o‘rnatiladi.

Yer osti tayanch tarmoqlari rekonstruksiya quyidagi xolatlarda amalga oshiriladi:

- yo‘lni davom ettirish uchun punkt o‘rni nisbatan siljigan yoki yo‘qolgan bo‘lsa;
- uzunlik oshgan sari tarmoq aniqligi kamayganda;
- turli gorizont yoki shaxtalardagi tarmoqlarni bog‘lash zarurati bo‘lganda;
- yer yuzasidagi tayanch tarmoqlari bilan yangi aloqa paydo bo‘lganda.

Loyiha tarkibi quyidagilardan iborat bo‘lishi kerak:

1) obyekt oldi punktlarning koordinatalari va balandliklarini, girokompasga tuzatmani aniqlashda ishlatiladigan marksheyderlik va geodezik tarmoqlar punktlari va tomonlarini xarakteristikasi. Zarurat bo‘lganda tayanch tarmoqlarini zichlash ish xajmi va bajarish muddatlarini aniqlab beradi;

2) punktlarni o'lchash aniqligi va saqlanganligi bilan loyihalananayotgan tarmoqqa kiritilishi mumkin bo'lgan mavjud yer osti tayanch tarmoqlari va ilgari o'tilgan poligonometrik yo'llar haqida ma'lumot;

3) loyihalananayotgan tarmoqni qurish sxemasi;

4) tarmoqni qo'shimcha oriyentirlash va markazlashtirish usullari va bajarish joylari;

5) erosti tayanch tarmog'i so'nggi punkt xatoligini hisoblash;

6) tarmoqni qurish uchun asbob va uskunalar ro'yxati;

7) tomon va burchaklarni o'lchash, giroskopik oriyentirlash usuli. Agar lahimlarni qarama-qarshi o'tish maqsadida tarmoq rekonstruktsiya qilinayotgan bo'lsa, loyihada chiziqli va burchak o'lchash aniqligi hisoblari, ishni bajarish usuli va tanlangan o'lchash asboblari keltiriladi;

8) yer osti tayanch tarmoqlarini tenglashtirish tartibi;

9) ish hajmi, turi va ijrochilar ko'rsatilgan Kalendar ish rejasi (shaxta, pudratchi tashkilot, maxsus grupp va boshqalar);

10) ishni bajarishda xavfsizlik choralari.

Loyihaning grafik qismiga quyidagilar kiradi:

1) giroskopik tuzatmani aniqlash uchun tomon va markazlashtirish uchun nuqta ko'rsatilgan sxema va yer yuzasi tayanch tarmog'i plani (masshtablar 1:2000 – 1:10000);

2) quyidagilar ko'rsatilgan kon lahimlari plani:

– shaxtaning texnikchegaralari;

– mavjud va loyihalananayotgan ochish va tayyorlovchi kon lahimlari;

– mavjud boshlang'ich tayanch tarmog'i punktlari, qo'shichma markazlashtirish va oriyentirlash joylari;

– mavjud tayanch tarmog'i va loyihalananayotgan yo'llar sxemasi;

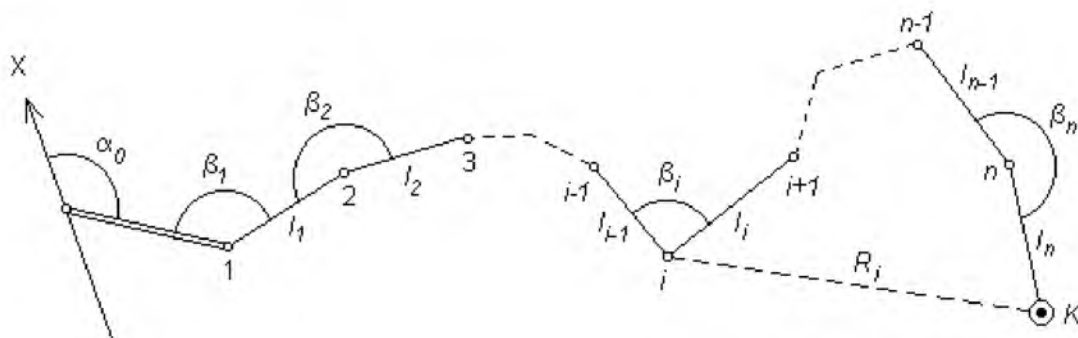
– saqlanib qolgan doimiy punktlar (tartib raqamini ko'rsatish kerak) va loyihalananayotgan doimiy punktlar guruhi;

– mavjud va loyihalananayotgan girotomonlar.

So'nggi punkt hatoligini hisoblash ishlari mavjud va loyihalananayotgan girotomon, shuningdek qo'shimcha markazlashtirish nuqtalarini hisobga olgan xolda kompyuterlarda bajariladi. Texnik loyihani tashkilot rahbari tasdiqlaydi.

7.4.1.1. Ozod poligonometrik yo‘l so‘nggi nuqta koordinatalari xatosi

1 nuqta va boshlang‘ich yo‘nalishdan α_0 iborat bo‘lgan ozod poligonometrik yo‘l o‘tkazilgan 1, 2, 3, k bo‘lsin (7.6-rasm).



7.6-rasm. Ozod poligonometrik yo‘l sxemasi

Quyidagi belgilash kiritamiz:

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i, \dots, \beta_n$ – poligonnin o‘lchangan burchaklari;

$m_{\beta_1}, m_{\beta_2}, \dots, m_{\beta_n}$ – o‘lchangan burchaklarning o‘rtacha xatosi;

l_1, l_2, \dots, l_n – o‘lchangan tomon uzunliklari;

$m_{l_1}, m_{l_2}, \dots, m_{l_n}$ – o‘lchangan tomon uzunliklarini o‘rtacha xatosi;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – yo‘l tomonlarining direksion burchaklari.

Poligonometrik yo‘lning so‘nggi nuqta xatoligi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} X_K &= X_1 + l_1 * \cos \alpha_1 + l_2 * \cos \alpha_2 + \dots + l_n * \cos \alpha_n \\ Y_K &= Y_1 + l_1 * \sin \alpha_1 + l_2 * \sin \alpha_2 + \dots + l_n * \sin \alpha_n \end{aligned} \quad 7.93$$

Yo‘lning so‘nggi nuqta o‘rnini o‘rta kvadratik xatosi quyidagicha aniqlanishi mumkin

$$\begin{aligned} M_{X_K}^2 &= \left(\frac{\partial X_K}{\partial \beta_1} \right)^2 * m_{\beta_1}^2 + \left(\frac{\partial X_K}{\partial \beta_2} \right)^2 * m_{\beta_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial X_K}{\partial \beta_n} \right)^2 * m_{\beta_n}^2 + \\ &+ \left(\frac{\partial X_K}{\partial l_1} \right)^2 * m_{l_1}^2 + \left(\frac{\partial X_K}{\partial l_2} \right)^2 * m_{l_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial X_K}{\partial l_n} \right)^2 * m_{l_n}^2; \end{aligned} \quad 7.94$$

$$M_{Y_K}^2 = \left(\frac{\partial Y_K}{\partial \beta_1}\right)^2 * m_{\beta_1}^2 + \left(\frac{\partial Y_K}{\partial \beta_2}\right)^2 * m_{\beta_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial Y_K}{\partial \beta_n}\right)^2 * m_{\beta_n}^2 +$$

$$+ \left(\frac{\partial Y_K}{\partial l_1}\right)^2 * m_{l_1}^2 + \left(\frac{\partial Y_K}{\partial l_2}\right)^2 * m_{l_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial Y_K}{\partial l_n}\right)^2 * m_{l_n}^2 ;$$
7.95

yoki qisqartirilganda,

$$M_{X_k}^2 = \frac{1}{\rho^2} \sum_1^n \left(\frac{\partial X_k}{\partial \beta_i}\right)^2 m_{\beta_i}^2 + \sum_1^n \left(\frac{\partial X_k}{\partial l_i}\right)^2 m_{l_i}^2 = M_{X\beta}^2 + M_{Xl}^2$$
7.96

$$M_{Y_k}^2 = \frac{1}{\rho^2} \sum_1^n \left(\frac{\partial Y_k}{\partial \beta_i}\right)^2 m_{\beta_i}^2 + \sum_1^n \left(\frac{\partial Y_k}{\partial l_i}\right)^2 m_{l_i}^2 = M_{Y\beta}^2 + M_{Yl}^2$$
7.97

Ushbu formulalarning birinchi xadlari burchak o'lchash xatoligidan kelib chiqqan K punktining xatosi kvadrati bo'lsa, ikkinchi xadi yo'l tomon uzunligini o'lchash xatoligidan kelib chiqqan koordinata xatosi kvadrati.

Birinchi navbatda xatolar $M_{X\beta}$ $M_{Y\beta}$ bo'lsa, xosila qiymatlarini quyidagicha topiladi:

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_1} = \left[l_1 \sin \alpha_1 \frac{\partial \alpha_1}{\partial \beta_1} + l_2 \sin \alpha_2 \frac{\partial \alpha_2}{\partial \beta_1} + \dots + l_n \sin \alpha_n \frac{\partial \alpha_n}{\partial \beta_1} \right]$$

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_2} = \left[l_1 \sin \alpha_1 \frac{\partial \alpha_1}{\partial \beta_2} + l_2 \sin \alpha_2 \frac{\partial \alpha_2}{\partial \beta_2} + \dots + l_n \sin \alpha_n \frac{\partial \alpha_n}{\partial \beta_2} \right]$$

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_n} = \left[l_1 \sin \alpha_1 \frac{\partial \alpha_1}{\partial \beta_n} + l_2 \sin \alpha_2 \frac{\partial \alpha_2}{\partial \beta_n} + \dots + l_n \sin \alpha_n \frac{\partial \alpha_n}{\partial \beta_n} \right]$$
7.98

Tomon direksion burchaklari esa quyidagi formulalar bilan topiladi:

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \beta_1 \pm 180^\circ,$$

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \beta_1 + \beta_2 \pm 2 * 180^\circ,$$

$$\dots$$

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n \pm n * 180^\circ.$$

U holda xosila $\frac{\partial \alpha_i}{\partial \beta_i}$ quyidagiga teng bo'ladi:



7.99



7.100

Topilgan xosila qiymatlarini (7.98) formulaga qo'yamiz

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_1} = -[l_1 \sin \alpha_1 + l_2 \sin \alpha_2 + l_3 \sin \alpha_3 + \dots + l_n \sin \alpha_n]$$

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_2} = -[l_2 \sin \alpha_2 + l_3 \sin \alpha_3 + l_4 \sin \alpha_4 + \dots + l_n \sin \alpha_n]$$

7.101

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_n} = -l_n \sin \alpha_n$$

yoki

$$\frac{\partial X_k}{\partial \beta_i} = -[l_i \sin \alpha_i + l_{i+1} \sin \alpha_{i+1} + \dots + l_n \sin \alpha_n]$$

7.102

Ushbu natija nuqtalar *ivak* koordinatalari farqi hisoblanadi:

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_i} = -\Delta Y_{i,k} = -(Y_k - Y_i) = Y_i - Y_k$$

7.103

Agar *inuqtasidank* nuqtasigacha bo'lgan qisqa masofani R_i deb belgilasak, yahni $\frac{\partial x_k}{\partial \beta_i} R_i$ masofaning ordinata o'qiga proyeksiyasi bo'lsa,

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_i} = -R_{y_i}$$

7.104

Yo'l nuqtalari uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\partial x_k}{\partial \beta_1} = -R_{y_1}; \quad \frac{\partial x_k}{\partial \beta_2} = -R_{y_2}; \quad \frac{\partial x_k}{\partial \beta_n} = -R_{y_n}$$

7.105

Endi (8) formulani hisobga olib $M_{X\beta}$ ni aniqlashimiz mumkin:

$$M_{X_\beta}^2 = \sum_{i=1}^n m_{\beta_i}^2 \cdot R_{Y_i}^2 \quad * \quad 7.106$$

Agar tomon burchaklari teng aniqlikda o'lchangan bo'lsa, ya'ni. $m_{\beta_1} = m_{\beta_2} = \dots = m_{\beta_n}$, u holda:

$$M_{X_\beta}^2 = m_\beta^2 \sum_{i=1}^n R_{Y_i}^2 \quad 7.107$$

Xuddi shunday so'nggi nuqta ordinatasi $-y_k$ ni o'rtacha xatosini ham topish mumkin

$$M_{Y_\beta}^2 = \sum_{i=1}^n m_{\beta_i}^2 \cdot R_{X_i}^2 \quad 7.108$$

yoki teng aniqli o'lchangan burchaklar uchun

$$M_{Y_\beta}^2 = m_\beta^2 \sum_{i=1}^n R_{X_i}^2 \quad 7.109$$

Endi tomon uzunligini o'lchash xatosi bilan bog'liq bo'lgan xatoliklar M_{X_l} va M_{Y_l} ni topamiz:

$$M_{X_l}^2 = \left(\frac{\partial x_k}{\partial l_1} \right)^2 m_{l_1}^2 + \left(\frac{\partial x_k}{\partial l_2} \right)^2 m_{l_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial x_k}{\partial l_n} \right)^2 m_{l_n}^2 \quad 7.110$$

bo'lganligi sababli va xosila $\frac{\partial x_k}{\partial l_i} = \cos \alpha_i$ bo'lsa, u holda:

$$M_{X_l}^2 = \cos^2 \alpha_1 \cdot m_{l_1}^2 + \cos^2 \alpha_2 \cdot m_{l_2}^2 + \dots + \cos^2 \alpha_n \cdot m_{l_n}^2 = \sum_{i=1}^n m_{l_i}^2 \cdot \cos^2 \alpha_i \quad 7.111$$

Shunga o'xshash quyidagini olamiz

$$M_{Y_l}^2 = \sum_{i=1}^n m_{l_i}^2 \cdot \sin^2 \alpha_i \quad 7.112$$

Agar o'lchangan uzunlik m_l xatoligini ehtimoliy μ va sistematik λ ta'sir koeffitsientlari orqali belgilasak, formula (7.111) va (7.112) dan quyidagini olamiz

*Хамма формулаларда хатолик m_β радиан о'лчовида, яъни $m_\beta = \frac{m_\beta}{206265}$.

$$M_{X_i}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i \cdot \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 \cdot R_{X_i}^2, \quad 7.113$$

$$M_{Y_i}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i \cdot \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 \cdot R_{Y_i}^2. \quad 7.114$$

bu yerda R_{X_i} va R_{Y_i} tomon R_i ni poligonometrik yoʻlining koordinata oʻqiga proyeksiyasi. Ushbu tenglamalardan koʻrinib turibdiki, berk yoʻllar uchun tomon uzunligini oʻlchashdagi sistematik xato yoʻl aniqligiga tahsir koʻrsatmaydi ($R_i=0$).

Marksheyderlik amaliyotining koʻp xollarida (masalan, qarama qarshi oʻtayotgan lahim kovjoyi oʻqining oʻzaro mos tushmasligi mumkinligini aniqlashda) yoʻl nuqtasi xatosini koordinata oʻqi yoʻnalishi boʻyicha emas, balki boshqa, odatda oʻzaro perpendikulyar yoʻnalish boʻyicha aniqlash talab qilinadi. Ushbu vazifani yechish uchun uzunlik va burchak oʻlchash xatolarini ichiga olgan xatolik formulalaridan foydalanish mumkin boʻlib, buning uchun oʻqlari berilgan yoʻnalishlarga mos tushgan yangi shartli koordinata sistemasi qurilishi kerak. Soʻnggi nuqtagacha boʻlgan masofalar qabul qilingan shartli koordinatalar oʻqiga loyihalaniib, direksion burchaklar shartli oʻqX'ga nisbatan aniqlanadi.

Uzunlik va burchak oʻlchash xatoligidan tashqari, soʻnggi nuqta xatoligiga yoʻlining boshlangʻich tomon direksion burchagini m_{α_0} aniqlash xatoligi yoki oriyentirlash xatoligi ham tahsir koʻrsatadi.

Umumiy koʻrinishda $M_{X_{\alpha_0}}$ quyidagi koʻrinishda yozish mumkin:

$$M_{X_{\alpha_0}}^2 = \left(\frac{\partial x_k}{\partial \alpha_0} \right)^2 m_{\alpha_0}^2. \quad 7.115$$

xosila

$$\frac{\partial x_k}{\partial \alpha_0} = \frac{\partial x_1}{\partial \alpha_0} - l_1 \sin \alpha_1 \frac{\partial \alpha_1}{\partial \alpha_0} - l_2 \sin \alpha_2 \frac{\partial \alpha_2}{\partial \alpha_0} - \dots - l_n \sin \alpha_n \frac{\partial \alpha_n}{\partial \alpha_0}. \quad 7.116$$

lekin

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial \alpha_0} = \frac{\partial \alpha_2}{\partial \alpha_0} = \dots = \frac{\partial \alpha_n}{\partial \alpha_0} = 1; \quad \frac{\partial x_1}{\partial \alpha_0} = 0. \quad 7.117$$

Xosila tenglamasiga qoʻyib, quyidagini olamiz:

$$\frac{\partial x_k}{\partial \alpha_0} = -\sum_1^n l_i \sin \alpha_i = -(Y_k - Y_1) = R_{Y_1} \cdot \quad 7.118$$

bu yerdan

$$M_{X\alpha_0}^2 = R_{Y_1}^2 \cdot m_{\alpha_0}^2 \cdot \quad 7.119$$

Shunga o'xshash

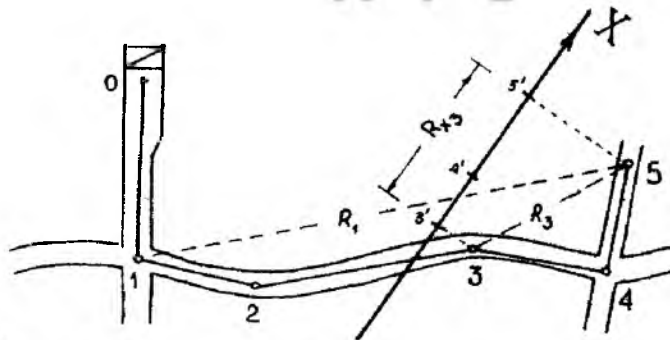
$$M_{Y\alpha_0}^2 = R_{X_1}^2 \cdot m_{\alpha_0}^2 \cdot \quad 7.120$$

So'nggi nuqta o'zni umumiy xatoligini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin

$$M_X^2 = M_{X\beta}^2 + M_{X\ell}^2 + M_{X\alpha_0}^2 \cdot \quad 7.121$$

$$M_Y^2 = M_{Y\beta}^2 + M_{Y\ell}^2 + M_{Y\alpha_0}^2$$

7.7-rasmda keltirilgan yer osti poligonometrik yo'lining 5 nuqtasi uchun xatoni hisoblash misolini ko'rib chiqamiz



7.7-rasm. Loyihaviy poligon sxemasi

Ushbu loyihaviy poligon nuqtalari kon ishlari planida belgilanadi, so'ng grafik usulda burchak qiymatlari (gradusgacha), tomon uzunliklari (1-2 m.gacha) va birinchi tomon direktsion burchak qiymatlari aniqlanadi.

Loyihaviy poligon uchun aniqlangan natijalar, 7.1 jadvalda keltirilgan.

Boshlang'ich tomon 0-1 direktsion burchagi 147°ga teng. Burchaklarni teodolit T-30 bilan bitta takrorlash usulida o'lchash rejalashtirilib, teodolit va signallarni markazlashtirish xatoligi 1 mm.bo'lgan ipli shovunlar bilan

bajariladi. Uzunlikni 50-metrli kompararlangan po‘lat ruletkasi bilan o‘lchash loyihalananayapti. Kutilayotgan xatolik yo‘l qo‘yarlga mos tushmagan holda, qaysi o‘lchash usulini o‘zgartirish kerakligini aniqlash uchun, xatoni alohida elementlar bo‘yicha hisoblash kerak (burchaklar, uzunliklar va direksion burchaklar bo‘yicha).

7.1-jadval.

Loyihaviy poligon boshlang‘ich ma’lumotlari		
Nuqtalar	Burchaklar, grad.	Tomon uzunliklari, m
0		45
1	102	30
2	158	46
3	202	34
4	90	27
5		

7.2-jadval.

Burchak o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan 5 nuqta o'rni xatosini hisoblash										
No	β°	b	a	m''/β	R_Y	R_X	$\frac{R_Y m_\beta}{\rho}$	$\frac{R_X m_\beta}{\rho}$	$\left(\frac{R_Y m_\beta}{\rho}\right)^2$	$\left(\frac{R_X m_\beta}{\rho}\right)^2$
1	102	45	30	11,3	84	79	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$21,16 \cdot 10^{-6}$	$18,49 \cdot 10^{-6}$
2	158	46	30	12,2	56	68	$3,3 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$10,89 \cdot 10^{-6}$	$16,00 \cdot 10^{-6}$
3	202	46	34	11,6	22	37	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$1,44 \cdot 10^{-6}$	$4,41 \cdot 10^{-6}$
4	90	34	27	12,1	9	25	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$0,25 \cdot 10^{-6}$	$2,25 \cdot 10^{-6}$
									$33,74 \cdot 10^{-6}$	$41,15 \cdot 10^{-6}$

Agar rejalashtirilgan gorizontal burchak o'lchash usuli to'liq "yo'riqnoma" talablariga mos tushsa, u holda har bir burchak uchun xato qiymatini hisoblamasdan, yer osti sharoiti uchun "yo'riqnoma" asosida $m_\beta=20''$ deb qabul qilishimiz mumkin.

Gorizontal burchak o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan, koordinatlar o'qi bo'yicha so'nggi nuqta o'rni xatosi quyidagiga teng

$$M_{X\beta} = \sqrt{33,74 \cdot 10^{-6}} = \pm 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$M_{Y\beta} = \sqrt{41,15 \cdot 10^{-6}} = \pm 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

7.3-jadvalda uzunlik o'lchash xatosi sababli 5 nuqta o'rni xatosini hisoblash keltirilgan.

7.3-jadval

Tomonlar	α°	L	Sin α	Co $s \alpha$	$L \cdot \text{Sin}^2 \alpha$	$L \cdot \text{Co}^2 \alpha$
1-2	6 9	3 0	0,9 34	0,3 58	26,15	3,85
2-3	4 7	4 6	0,7 31	0,6 82	24,60	21,40
3-4	6 9	3 4	0,9 34	0,3 58	29,63	4,37
4-5	3 39	2 7	0,3 58	0,9 34	3,47	23,53

Tomon uzunligini o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan xatoni hisoblashda extimoliy va sistematik tahsir koefitsientlarini hisobga oluvchi formulalardan foydalanamiz. Ushbu koefitsientlarning qiymati ko'p tadqiqotlarda keltirilgan bo'lib [3,4,7,12], lahim qiyaligi 15^0 dan kichik bo'lsa quyidagini qabul qilish mumkin

$$\mu = 1 \cdot 10^{-3}; \lambda = 1 \cdot 10^{-5}.$$

Birinchi nuqtaning koordinata o'qiga proyeksiyasi qiymati quyidagiga teng: $R_{x1} = 79 \text{ m}$, $R_{y1} = 84 \text{ m}$.

Tomon uzunligini o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan so'nggi nuqta xatoligini topamiz:

$$M_{X\ell}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 53,15 + 25 \cdot 10^{-10} \cdot 79 = 53,3 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{X\ell} = \pm 7,3 \cdot 10^{-3} \text{ m};$$

$$M_{Y\ell}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 83,85 + 25 \cdot 10^{-10} \cdot 84 = 84,1 \cdot 10^{-6};$$

$$M_{Y\ell} = \pm 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

Tomon uzunligi va burchak o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan xatoni aniqlaymiz

$$M_{X\beta,\ell} = \sqrt{M_{X\beta}^2 + M_{X\ell}^2} = \sqrt{33,64 \cdot 10^{-6} + 53,3 \cdot 10^{-6}} = \pm 9,3 \cdot 10^{-3} \text{ m};$$

$$M_{Y\beta,\ell} = \sqrt{M_{Y\beta}^2 + M_{Y\ell}^2} = \sqrt{40,96 \cdot 10^{-6} + 84,1 \cdot 10^{-6}} = \pm 11,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

So'nggi nuqta o'rnini umumiy xatosini aniqlaymiz:

$$M_{\beta,\ell} = \sqrt{M_{X\beta,\ell}^2 + M_{Y\beta,\ell}^2} = \sqrt{86,49 \cdot 10^{-6} + 125,44 \cdot 10^{-6}} = \pm 14,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

Kutilayotgan xatolik yo'l qo'yarliga mos tushmagan holda, qaysi o'lchash usulini o'zgartirish kerakligini aniqlash uchun, boshida xatoni alohida elementlar bo'yicha hisoblash kerak (burchaklar, uzunliklar va direksion burchaklar bo'yicha).

Uzunlik va burchak o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan poligonometrikyo'lning chekli xatosi quyidagiga teng

$$M_{chek.} = 3 \cdot M_{\beta\ell} = 3 \cdot 14,6 \cdot 10^{-3} = 43,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

Nisbiy chekli xato quyidagiga teng

$$M_{nis.} = \frac{M_{chek.}}{\text{Йўл uzunligi}} = \frac{0,0438}{137} = \frac{1}{3100}.$$

Hisoblardan ko'rinib turibdiki, chekli nisbiy xato yer osti poligonometrik yo'l uchun (1:3000) yo'l qo'yarli xatodan oshmaydi.

0–1 tomonning 40//ga teng bo'lgan direktsion burchagi xatosiga bog'liq bo'lgan 5 nuqta o'rnini xatosini topamiz:

$$M_{X_{\alpha''}} = R_{Y1} \frac{m''_{\alpha o}}{\rho} = \frac{84 \cdot 40}{206265} = \pm 16,3 \cdot 10^{-3} \text{ m},$$

$$M_{Y_{\alpha''}} = R_{X1} \frac{m''_{\alpha o}}{\rho} = \frac{79 \cdot 40}{206265} = \pm 15,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

O'qlar bo'yicha umumiy xatolik quyidagiga teng:

$$M_{X_{\beta, \ell, \alpha}} = \sqrt{M_{X_{\beta, \ell}}^2 + M_{X_{\alpha o}}^2} = \pm 18,8 \cdot 10^{-3} \text{ m},$$

$$M_{Y_{\beta, \ell, \alpha}} = \sqrt{M_{Y_{\beta, \ell}}^2 + M_{Y_{\alpha o}}^2} = \pm 19,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

5 nuqta o'rnini aniqlashdagi umumiy xatolik quyidagiga teng:

$$M_{\beta, \ell, \alpha} = \sqrt{M_{X_{\beta, \ell, \alpha}}^2 + M_{Y_{\beta, \ell, \alpha}}^2} = \pm 26,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

Birinchi tomon oriyentirlash xatosini hisobga olgan holda umumiy chekli xato quyidagiga teng bo'ladi:

$$M_{\text{чек}} = 3 \cdot M_{\beta, \ell, \alpha} = 3 \cdot 26,7 \cdot 10^{-3} = 80,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

Ushbu xatoni masshtabiga asosan so'nggi nuqta o'rni yo'l qo'yarli xatosi bilan solishtirilishi kerak. Ushbu talab «Marksheyderlik ishlarini bajarish yo'riqnomasi» ning (156 punkti) da keltirilgan bo'lib, u quyidagicha «Yer osti marksheyderlik tayanch tarmoqlarining nisbatan uzoqdagi nuqta o'rinlarini o'rta kvadratik xatosi planda boshlang'ich punktlarga nisbatan 0,8 mm gacha yo'l qo'yiladi» deyiladi, bu esa 1:1000 va 1:2000 masshtabdagi kon lahimlari planida 0,8 va 1,6 m.ga to'g'ri keladi.

Tomon uzunligini svetodalnomer ST-5 bilan o'lchash xatosini hisoblash variantini ko'rib chiqamiz. Tomon uzunligini svetodalnomer bilan o'lchash xatosini kamaytirish maqsadida o'zaro bog'liq bo'lmagan to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchash natijalarini qabul qilamiz. Unda tomonlarni o'lchash xatosi $\sqrt{2}$ martaga kamayadi

$$m_d = \frac{10 + 5 * d * 10^{-6}}{\sqrt{2}}, \text{ мм.}$$

7.4-jadvalda ST-5 svetodalnomeri bilan tomon uzunligini o'lchash xatosiga bog'liq poligonometrik yo'lining kutilayotgan so'nggi nuqta xatosini hisoblash keltirilgan

7.4-jadval

Tochka	l	m_l	α	$m_l * \cos \alpha$	$(m_l * \cos \alpha)^2$	$m_l * \sin \alpha$	$(m_l * \sin \alpha)^2$
1	30	7,2	69	2,580	6,658	6,722	45,182
2	46	7,3	47	4,978	24,786	5,339	28,504
3	34	7,2	69	2,580	6,658	6,722	45,182
4	27	7,1	339	6,628	43,936	-2,544	6,474
				Σ	82,038	Σ	125,342

Xatoliklarni topamiz

$$M_{X_l} = \sqrt{(m_l * \cos \alpha)^2} = \sqrt{82,038} = 9,1 \text{ мм.}$$

$$M_{Y_l} = \sqrt{(m_l * \sin \alpha)^2} = \sqrt{125,342} = 11,2 \text{ мм.}$$

Koordinata o'qlari bo'yicha 5 nuqta xatosi quyidagiga teng bo'ladi

$$M_{X_{\beta, \ell}} = \sqrt{M_{X_{\beta}}^2 + M_{X_{\ell}}^2} = \sqrt{33,64 * 10^{-6} + 82,81 * 10^{-6}} = \pm 10,8 * 10^{-3} \text{ м.}$$

$$M_{Y_{\beta, \ell}} = \sqrt{M_{Y_{\beta}}^2 + M_{Y_{\ell}}^2} = \sqrt{40,96 * 10^{-6} + 125,44 * 10^{-6}} = \pm 12,9 * 10^{-3} \text{ м.}$$

Yo'lining umumiy, chekli va nisbiy xatosi quyidagiga teng

$$M_{\beta, \ell} = \sqrt{M_{X_{\beta, \ell}}^2 + M_{Y_{\beta, \ell}}^2} = \sqrt{116,64 * 10^{-6} + 166,41 * 10^{-6}} = \pm 16,8 * 10^{-3} \text{ м.}$$

$$M_{chek} = 3 * M_{\beta \ell} = 3 * 16,8 * 10^{-3} = 50,4 * 10^{-3} \text{ м.}$$

$$M_{\text{мс.}} = \frac{M_{chek}}{\text{Йўл uzunligi}} = \frac{0,0504}{137} = \frac{1}{2720}$$

Nisbiy xato "Marksheyderlik ishlarini bajarish yo'riqnomasi" da belgilangan xatodan katta. Shunday qilib, kalta yo'llarda yoki tomon uzunligi kichik yo'llarda, aniqlangan xato qiymatiga asosan tomon uzunligini svetodalnomerlar bilan o'lchash maqsadga muvofiq emas.

7.4.1.2. Teodolit yo‘lining istalgan tomon direksion burchagini o‘rtacha xatosi

K -tomon direksion burchagi quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha_K = \alpha_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_K \pm K * 180^0, \quad 7.122$$

bu yerda α_0 – yo‘lining boshlang‘ich tomon direksion burchagi;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K$ – o‘lchangan tomon burchaklari.

Quyidagi belgilash kiritamiz:

$m_{\beta_1}, m_{\beta_2}, \dots, m_{\beta_K}$ – o‘lchangan burchaklarning o‘rtacha xatosi;

m_{α_0} – o‘rta tomon direksion burchagining o‘rtacha xatosi;

m_{α_K} – yo‘lining K -tomon direksion burchagini o‘rtacha xatosi.

Direksion burchak xatosi quyidagi formula ko‘rinishida bo‘ladi:

$$M_{\alpha_K}^2 = \left(\frac{\partial \alpha_K}{\partial \beta_1} \right)^2 m_{\beta_1}^2 + \left(\frac{\partial \alpha_K}{\partial \beta_2} \right)^2 m_{\beta_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial \alpha_K}{\partial \beta_K} \right)^2 m_{\beta_K}^2 = \sum_1^K m_{\beta_i}^2, \quad 7.123$$

chunki hamma xosilalar $\frac{\partial \alpha_K}{\partial \beta_i} = 1$.

Teng aniqli burchak o‘lchashlarda

$$M_{\alpha_K} = m_{\beta} \sqrt{K}. \quad 7.124$$

Ozod bo‘lmagan yo‘llar uchun (burchak bo‘yicha tenglashtirilgan) K -tomon direksion burchagini aniqlash xatosi:

$$m_{\alpha_K} = \pm m_{\beta} \sqrt{\frac{K(n+1) - K}{n+1}}. \quad 7.125$$

Ushbu formula poligonometrik yo‘l tomonlarining tenglashtirilgan direksion burchaklari qiymati xar xil xatoliklar bilan aniqlanadi. Direksion burchakning nisbatan katta xatosi yo‘lining o‘rta tomonida bo‘ladi:

$$K = \frac{n+1}{2}. \quad 7.126$$

7.4.1.3. Ozod poligonometrik yo‘lining so‘nggi nuqtasi o‘rtacha xatosi

Ozod poligonometrik yo‘lining so‘nggi nuqtasi K o‘rnining umumiy xatosi o‘z ichiga X va Y o‘qlari bo‘yicha xatoliklarni kiritadi:

$$M_K = \sqrt{M_{XK}^2 + M_{YK}^2}. \quad 7.127$$

O'z navbatida, ushbu xatolarning xar biri ikkitadan, yahni burchak va uzunlikni noto'g'ri o'lchash oqibatida xosil bo'lgan xatolardan iborat:

$$M_K = \sqrt{M_{X\beta}^2 + M_{Xl}^2 + M_{Y\beta}^2 + M_{Yl}^2}. \quad 7.128$$

Belgilash kiritamiz

$$\begin{aligned} M_{\beta}^2 &= M_{X\beta}^2 + M_{Y\beta}^2; \\ M_l^2 &= M_{Xl}^2 + M_{Yl}^2. \end{aligned} \quad 7.129$$

U xolda M_{β}^2 va M_l^2

$$M_{\beta}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^K R_{Xi}^2 + \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^K R_{Yi}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \left(\sum_{i=1}^K R_{Xi}^2 + \sum_{i=1}^K R_{Yi}^2 \right). \quad 7.130$$

$R_X^2 + R_Y^2 = R^2$ bo'lganligi uchun, o'rtacha burchak xatosini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin

$$M_{\beta}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^K R_i^2. \quad 7.131$$

Chizikli xatolar uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$M_l^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^K l_i \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 R_{X1}^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^K l_i \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 R_{Y1}^2. \quad 7.132$$

$$\begin{aligned} R_{X1}^2 &= L^2 \cos^2 \gamma; \\ R_{Y1}^2 &= L^2 \sin^2 \gamma; \end{aligned} \quad 7.133$$

$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$, bo'lganligi sababli, yo'lning so'nggi nuqtasi o'rtacha chizikli xatosini quyidagicha yozish mumkin:

$$M_l^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^K l_i + \lambda^2 L^2. \quad 7.134$$

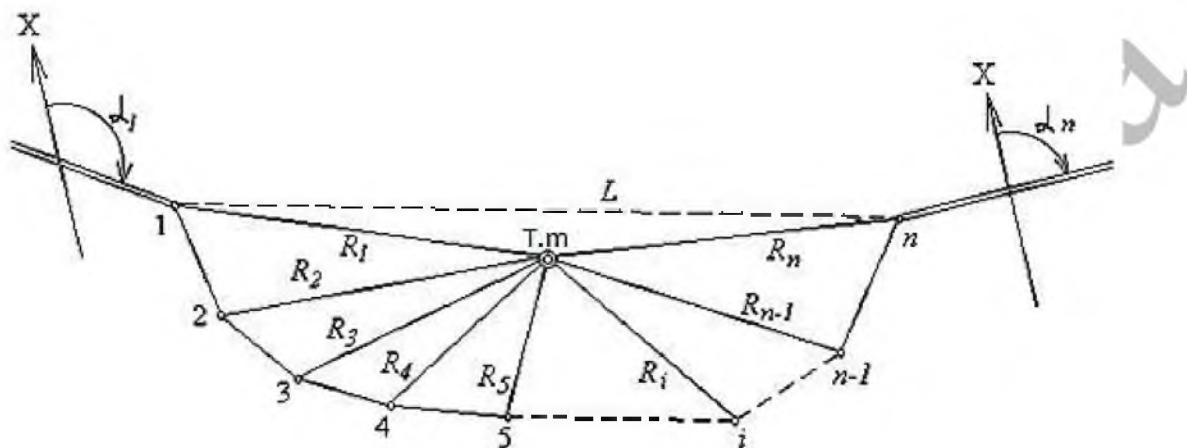
Burchak va chizikli xatolarni hisobga olgan xolda so'nggi nuqta o'rtacha xatosi quyidagiga teng bo'ladi

$$M_K^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^K R_i^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^K l_i + \lambda^2 L^2. \quad 7.135$$

Ushbu formulalarda l_i – yo'l tomoning uzunligi; R_i – xar bir nuqtani K nuqtasi bilan tutashtiruvchi chiziq uzunligi; L – yo'lning birinchi nuqtasi bilan tutashtiruvchi chiziq uzunligi.

7.4.1.4. Burchaklar bo'yicha tenglashtirilgan yo'lining istalgan nuqtasini xatosini hisoblash. Girotomonlar bilan sektsiyalarga bo'lingan yo'llarda xatoni hisoblash

7.8-rasmda poligonometrik yo'l tasvirlangan bo'lib, unda birinchi va so'nggi tomon direksion burchaklari giroteodolit bilan aniqlangan.



7.8-rasm. Burchak va koordinatalar bo'yicha tenglashtirilgan yo'lining xatosini hisoblash

Ushbu ko'rinishdagi yo'llarni tenglashtirishda uchta shartli tenglamalar tuzish mumkin bo'lib, ularni ikki guruxga ajratish mumkin:

$$[\delta\beta] + f_\beta = 0$$

$$[\cos\alpha * \delta l] - \frac{1}{\rho} [(Y_n - Y_i) * \delta\beta] + f_X = 0 \quad 7.136$$

$$[\sin\alpha * \delta l] + \frac{1}{\rho} [(X_n - X_i) * \delta\beta] + f_Y = 0$$

Birinchi guruh gaborinchi tenglama va ikkinchisiga – ikta oxirgisi kiradi. Birinchi tenglamani hisoblagandan so'ng, quyidagini olamiz:

$$\delta\beta_i = -\frac{f_\beta}{n}. \quad 7.137$$

Ikkinchi guruh tenglamalari ikki guruhli o'zgartirish qonuni asosida o'zgartiriladi: o'zgartirilgan tenglama tuzatmasi koeffitsienti o'zgartirilmagan tenglama koeffitsienti bilan hamma o'zgartirilmagan tenglama tuzatmalari koeffitsientlarini o'rta arifmetik qiymati ayirmasiga teng. Shu bilan birga burchak tuzatmalaridagi koeffitsientlar o'zgarmaydi,

chunki ular birinchi tenglama tarkibiga kirmaydilar. Ushbu o'zgartirishlar natijasida quyidagilarni olamiz

$$\begin{aligned} [\cos \alpha * \delta l] - \frac{1}{\rho} [(Y_0 - Y_i) * \delta \beta] &= -f'_X \\ [\sin \alpha * \delta l] + \frac{1}{\rho} [(X_0 - X_i) * \delta \beta] &= -f'_Y, \end{aligned} \quad 7.138$$

bu yerda f'_X , f'_Y – tenglashtirilgan burchaklar bo'yicha hisoblangan koordinata ortirmalaridagi bog'lanmaslik; X_0 , Y_0 –og'irlik markazi nuqtasining koordinatasi, u quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}. \quad 7.139$$

Ikkinchi gurux o'zgartirilgan tenglamalarini hisoblash natijasini, burchaklarni tenglashtirish so'nggi nuqta koordinatasi aniqlash xatosiga tahsir ko'rsatmasligini inobatga olib, tomon uzunligini o'lchash xatosi tahsiri quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} M_{X\beta}^2 &= \sum_{i=1}^n m_{\beta}^2 (Y_0 - Y_i)^2 = \sum_{i=1}^n m_{\beta}^2 R_Y^2, \\ M_{Y\beta}^2 &= \sum_{i=1}^n m_{\beta}^2 (X_0 - X_i)^2 = \sum_{i=1}^n m_{\beta}^2 R_X^2, \end{aligned} \quad 7.140$$

bu yerda R_X , R_Y – yo'l nuqtalarining poligon og'irlik markazi nuqtasigacha bo'lgan masofa R ning koordinata o'qlariga proyeksiyasi.

Tomon uzunligiga bog'liq bo'lgan, yo'lning so'nggi nuqta o'rni xatosi quyidagi ma'lum formulalar bilan hisoblanadi:

$$M_{x\ell}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 R_{X1}^2, \quad 7.141$$

$$M_{Y\ell}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 R_{Y1}^2. \quad 7.142$$

$$M_{Y\ell}^2 = \sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i \cdot m_{\ell_i}^2 \quad 7.143$$

$$M_{Y\ell}^2 = \sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i \cdot m_{\ell_i}^2 \quad 7.144$$

Ushbu formulalar burchaklari tenglashtirilgan berk poligonometrik yo'llar uchun adolatli bo'lib, faqat bu xolatda R_{X1} , R_{Y1} qiymatlari nolga teng.

Poligonometrik yoʻlining soʻnggi nuqtasi oʻrtacha xatosi quyidagiga teng boʻladi

$$M_n^2 = M_{Xn}^2 + M_{Yn}^2 = \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^n m_{\beta}^2 R_{Yi}^2 + \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^n m_{\beta}^2 R_{Xi}^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^n l \cos^2 \alpha + \lambda^2 R_{X1}^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^n l \sin^2 \alpha + \lambda^2 R_{Y1}^2 = \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^n m_{\beta}^2 R_i^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i + \lambda^2 R_1^2. \quad 7.145$$

Yuqoridagi misol uchun quyidagi ma'lum $X_{ts.t.} = 46$; $Y_{ts.t.} = 54$ (7.5 jadval).

7.5-jadval

N uqta	β o	n // β	Y	X	$\frac{R_Y m_{\beta}}{\rho}$	$\frac{R_X m_{\beta}}{\rho}$	$\left(\frac{R_Y m_{\beta}}{\rho}\right)^2$	$\left(\frac{R_X m_{\beta}}{\rho}\right)^2$
1	1 02	1 1,3	3	6	2,9 10^{-3}	2,5 10^{-3}	8,41 10^{-6}	6,25 10^{-6}
2	1 58	1 2,2	5	5	1,5 10^{-3}	2,1 10^{-3}	2,25 10^{-6}	4,41 10^{-6}
3	2 02	1 1,6			0,5 10^{-3}	0,2 10^{-3}	0,25 10^{-6}	0,04 10^{-6}
4	9 0	1 2,1	0		2,3 10^{-3}	0,5 10^{-3}	5,29 10^{-6}	0,25 10^{-6}
							16,20 10^{-6}	10,95 10^{-6}

Avval tenglashtirilgan burchak oʻlchash xatosi natijasida xosil boʻlgan poligonometrik yoʻlining 5 nuqta oʻrni xatosini hisoblaymiz:

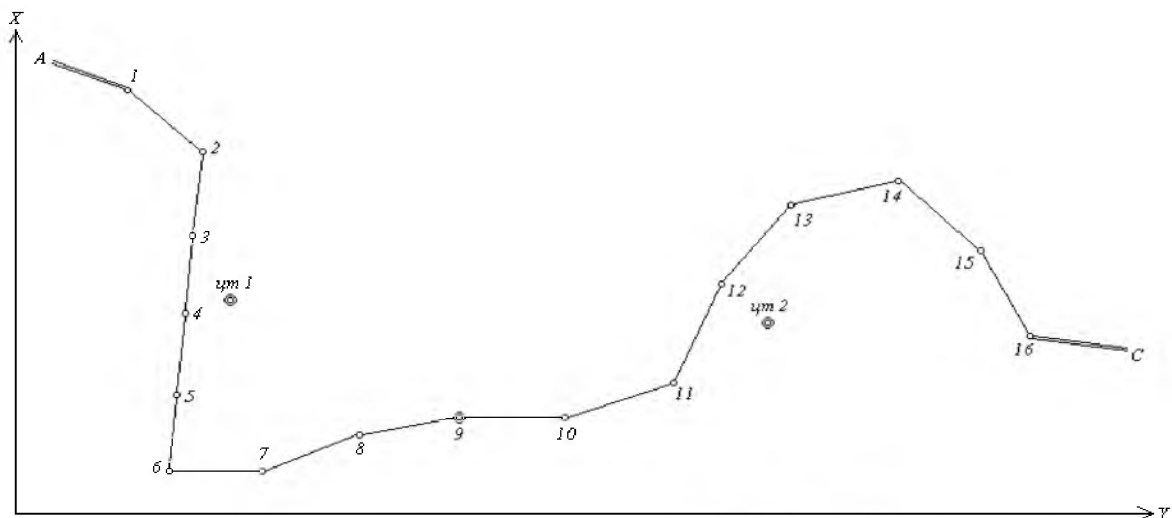
$$M_{X\beta} = \sqrt{16,20 * 10^{-6}} = \pm 4,0 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$M_{Y\beta} = \sqrt{10,95 * 10^{-6}} = \pm 3,3 * 10^{-3} \text{ m}$$

Poligonometrik yoʻllarda burchaklarni tenglashtirish yoʻlining koʻndalang xatosini taxminan ikki martaga kamaytiradi.

Misol koʻrib chiqamiz. 7.9-rasmda ikki tik stvol A va S oʻrtasida oʻtkazilgan yer osti poligonometrik yoʻl sxemasi keltirilgan. A – I va C –

16tomon direksion burchaklari giroskopik oriyentirlash bilan aniqlangan, 1va16nuqta koordinatalari esa yer yuzasidan tarmoqni markazlashtirish masalasini yechimi orqali uzatilgan.



7.9- rasm. Burchak va koordinatalari tenglashtirilgan loyihaviy poligon sxemasi

Yoʻlning oʻrta nuqta oʻrnini xatosini topish talab qilinsin. Bizning misol uchun bu 9 nuqta. Yoʻlning burchak va koordinatalari tenglashtirilganligi sababli yoʻlni ikki yoʻlga ajratamiz: A–1 tomondan 9 nuqttagacha va C–16 tomondan 9 nuqttagacha va xar bir yoʻlga ogʻirlik markazini aniqlaymiz.

Xar bir yoʻl uchun gorirzontal burchak qiymati, tomon uzunliklari, ularning direksion burchaklari va xar bir nuqtani poligon ogʻirlik markazi nuqtasi bilan birlashtiruvchi tomon uzunliklarining koordinata oʻqlariga proyeksiyasi grafik usulda olinadi.

Boshlangʻich maʼlumotlar 7.6-jadvalda keltirilgan.

7.6-jadval

1 yo‘l						2 yo‘l					
N_0	β	R_X	R_Y	L	α	N_0	β	R_X	R_Y	L	α
1	204	74	28			16	224	5	66		
				30	135					29	327
2	233	53	8			15	170	20	51		
				30	188					26	317
3	182	24	11			14	120	40	33		
				27	190					27	257
4	180	3	15			13	131	34	7		
				29	190					32	208
5	180	31	19			12	169	7	8		
				27	190					34	197
6	80	58	28			11	237	25	19		
				29	90					37	254
7	152	58	6			10	196	36	53		
				29	62					27	270
8	195	45	32								
				25	77						

Ma'lum formulalar bo'yicha birinchi yo'lning 9 nuqta o'rmini xatosini aniqlaymiz:

$$m_{x\beta 1} = \pm \frac{20}{206265} \sqrt{5511} = \pm 7,2 \cdot 10^{-3} M;$$

$$m_{y\beta 1} = \pm \frac{20}{206265} \sqrt{18584} = \pm 13,2 \cdot 10^{-3} M;$$

$$m_{x1} = \pm \sqrt{0,001^2 \cdot 122,93 + 0,00005^2 \cdot 115^2} = \pm 12,4 \cdot 10^{-3} M;$$

$$m_{y1} = \pm \sqrt{0,001^2 \cdot 93,43 + 0,00005^2 \cdot 84^2} = \pm 10,5 \cdot 10^{-3} M;$$

$$M_{x1} = \pm 10^{-3} \cdot \sqrt{7,2^2 + 12,4^2} = \pm 14,3 \cdot 10^{-3} M;$$

$$M_{y1} = \pm 10^{-3} \cdot \sqrt{13,2^2 + 10,5^2} = \pm 16,9 \cdot 10^{-3} M.$$

Ikkinchi yo'l uchun quyidagicha bo'ladi:

$$m_{x\beta 2} = \pm \frac{20}{206265} \sqrt{11329} = \pm 10,3 * 10^{-3} M;$$

$$m_{y\beta 2} = \pm \frac{20}{206265} \sqrt{3995} = \pm 6,1 * 10^{-3} M;$$

$$m_{x12} = \pm \sqrt{0,001^2 * 94,52 + 0,00005^2 * 31^2} = \pm 9,8 * 10^{-3} M;$$

$$m_{y12} = \pm \sqrt{0,001^2 * 117,48 + 0,00005^2 * 143^2} = \pm 13,0 * 10^{-3} M;$$

$$M_{x2} = \pm 10^{-3} * \sqrt{10,3^2 + 9,8^2} = \pm 14,2 * 10^{-3} M;$$

$$M_{y2} = \pm 10^{-3} * \sqrt{6,1^2 + 13,0^2} = \pm 14,4 * 10^{-3} M.$$

Koordinata o'qlari bo'yicha 9 nuqta o'rnini o'rtacha xatosi quyidagiga teng:

$$M_x = \pm 10^{-3} * \sqrt{\frac{14,3^2 * 14,2^2}{14,3^2 + 14,2^2}} = \pm 10,1 * 10^{-3} M;$$

$$M_y = \pm 10^{-3} * \sqrt{\frac{16,9^2 * 14,4^2}{16,9^2 + 14,4^2}} = \pm 11,0 * 10^{-3} M.$$

9 nuqta o'rnining umumiy xatosi quyidagiga teng:

$$M = \pm 10^{-3} * \sqrt{10,1^2 + 11,0^2} = \pm 14,9 * 10^{-3} M.$$

Burchaklar bo'yicha tenglashtirilmasdan faqat koordinatalar bo'yicha yo'l tenglashtirilgan bo'lsa, u holda istalgan nuqta o'rnini xatosini aniqlashda, shu nuqtadan alohida yo'lning xar bir nuqtasigacha bo'lgan proyeksiyasi aniqlanishi lozim. Bu burchak xatosini ko'payishiga olib keladi. Tomon uzunligini o'lchash xatosi sababli hosil bo'lgan xatolik o'zgarishsiz qoladi.

Burchak va koordinatalar bo'yicha tenglashtirilgan yo'llarning tahlili yo'lning o'rtasiga yaqin joylashgan nuqtalarning xatolari nisbatan kichikligini ko'rsatadi.

Ushbu formulalarni yer yuzasida o'tgan poligonometrik yo'llar uchun qo'llash o'zini oqladi. Bu holda chiziqli o'lchash xatosi sababli hosil bo'lgan xatoni aniqlash usulini o'zgartirish kerak bo'ladi.

7.5. Direktsion burchaklarni ko'p marta takror aniqlashda, teodolit yo'lining so'nggi nuqta koordinatasini o'rta xatosini aniqlash

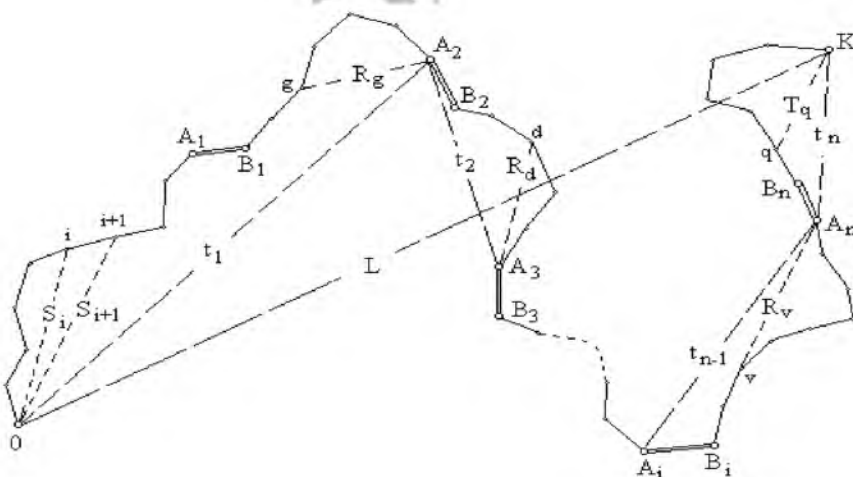
Marksheyderlik amaliyotida nisbatan uzun bo'lgan poligonometrik yo'llarni o'tishda burchaklarni o'lchash xatosini tahsirini kamaytirish maqsadida oraliq tomon direktsion burchaklarini girooskopik usulda aniqlashadi. Ushbu punkt "Marksheyderlik ishlarini bajarish yo'riqnomasi" ning (157 punkt)ida keltirilgan bo'lib, unda "Agar tarmoq punktlari markazlashtirish nuqtasidan 2,0 km.ortiq masofada joylashgan bo'lsa, poligonometrik yo'l tizimini girotomon sektsiyalariga bo'lingan holda quriladi. Girotomonlarni 20–30 burchakdan so'ng o'rnatiladi yoki soni va o'rni tarmoq loyihasini tuzish jarayonida aniqlanadi".

Girotomon sektsiyalariga bo'lingan poligonometrik yo'lning so'nggi nuqtasining o'rni xatosi, girooskopik oriyentirlashda direktsion burchakni o'lchash xatosidan, gorizontal burchak o'lchash va tomon uzunligini o'lchash xatolaridan tashkil topadi.

Keltirilgan xatolarni xar birini alohida ko'rib chiqamiz.

7.5.1. Girooskopik oriyentirlashda direktsion burchakni o'lchash xatosi tahsiri

7.10-rasmda girotomon sektsiyalariga bo'lingan poligonometrik yo'l sxemasi ko'rsatilgan.



7.1-rasm. Direktsion burchaklari giroteodolit bilan ko'p marta takror o'lchangan poligonometrik yo'l sxemasi

A_1-V_1 tomon direksion burchagini aniqlash xatosi yo‘lning 0 nuqtasidan A_2 nuqtasigacha bo‘lgan sektsiyaga tahsiri bo‘lsa, xatolik $m_{\alpha(A_2-B_2)}$ esa yo‘lning A_2 nuqtasidan A_3 gacha va xokazo.

$A_2-B_2, A_3-B_3, \dots, A_n-B_n$, qattiq direksion burchaklarga tayangan sektsiyalarni ichki deyiladi.

Sektsiya $0-A_1$ boshlang‘ich, sektsiya A_n-K – oxirgi hisoblanadi.

Agar yo‘lning birinchi tomon direksion burchagi o‘lchanayotgan bo‘lsa, boshlang‘ich sektsiya ishtirok etmaydi, agar oxirgi tomon direksion burchagi o‘lchanayotgan bo‘lsa oxirgi sektsiya ishtirok etmaydi.

Sxemada hamma sektsiyalarni birlashtiruvchi t o‘tkazilib, ularni koordinata o‘qlariga proyeksiyasi grafik tarzda aniqlanadi.

Direksion burchak xatosiga bog‘liq bo‘lgan K nuqta koordinatasini aniqlash xatosi quyidagiga teng:

$$M_{X_\alpha}^2 = \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} \sum t_{Y_i}^2$$

$$M_{Y_\alpha}^2 = \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} \sum t_{X_i}^2$$
7.146

bu yerda m_α – gireteodolit bilan o‘lchangan direksion burchak o‘rtacha xatosi.

Direksion burchak xatosi sababli bo‘lgan umumiy xatolik quyidagiga teng:

$$M_\alpha = \pm \sqrt{M_{X_\alpha}^2 + M_{Y_\alpha}^2}$$
7.147

7.5.2. Burchak o‘lchash xatosi tahsiri (burchaklar tenglashtirilmaydi)

Boshlang‘ich sektsiya $0-A_1$ da planda birinchi nuqta uchi 0 (S_i) birlashtiruvchi nurlar o‘tkaziladi. Hamma ichki sektsiyalarda xar bir sektsiyaning so‘nggi nuqtasi uchi bilan birlashtiruvchi R_i radiuslari belgilanadi. Oxirgi sektsiya uchun ushbu sektsiya nuqtalarini yo‘lning so‘nggi nuqtasi bilan birlashtiruvchi yakuniy T_i chiziqlari o‘tkaziladi.

Teng aniqli o‘lchangan burchaklar uchun koordinata xatolari quyidagiga teng:

$$M_{X\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [\sum S_{Y_i}^2 + \sum R_{Y_i}^2 + \sum T_{Y_i}^2],$$

$$M_{Y\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [\sum S_{X_i}^2 + \sum R_{X_i}^2 + \sum T_{X_i}^2].$$

7.148

Agar boshlang'ich va so'nggi tomon direktsion burchaklari aniqlanayotgan bo'lsa, u holda:

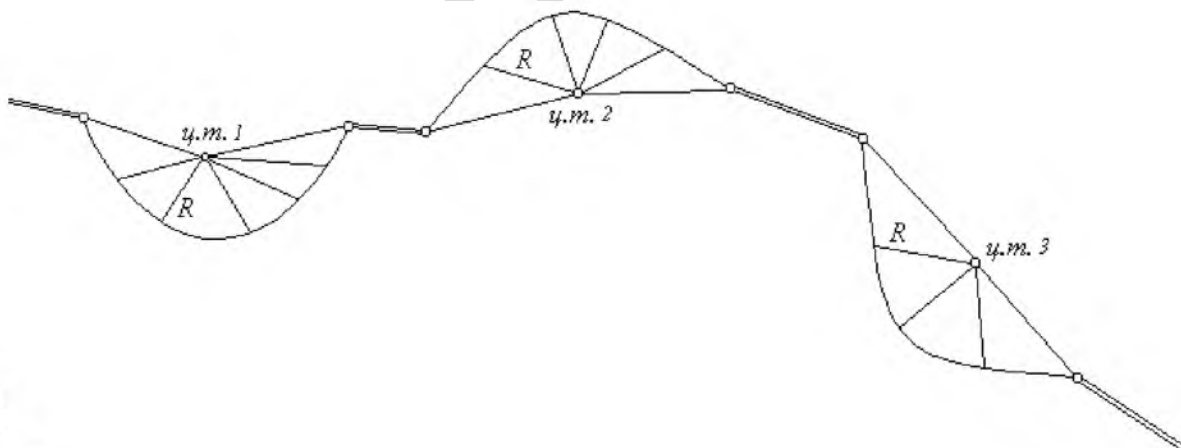
$$M_{X\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum R_{Y_i}^2,$$

$$M_{Y\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum R_{X_i}^2.$$

7.149

7.5.3. Burchakni xato o'lchash tahsiri (yo'l avval tenglashtirilgan burchaklar bo'yicha hisoblanadi)

Mahlum direktsion burchaklar bo'yicha yo'l burchaklari tenglashtirishda, koordinatalarni aniqlash hatoligi yuqoridagi formulalar bilan hisoblanib, faqat radiuslar R_i ichki sektsiyalarning xar birini koordinata markazigacha o'lchanadi, 7.11-rasm.

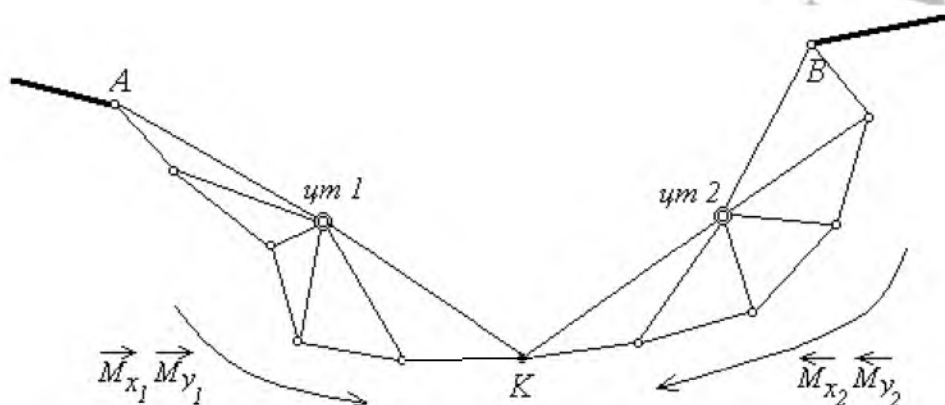


7.2-rasm. Ko'p marta tenglashtirilgan sektsiyali poligon loyihasining sxemasi

Uzunlikni o'lchash xatosi tahsiri bo'yicha kelib chiqqan xatolik odatdagi formulalar bilan hisoblanadi.

7.5.4. Burchak va koordinatalari tenglashtirilgan teodolit yo‘lining istalgan nuqta koordinatasini o‘rtacha xatosi

Agar poligonometrik yo‘lda avval burchak va koordinata orttirmalari tenglashtirilgan bo‘lsa, u holda ushbu yo‘lning istalgan nuqtasi K ning o‘rnini aniqlashdagi o‘rtacha hatoni aniqlash masalasi paydo bo‘ladi. Bu holatda avval K punktning o‘rni xatoligi, xuddi burchaklari tenglashtirilgan alohida yo‘l $A-K$ kabi aniqlanadi (7.12rasm). So‘ngra xuddi shu tartibda $B-K$ yo‘l uchun xatolik aniqlanadi.



7.3-rasm. Burchak va koordinatalari tenglashtirilgan yo‘lning xoxlagan nuqta xatosini aniqlash

K nuqtasining vazni $A-K$ va $B-K$ yo‘llardan quyidagilarga teng:

$$P_{XK} = P_{X(A-K)} + P_{X(B-K)} = \frac{1}{M_{X(A-K)}^2} + \frac{1}{M_{X(B-K)}^2};$$

$$P_{YK} = P_{Y(A-K)} + P_{Y(B-K)} = \frac{1}{M_{Y(A-K)}^2} + \frac{1}{M_{Y(B-K)}^2}. \quad 7.150$$

O‘lchash vazni o‘rta kvadratik xatoga teskari proportsionalligini bilgan xolda, quyidagicha yozish mumkin

$$M_{XK}^2 = \frac{1}{P_{XK}} = \frac{\overline{M_X^2} * \overline{M_X^2}}{\overline{M_X^2} + \overline{M_X^2}}; \quad 7.151$$

$$M_{YK}^2 = \frac{1}{P_{YK}} = \frac{\overline{M_Y^2} * \overline{M_Y^2}}{\overline{M_Y^2} + \overline{M_Y^2}}. \quad 7.152$$

K nuqta o'rnining umumiy o'rtacha xatosi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$M_K = \pm \sqrt{M_{XK}^2 + M_{YK}^2}. \quad 7.153$$

Agar yo'l faqat koordinatalar bo'yicha tenglashtirilgan bo'lsa, u holda istalgan nuqtadan aloxida yo'lining xar bir nuqtasigacha bo'lgan proyeksiyalari aniqlanishi kerak. Bu esa o'z navbatida burchak xatosini ko'payishiga olib keladi. Tomon uzunligini xato o'lchash oqibatida xosil bo'ladigan xatolik o'zgarishsiz qoladi.

Burchak va koordinatalari tenglashtirilgan yo'llarning tahlili shuni ko'rsatadiki, nisbatan yo'lining o'rtasida joylashgan nuqtalar eng kichik xatolikga ega bo'ladi.

Yuqoridagi formulalarni yer yuzasida o'tkazilgan poligonometrik yo'llar uchun ham qo'llasa bo'ladi. Bunday holatda faqat chiziqli o'lchash xatosi tahsirini aniqlash usulini o'zgartirish kerak.

7.5.5. Bussolg' (giroteodolit) yo'llarida xatolarning to'planishi. Tomonning minimal uzunligini tanlash

Bussol yoki giroteodolit yo'llarida gorizontal burchaklar o'lchanmasdan, direksion burchaklar (yoki azimutlar) o'lchanadi.

Yo'ning so'nggi nuqta koordinatasi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} X_K &= X_1 + l_1 \cos \alpha_1 + l_2 \cos \alpha_2 + \dots + l_n \cos \alpha_n; \\ Y_K &= Y_1 + l_1 \sin \alpha_1 + l_2 \sin \alpha_2 + \dots + l_n \sin \alpha_n. \end{aligned} \quad 7.154$$

X o'qi bo'yicha yo'ning xatosini aniqlashni ko'rib chiqamiz. Yo'ning o'rtacha xatosi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$M_{X\alpha}^2 = \left(\frac{\partial x_k}{\partial \alpha_1} \right)^2 m_{\alpha_1}^2 + \left(\frac{\partial x_k}{\partial \alpha_2} \right)^2 m_{\alpha_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial x_k}{\partial \alpha_n} \right)^2 m_{\alpha_n}^2. \quad 7.155$$

Hosilalari quyidagiga teng:

$$\frac{\partial X_K}{\partial \alpha_1} = l_1 \sin \alpha_1; \quad \frac{\partial X_K}{\partial \alpha_2} = l_2 \sin \alpha_2; \dots \quad \frac{\partial X_K}{\partial \alpha_n} = l_n \sin \alpha_n, \quad 7.156$$

U holda

$$M_{X\alpha}^2 = \sum l_i^2 \sin^2 \alpha_i m_{\alpha_i}^2 = \sum \Delta Y_i^2 m_{\alpha_i}^2 . \quad 7.157$$

Teng aniqli o'lchangan direktsion burchaklar (azimutlar) uchun

$$M_{X\alpha}^2 = m_{\alpha}^2 \sum \Delta Y_i^2 . \quad 7.158$$

Shu kabi Y o'qi bo'yicha xatolik quyidagiga teng

$$M_{Y\alpha}^2 = \sum \Delta X_i^2 m_{\alpha_i}^2 , \quad 7.159$$

Yoki teng aniqli o'lchangan direktsion burchaklar (azimutlar) uchun

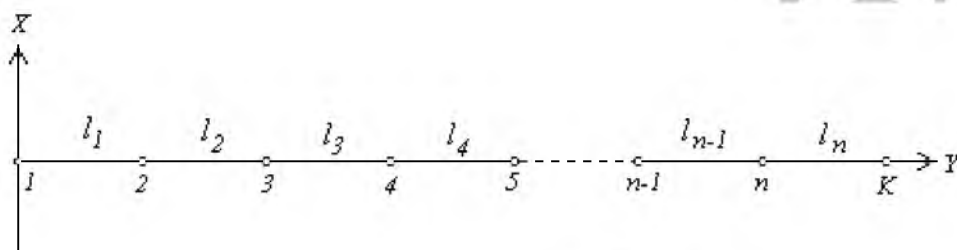
$$M_{Y\alpha}^2 = m_{\alpha}^2 \sum \Delta X_i^2 . \quad 7.160$$

Ushbu formulalarni tahlil qilib quyidagicha xulosa qilish mumkin, direktsion burchak (azimutlarni) o'lchash xatolari tahsirinatisidagi xatolik, bussol yo'lining uzunligi bir xil bo'lishiga qaramasdan, tomonlari nisbatan qisqa bo'lgan yo'llarda kichik bo'ladi. Ushbu xulosani tayyorlov va qazish lahimlarida bussol yo'llarni o'tkazishda rioya qilish kerak, yahni tomonlarning uzunligini katta bo'lishiga yo'l qo'yish kerakmas.

7.6. Yer osti poligonometrik yo‘llardagi xatolikni hisoblashni soddalashtirilgan usullari

7.6.1. Cho‘ziq poligonometrik yo‘l

7.13 rasmda tomonlari va gorizontal burchaklari taxminan o‘zaro teng bo‘lgan cho‘ziq poligonometrik yo‘l sxemasi keltirilgan. Shartli koordinatalar tizimini Y o‘qi yo‘l yo‘nalishi bo‘yicha va X o‘qi esa yo‘lga ko‘ndalang qilib o‘tkazilgan.



7.4-rasm. Cho‘ziq poligonometrik yo‘l (bitta sektsiya)

Gorizontal burchaklari teng aniqli o‘lchangan yo‘llarning ko‘ndalang xatosi quyidagiga teng:

$$m_{X_{\beta}}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^n R_{Y_i}^2. \quad 7.161$$

Cho‘ziq yo‘l uchun quyidagicha yozish mumkin

$$l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = \dots = l_n;$$

$$R_{Y_1}^2 = n^2 \cdot l^2;$$

$$R_{Y_2}^2 = (n-1)^2 \cdot l^2;$$

.....

$$R_{Y_n}^2 = l^2;$$

7.162

U holda

$$\sum_{i=1}^n R_{Y_i}^2 = n^2 l^2 + (n-1)^2 l^2 + (n-2)^2 l^2 + \dots + l^2;$$

$$\sum_{i=1}^n R_{Y_i}^2 = l^2 \{n^2 + (n-1)^2 + (n-2)^2 + \dots + 1\}$$

$$n^2 + (n-1)^2 + (n-2)^2 + \dots + 1 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}.$$
7.163

Demak

$$m_{X_\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} l^2 \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}.$$
7.164

Oxirgi formulaning suratidagi qovusni ochish oqibatida quyidagini olamiz:

$$m_{X_\beta}^2 \approx \frac{m_\beta^2}{\rho^2} l^2 \frac{n^3}{3}.$$
7.165

$l = \frac{L}{n}$, bo'lishini hisobga olsak, quyidagicha yozish mumkin:

$$m_{X_\beta}^2 \approx \frac{m_\beta^2}{\rho^2} l^2 \frac{n^2}{3} = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n}{3}.$$
7.166

Gorizonttal burchak o'lchash xatosi tahsiridagi poligonometrik yo'lining bo'ylama xatosi m_{Y_β} nolga teng, sababi $\sum_{i=1}^n R_{X_i}^2 = 0$.

Uzunlik o'lchash xatosi bilan bog'liq bo'lgan shunday yo'lining xatoligi faqat U o'qi yo'nalishi bo'yicha sezilarli bo'ladi. Sababi, tomon uzunligini o'lchash xatosi oqibatida xosil bo'lgan so'nggi nuqtaning o'rni xatoligi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$M_{X_i}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l \cdot \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 R_{X_i}^2;$$

$$M_{Y_i}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l \cdot \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 R_{Y_i}^2.$$
7.167

$\alpha = 90^\circ$ sababli, $\cos \alpha = 0$ va $\sin \alpha = 1$ bo'ladi, bu yerdan:

$$M_{X_i}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l \cdot \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 R_{X_1}^2 = 0;$$

$$M_{Y_i}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l \cdot \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 R_{Y_1}^2 = \mu^2 L + \lambda^2 L^2. \quad 7.168$$

Formulalar 7.166 va 7.168 ni tahlil qilib, quyidagi 2ta asosiy xulosani qilish mumkin [12]:

1) ozod cho‘ziq yo‘llarda burchak o‘lchash xatosi faqat uning so‘nggi nuqta o‘rnini bo‘ylama xatosiga tahsir ko‘rsatib, ko‘ndalang yo‘nalishiga ko‘rsatmaydi. Yo‘lning boshlanish qismiga yaqin bo‘lgan burchak xatolari yo‘lning tugash qismiga yaqin bo‘lgan burchak xatolariga nisbatan bo‘ylama xatoga tahsiri ko‘proq bo‘ladi;

2) ozod cho‘ziq yo‘lni tomon uzunliklarini o‘lchash xatosi faqat so‘nggi nuqta o‘rnining ko‘ndalang xatosiga tahsir etib, uning bo‘ylama xatosiga tahsir ko‘rsatmaydi.

Ushbu xulosalarni ma'lum marksheyderlik ishlarni bajarish jarayonida hisobga olish kerak. Masalan, kon lahimlarini qarama-qarshi o‘tkazishda asosiy e‘tiborni burchak o‘lchashga qaratish lozim, chunki asosiy javobgar yo‘nalish bo‘lib sboyka yo‘nalishiga perpendikulyar yo‘nalish hisoblanadi.

Agar cho‘ziq poligonometrik yo‘l avval burchaklar bo‘yicha tenglashtirilgan bo‘lsa (boshlang‘ich va oxirgi tomon direksion burchaklari ma'lum bo‘lsa), u holda bunday yo‘lni so‘nggi nuqta bo‘ylama xatosini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$m_{X_\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n}{12} \quad 7.169$$

7.166 va 7.169 formulalarni solishtirish shuni ko‘rsatadiki, burchaklarni avvaldan tenglashtirish so‘nggi nuqta o‘rni xatosini ikki marta kamaytiradi.

Agar yo‘l burchak va koordinatalarda tenglashtirilgan bo‘lsa, u holda yo‘lning o‘rta nuqtasi uchun bo‘ylama xatolik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$m_{X_\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n}{192} \quad 7.170$$

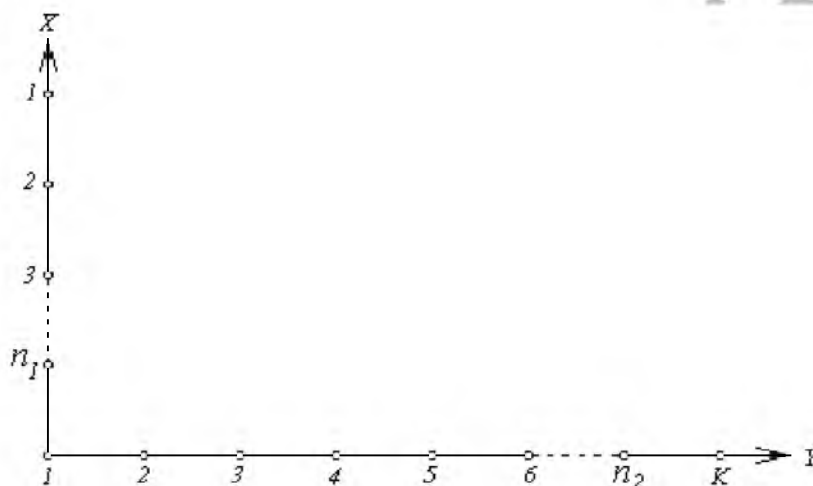
7.6.2. Ikki sektsiyadan iborat to'g'ri shakldagi yo'l

Bunday yo'l ikki lahim bir biriga perpendikulyar bo'lgan xolatdagina bo'lishi mumkin. Bunday xolatda shartli koordinatalar sistemasi kon lahimlari bo'yicha yo'nalgan bo'ladi (7.14-rasm).

Ushbu yo'l uchun quyidagi belgilashlar kiritamiz:

n_1, n_2 – birinchi va ikkinchi sektsiyalardagi burchaklar soni;

L_1, L_2 – birinchi va ikkinchi sektsiyalarning uzunliklari.



7.5-rasm. Ikki sektsiyadan iborat to'g'ri shakldagi yo'l

Xato o'lchangan burchak tahsirida hosil bo'lgan X o'qi bo'yicha so'nggi nuqta K o'rnining xatoligi ikki xatolikdan, ya'ni birinchi va ikkinchi sektsiyalar xatosining yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$m_{X_{\beta}}^2 = m_{X_{\beta 1}}^2 + m_{X_{\beta 2}}^2. \quad 7.171$$

X o'qi bo'yicha birinchi sektsiyaning xatoligi quyidagiga teng:

$$m_{X_{\beta 1}}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^{n_1} R_{Y_i}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} n_1 L_2^2, \quad 7.172$$

Chunki, birinchi sektsiyaning xamma nuqtalari uchun so'nggi nuqta bilan birlashtiruvchi chiziqlarni Y o'qiga proyeksiyasi ikkinchi sektsiya uzunligiga teng bo'ladi.

X o'qi bo'yicha ikkinchi sektsiyani xatosini quyidagicha yozish mumkin:

$$m_{X_{\beta I}}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} L_2^2 \frac{n_2}{3}. \quad 7.173$$

Bu yerdan

$$m_{X_{\beta}}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} L_2^2 \left(n_1 + \frac{n_2}{3} \right) = \frac{m_{\beta}^2 L_2^2}{3\rho^2} (3n_1 + n_2). \quad 7.174$$

Shu kabi Yo‘qi bo‘yicha ham xatoliklarni aniqlaymiz:

$$m_{Y_{\beta}}^2 = m_{Y_{\beta I}}^2 + m_{Y_{\beta II}}^2 \quad 7.175$$

Yo‘qi bo‘yicha xato o‘lchangan burchak taʼsirida xosil bo‘lgan birinchi sektsiya xatosi quyidagiga teng

$$m_{Y_{\beta I}}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} L_1^2 \frac{n_1}{3}. \quad 7.176$$

Ikkinchi sektsiya xatoligi nolga teng bo‘ladi, chunki ikkinchi sektsiya uchun nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqlarni Y o‘qiga proyeksiyasi nolga teng. Shunday qilib,

$$m_{Y_{\beta II}}^2 = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} L_1^2 \frac{n_1}{3}. \quad 7.177$$

Tomon uzunliklarini xato o‘lchash taʼsirida xosil bo‘lgan so‘nggi nuqta xatoligi aniqlaymiz

$$\begin{aligned} m_{X_S}^2 &= m_{X_{SI}}^2 + m_{X_{SII}}^2; \\ m_{Y_S}^2 &= m_{Y_{SI}}^2 + m_{Y_{SII}}^2. \end{aligned} \quad 7.178$$

Shunday qilib, $\alpha_1=0^0$, $\cos\alpha_1=1$, $\alpha_2=90^0$, $\cos\alpha_2=0$ bo‘lsa, u holda Xo‘qi bo‘yicha xatolik quyidagiga teng bo‘ladi

$$M_{X_S}^2 = \mu^2 L_1 + \lambda^2 L_1^2. \quad 7.179$$

Xuddi shunga o‘xshash Y o‘qi bo‘yicha xatolik ($\alpha_1=0^0$, $\sin\alpha_1=0$, $\alpha_2=90^0$, $\sin\alpha_2=1$) quyidagiga teng bo‘ladi:

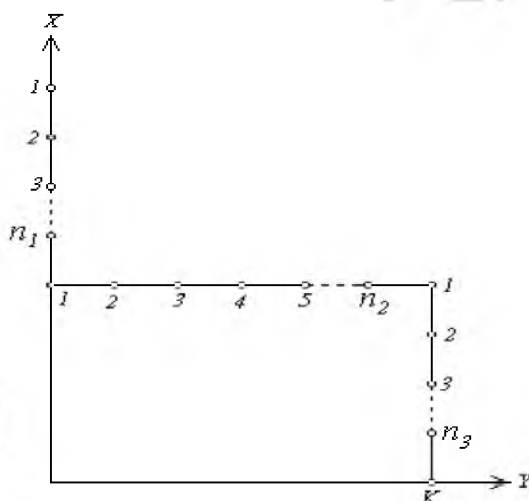
$$M_{Y_S}^2 = \mu^2 L_2 + \lambda^2 L_2^2. \quad 7.180$$

Shunday qilib, Xo‘qi bo‘yicha xato o‘lchangan tomon uzunligiga bog‘liq xatolik birinchi sektsiya tomonlariga bog‘liq bo‘lsa, Y o‘qi bo‘yicha esa, ikkinchi sektsiya tomon uzunliklariga bog‘liq.

7.6.3. Uch sektsiyadan iborat to'g'ri shakldagi yo'l

7.15-rasmda uch sektsiyadan iborat poligonometrik yo'l sxemasi ko'rsatilgan. So'nggi nuqta xatoligini hisoblash uchun o'qlari yo'lning yo'nalishiga mos tushadigan shartli koordinatalar sistemasini kiritamiz. Xato o'lchangan burchaklar ta'sirida hosil bo'lgan xatolik quyidagiga teng

$$\begin{aligned} m_{X_{\beta}}^2 &= m_{X_{\beta I}}^2 + m_{X_{\beta II}}^2 + m_{X_{\beta III}}^2; \\ m_{Y_{\beta}}^2 &= m_{Y_{\beta I}}^2 + m_{Y_{\beta II}}^2 + m_{Y_{\beta III}}^2. \end{aligned} \quad 7.181$$



7.6-rasm. Uch sektsiyadan iborat to'g'ri shakldagi yo'l

X o'qi bo'yicha sektsiya uchun xatolik quyidagiga teng:

$$\begin{aligned} m_{X_{\beta I}}^2 &= \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} L_2^2 n_1; \\ m_{X_{\beta II}}^2 &= \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} L_2^2 \frac{n_2}{3}; \\ m_{X_{\beta III}}^2 &= 0. \end{aligned} \quad 7.182$$

bu yerdan

$$m_{x_\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L_2^2 \left(n_1 + \frac{n_2}{3} \right) = \frac{m_\beta^2 L_2^2}{3\rho^2} (3n_1 + n_2). \quad 7.183$$

Xuddi shunday Y o'qi bo'yicha xato o'lchangan burchaklar tahsirida hosil bo'lgan xatolik aniqlanadi

$$m_{y_\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \left\{ \frac{(L_1 + L_3)^2}{3} (n_1 + n_3) + L_3^2 n_2 \right\}. \quad 7.184$$

Koordinata o'qlari bo'yicha xato o'lchangan tomon uzunliklari tahsirida hosil bo'lgan so'nggi nuqta xatoligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\begin{aligned} M_{x_s}^2 &= \mu^2 (L_1 + L_3) + \lambda^2 (L_1 + L_3)^2; \\ M_{y_s}^2 &= \mu^2 L_2 + \lambda^2 L_2^2. \end{aligned} \quad 7.185$$

Soddalashtirilgan shunday formulalarni shu ko'rinishdagi ko'p sonli sektsiyalar uchun ham chiqarish mumkin.

Yuqorida keltirilgan formulalardan sektsiyalarning shakli to'g'ri chiziq bo'lmagan hollarda foydalanish mumkin. Chunki, olimlar A.S.Chebotarev va I.M.Baxurinlar quyidagini isbotlab berishdi:

1) agar sektsiya tomonlari biri biridan farqi 24^0 dan oshmasa cho'ziq deb hisoblash mumkin;

2) sektsiya tomonlari uzunligining farq qilishi xato o'lchangan tomon uzunligi tahsirida hosil bo'ladigan xato qiymatiga deyarli tahsir ko'rsatmaydi.

7.7. Cho'ziq va erkin shakldagi yo'llar uchun xatolar chizmasini qurish

Yuqorida ko'rib chiqilgan poligonometrik yo'llar xatosini baxolash usullari amaliyot nuqtai nazaridan xar doim ham yetarli bo'lmaydi. Marksheyderlik amaliyotida poligonometrik yo'llarni tahlili bilan bog'liq ko'pgina savollarni yechimini topishda, o'rta kvadratik xatolar ellipsi va o'rta xatolar chizmasi bilan baholanadigan ular aniqligi to'g'risida to'liq tavsif berilishi kerak.

Boshlang'ich nuqta va boshlang'ich direksion burchagi mavjud bo'lgan poligonometrik yo'lining istalgan nuqtasi uchun xatolar ellipsini ko'rib chiqamiz.

O'rtacha xatolar egri chizig'ini tenglamasini qutbli koordinatalar sistemasida yozib chiqamiz:

$$p^2 = A^2 \cos^2 \theta + B^2 \sin^2 \theta, \quad 7.186$$

bu yerda p – egri chiziq radius-vektori;

Θ – radius – vektorni o'rta kvadratik xatolar ellipsini katta o'qi A o'rtasida hosil bo'lgan burchak;

B – o'rta kvadratik xatolar ellipsini kichik o'qi.

Agar X - o'qidan soat mili yo'nalishi bo'yicha ellipsning kichik o'qigacha olingan direksion burchak φ_0 , shuningdek o'rta kvadratik xatolar ellipsining katta A va kichik B yarim o'qlari ma'lum bo'lsa, xatolar ellipsi aniqlangan hisoblanadi.

Koordinata o'qlari bo'yicha poligonometrik yo'lining nuqtasi xatosini yozib chiqamiz:

$$\begin{aligned} m_{X_k}^2 &= \sum_{i=1}^{k-1} m_i^2 \cos^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_{Y_i}^2; \\ m_{Y_k}^2 &= \sum_{i=1}^{k-1} m_i^2 \sin^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_{X_i}^2. \end{aligned} \quad 7.187$$

yoki

$$\begin{aligned} m_{X_k}^2 &= \sum_{i=1}^{k-1} m_i^2 \cos^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2 \sin^2 \gamma_i; \\ m_{Y_k}^2 &= \sum_{i=1}^{k-1} m_i^2 \sin^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2 \cos^2 \gamma_i, \end{aligned} \quad 7.188$$

bu yerda R_i – k nuqtasini yo'lining xar bir nuqtasi bilan tutashtiruvchi;

γ_i – ushbu tutashtiruvchi chiziqlar direksion burchagi

Kichik yarim o'q direksion burchagi φ_0 ni aniqlash uchun XOY koordinata o'qlarini soat mili yo'nalishi bo'yicha φ burchagiga buramiz.

Punkt koordinatasining o'rta kvadratik xatosi o'zgaradi va biz quyidagini olamiz:

$$m_{X_k}^{\prime 2} = \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos^2(\alpha_i - \varphi) + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2 \sin^2(\gamma_i - \varphi);$$

$$m_{Y_k}^{\prime 2} = \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin^2(\alpha_i - \varphi) + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2 \cos^2(\gamma_i - \varphi).$$
7.189

Punktlarni minimal va maksimal surilishini hisobga olib, φ qiymatini aniqlash uchun, $m_{X_k}^{\prime 2}$ va $m_{Y_k}^{\prime 2}$ ni o'zgaruvchan φ orqali, differentsiallaymiz va uni nolga tenglashtiramiz

$$\frac{\partial m_{X_k}^{\prime 2}}{\partial \varphi} = 0 \quad \text{va} \quad \frac{\partial m_{Y_k}^{\prime 2}}{\partial \varphi} = 0.$$

Bu yerdan minimum va maksimum surilish bo'ladigan φ_0 va $\varphi_0 \pm 90^\circ$ ni qiymatlarini aniqlaymiz:

$$-\sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2(\alpha - \varphi) + \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 2 \sin(\gamma - \varphi) = 0$$

$$-\sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 (\sin 2\alpha \cos 2\varphi - \cos 2\alpha \sin 2\varphi) + \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 (\sin 2\gamma \cos 2\varphi - \cos 2\gamma \sin 2\varphi) = 0;$$

$$-\sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos 2\alpha \cdot \text{tg} 2\varphi + \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma - \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma \cdot \text{tg} 2\varphi = 0;$$

$$\text{tg} 2\varphi = \frac{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha}{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos 2\alpha}.$$
7.190

Natijada direksion burchakni ikki qiymatini olamiz: $2\varphi_0$ va $2\varphi_0 \pm 180^\circ$, bu yerdan xatolar ellipsining kichik o'qi uchun burchak φ_0 ; katta o'qi uchun – burchak $\varphi_0 \pm 90^\circ$ aniqlanadi.

O'rta kvadratik xatolar ellipsining yarim o'qlarini aniqlashga o'tamiz. Yuqoridagi formulani quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$\text{tg} 2\varphi = \frac{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin(2\alpha + 180^\circ)}{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos(2\alpha + 180^\circ)}.$$
7.191

Maxraj va suratlariga v_y va v_x , belgilash kiritib, quyidagini olamiz:

$$\text{tg} 2\varphi = \frac{v_y}{v_x}.$$
7.192

So'ngra quyidagi qiymatlarni topamiz:

$$\begin{aligned}\cos 2\varphi &= \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2 2\varphi}} = \frac{v_x}{\sqrt{v_x^2+v_y^2}}; \\ \sin 2\varphi &= \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{ctg}^2 2\varphi}} = \frac{v_y}{\sqrt{v_x^2+v_y^2}}.\end{aligned}\tag{7.193}$$

$v_x^2+v_y^2=v^2$ belgilash kiritib, quyidagini olamiz:

$$\cos 2\varphi = \frac{v_x}{v}; \quad \sin 2\varphi = \frac{v_y}{v}.\tag{7.194}$$

So'ngra,

$$\begin{aligned}\cos \varphi &= \sqrt{\frac{1+\cos 2\varphi}{2}} = \sqrt{\frac{v+v_x}{2v}}; \\ \sin \varphi &= \sqrt{\frac{1-\cos 2\varphi}{2}} = \sqrt{\frac{v-v_x}{2v}}.\end{aligned}\tag{7.195}$$

$\sin 2\varphi$, $\cos^2 \varphi$ va $\sin^2 \varphi$ qiymatlarini $m_{X_k}^2$ va $m_{Y_k}^2$ tenglamaga kiritib, quyidagini olamiz:

$$\begin{aligned}\cos(\alpha-\varphi) &= \cos \alpha \cdot \cos \varphi + \sin \alpha \cdot \sin \varphi; \\ \sin(\gamma-\varphi) &= \sin \gamma \cdot \cos \varphi - \cos \gamma \cdot \sin \varphi;\end{aligned}\tag{7.196}$$

$$\begin{aligned}m_{X_k}^2 &= \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 (\cos \alpha_i \cdot \cos \varphi + \sin \alpha_i \cdot \sin \varphi)^2 + \\ &+ \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 (\sin \gamma_i \cdot \cos \varphi - \cos \gamma_i \cdot \sin \varphi)^2 =\end{aligned}\tag{7.197}$$

$$\begin{aligned}&= \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 (\cos^2 \alpha_i \cdot \cos^2 \varphi + 2 \cos \alpha_i \cdot \cos \varphi \cdot \sin \alpha_i \cdot \sin \varphi + \sin^2 \alpha_i \cdot \sin^2 \varphi) + \\ &+ \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 (\sin^2 \gamma_i \cdot \cos^2 \varphi - 2 \sin \gamma_i \cdot \cos \varphi \cos \gamma_i \cdot \sin \varphi + \cos^2 \gamma_i \cdot \sin^2 \varphi) =\end{aligned}\tag{7.198}$$

$$\begin{aligned}&= \cos^2 \varphi \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos^2 \alpha_i + \sin^2 \varphi \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin^2 \alpha_i + \frac{1}{2} \sin 2\varphi \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha_i + \\ &+ \frac{\cos^2 \varphi}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin^2 \gamma_i + \frac{\sin^2 \varphi}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos^2 \gamma_i - \frac{\sin 2\varphi}{2\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma_i.\end{aligned}\tag{7.199}$$

Zaruriy gruppalashni bajarib, quyidagini olamiz:

$$\begin{aligned}
m_{X_k}'^2 &= \cos^2 \varphi \left(\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin^2 \gamma_i + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos^2 \alpha_i \right) + \\
&+ \sin^2 \varphi \left(\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos^2 \gamma_i + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin^2 \alpha_i \right) - \\
&- \frac{1}{2} \sin 2\varphi \left(\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma_i - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha_i \right);
\end{aligned}
\tag{7.200}$$

Xuddi shu kabi Y o'qi bo'yicha:

$$\begin{aligned}
m_{Y_k}'^2 &= \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 (\sin \alpha_i \cdot \cos \varphi - \cos \alpha_i \cdot \sin \varphi)^2 + \\
&+ \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 (\cos \gamma_i \cdot \cos \varphi + \sin \gamma_i \cdot \sin \varphi)^2 = \\
&= \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 (\sin^2 \alpha_i \cdot \cos^2 \varphi - 2 \sin \alpha_i \cdot \cos \varphi \cdot \cos \alpha_i \cdot \sin \varphi + \cos^2 \alpha_i \cdot \sin^2 \varphi) + \\
&+ \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 (\cos^2 \gamma_i \cdot \cos^2 \varphi + 2 \cos \gamma_i \cdot \cos \varphi \cdot \sin \gamma_i \cdot \sin \varphi + \sin^2 \gamma_i \cdot \sin^2 \varphi) = \\
&= \cos^2 \varphi \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin^2 \alpha_i + \sin^2 \varphi \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos^2 \alpha_i - \frac{1}{2} \sin 2\varphi \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha_i + \\
&+ \frac{\cos^2 \varphi}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos^2 \gamma_i + \frac{\sin^2 \varphi}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin^2 \gamma_i + \frac{\sin 2\varphi}{2\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma_i; \\
m_{Y_k}'^2 &= \sin^2 \varphi \left(\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin^2 \gamma_i + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos^2 \alpha_i \right) + \\
&+ \cos^2 \varphi \left(\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos^2 \gamma_i + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin^2 \alpha_i \right) + \\
&+ \frac{1}{2} \sin 2\varphi \left(\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma_i - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha_i \right);
\end{aligned}
\tag{7.201}$$

yoki

$$\begin{aligned}
m_{X_k}'^2 &= m_{X_k}^2 \cos^2 \varphi + m_{Y_k}^2 \sin^2 \varphi - \\
&- \frac{1}{2} \sin 2\varphi \left(\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma_i - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha_i \right);
\end{aligned}
\tag{7.202}$$

$$\begin{aligned}
m_{Y_k}'^2 &= m_{X_k}^2 \sin^2 \varphi + m_{Y_k}^2 \cos^2 \varphi + \\
&+ \frac{1}{2} \sin 2\varphi \left(\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma_i - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha_i \right).
\end{aligned}
\tag{7.203}$$

$$\begin{aligned}
m_{X_k}^2 &= \frac{1}{2v} \{m_{X_k}^2 (v + v_x) + m_{Y_k}^2 (v - v_x) - v_y^2\} = \\
&= \frac{1}{2v} \{m_{X_k}^2 + m_{Y_k}^2\}v - (m_{Y_k}^2 - m_{X_k}^2)v_x - v_y^2 \\
m_{Y_k}^2 &= \frac{1}{2v} \{m_{X_k}^2 (v - v_x) + m_{Y_k}^2 (v + v_x) + v_y^2\} = \\
&= \frac{1}{2v} \{m_{X_k}^2 + m_{Y_k}^2\}v + (m_{Y_k}^2 - m_{X_k}^2)v_x + v_y^2.
\end{aligned}$$

7.204

$m_{Y_k}^2 - m_{X_k}^2 = v_x$ bo'lsa, u holda:

$$\begin{aligned}
m_{X_k}^2 &= B^2 = \frac{1}{2v} \{M^2 v - (v_x^2 + v_y^2)\} = \frac{1}{2}(M^2 - v); \\
m_{Y_k}^2 &= A^2 = \frac{1}{2v} \{M^2 v + (v_x^2 + v_y^2)\} = \frac{1}{2}(M^2 + v).
\end{aligned}$$

7.205

bu yerda

$$\begin{aligned}
M^2 &= m_{X_k}^2 + m_{Y_k}^2 = \sum_{i=1}^{k-1} m_i^2 \cos^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2 \sin^2 \gamma_i + \sum_{i=1}^{k-1} m_i^2 \sin^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2 \cos^2 \gamma_i; \\
M^2 &= \sum_{i=1}^{k-1} m_i^2 + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2.
\end{aligned}$$

7.206

Yer yuzasida bajariladigan marksheyderlik-geodezik ishlar amaliyotida bitta tayanch nuqta va boshlang'ich direksion burchagi bo'lgan poligonometrik yo'llar nisbatan kam uchraydi. Yer osti poligonometriyasi o'zgacha bo'lib, yo'lning yo'nalishi kon lahimlarining joylashishiga bog'liq bo'lib, shaxtadan foydalanishni boshlang'ich davrida tayyorlov ishlari rivojlangan bo'lib, yer osti poligonlari berk shaklga ega bo'lmaydi, yahni ochiq shaklda bo'ladi.

7.7-jadval

N°	β	m_{β}	S, m	m_S, mm	α	R, m	γ	$m_S^2 \cos 2\alpha$ *10 ⁻⁵	$m_S^2 \sin 2\alpha$ *10 ⁻⁵	$\frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} R^2 \cos 2\gamma$ *10 ⁻⁵	$\frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} R^2 \sin 2\gamma$ *10 ⁻⁵	$\frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} R^2$ *10 ⁻⁵
0			45									
1	102	11,3				113	45			0,000	3,832	3,832

			30	5,0	69			-	1,673			
2	158	12, 2				87	38	1,858		0,641	2,569	2,648
			46	7,7	47			0,410	5,863			
3	202	11, 6				42	28			0,312	0,461	0,558
			34	5,7	69			-	2,149			
4	90	12, 1				27	33 9	2,386		0,185	-	0,251
			27	4,5	33 9			1,505	-		0,168	
5									1,355			
Σ								-	8,330	1,138	6,696	7,289
								3,149				

7.13 rasmda ko'rsatilgan yer osti poligonometrik yo'l uchun o'rta kvadratik xatolar ellipsini xarakterlovchi aniqlash bo'yicha misol ko'rib chiqamiz. Boshlang'ich ma'lumotlar va hisoblash natijalari 7.7 jadvalda keltirilgan.

Xatolar ellipsi elementlarini analitik usulda aniqlaymiz. Kichik yarim o'q direksion burchagi quyidagiga teng bo'ladi

$$\begin{aligned}
 \operatorname{tg} 2\varphi &= \frac{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma - \sum_{i=1}^{k-1} m_{\alpha_i}^2 \sin 2\alpha}{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma - \sum_{i=1}^{k-1} m_{\alpha_i}^2 \cos 2\alpha} = \frac{6,696 \cdot 10^{-05} - 8,33 \cdot 10^{-05}}{1,139 \cdot 10^{-05} + 3,149 \cdot 10^{-05}} = \\
 &= \frac{-1,634 \cdot 10^{-5}}{4,288 \cdot 10^{-5}} = -0,38106;
 \end{aligned}$$

$$2\varphi = 339^{\circ}08'; \quad \varphi = 169^{\circ}34'.$$

Kichik yarim o'q direksion burchagini hisoblashda maxraj va suratni ishorasiga qarab choragini hisobga olish kerak (teskari geodezik masalani yechish kabi). Bizning misolimizda ikkilangan burchak yo'nalishi shimoliy g'arb (*IV* chorak).

O'rta kvadratik xato ellipsi yarim o'qi o'lchamlarini aniqlaymiz :

$$v_x = 4,288 * 10^{-5}; \quad v_y = -1,634 * 10^{-5}; \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 4,589 * 10^{-5};$$

$$M^2 = \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2 = 13,703 * 10^{-5} + 7,289 * 10^{-5} = 20,992 * 10^{-5}$$

$$A^2 = \frac{1}{2}(M^2 + v) = \frac{1}{2}(20,992 * 10^{-5} + 4,589 * 10^{-5}) = 12,8 * 10^{-5};$$

$$A = 11,3 * 10^{-3} \text{ m};$$

$$B^2 = \frac{1}{2}(M^2 - v) = \frac{1}{2}(20,992 * 10^{-5} - 4,589 * 10^{-5}) = 8,2 * 10^{-5};$$

$$B = 9,1 * 10^{-3} \text{ m}.$$

Marksheyderlik amaliyotida odatda chekli sifatida xatoning uchlangan qiymati olinganligi uchun, o'rtacha kvadratik xatolarning yarim o'qi o'lchamlarini uch martaga kattalashtiramiz

$$A = 3 * 11,3 * 10^{-3} = 33,9 * 10^{-3} \text{ MM};$$

$$B = 3 * 9,1 * 10^{-3} = 27,3 * 10^{-3} \text{ MM}.$$

Poligonometrik yo'l nuqtasining o'rtacha xatolar chizig'i, tomon uzunligi va burchak o'lchash xatolarini inobatga oladi. Sababi, xatolar ellipsini kichik yarim o'qining direksion burchagini aniqlash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin(2\alpha + 180^0)}{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma + \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos(2\alpha + 180^0)} \quad 7.207$$

Quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{v_{Y_\beta} + v_{Y_l}}{v_{X_\beta} + v_{X_l}} \quad 7.208$$

bu yerda

$$\begin{aligned} v_{Y_\beta} &= \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma; & v_{Y_l} &= \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin(2\alpha + 180^0); \\ v_{X_\beta} &= \frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma; & v_{X_l} &= \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos(2\alpha + 180^0). \end{aligned} \quad 7.209$$

O'rtacha xatolar chizg'ini qurish uchun faqat burchak o'lchash xatosini inobatga oladigan quyidagi formulalardan foydalanish mumkin:

$$\operatorname{tg} 2\varphi_{\beta} = \frac{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma}{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma}; \quad 7.210$$

$$v_{\beta}^2 = v_{X_{\beta}}^2 + v_{Y_{\beta}}^2; \quad 7.211$$

$$M_{\beta}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2. \quad 7.212$$

$$B_{\beta}^2 = \frac{1}{2}(M_{\beta}^2 - v_{\beta});$$

$$A_{\beta}^2 = \frac{1}{2}(M_{\beta}^2 + v_{\beta}). \quad 7.213$$

Shunga o'xshash tomon uzunligini o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan o'rtacha xatolar chizig'ini qurish uchun quyidagi formulalarni qo'llaymiz:

$$\operatorname{tg} 2\varphi_l = \frac{\sum_{i=1}^{k-1} m_l^2 \sin(2\alpha + 180^0)}{\sum_{i=1}^{k-1} m_l^2 \cos(2\alpha + 180^0)}; \quad 7.214$$

$$v_l^2 = v_{X_l}^2 + v_{Y_l}^2; \quad 7.215$$

$$M_l^2 = \sum_{i=1}^{k-1} m_l^2; \quad 7.216$$

$$B_l^2 = \frac{1}{2}(M_l^2 - v_l);$$

$$A_l^2 = \frac{1}{2}(M_l^2 + v_l). \quad 7.217$$

Bizning misol uchun burchak va tomon uzunligini o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan o'rtacha xatolar chizig'i elementlarini aniqlaymiz.

A) Xato o'lchangan burchak sababli

$$\operatorname{tg} 2\varphi_{\beta} = \frac{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma}{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma} = \frac{6,696 * 10^{-05}}{1,139 * 10^{-05}} = 5,87884;$$

$$2\varphi_{\beta} = 80^{\circ} 20'; \quad \varphi_{\beta} = 40^{\circ} 10'.$$

$$v_{X_{\beta}} = 1,139 * 10^{-5}; \quad v_{Y_{\beta}} = 6,696 * 10^{-5}; \quad v_{\beta} = \sqrt{v_{X_{\beta}}^2 + v_{Y_{\beta}}^2} = 6,792 * 10^{-5};$$

$$M^2 = \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2 = 7,289 * 10^{-5};$$

$$B_{\beta}^2 = \frac{1}{2}(M_{\beta}^2 - v_{\beta}) = \frac{1}{2}(7,289 - 6,792) * 10^{-5} = 0,248 * 10^{-5};$$

$$B_{\beta} = 1,6 * 10^{-3} \text{ M};$$

$$A_{\beta}^2 = \frac{1}{2}(M_{\beta}^2 + v_{\beta}) = \frac{1}{2}(7,289 + 6,792) * 10^{-5} = 7,040 * 10^{-5};$$

$$A_{\beta} = 8,4 * 10^{-3} \text{ M}.$$

Chekli xatolar uchlangan o'rtacha qiymatga teng:

$$A_{\beta} = 3 * 8,4 * 10^{-3} = 25,2 * 10^{-3} \text{ MM};$$

$$B_{\beta} = 3 * 1,6 * 10^{-3} = 4,8 * 10^{-3} \text{ MM}.$$

B) Xato o'lchangan tomon sababli:

$$\operatorname{tg} 2\varphi_l = \frac{\sum_{i=1}^{k-1} m_l^2 \sin(2\alpha + 180^{\circ})}{\sum_{i=1}^{k-1} m_l^2 \cos(2\alpha + 180^{\circ})} = \frac{-8,33 * 10^{-05}}{3,149 * 10^{-05}} = -2,64528;$$

$$2\varphi_l = 290^{\circ} 42'; \quad \varphi_l = 145^{\circ} 21'.$$

$$v_{X_l} = 3,149 * 10^{-5}; \quad v_{Y_l} = -8,330 * 10^{-5}; \quad v_l = \sqrt{v_{X_l}^2 + v_{Y_l}^2} = 8,905 * 10^{-5};$$

$$M_l^2 = \sum_{i=1}^{k-1} m_l^2 = 13,703 * 10^{-5};$$

$$A_l^2 = \frac{1}{2}(M_l^2 + v_l) = \frac{1}{2}(13,703 \cdot 10^{-5} + 8,905 \cdot 10^{-5}) = 11,304 \cdot 10^{-5};$$

$$A_l = 10,6 \cdot 10^{-3} \text{ M};$$

$$B_l^2 = \frac{1}{2}(M_l^2 - v_l) = \frac{1}{2}(13,703 \cdot 10^{-5} - 8,905 \cdot 10^{-5}) = 2,399 \cdot 10^{-5};$$

$$A_l = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ M}.$$

Chekli xatolar quyidagilarga teng:

$$A_l = 3 \cdot 10,6 \cdot 10^{-3} = 31,8 \cdot 10^{-3} \text{ MM};$$

$$B_l = 3 \cdot 4,9 \cdot 10^{-3} = 14,7 \cdot 10^{-3} \text{ MM}.$$

Yuqorida aytib o'tilgandek o'rtacha xatolar (aniqlik) chizig'i tenglamasi qutbli koordinatalar sistemasida quyidagi ko'rinishga ega:

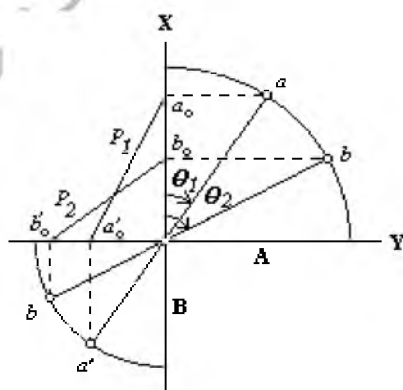
$$p^2 = A^2 \cos^2 \theta + B^2 \sin^2 \theta, \quad 7.218$$

bu yerda r – egri chiziq radius-vektori;

Θ – radius – vektorni o'rta kvadratik xatolar ellipsini katta o'qi AO o'rtasida hosil bo'lgan burchak;

B – o'rta kvadratik xatolar ellipsini kichik o'qi.

Radius-vektorlarni Θ burchak qiymatini ma'lum qadamda berish orqali analitik usulda ham aniqlash mumkin. Vektorini grafik usulda quyidagi chizmadan topish mumkin (7.16-rasm).



7.7 rasm. Radius-vektorlarni grafik usulda aniqlash

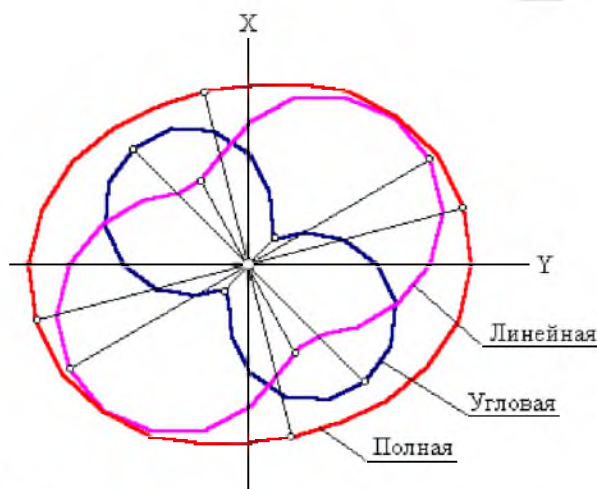
Qarama-qarshi sektorlarda A va B yarim o'qlari orqali chorak aylanalarini o'tkazamiz. $\theta_1 = 30^\circ$ va $\theta_2 = 60^\circ$ burchak ostida (30° intervalliciziqni grafik qurish uchun yetarli hisoblanadi) yo'nalishlarni a va b larni, ularning X va Y o'qlardagi proyeksiyalari

a_0a_0' va b_0b_0' bilan o'qlarda to'g'ri chiziq bilan birlashtirib, radius-vektorlar r_1 va r_2 qiymatini topamiz.

7.17-rasmda bizning misoldagi yo'lning so'nggi nuqtasini xatolarning o'rtachachizig'i burchak va chiziqli xatolar bo'yicha aloxida ko'rsatilgan. Yakuniy chiziq burchak va chiziqli xatolarni egib o'tadi. Chiziq radius-vektorlari katta yarim o'q yo'nalishidan har 30° qurilgan bo'lib, r_1 va r_2 bilan belgilangan. Har qanday yo'nalish bo'yicha radius-vektorni yakuniy chizig'i quyidagiga teng

$$P_{ym} = \sqrt{P_{byp}^2 + P_{chiz}^2}, \quad 7.219$$

bu yerda r_{bur} , r_{chiz} – tegishli burchak va chiziqli grafikni radius-vektorlari.



7.8 rasm. Yo'lning so'nggi nuqtasi xatolarining o'rtacha chiziq lari

Xatolarning o'rtacha chiziq lari orqali koordinata o'qlari yo'nalishi yoki o'zgacha hoshqa har qanday yo'nalish bo'yicha nuqta o'rnining o'rta kvadratik xatosini aniqlash mumkin.

Agar gorizontal burchaklar teng aniqlikda o'lchangan bo'lsa, o'rta kvadratik xatolar chizig'i parametrlarini quyidagi formulalardan foydalanib aniqlash:

$$tg2\varphi = \frac{\frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^k R_i^2 \sin 2\gamma - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha}{\frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^k R_i^2 \cos 2\gamma - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos 2\alpha} = \frac{v_Y}{v_X}; \quad 7.220$$

$$M^2 = \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 + \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^k R_i^2; \quad 7.221$$

$$v^2 = v_X^2 + v_Y^2; \quad 7.222$$

$$B^2 = \frac{1}{2}(M^2 - v);$$

$$A^2 = \frac{1}{2}(M^2 + v). \quad 7.223$$

Agar poligonometrik yo‘l direksion burchaklari ma'lum ikki tomon o‘rtasida o‘tkazilgan bo‘lsa, avvaldan gorizont burchaklarni tenglashtirish mumkin, u holda o‘rta kvadratik xatolar chizig‘i elementlarini aniqlash uchun poligonni og‘irlik markazini topish kerak. Har bir nuqtani birlashtiruvchi R_i va ularning direksion burchaklari γ_i ni poligonni og‘irlik markaziga nisbatan aniqlash kerak. Qolgan xolatlarda hisoblash tartibi o‘zgarishsiz qoladi.

7.8. Poligonometrik yo‘llar xatosini matematik modellashtirish usulida baholash

Yer yuzasi va yer osti sharoitlarida tayanch tarmoqlarini barpo qilishda bajariladigan marksheyderlik ishlarning ko‘rinishlaridan biri bu poligonometrik yo‘llar hisoblanadi. Ushbu yo‘llarning asosiga quyidagilar kiritiladi:

- yo‘lning geometrik shakli;
- joylashuvi va yo‘lning so‘nggi tuzunligi;
- yo‘lning va uning tomonlarini uzunliklari;
- burchak va tomon uzunliklarini o‘lchash xatolari.

Yo‘lning geometriyasi so‘nggi nuqta xatosiga ta'sir etuvchi omillardan biri bo‘lib hisoblanadi. Marksheyderlik ishlari aniqligini tahlili nazariyasidan ma'lumki, gorizont burchaklarni o‘lchashda nisbatan katta xatolik burchak 180^0 ga yaqin bo‘lgan holatlarda mavjud bo‘ladi. Shu bilan bir qatorda, berk poligonometrik yo‘llarni o‘tkazishda tomon uzunliklarini o‘lchash jarayonida sistematik xato ta'siri yo‘qoladi. Gorizont burchak o‘lchash xatosini ma'lum formula bilan aniqlashda, yo‘lning tomon uzunliklari (a, b) , gorizont burchak

$$m_{\beta} = \sqrt{m_i^2 + \frac{\rho^2}{2a^2b^2} [e^2(a^2 + b^2) + e_c^2(a^2 + b^2 - 2ab \cos \beta)]} \quad 7.225$$

qiymati (β), asbob xatosi (m_i) va signallar (e) va teodolit (e_c) markazlashtirish xatolarini inobatga olish kerak.

Klassik darslik «Marksheyderskoe delo» D.N. Ogloblin da gorizontall burchaklarni o'lchashda xususiy xolatlar, 0^0 , 90^0 va 180^0 ga yaqin burchaklar ko'rib chiqilib, qator xulosalar qilinadi.

- Burchak o'lchash xatosiga signallarni markazlashtirish xatosi ta'siri uning qiymatiga bog'liq bo'lmay burchak hosil qiluvchi tomon uzunliklariga teskari proporsional.

- Burchak o'lchash xatosiga teodolitni markazlashtirish xatosi ta'siri uning qiymatiga bog'liq. Teng sharoitlarda teodolitni markazlashtirish xatosini nisbatan katta ta'siri 180^0 ga yaqin burchaklarni o'lchashda uchraydi.

- Teodolitni markazlashtirish xatosi ta'siri burchak hosil qiluvchi tomon uzunliklariga teskari proporsional.

- O'lchanayotgan burchak tomonlarining uzunliklarini bir biridan farqi qanchalik katta bo'lsa, teodolit va signallarni markazlashtirish xatosi ta'siri ham shunchalik katta bo'ladi.

Poligonometrik yo'lining so'nggi nuqta o'rni xatosini hisoblash marksheyderlik ishi (I.I. Inogamov) o'quv qo'llanmasida to'liq yoritilgan.

Yo'lining so'nggi nuqta xatosi burchak va chiziqli o'lchash, boshlang'ich tomon direktsion burchagini aniqlash xatolari orqali aniqlanadi. Shu bilan birga agar birinchi ikki xatolik burchak va tomon uzunligi qiymatlariga bog'liq bo'lib yo'l geometriyasini ko'rsatsa, so'nggi xatolik esa kurramizning to'rt tomoniga nisbatan orientatsiyasini ko'rsatadi. Koordinatalar xatoligini quyidagi formulalar bilan aniqlash mumkin:

$$M_{X_K}^2 = M_{X_\beta}^2 + M_{X_l}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \cdot R_{Y_i}^2 + \sum_{i=1}^n m_{l_i}^2 \cdot \cos^2 \alpha_i;$$

$$M_{Y_K}^2 = M_{Y_\beta}^2 + M_{Y_l}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \cdot R_{X_i}^2 + \sum_{i=1}^n m_{l_i}^2 \cdot \sin^2 \alpha_i. \quad 7.226$$

bu yerda m_β –gorizontal burchaklarni o‘lchash xatoligi;

m_l – chiziqli o‘lchash xatoligi;

R_x, R_y – yo‘lning xar bir nuqtasini tutashtiruvchi chiziqning X va Y o‘qlari proyeksiyasi;

α – yo‘l tomonlarining direksion burchaklari.

Marksheyderlik amaliyotida poligonometrik yo‘llarning tahlili bilan bog‘liq bo‘lgan ko‘pgina masalalarni yechishda, koordinata o‘qlari bo‘yicha xatoga nisbatan ularning aniqliklariga to‘la xarakteristika berish kerak. Shunday to‘liq xarakteristikalardan biri bo‘lib, o‘rta kvadratik xatolar ellipsi yoki o‘rtacha xatolar grafigi hisoblanadi [4]. Qutbli koordinatalar sistemasida o‘rtacha xatolar chizig‘i tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega

$$p^2 = A^2 \cos^2 \theta + B^2 \sin^2 \theta, \quad 7.227$$

bu yerda ρ –chiziqning radius-vektori;

θ – o‘rta kvadratik xatolar ellipsining katta yarim o‘qi A bilan radius-vektor o‘rtasida xosil bo‘lgan burchak;

B – o‘rta kvadratik xatolar ellipsining kichik yarim o‘qi.

Ellipsning kichik yarim o‘qi direksion burchagi φ_0 , shuningdek o‘rta kvadratik xatolar ellipsining katta A va kichik yarim o‘qi B mahlum bo‘lsa, o‘rta kvadratik xatolar ellipsi aniqlangan hisoblanadi.

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \sin 2\gamma_i - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \sin 2\alpha_i}{\frac{1}{\rho^2} \sum_{i=1}^k m_{\beta_i}^2 R_i^2 \cos 2\gamma_i - \sum_{i=1}^{k-1} m_{l_i}^2 \cos 2\alpha_i} = \frac{V_y}{V_x}. \quad 7.228$$

$$B^2 = \frac{1}{2}(M^2 - \nu);$$

$$A^2 = \frac{1}{2}(M^2 + \nu), \quad 7.229$$

bu yerda

$$M^2 = \sum_{i=1}^{k-1} m_{\gamma_i}^2 + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_i^2; \quad 7.230$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}. \quad 7.231$$

Formulalarda: R_i —yoʻlining xar bir nuqtasini tutashtiruvchi; γ_i — ushbu tutashtiruvchi chiziqlarning direksion burchaklari.

Tahlil asosida yuqorida keltirilgan formulalar va xulosalar nazariy xarakterga ega.

Matematik modellashtirish usulini qoʻllash nazariy xulosalarni tekshirish yoki inkor qilish imkonini beradi.

Bizga mahlumki, extimoliy oʻlchash xatolari oʻrta kvadratik oʻlchash xatosiga teng boʻlgan, matematik kutish va dispersiyasi nolga teng boʻlgan taqsimlanishning normal qonuniga boʻysinadi (bu yerda gap faqat extimoliy xato toʻgʻrisida, chunki sistematik va qoʻpol xatolar oʻlchash vaqtida hisobdan chiqarib yuboriladi). Yuqorida aytilganlarni inobatga olib poligonometrik yoʻl modeli quyidagi formulalar bilan quriladi:

$$X_K = X_0 + (S_1 \pm m_{S_1}) \cdot \cos \alpha_1 + (S_2 \pm m_{S_2}) \cdot \cos \alpha_2 + \dots + (S_n \pm m_{S_n}) \cdot \cos \alpha_n;$$

$$Y_K = X_0 + (S_1 \pm m_{S_1}) \cdot \sin \alpha_1 + (S_2 \pm m_{S_2}) \cdot \sin \alpha_2 + \dots + (S_n \pm m_{S_n}) \cdot \sin \alpha_n;$$

$$\alpha_1 = \alpha_0 + (\beta_1 \pm m_{\beta_1}) \pm 180^\circ;$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + (\beta_2 \pm m_{\beta_2}) \pm 180^\circ;$$

.....

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + (\beta_n \pm m_{\beta_n}) \pm 180^\circ,$$

7.232

bu yerda, m_s , m_β — tegishli tomon uzunliklari va gorizont burchaklarni oʻrta kvadratik oʻlchash xatosi.

Burchak va tomon uzunliklari oʻrta kvadratik xatolarini modellashtirish deganda, taqsimlanishning normal qonuniga boʻysinadigan ehtimoliy raqamlarni toʻplash tushuniladi. Bunday raqamni quyidagicha topish mumkin:

$$r = \bar{m} + \sigma \cdot \left(\sum_{i=1}^{12} \gamma_i - 6 \right),$$

7.233

bu yerda γ_i – teng o‘lchamli taqsimlanish qonuniga bo‘ysinuvchi tasodifiy son;

\bar{m} – matematik kutish;

Σ – o‘rta kvadratik og‘ish.

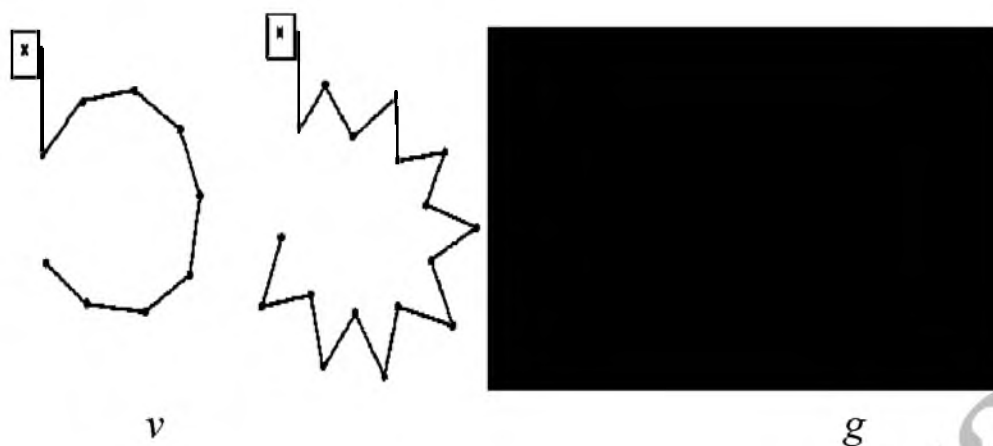
Chekli xato sifatida quyidagilardan foydalaniladi, paydo bo‘lish ehtimoli $\gamma=0,68$ bo‘lgan o‘rta kvadratik xato m ; paydo bo‘lish ehtimoli $\gamma=0,95$ bo‘lgan ikkilangan xato $2m$, va ehtimoli $\gamma=0,997$ bo‘lgan uchlangan kvadratik xato $3m$.

Xatolarni tadqiqot qilish uchun 7.18-rasmda ko‘rsatilgan turli shakldagi yo‘llardan foydalanilgan. Murakkablik kriteriyasi sifatida yo‘l perimetri P ni so‘nggi nuqtani tutashtiruvchi chiziq uzunligi L ga nisbati orqali aniqlanadigan poligonometrik yo‘l murakkablik koeffitsienti k qo‘llanilgan

$$k = \frac{P}{L}. \quad 7.234$$

7.8-jadvalda turli murakkab ko‘rinishga ega bo‘lgan (k ning qiymati 1,0 dan 1,39 gacha o‘zgaradi) cho‘ziq poligonometrik yo‘l (7.18-rasm, a va b) parametrlari va yo‘lning xatolar ellipsi elementlari keltirilgan. Yo‘lning har bir shakli uchun modelni takrorlanish soni 5000 ga teng.

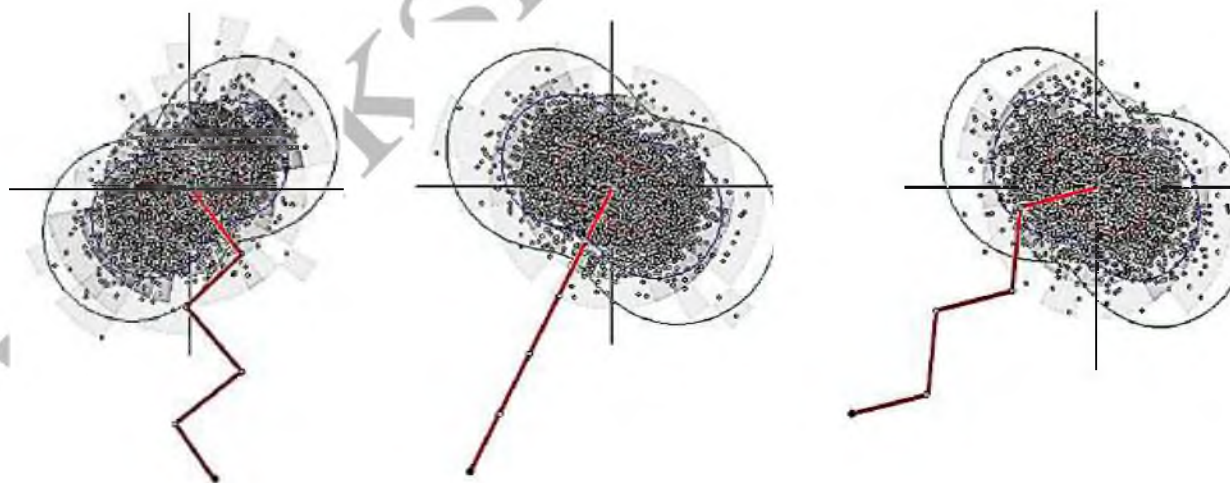


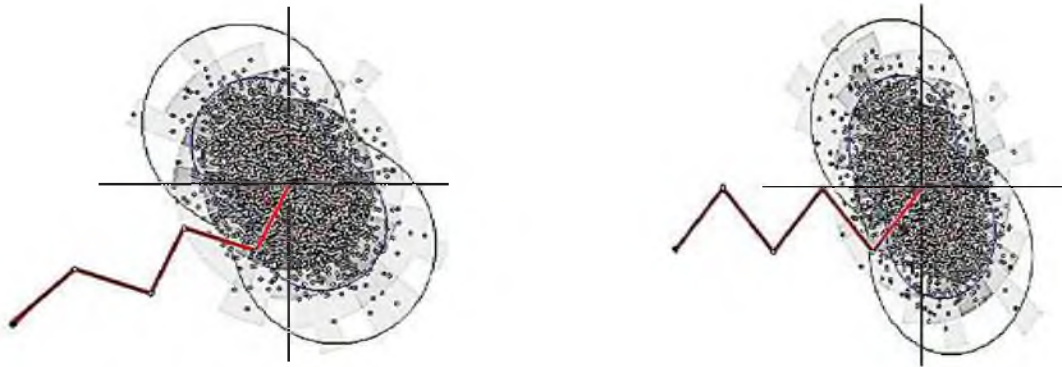


7.9-rasm. Turli murakkab shakldagi poligonometrik yo‘llar sxemasi:

*a – cho‘ziq yo‘llar; b –siniq cho‘ziq yo‘llar; v –aylana shakldagi yo‘l;
g– erkin shakldagi yo‘l*

7.19-rasmda modellashtirish natijalari xatolar ellipsini qurish bilan ko‘rsatilgan. Modelni bajarishda bir karra, ikki karra va uch karrali ellipslar chegarasiga kiruvchi nuqtalar soni aniqlanib, so‘ngra oxirgi nuqtani ellipsga tushish ehtimoli aniqlangan (7.9-jadval).





7.10-rasm. Cho'ziq shakldagi yo'llar uchun xatolar ellipsi

Modellashtirish natijalaridan ko'rinib turibdiki, oddiy yo'llar uchun yo'lining so'nggi nuqtasini xatolar ellipsiga tushish ehtimoli asosan normal taqsimlanish qonuning nazariy ehtimoliga mos tushadi (ellipsning birlamchi o'lchamlarini hisobga olinmaganda). Bu holatda nazariy ehtimoli 68% bo'lganda tushish ehtimoli 50-53 % atrofida bo'ladi.

Markshheyda

Oddiy shakldagi cho'ziq poligonometrik yo'llarning parametrlari

J toc h.	1			2			3			4			5		
	<i>K=1,39</i>			<i>K=1,00</i>			<i>K=1,10</i>			<i>K=1,02</i>			<i>K=1,21</i>		
	<i>Go</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>U</i> <i>zunl</i>	<i>Di</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>Go</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>U</i> <i>zunl</i>	<i>Di</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>Go</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>U</i> <i>zunl</i>	<i>Di</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>Go</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>U</i> <i>zunl</i>	<i>Di</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>Go</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>	<i>U</i> <i>zunl</i>	<i>Di</i> <i>r.burc</i> <i>h</i>
0															
		5 0	0		1 00	30		5 0	45		5 0	60		5 0	90
1	90			180			130			160			110		
		5 0	27 0		1 00	30		5 0	35 5		5 0	40		5 0	20
2	270			180			230			200			250		
		5 0	0		1 00	30		5 0	45		5 0	60		5 0	90
3	90			180			130			160			110		
		5 0	27 0		1 00	30		5 0	35 5		5 0	40		5 0	20
4	270			180			230			200			250		
		5 0	0		1 00	30		5 0	45		5 0	60		5 0	90

<i>Xatolar ellipsi parametrlari</i>															
	<i>m</i>	$\frac{2}{m}$	<i>3m</i>	<i>m</i>	$\frac{2}{m}$	<i>3m</i>	<i>m</i>	$\frac{2}{m}$	<i>3m</i>	<i>m</i>	$\frac{2}{m}$	<i>3m</i>	<i>m</i>	$\frac{2}{m}$	<i>3m</i>
<i>A</i>	0,0	0	0,0	0,0	0	0,1	0,0	0	0,0	0,0	0	0,1	0,0	0	0,0
<i>,m</i>	28	,056	84	36	,072	08	33	,066	99	35	,070	05	31	,062	93
<i>B</i>	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0
<i>,m</i>	12	,024	36	17	,034	51	15	,030	45	16	,032	48	14	,028	42
<i>M</i>	53,5			300,0			294,8			321,9			331,7		

7.2-jadval

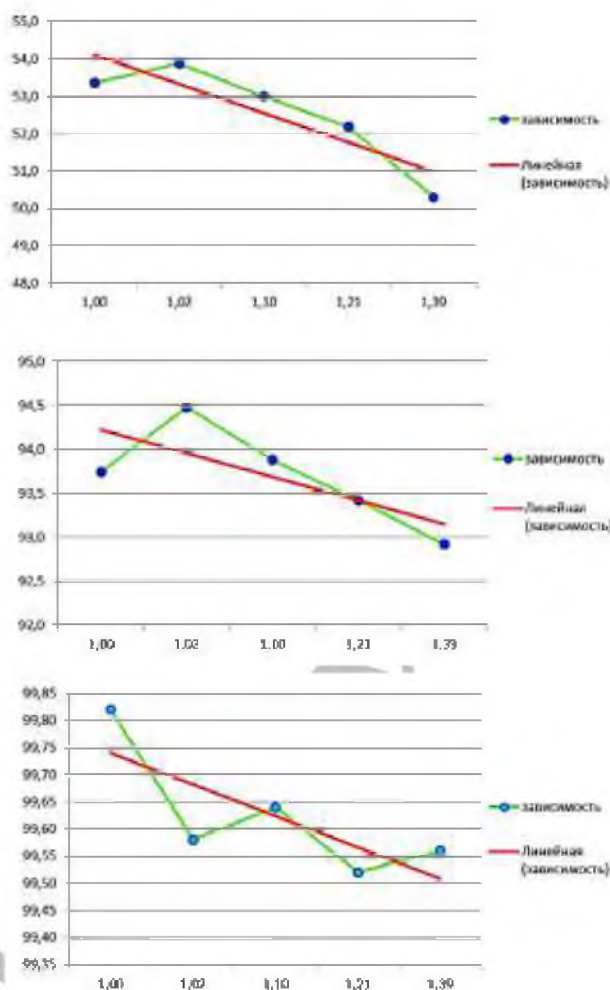
Oddiy shakldagi yo‘llar uchun ellips xududiga nuqtalarning tushish koeffitsientlari

Yo‘ 1 nomeri	Ellipsga tushgan nuqtalar soni n_1			Ellipsga tushmagan nuqtalar soni n_2			Nuqtalarning ellips xududiga tushish ehtimoli, ‘			Yo‘ning murakkablil ik koeffitsienti , k
	<i>m</i>	$\frac{2}{m}$	<i>3m</i>	<i>m</i>	$\frac{2}{m}$	<i>3m</i>	<i>m</i>	$\frac{2}{m}$	<i>3m</i>	
1	2	4	497	2	3	22	5	9	99,56	1,39
	515	646	8	485	54		0,3	2,92		
2	2	4	497	2	3	21	5	9	99,82	1,00
	668	687	9	332	13		3,36	3,74		

3	2 650	4 694	498 2	2 350	3 06	18	5 3	9 3,88	99,64	1,10
4	2 694	4 724	499 1	2 306	2 76	9	5 3,88	9 4,48	99,58	1,02
5	2 609	4 671	497 6	2 391	3 29	24	5 2,18	9 3,42	99,52	1,21

Markshedyderi

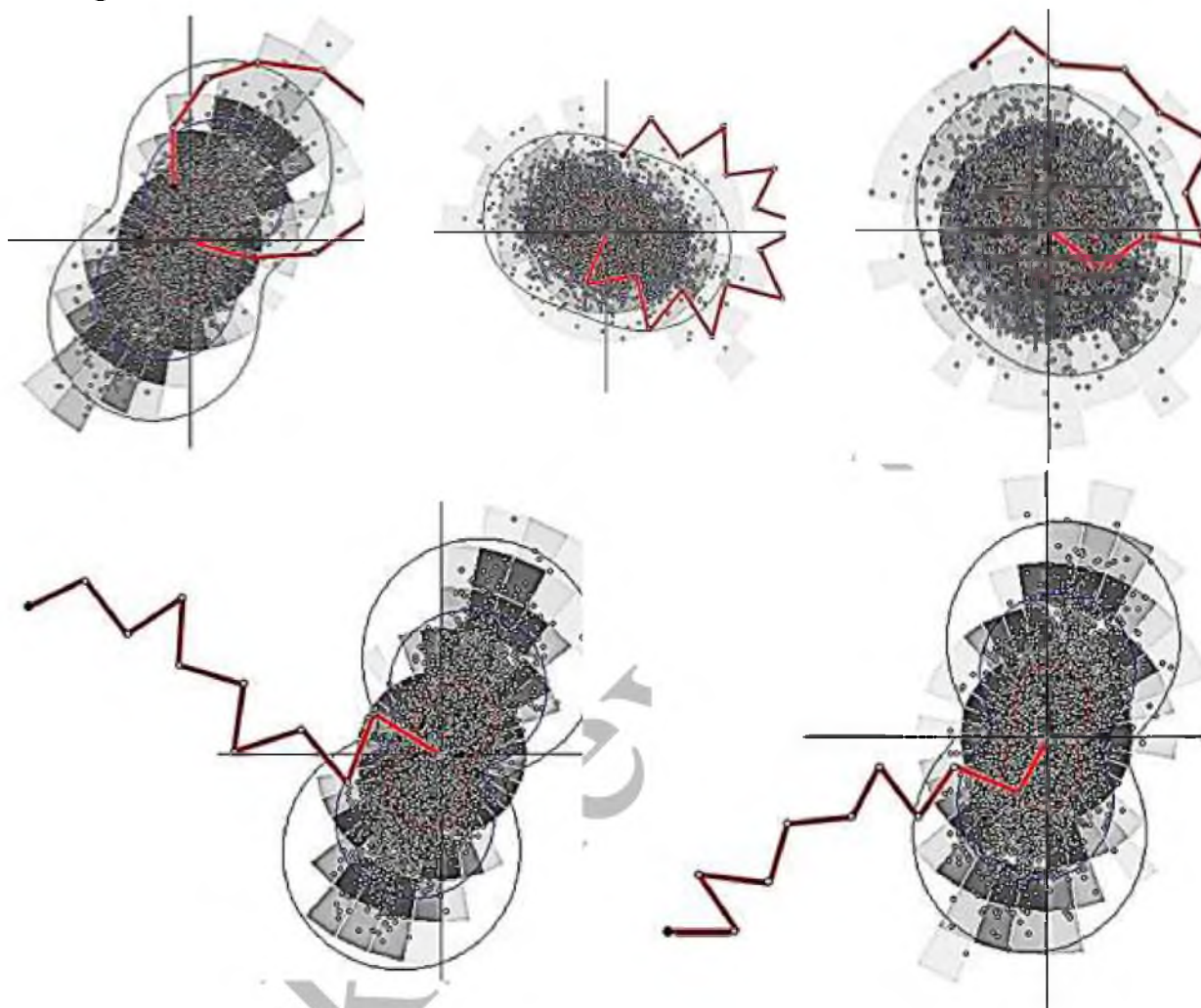
Ellipsning ikkilangan o'lchamlarida tushish ehtimoli 93-94% ni va nazariyda esa 95% ni tashkil etadi (7.20-rasm).



7.11-rasm. Oddiy yo'l so'nggi nuqtasining xatolar ellipsiga birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi o'lchamlarida tushish ehtimoli

Shunday qilib, oddiy shakldagi poligonometrik yo'llarni loyihalashda (murakkablik koeffitsienti 1,5gacha) chekli xato sifatida uning ikkilangan qiymatini olish mumkin, bu esa o'z navbatida poligonometrik yo'llarni o'tkazish ishlarida nisbatan sodda texnologiyalardan foydalanishga imkon beradi. Yuqorida keltirilgan shaklan sodda bo'lgan yo'llarni tahliliga o'xshash sxemasi 18, vva 18, grasmlarda keltirilgan murakkab yo'llarni modellashtirish bajarilgan. Modellashtirilayotgan yo'llarning parametrlari va xatolar ellipsining elementlari 7.10-jadvalda keltirilgan. Ushbu yo'llar uchun murakkablik ov koeffitsienti 1,59 dan 4,97 gacha o'zgartirilgan. 7.11-

jadvalda soʻnggi nuqtaning xatolar ellipsining konturiga tushish extimoli koʻrsatilgan. 7.21-rasmda murakkab shakldagi yoʻllar uchun xatolar ellipsi koʻrsatilgan.



7.12-rasm. Oddiy choʻziq shakldagi yoʻllar uchun xatolar ellipsi

Murakkab shakldagi cho'ziq poligonometrik yo'llarning parametrlari

to'ch	1			2			3			4			5		
	<i>K=1,76</i>			<i>K=4,05</i>			<i>K=4,96</i>			<i>K=1,59</i>			<i>K=1,77</i>		
	<i>G</i> <i>or.bu</i> <i>rch</i>	<i>U</i> <i>zun</i> <i>l</i>	<i>D</i> <i>ir.bu</i> <i>rch</i>	<i>G</i> <i>or.bu</i> <i>rch</i>	<i>U</i> <i>zun</i> <i>l</i>	<i>D</i> <i>ir.bu</i> <i>rch</i>	<i>G</i> <i>or.bu</i> <i>rch</i>	<i>U</i> <i>zun</i> <i>l</i>	<i>D</i> <i>ir.bu</i> <i>rch</i>	<i>G</i> <i>or.bu</i> <i>rch</i>	<i>U</i> <i>zun</i> <i>l</i>	<i>D</i> <i>ir.bu</i> <i>rch</i>	<i>G</i> <i>or.bu</i> <i>rch</i>	<i>U</i> <i>zun</i> <i>l</i>	<i>D</i> <i>ir.bu</i> <i>rch</i>
0															
1		5 0	0		5 0	30		5 0	45		5 0	60		5 0	90
2	20 0			26 0			26 0			27 0			60		
3		5 0	20		5 0	11 0		5 0	12 5		5 0	15 0		5 0	33 0
4	20 0			12 0			15 0			10 0			31 0		
5		5 0	40		5 0	50		5 0	95		5 0	70		5 0	10 0
6	20 0			28 0			22 0			30 0			10 0		
7		5 0	60		5 0	15 0		5 0	13 5		5 0	19 0		5 0	20

4	20 0			12 0			17 0			90			26 0		
		5 0	80		5 0	90		5 0	12 5		5 0	10 0		5 0	10 0
5	20 0			30 0			28 0			26 0			14 0		
		5 0	10 0		5 0	21 0		5 0	22 5		5 0	18 0		5 0	60
6	20 0			13 0			14 0			60			30 0		
		5 0	12 0		5 0	16 0		5 0	18 5		5 0	60		5 0	18 0
7	20 0			27 0			30 0			25 0			80		
		5 0	14 0		5 0	25 0		5 0	30 5		5 0	13 0		5 0	80
8	20 0			14 0			13 0			80			28 0		
		5 0	16 0		5 0	21 0		5 0	25 5		5 0	30		5 0	54 0
9	20 0			28 0			25 0			29 0			90		

		5 0	18 0		5 0	31 0		5 0	32 5		5 0	14 0		5 0	90
Xatolar ellipsi parametrlari															
	<i>m</i>	2 <i>m</i>	3 <i>m</i>	<i>M</i>	2 <i>m</i>	3 <i>m</i>	<i>m</i>	2 <i>m</i>	3 <i>m</i>	<i>m</i>	2 <i>m</i>	3 <i>m</i>	<i>m</i>	2 <i>m</i>	3 <i>m</i>
<i>,m</i>	0, 066	0 ,13 2	0, 198	0, 038	0 ,07 6	0, 114	0, 034	0 ,06 4	0, 102	0, 062	0 ,12 4	0, 186	0, 058	0 ,11 6	0, 174
<i>,m</i>	0, 030	0 ,06 0	0, 090	0, 026	0 ,05 2	0, 078	0, 027	0 ,05 4	0, 081	0, 019	0 ,03 8	0, 057	0, 022	0 ,04 4	0, 066
	27,0			290,1			329,9			21,9			9,9		

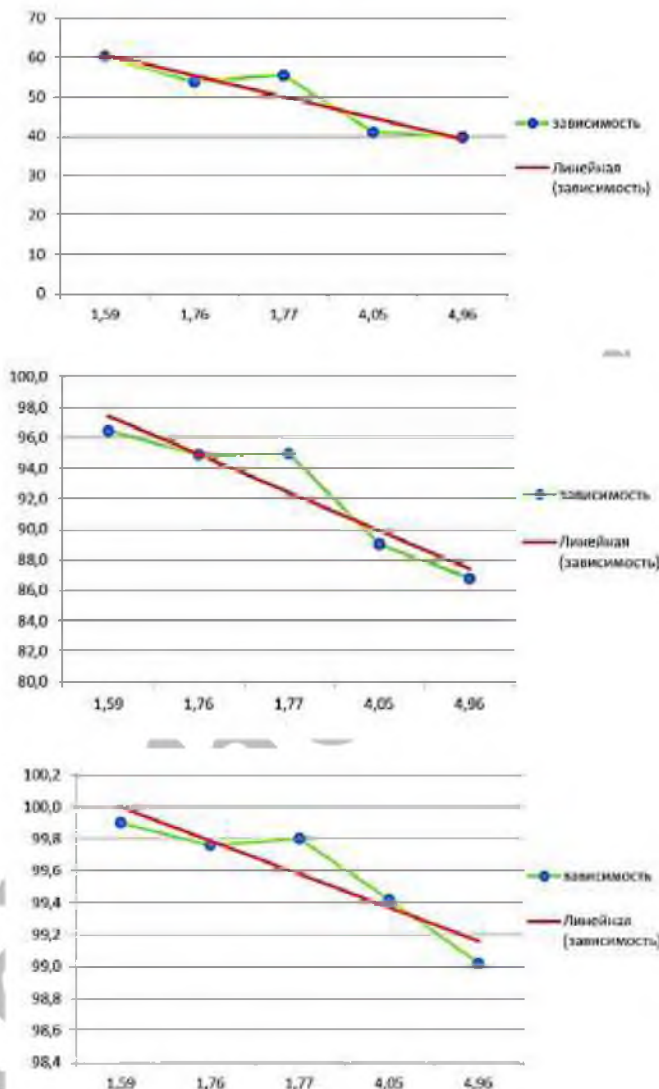
7.4-jadval

Murakkab shakldagi yo‘llar uchun ellips xududiga nuqtalarning tushish koeffitsientlari

Yo‘l o‘l nom eri	Ellipsga tushgan nuqtalar soni n_1			Ellipsga tushmagan nuqtalar soni n_2			Nuqtalarning ellips xududiga tushish ehtimoli, ‘			Yo‘lning murakkablili k koeffitsienti, k
	<i>m</i>	2 <i>m</i>	3 <i>m</i>	<i>m</i>	2 <i>m</i>	3 <i>m</i>	<i>m</i>	2 <i>m</i>	3 <i>m</i>	
1	2 689	4 744	4 988	2 311	2 56	1 2	5 3,78	9 4,88	99 ,76	1,76

2	2 051	4 451	4 971	2 949	5 49	2 9	4 1,02	8 9,02	99 ,42	4,05
3	1 985	4 340	4 951	3 015	6 60	4 9	3 9,7	8 6,8	99 ,02	4,96
4	3 011	4 823	4 995	1 989	1 77	5	6 0,22	9 6,46	99 ,9	1,59
5	2 774	4 747	4 990	2 226	2 53	1 0	5 5,48	9 4,94	99 ,8	1,77

Murakkab shakldagi yo‘llarning xatosini modellashtirish natijalarini tahlili shuni ko‘rsatadiki, bunday yo‘llar uchun xatto ellipsning ikkilangan o‘lchamlari ham yo‘lning so‘nggi nuqtasini xatolar ellipsiga tushish ehtimolini tahminlab bermaydi (7.11-jadval).



7.13-rasm. Oddiy yo‘l so‘nggi nuqtasining xatolar ellipsiga birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi o‘lchamlarida tushish ehtimoli

7.22-rasmda murakkablik koeffitsientini kattalashishi oqibatida yo‘lning so‘nggi nuqtasini xatolar ellipsi xududiga tushish ehtimoli kamayishi ko‘rsatilgan. Masalan, ellipsning birlamchi o‘lchamida nazariy ehtimoli 0,68 da tushish ehtimoli 0,6 dan 0,4 gacha o‘zgaradi. Ellipsning ikkilamchi o‘lchamida esa nazariy ehtimollik qiymati 0,95 ga teng bo‘lganda 0,87 dan 0,97 gacha o‘zgaradi. Shu bilan birga 0,97 ehtimollik

keltirilgan yo'llarning eng soddasida xosil bo'lishi mumkin. Faqat ellipsning uchlangan o'lchamlarigina yo'lning so'nggi nuqtasini kerakli tushish ehtimolini tahminlab beradi. Demak, murakkab poligonometrik yo'llarni loyihalashda (murakkablik koeffitsienti 1,5 dan katta) chekli xato sifatida o'rta kvadratik xatoni uchlangan qiymatidan foydalanish kerak, bu esa o'z navbatida nisbatan aniq asboblardan foydalanish zarurligini ko'rsatadi va o'lchash ishiga talabni kuchaytiradi.

Yuqorida aytilganlardan kelib chiqib quyidagi xulosalarni qilish mumkin. Zaruriy chekli o'rta kvadratik xato poligonometrik yo'lning murakkabligiga bog'liq holda aniqlanishi kerak. Oddiy yo'llar uchun chekli xato sifatida o'rta kvadratik xatoning ikkilangan qiymati yetarli bo'lsa, murakkab yo'llar uchun eng kamida uchlangan xato qiymati olinishi kerak.

SAVOLLAR:

1. O'lchangan argumentlar orasida qanday bog'liqlik bor?
2. O'lchangan argumentlarni aniqligi qanday baxolanadi?
3. Chekli xato nima?
4. Gorizont burchak o'lchash xatolarining turlari qanday?
5. Gorizont burchak aniqligiga qanday omillar sababchi?
6. Gorizont burchak aniqligini baholashni anday usullari bor?
7. Teodolitni markazlashtirish xatosi burchak o'lchash aniqligiga qanday tahsir ko'rsatadi?
8. Vertikal burchakni aniqligiga qanday omillar tahsir ko'rsatadi?
9. Vertikal burchakni aniqligini qanday baxolanadi?
10. Chiziqli o'lchash xatolariga qanday omillar tahsir ko'rsatadi?
11. Chiziqli o'lchash xatolari qanday turlari bor?
12. Chiziqli o'lchash xatolarini baxolashni qanday usullari bor?
13. Ozod poligonometrik yo'llarda xatolar qanday to'planadi?
14. Ozod poligonometrik yo'llarda xatolarni to'planishi sabablari qanday?
15. Ozod poligonometrik yo'lning so'nggi nuqtasi o'rtacha xatosi qanday topiladi?

16. Uzun poligonometrik yo'llarda burchak o'lchash xatolarni qanday to'planadi?
17. Uzun poligonometrik yo'llarda burchak o'lchash xatolarini qanday kamaytirish usullari bor?
18. Uzun poligonometrik yo'llarda burchak o'lchash xatolarini qanday aniqlash usullari bor?
19. Giroteodolit yo'llarida xatolar qanday to'planadi?
20. Cho'ziq poligonometrik yo'llarga qanday yo'llar kiradi?
21. Cho'ziq poligonometrik yo'llarda xatolar qanday to'planadi?
22. Chiziqli yo'llarda xatolar qanday hisoblanadi?
23. Cho'ziq poligonometrik yo'llar xatolari xaqida xulosalar
24. Cho'ziq va erkin shakldagi yo'llarda xatolarni kelib chiqishi.
25. Xatolar ellipsi nima?
26. Xatolar ellipsi qanday quriladi?
27. Poligonometrik yo'llar xaqida tushuncha.
28. Yo'lni so'nggi nuqta xatosiga qanday omillar ta'sir etadi?
29. Poligonometrik yo'llar xatosini matematik modellashtirish usuli nimadan iborat?

8. Nivelir yo'llarida xatolarning to'planishi

Nivelirlash deb, alohida nuqtalarni balandlik qiymatlarini (Z koordinatasini) aniqlash uchun bajariladigan marksheyderlik-geodezik ishlar yig'indisiga aytiladi. Konlarni yer osti usulida qazishda nivelirlashning asosiy vazifalariga quyidagilar kiradi:

- Kon lahimlarining turli joylariga o'rnatilgan punktlarning balandlik qiymatlarini aniqlash;
- Kon lahimlarini balandlik bo'yicha xolatlarini aniqlash;
- Turli masalalarni yechishda kon lahimlariga vertikal tekislikda yo'nalish ko'rsatish;
- Kon lahimlari va relg'sli yo'llarni nishabligini nazorati.

Kon lahimlarining balandlik qiymatlarini konchilik korxonasida qabul qilingan balandlik tizimida aniqlash kerak. Shu sababli korxonalar marsheyderining vazifasiga shuningdek kon ishlari gorizontiga yer yuzasidagi balandlik qiymatlarini uzatish kiradi. Kon lahimlaridagi

tayanch tarmog‘i punktlariga balandlikni ikki marta tikka va qiya lahim , yoki gorizontal lahimlar orqali uzatilishi kerak.

Tikka lahimlar orqali balandlikni uzatishda krakli aniqlikni tahminlaydigan glubinomer DA 2, shaxta lentasi va boshqa asboblarda bajarish tavsiya qilinadi. Balandlikni DA2 asbobi bilan uzatishda asbobdan foydalanish yo‘riqnomasi asosida bajarish kerak. Balandlikni uzatishdan avval va ish oxirida yer yuzasida va gorizontda xavo harorati o‘lchanishi kerak.

Ikki bir biriga bog‘liq bo‘lmagan balandlik uzatish qiymatlari farqi quyidagidan oshmasligi kerak:

$$\Delta h = 0,0003N, \quad 8.1$$

bu yerda N –shaxta stvoli chuqurligi.

Farq yo‘l qo‘yarli darajada bo‘lsa, yakuniy qiymat sifatida ikki aniqlangan qiymatning o‘rta arifmetik qiymati qabul qilinadi.

Konchilik korxonalarida odatda ikki xil nivelirlash ya‘ni geometrik va trigonometrik nivelirlash bajariladi. Aniqligi bo‘yicha geometrik nivelirlash texnik nivelirlashga to‘g‘ri keladi.

Texnik nivelirlashni odatda qiyaligi 5° - 6° bo‘lgan lahimlarda bajaradilar. Qiyaligi katta qiya lahimlarda trigonometrik nivelirlash bajarilib, uni poligonometrik yo‘l bilan bir vaqtda qilish tavsiya etiladi.

Nivelirlashdan avval boshlang‘ich sifatida foydalaniladigan reperlarning mustaxkamligi tekshirilishi kerak. Reperlararo nazorat o‘lchovlari qiymatlari bilan avval aniqlangan qiymatlar farqi texnik nivelirlashda 15 mm dan va trigonometrik nivelirlashda $0,0006 \cdot l$ dan oshmasligi kerak, bu yerda l – chiziq uzunligi.

Balandlikni trigonometrik nivelirlash bilan uzatishda vertikal burchaklarni pasportda ko‘rsatilgan vertikal burchak o‘lchash o‘rta kvadratik xatosi $25''$ bo‘lgan teodolitlarda bir priyomda to‘g‘ri va teskari yo‘nalishlarda o‘lchanishi kerak. Nol o‘rni qiymatining farqi 1,5' dan oshmasligi kerak.

Tomon uzunliklarini yer osti poligonometrik yo‘llarda chiziqli o‘lchash talablariga binoan o‘lchanadi. Asbob va signal balandliklari ikki marta o‘lchanib, sanoqlar millimetrgacha olinadi.

Nisbiy balandliklar farqi bir chiziq uchun $0,0004l$ dan katta bo'lmashligi kerak, bu yerda l —chiziq uzunligi. Butun yo'l uchun to'g'ri va teskari yo'nalishlarda aniqlangan nisbiy balandliklar farqi $100\sqrt{L}$ dan katta bo'lmashligi kerak, L —yo'l uzunligi, km.

Texnik nivelirlashda to'g'ri va teskari yo'nalishlarda berk yoki osma yo'llar o'tkazish tavsiya etiladi. Nivelir va reyka orasidagi masofa 100 m. dan oshmasligi kerak. Reykadan sanoqlar millimetrgacha olinishi kerak; reykaning qora va qizil tomonidan aniqlangan yoki turli asbob gorizontida aniqlangan nisbiy balandliklar farqi 10 mm. dan oshmasligi kerak. Texnik nivelirlash yo'llarida bog'lanmaslik qiymati $50\sqrt{L}$, mm. dan oshmasligi kerak, bu yerda L —yo'l uzunligi, km.

8.1. Geometrik nivelirlash xatoligi

Nivelir yo'lining so'nggi nuqtasini balandlik qiymati H_k quyidagicha aniqlanadi

$$H_k = H_0 + \sum_{i=1}^k \Delta h_i, \quad 8.2$$

bu yerda H_0 — yo'lining boshlang'ich nuqtasini balandlik qiymati;

Δh_i — nivelir yo'lining nuqtalari orasidagi nisbiy balandliklar

Agar alohida nisbiy balandliklarni aniqlashni o'rtacha xatoligini $m_1, m_2, m_3, \dots, m_k$, belgilasak, u holda

$$m_H^2 = m_{H_0}^2 + m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + \dots + m_k^2. \quad 8.3$$

Piketlar oralig'i tengligini hisobga olsak, quyidagicha yozish mumkin

$$m_1 = m_2 = m_3 = \dots = m_k = m_{\Delta h}. \quad 8.4$$

U holda

$$m_H^2 = m_{H_0}^2 + n \cdot m_{\Delta h}^2. \quad 8.5$$

Xatolik $m_{H_0}^2$ yo'lining shaxsiy xatolariga bog'liq bo'lmay va uning qiymati noma'lum bo'lsa, quyidagicha yozish mumkin

$$m_H^2 = n \cdot m_{\Delta h}^2, \quad 8.6$$

bu yerda n — yo'ldagi stantsiyalar soni;

$m_{\Delta h}^2$ — bir nisbiy balandlikni aniqlash o'rtacha xatosi.

Bir nisbiy balandlikni o'rtacha xatosi $m_{\Delta h}^2$, orqa va oldi reykanan olingan sanoqlar shartli ravishda teng desak, quyidagicha bo'ladi

$$m_{\Delta h}^2 = m_o^2 + m_o^2. \quad 8.7$$

U holda nivelirlash xatosini quyidagidan aniqlash mumkin:

$$m_H^2 = n \cdot m_{\Delta h}^2 = 2 \cdot n \cdot m_o^2, \quad 8.8$$

yoki

$$m_H = m_o \sqrt{2 \cdot n}. \quad 8.9$$

Reykadan sanoq olish xatosiga quyidagi omillar ta'sir ko'rsatadi:

- vizirlash tufayli xosil bo'lgan reykanan sanoq olish xatosi m_v ;
- nivelir tsilindrik adilak o'qini gorizontol xolatga keltirish xatosi tufayli xosil bo'lgan reykanan sanoq olish xatosi m_τ ;
- reykanan olingan sanoqni yiriklash xatosi m_{ok} .

Birinchi va ikkinchi xatolar qo'llanilayotgan asbobning tipiga bog'liq bo'lib, asbob xatosini tashkil qiladi

$$m_i = \sqrt{m_v^2 + m_\tau^2}. \quad 8.10$$

Sanoq olish nivelirni mo'ljalga yo'naltirilib bir ip orqali olinishi sababli, vizirlash burchak xatosi taxminan 100" ga teng. Ko'rish trubasini kattalashtirishini hisobga olgan holda vizirlash burchak o'lchash xatosi V quyidagiga teng bo'ladi

$$m_v = \frac{100''}{V}. \quad 8.11$$

Nivelirdan l masofada turgan reykanan olingan sanoq xatosi quyidagini tashkil qiladi:

$$m_v = l \frac{100''}{\rho V}. \quad 8.12$$

Silindrik adilak pufakchasini markazga keltirish xatosi $\pm 0,1 \cdot \tau$ bo'lganligi munosabati bilan, adilak noto'g'ri o'rnatish sababli xosil bo'lgan sanoq xatosini quyidagicha yozish mumkin:

$$m_\tau = \frac{0,1 \cdot \tau}{\rho} l, \quad 8.13$$

bu yerda τ – nivelir gorizontoladilagining shkalasi aniqligi.

Kompensatorli nivelirlar uchun m_{τ} qiymati asbob pasportida keltirilgan.

Shunday qilib, (8.10) e'tiborga olgan holda nivelirning asbob xatoligi quyidagiga teng bo'ladi

$$m_i = \pm \frac{l}{\rho} \sqrt{\frac{10000}{V^2} + 0,01 \cdot \tau^2}, \quad 8.14$$

yoki l metrlarda, va m_i millimetrlarda bo'lsa, quyidagini olamiz:

$$m_i = \pm \frac{l}{2060} \sqrt{\frac{1000000}{V^2} + \tau^2}. \quad 8.15$$

Har bir nivelirda ko'rish trubasining kattalashtirish qiymati va tsilindrik adilak shkalasi aniqligi o'rtasida ma'lum bog'liqlik bo'lishi kerak. Agar adilak yetarli darajada sezgir bo'lmasa, u holda asbobning vizirlash o'qini gorizontol xolatga kerakli aniqlikda keltirish imkoniyati bo'lmay, reykanan sanoq olishni iloji bo'lmaydi. Boshqa tomondan adilak o'ta sezgir bo'lib, ko'rish trubasining kattalashtirishi yetarli bo'lmasa, ko'rish trubasini qiyaligi o'zgarganda reykanan sanoq o'zgarmay qoladi. Shunday qilib quyidagiga e'tibor qaratish kerak

$$0,1 \cdot \tau \leq \frac{100''}{V}. \quad 8.16$$

Buni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\begin{aligned} \tau &\leq \frac{1000}{V}; \\ V &\geq \frac{1000}{\tau}. \end{aligned} \quad 8.17$$

Topilgan natijalarni formulalar 8.14 va 8.15ga qo'yib quyidagi ikkita formulani olamiz

$$\begin{aligned} m_i &= \pm \frac{l}{2060} \sqrt{\frac{1000000}{V^2} + \frac{1000000}{V^2}} = \pm 0,7 \frac{l}{V}; \\ m_i &= \pm \frac{l}{2060} \sqrt{\frac{1000000}{1000000} \tau^2 + \tau^2} = \pm 0,0007 \cdot l \cdot \tau. \end{aligned} \quad 8.18$$

Texnik nivelirlashda stantsiyalarda reykanan olingan sanoq 1 mm gacha yiriklanadi. U holda reykanan olingan sanoq umumiy xatosi quyidagiga teng

$$m_o = \pm \sqrt{m_i^2 + m_{ok}^2} = \pm \sqrt{\left(0,7 \frac{l}{V}\right)^2 + 1}; \quad 8.19$$

$$m_o = \pm \sqrt{(0,0007 \cdot l \cdot \tau)^2 + 1}.$$

Yuqoridagini va (8.10) formulani hisobga olgan holda butun nivelir yoʻlining xatoligi quyidagiga teng

$$m_H = \pm \sqrt{\left[\left(0,7 \frac{l}{V}\right)^2 + 1\right] \cdot 2n}; \quad 8.20$$

$$m_H = \pm \sqrt{[(0,0007 \cdot l \cdot \tau)^2 + 1] \cdot 2n}. \quad 8.21$$

Birinchi formula koʻrish trubasining kattalashtirish qiymati maʼlum boʻlsa, ikkinchisi tsilindrik adalak shklasining aniqligi maʼlum boʻlgan xolat uchun xatoni topish imkoniyatini beradi.

8.2. Trigonometrik nivelirlash xatoligi

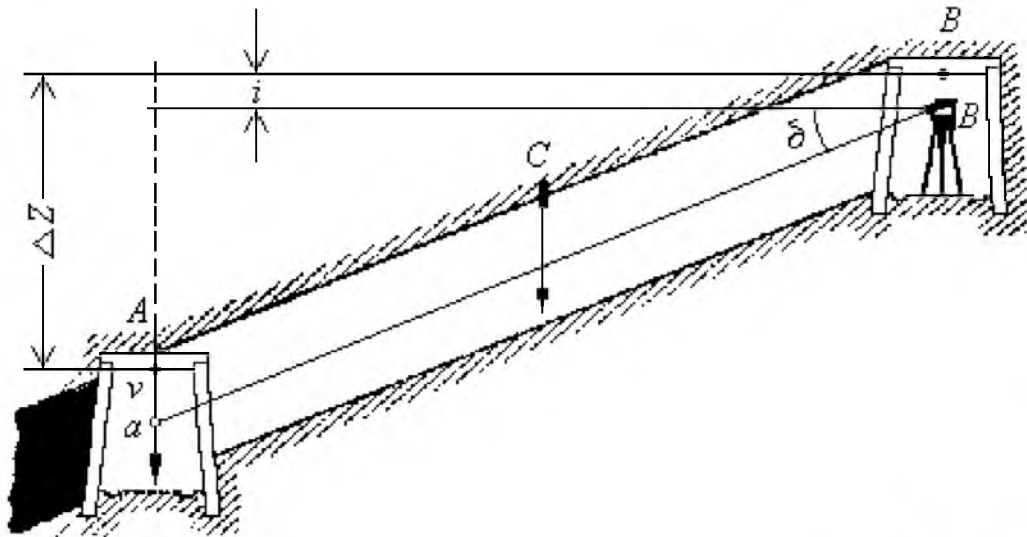
Trigonometrik nivelirlashda (8.1-rasm) bir punktning ikkinchisiga nisbatan nisbiy balandligi quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\Delta Z = l \cdot \sin \delta \pm v \pm i. \quad 8.22$$

bu yerda v va i A va V nuqtalarning qaerda mahkamlanganligiga laxm shipida yoki polidaligiga bogʻliq. Trigonometrik nivelirlashda bir martalik nisbiy balandlikni aniqlashdagi oʻrtacha xato quyidagiga teng

$$M_{\Delta Z}^2 = \left(\frac{\partial \Delta Z}{\partial l}\right)^2 m_l^2 + \left(\frac{\partial \Delta Z}{\partial \delta}\right)^2 m_\delta^2 + \left(\frac{\partial \Delta Z}{\partial v}\right)^2 m_v^2 + \left(\frac{\partial \Delta Z}{\partial i}\right)^2 m_i^2; \quad 8.23$$

$$M_{\Delta Z}^2 = \sin^2 \delta \cdot m_l^2 + l^2 \cos^2 \delta \cdot m_\delta^2 + m_v^2 + m_i^2. \quad 8.24$$



8.1-rasm. Trigonometrik nivelirlash sxemasi

Soʻnggi punktning boshlangʻichga nisbatan balandligi oraliq nuqtalar nisbiy balandliklari yigʻindisi sifatida quyidagicha aniqlanadi

$$\Delta Z = \Delta Z_1 + \Delta Z_2 + \dots + \Delta Z_n. \quad 8.25$$

bu yerdan trigonometrik nivelirlashning hamma yoʻli uchun oʻrtacha xatolik quyidagini tashkil qiladi:

$$M_{\Delta Z}^2 = m_{\Delta Z_1}^2 + m_{\Delta Z_2}^2 + \dots + m_{\Delta Z_n}^2. \quad 8.26$$

Yoki, hamma stantsiyalarda asbob va vizirlash balandliklarini aniqlash xatoligini bir xil deb olsak, u holda quyidagini olamiz

$$M_{\Delta Z}^2 = \frac{m_{\delta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^n l_i^2 \cos^2 \delta_i + \sum_{i=1}^n m_i^2 \cdot \sin^2 \delta + n \cdot m_v^2 + n \cdot m_i^2. \quad 8.27$$

Formuladagi birinchi xadi gorizontal uzunlik l_{Gor} . Yigʻindisidan iborat boʻlsa, ikkinchisi esa tomonlarning uzunligini oʻlchash xatolarini yigʻindisidan iborat. Tomon uzunliklari asosan ruletkada oʻlchanadigan yer osti trigonometrik nivelirlash sharoiti uchun quyidagicha yozish mumkin

$$M_{\Delta Z}^2 = \frac{m_{\delta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^n l_{Gor_i}^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i \cdot \sin^2 \delta + \lambda^2 \sum_{i=1}^n \Delta Z_i^2 + n \cdot m_v^2 + n \cdot m_i^2. \quad 8.28$$

Tomon uzunligini boshqa usulda (svetodalnomer va boshqalar) oʻlchanganda trigonometrik nivelirlashning oʻrtacha xatoligi quyidagiga teng

$$M_{\Delta Z}^2 = \frac{m_{\delta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^n l_{\Gamma op_i}^2 + \sum_{i=1}^n m_v^2 \cdot \sin^2 \delta + n \cdot m_v^2 + n \cdot m_i^2. \quad 8.29$$

Agar trigonometrik nivelirlash tomon yo‘lining tomon uzunliklari va tomon qiyalik burchaklari teng bo‘lgan xolat bo‘lsa, u xolda:

$$M_{\Delta Z} = \pm m_{\Delta Z} \sqrt{n}. \quad 8.30$$

Hamma o‘lchash ishlarini ikki marta (to‘g‘ri va teskari yo‘nalishlarda) bajarilishi sababli (8.28) yoki (8.29) trigonometrik nivelirlashning o‘rtacha xatolik formulasini $\sqrt{2}$ ga bo‘lish kerak. Chekli xato sifatida yo‘lining uchlangan xatosini olish tavsiya qilinadi

$$M_{\Delta Z_{\text{Иред}}} = \pm \frac{3 \cdot M_{\Delta Z}}{\sqrt{2}}. \quad 8.31$$

m_i va m_v o‘lchash xatolari taxminan 2–3 mm ni tashkil qiladi. Ushbu xatolar nisbiy xatolik tarkibiga kirib, uning nisbatan katta qismini egallaydi. Shu sababli asbob balandligi va vizirlash balandliklarini e‘tiborni kuchaytirgan xolda o‘lchash kerak. Yuqoridagilarni e‘tiborga olgan xolda “Marksheyderlik ishlarining texnik yo‘riqnomasi” talablariga asosan asbob va signal balandliklari ikki marta ruletka bilan o‘lchanib sanoqlar millimetrgacha olinishi kerak (punkt 194).

Trigonometrik nivelirlash tomon uzunliklari “Marksheyderlik ishlarining texnik yo‘riqnomasi”ning yer osti poligonometrik yo‘llarini chiziqli o‘lchashlari talablariga asosan o‘lchash tavsiya etiladi.

Bir chiziqning to‘g‘ri va teskari yo‘nalishlardagi nisbiy balandliklari farqi $\pm 0,0004l$, dan katta bo‘lmasligi kerak, bu yerda, l – tomon uzunligi. Yo‘lining hamma qismi uchun to‘g‘ri va teskari yo‘nalishlarda aniqlangan nisbiy balandliklar farqi $100\sqrt{L}$ dan oshmasligi kerak, bu yerda, L – yo‘l uzunligi, km.

$$\begin{aligned} M_{\Delta Z}^2 &= \frac{m_{\delta}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^n l_{\Gamma op_i}^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i \cdot \sin^2 \delta + \lambda^2 \sum_{i=1}^n \Delta Z_i^2 + n \cdot m_v^2 + n \cdot m_i^2 = \\ &= \frac{10,4^2}{206265^2} 10 \cdot 60^2 + 10 \cdot 0,002^2 + 10 \cdot 0,002^2 = 171,5 \cdot 10^{-6}; \end{aligned} \quad 8.32$$

$$M_{\Delta Z} = 13,1 \cdot 10^{-3} \text{ m};$$

$$M_{\Delta Z_{\text{Иред}}} = 3 \cdot 13,1 \cdot 10^{-3} = 39,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

Solishtirishdan ko'rinib turibdiki, geometrik nivelirlashning xatoligi trigonometrik nivelirlashga nisbatan kichik. Shu bilan birga geometrik nivelirlashning xatosini yana ham kamaytirish mumkin, masalan nivelirlashni to'g'ri va teskari yo'nalishlarda yoki asbobni ikkita gorizontida o'lchash orqali. Shu sababli trigonometrik nivelirlashni faqat geometrik nivelirlashni imkoni bo'lmagan hollardagina ishlatish kerak.

9. Kon lahimlari uchrashuvi aniqligini hisoblash.

9.1. Kon lahimlarini qarama-qarshi o'tishda marksheyderlik ishlariga qo'yiladigan umumiy talablar. Qarama-qarshi o'tishda ishlarni tashkillashtirish

Shaxtalarni qurishda, rekonstruktsiya va ekspluatatsiya qilish jarayonlarida keng miqyosda lahimlarni qarama-qarshi o'tkazish qo'llanilib, u obhektni ishga tushirish vaqtini ancha qisqartiradi. Lahimlarni qarama-qarshi o'tishni lahimlar sboykasi yoki oddiygina qilib **sboyka** deyiladi.

Marksheyder qo'pol xatolarga yo'l qo'ymaslik choralarini ko'rishi kerak, aks xolda bu katta xarajatlarga olib kelishi mumkin. SHuning uchun texnik jihatdan aniqlikni kafolatlaydigan kuzatish uslubini tanlash zarur. Hamma turdagi sboykalarni uchta asosiy ko'rinishi bor.

- Bir shaxta xududida o'tkaziladigan sboyka.Lahim kovjoylari o'zaro tutashadi.

- Turli shaxtalardan o'tkaziladigan sboyka.

- Vertikal lahimlar sboykasi.

O'z navbatida 1-chi va 2-chi tipdagi sboykalar ikki gruxga bo'linadi:

- Yo'naltiruvchilar bo'yicha sboyka .

- Yo'naltiruvchisiz sboyka.

Sboykalarni hamma turida lahimlarni o'tishda uch xil yo'nalish mavjud.

- Sboyka o'qi bo'yicha– Y' (vertikal lahimlardan tashqari).

- Sboykani X' o'qiga perpendikulyar.

- Z vertikal tekisligida

Har bir sboykada bir yoki ikki yoʻnalish hisoblanib, bir ikkitasi esa ikkilamchi (ozod yoʻnalishlar) hisoblanadi. Masalan, qiyalik burchagi $15-20^{\circ}$ dan kichik boʻlmagan yoʻnaltiruvchi boʻyicha oʻtkazilayotgan shtrek bitta bosh yoʻnalish $-Z$ va ikkita ozod $-Y'$ va X' yoʻnalishlariga ega.

Kvershlag uchun esa $-ikkita$ bosh yoʻnalish Z va X' va bitta ozod Y' yoʻnalish bor.

Lahimlarni oʻtkazishda asosiy eʼtiborni bosh yoʻnalishga qaratish lozim.

Sboykada marksheyder quyidagi ish etaplariga rioya qilishi kerak.

1. Sboyka loyihasini tuzish. Lahimlarni qarama qarshi oʻtishni tahminlash maqsadida tashkilotning texnik raxbariyati tomonidan tasdiqlangan marksheyderlik ishlari loyihasi tuziladi. Loyiha bosh yoʻnalish boʻyicha lahimlarning yoʻl qoʻladigan uchrashish xatolari qiymatidan, kovjoylarni uchrashish aniqligini baxolashdan va marksheyderlik ishlarini bajarish uslubini bayonidan iborat boʻladi.

2. Marksheyderlik ishlarni bajarish usulini tanlash. Loyihada asboblar va oʻlchash usullari haqida qisqacha tushuntirish xati berilgan boʻladi.

3. Kovjoylarni uchrashish chekli xatosi, quyidagi ketma-ketlikda bajariladi:

- kovjoylarni uchrashish xatolarini bosh yoʻnalish boʻyicha baholash xar biri uchun alohida bajarilib, ular kovjoylarni uchrashish umumiy xatosini tashkil kiladi;

- bosh yoʻnalish boʻyicha kovjoylarning umumiy oʻrtacha xatosini aniqlash;

- kovjoylarning kutilayotgan xatosini aniqlash, bu xato sifatida oʻrtacha xatoning uchlangan qiymati olinadi.

Yuqori aniqlik talab qilinmaydigan sboykalarni oʻtishda, qarama-qarshi oʻtilayotgan kovjoylarni uchrashishini tahminlash maxsus hisoblash ishlarisiz amalga oshiriladi.

4. Kutilayotgan xatoni yoʻl qoʻyarli bilan solishtirish. Agar hisoblash natijasida olingan kutilayotgan xato qiymati belgilangan mehyordan oshmasa, kovjoylarni uchrashish xatosini baxolash shu bilan yakunlanadi.

Aks xolda hisoblash ishlarini ketma ketligini saqlagan xolda qaytarish kerak, bu xolda nisbatan aniq ishlash usullari va aniq marksheyderlik asboblari (masalan girotomonlarni aniqlash, uzunliklarni svetodalnomer yoki zamonaviy lazer asboblarida o'lchash), zarurat tug'ilganda esa hamma turdagi ishlar uchun kuzatish sonini ko'paytirish kerak, chunki ular asosan kutilayotgan umumiy uchrashish xatosi qiymatini kamayishiga olib keladi. Qarama-qarshi kovjoylarning uchrashish xatosining yo'l qo'yarli qiymati inshootning turiga, kon lahimlarining mahkamlanishiga bog'liq bo'lib, loyiha tomonidan belgilangan bo'ladi.

5. Marksheyderlik syemkalarini bajarish. O'lchashdagi qo'pol xatolarni bartaraf etish maqsadida ichki nazorat bo'lishidan qathiy nazar marksheyderlik ishlar eng kamida ikki marta bajarilishi kerak, imkoni boricha turli usul va turli bajaruvchilar yordamida. Agar kon lahimlarida poligonometrik yo'lni o'tish ishlari bir kishi tomonidan amalga oshirilgan bo'lsa, ikkinchi yo'lni yangi punktlar bo'yicha o'tkazish kerak. Nazorat uchun yo'ldagi bir nechta tomonni umumiy qilib olish kerak. Poligonometrik yo'llarning yo'nalish ko'rsatish uchun mo'ljallangan so'nggi punktlari (kamida uchta), doimiy markazlar bilan mahkamlanadi. Nazorat yo'llarini kovjoyini eng kamida siljishini xar 500 m.dan so'ng o'tkazish kerak. Kovjoylar orasidagi masofa 50m. va konveyer lahimlarida 150m. qolganda lahimlarga yakuniy yo'nalish so'nggi nuqta koordinatalari asosida aniqlanadi.

6. Joyda yo'nalish ko'rsatish. Kovjoyini qazish ishlarini siljishiga qarab yo'nalish bir necha marta beriladi. Gorizont va qiya lahimlarga yo'nalish o'q bo'yicha, loyiha hujjatlarida ko'rsatilgan burilish burchaklari va rels qiyaliklari bo'yicha tayanch va shemka tarmog'i punktlaridan beriladi. Gorizont tekislikda yo'nalish shovunlar yordamida ko'rsatilib, lazer nurli yo'nalish ko'rsatish asbobi yoki boshqa asbob va usullarda beriladi. Shovunlarni bir chiziqda turishini taminlash uchun nazorat burchagi va masofalar o'lchanadi. Yo'nalish ko'rsatuvchi shovunlar soni eng kamida uchta bo'lishi kerak. Ipli shovunlar oralig'i 2–3 m, va yoritiladigan shovunlar oralig'i 10 m dan kichik bo'lmasligi kerak. Gorizont yo'nalish bo'yicha lazer nurini 3–4 nazorat shovunlari orqali o'rnatish kerak, bu yerda asbobdan eng chekkadagi shovungacha

eng kamida nur uzunligi 300 m bo'lganda amalga oshiriladi, 25 m va nur uzunligi 300–500 m gacha bo'lganda asbobdan 50–100 m qilib bajariladi. Qattiq jinsli lahimlarda ipli shovunlar yordamida yo'nalish ko'rsatish uchun yo'nalishni maxsus shpurlar bilan mahkamlangan eng kamida ikkita marksheyderlik markazlari bilan belgilash kerak. Gipsometriyasi saqlangan xolat uchun ipli va yoritiladigan shovunlar bilan kovjoylar oralig'i– 80m.gacha va lazerli yo'nalish ko'rsatish asbobi uchun– 500 m gacha bo'lishi mumkin. Quvvati katta statsionar konveyerlar o'rnatiladigan lahimlarga yo'nalish ko'rsatish yer osti poligonometrik punktlaridan olib borilpadi. Lahim devorlarini syemkasini eng kamida xar 10 m. amalga oshiriladi. Lahimlarning uchrashuviga yakuniy yo'nalish kovjoylar orasidagi masofa 50m. qolganda aniqlanadi.

7. Lahimlarning o'titishini nazorati. Teodolit yo'llari punktlarini kovjoylarga yo'naltiruvchi bo'yicha o'tayotgan lahimlarda 50 m va yo'nalish bo'yicha – 100 mgacha bo'ladi. Havfli chegara zonasi yo'nalishi bo'yicha o'tilayotgan lahimlarda teodolit yo'lini kovjoyning siljishiga qarab masofani 20 m. dan katta qilmay o'tkazish kerak. Bunday xolatlarda punktlarning koordinatalari mustasno tariqasida ikki marta aniqlanishi kerak. Kovjoy oralig'idagi masofa 20 m qolganda bosh marksheyder qazish ishlarini olib borayotgan tashkilot bosh muxandisi va uchastka boshliqlariga yozma tarzda ma'lum qilishi kerak. Murakkab kon- texnik sharoitlarda lahimlarning sboykasi bo'ladigan masofa haqida takror ogoxlantirish vaqtini konchilik korxonasi bosh muxandisi belgilaydi.

8. Sboykaning haqiqiy xatosini aniqlash. Sboykadan so'ng kovjoylarning uchrashish farqi o'lgangan va bog'lanmaslik qiymatlari hisoblangan bo'lishi kerak. Sboyka haqidagi hamma ma'lumotlar koordinatalar hisoblash vedomostiga kiritilishi kerak.

Kichik masofalarda o'tkaziladigan ikkilamchi lahimlarning sboykasida 2,4,8 punktlarning talablarini bajarish shart emas. Hozirgi vaqtda turli kon lahimlari kovjoylarini uchrashish xatosi bo'yicha qo'yiladigan yagona tavsiyalar yo'q. Har bir konkret xolatlarda lahimning nimaga qo'llanishligi va yer osti transporti turiga qarab yo'l qo'yarli xatolik o'rnatiladi. "Marksheyderlik ishlarini bajarish bo'yicha

yo'riqnoma"da qarama-qarshi kovjoylarning uchrashuvi yo'1 qo'yarli xatosi sifatida quyidagilar keltirilgan: planda 0,6 m, balandlik bo'yicha– 0,3 m, bu esa kop turdagi yer osti transportlari ekspluatatsiyasi qoidalariga mos tushadi. Temir yo'1 tonnellari va metro qurilishida qarama-qarshi kovjoylarni o'tkazishga yuqori talablar qo'yiladi. Bunday xolatlarda kovjoylarning uchrashuv xatoliklari planda 0,05–0,10 m.dan oshmasligi kerak.

9.1-jadvalda yer osti inshootlarini qurishda turli xildagi sboykalarni uchrashuvini taxminiy yo'1 qo'yarli xatolari keltirilgan (tunnel va metrodan tashqari).

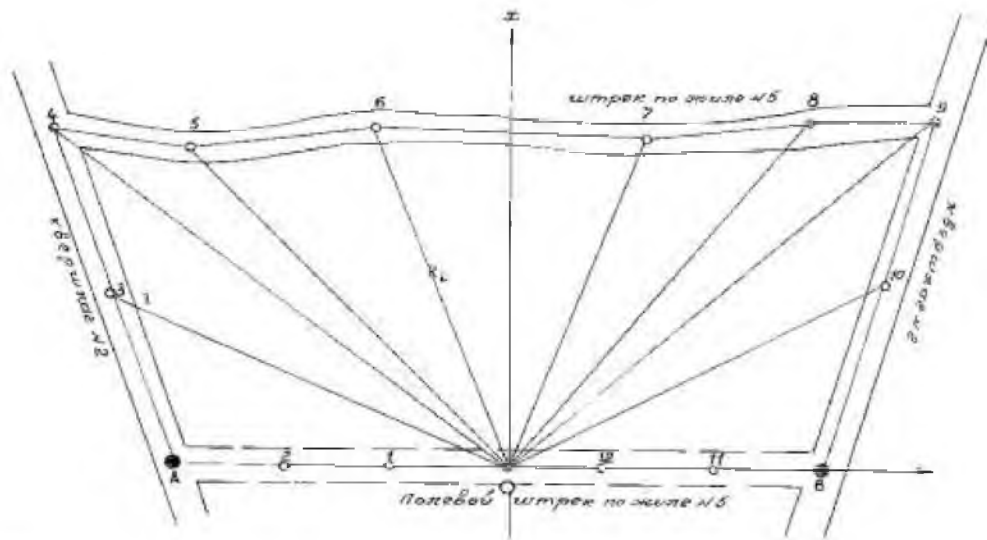
9.1-jadval

Sboyka turi	Yo'nalishlar		Yo'1 qo'yarli xatolik	
	Bosh	Ozod	Planda, m	Balandlik bo'yicha, m
Yo'naltiruvchi bo'yicha o'tkaziladigan gorizontal va qiya lahimlar	Z	X', Y'	0,4– 0,5	0,3
	Z	X', Y'		
Yo'naltiruvchisiz o'tkaziladigan gorizontal va qiya lahimlar	Z, X'	Y'	0,5 0,8	0,3
Vertikal lahimlar, o'tish shartlari: –to'liq kesimi bo'yicha –tor kovjoy bilan	X', Y'	Z	0,1	0,3
			0,3– 0,5	0,3
Shamollatuvchi va ishchilar yurishi uchun tik lahimlar	X', Y'	Z	1,0	
Qavat osti lahimlari			0,5	0,3

9.2. Bir shaxta xududida o'tilayotgan lahimlarning kovjoylarini uchrashish xatosini hisoblash

Bir shaxta xududida bajariladigan sboykada kovjoylarni uchrashish xatoligi yer osti poligonometrik yo'lni burchak va chiziqli o'lchash aniqliklariga bog'liq. Faraz qilaylik, №1 va №2 kvershlag tomonidan (9.1-rasm) № 5 qatlam bo'yicha dala shtreki o'tkazish loyihalanayotgan bo'lsin.

Kovjoylarni o'tish tezligini bir xil deb olsak, ularning uchrashuvini lahimlar o'rtasida joylashgan O nuqtasida bo'ladi deb faraz qilish mumkin. Gorizontallahimlarni sboykasida bosh yo'nalish sifatida lahimga ko'ndalang yo'nalish olinib, shartli koordinatalar tizimi kiritiladi. Bu yerda Y o'qi sifatida lahim yo'nalishiga mos qilib olinadi. Onuqtasidan loyihaviy va mavjud kon lahimlari



9.1-rasm. Bir shaxta xududida kon lahimlarini sboyka sxemasi

bo'yicha berk poligonometrik yo'l $O-1-2-A-3-4-5-6-7-8-9-10-B-11-12-O$ loyihalanadi. Gorizontallahimlarni burchak o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan yo'lning o'rtacha xatosini quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$M_{X,\beta}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} R_{Y_i}^2, \quad 9.1$$

yoki, gorizontal burchaklarni teng aniqli o'Ichangan sharti uchun

$$M_{X',\beta}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^n R_{Y',i}^2, \quad 9.2$$

bu yerda $R_Y - Y'$ o'qiga kovjoylarning uchrashish nuqtasidan poligonometrik yo'l nuqtasigacha bo'lgan masofaning proyeksiyasi.

Chiziqli o'lchash xatosiga bog'liq bo'lgan kovjoylarning o'rtacha uchrashuv xatosini quyidagi formulardan biri orqali aniqlash mumkin

$$M_{X',i}^2 = \sum_{i=1}^n m_i^2 \cos^2 \alpha'_i \quad 9.3$$

$$M_{X',i}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i \cos^2 \alpha'_i + \lambda^2 R_{X',i}^2. \quad 9.4$$

Ikkinchi xolatda so'nggi nuqta proyeksiyasi $R_{X',i} = 0$ bo'lganligi sababli ikkinchi xad nolga teng. U xolda oxirgi formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$M_{X',i}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i \cos^2 \alpha'_i. \quad 9.5$$

Ushbu formulalarda α' – shartli koordinatalar tizimida yo'l tomonining direksion burchagi (X' o'qiga nisbatan).

Agar bir shaxta xududida sboykani bajarish jarayonida chiziqli o'lchash ishlari bitta asbob bilan bajarilgan bo'lsa, kovjoylarni uchrashish xatosiga sistematik xatoning ta'siri deyarli bo'lmaydi. Gorizontal tekislikda kovjoylarning uchrashish umumiy xatosi quyidagicha aniqlanadi

$$M_{X'} = \pm \sqrt{M_{X',\beta}^2 + M_{X',i}^2 + \dots} \quad 9.6$$

Hamma ishlar bir biriga bog'liq bo'lmagan ikki martadan o'lchanganligi sababli umumiy xatoni $\sqrt{2}$ ga bo'lish kerak. Lahimlarning sboykasini chekli xatosi sifatida xatoning uchlangan qiymatini qabul qilish kerak

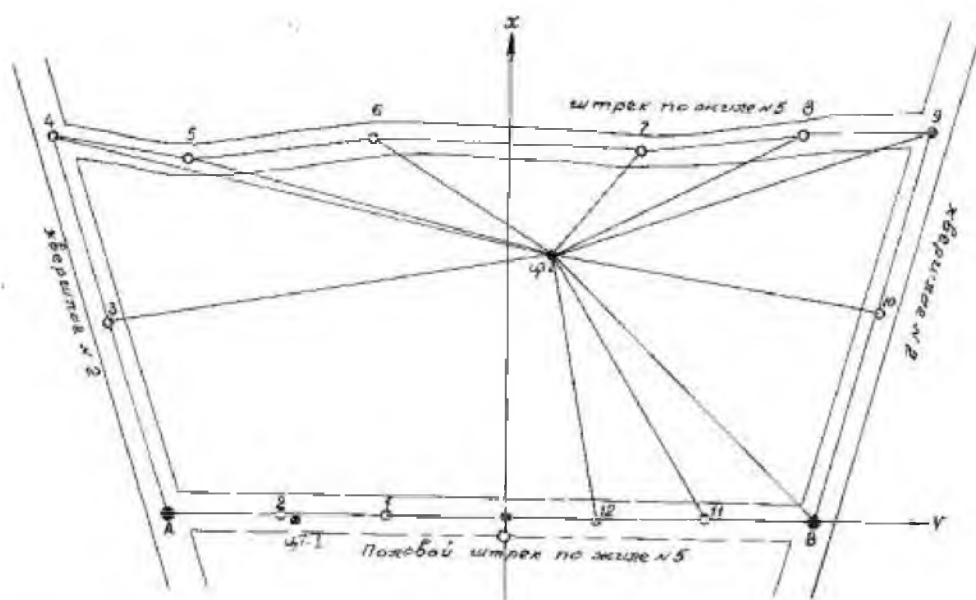
$$M_{\text{чек}} = \pm \frac{3 \cdot M_{X'}}{\sqrt{2}}. \quad 9.7$$

Berilgan tipdagi lahim uchun chekli xatoni yo‘l qo‘yarli xato bilan solishtirish zarur, va shu orqali sboykada qabul qilingan chiziqli va burchak o‘lchash usullarini to‘g‘ri qo‘llanganligi haqida xulosa qilish mumkin.

Vertikal tekislikda kovjoylarni uchrashish xatosini geometrik (trigonometrik) nivelirlash orqali aniqlanadi.

Kovjoylarni uchrashish aniqligini oshirish uchun poligonga girotomon kiritish tavsiya etiladi. Ammo, lekin girotomon kiritish o‘z navbatida giroskopik oriyentirlash uchun ortiqcha sarf xarajat qilishga olib keladi, bu esa o‘z navbatida kutilgan natijaga olib kelmasligi mumkin.

Bizning misol uchun *AvaBnuqtalarga* tayangan tomonning direksion burchagi giroskopik oriyentirlash orqali aniqlansa, poligonlardan birini tortish markazi hamma yo‘lning taxminan o‘rtasida joylashadi (9.2-rasm).



9.2-rasm. Loyihaviy yo‘lga girotomon kiritilganda sboyka sxemasi

Sboyka o‘qiga olingan proyeksiyalarning qiymati taxminan girotomon bo‘lmagan xolat kabi bo‘ladi. Ushbu misol uchun burchak o‘lchash xatosiga bog‘liq bo‘lgan sboykaning bo‘ylama xatosi $\pm 19,4$ mm ga teng bo‘ladi.

Ammo, lekin girotomonni taxminan poligon o'rtasida (masalan 6-7 tomonda) joylashtirilsa sboyka xatosini kamaytirish mumkin. Poligonga ikkita girotomonni kiritish hamma vaqt ham sboyka xatosini kamaytirishga olib kelmasligi mumkin. Bu agar girotomonlar OX' o'qiga nisbatan simmetrik joylashtirilgan bo'lsa ro'y berishi mumkin.

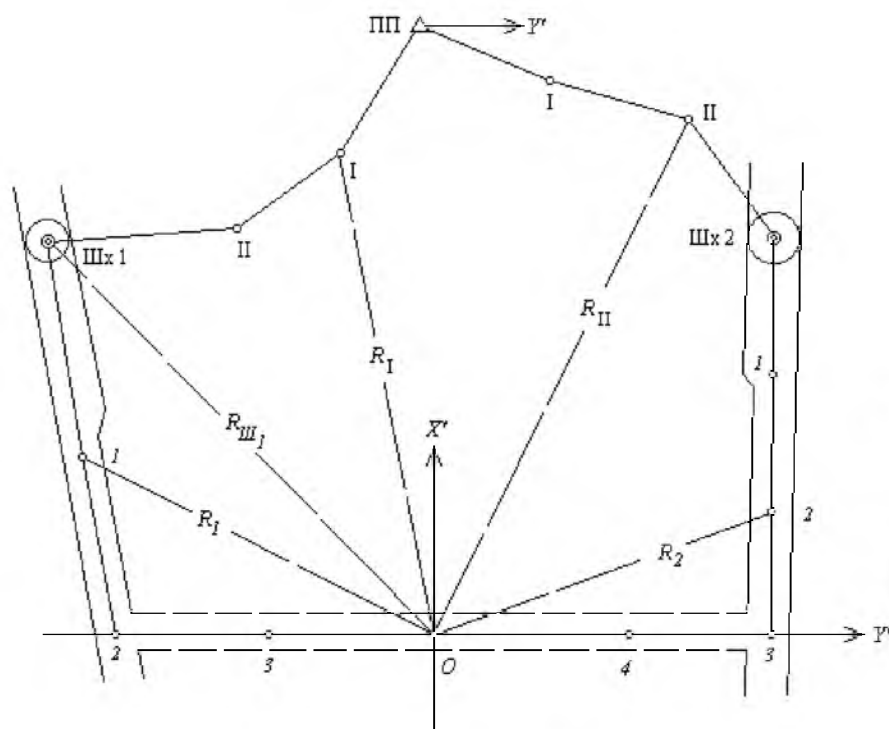
9.3. Turli shaxtalardan o'tgan gorizontallahimlarning sboyka xatosini hisoblash

Turli shaxtalardan o'tadigan kon lahimlarini sboykasini o'tkazishda kovjoylarning koordinatalari yagona koordinatalar tizimida aniqlanishi kerak. Lahimlarni bog'lash yer yuzasida amalga oshirilganligi sababli yagona koordinata tizimi sifatida yer yuzasidagi tizim qabul qilinadi.

Kon lahimlari sboykasini tahminlash maqsadida stvolga yaqin punktlardan qaziladigan lahimlargacha (shaxta stvoli, shtolnya va boshqalar) talab qilingan aniqlikda poligonometrik yo'llar o'tkazilishi kerak, xar bir stvolda bog'lovchi shemkani qilish va yer osti poligonometrik va balandlik bo'yicha yo'llarni kovjoylarni uchrashuv nuqtasigacha loyihalash kerak. Ushbu ishlarni bajarish maqsadida ishlatishga yaroqli bo'lganligiga iqror bo'lgandan so'ng foydalanish mumkin. Yuqorida keltirilgan marksheyderlik ishlarini bajarilishi munosabati bilan gorizontall tekislikda bosh yo'nalish bo'yicha kovjoylarni uchrashish xatosi quyidagiga teng bo'ladi (9.3-rasm).

$$M_{X'} = \pm \sqrt{M_{II_1}^2 + M_{II_2}^2 + M_{\alpha_1}^2 + M_{\alpha_2}^2 + M_{III_1}^2 + M_{III_2}^2}, \quad 9.8$$

bu yerda M_{II_1}, M_{II_2} —er yuzasida stvol oldi punktlaridan qaziladigan lahimlargacha o'tiladigan poligonometrik yo'lning so'nggi nuqtasi o'rnini xatosi; $M_{\alpha_1}, M_{\alpha_2}$ —er yuzasidan kon ishlari gorizontiga direksion burchakni uzatish xatoligi; M_{III_1}, M_{III_2} —lahimning qazish boshlangan qismidan kovjoylarigacha qarama qarshi o'tilayotgan lahimlardagi poligonometrik yo'llarning so'nggi nuqtalari o'rnining xatoligi.



9.3-rasm. Loyihaviy kon lahimlari sboykasiga misol

Sboyka xatosi faqat bosh yoʻnalish boʻyicha hisoblanganligi sababli ushbu xatoni tashkil qiluvchilarni Y' oʻqi sboyka oʻqiga mos tushgan shartli koordinatalar tizimida hisoblanadi. Burchak va uzunlik oʻlchash xatosiga bogʻliq boʻlgan yer yuzasidagi poligonometrik yoʻl xatosi quyidagiga teng

$$\text{birinchi yoʻl uchun } -M_{X'\beta_{(1)\Pi}}^2 = m_{\beta}^2 \sum_{i=1}^n R_{Y_{(1)\Pi}}^2 ; M_{X'l_{(1)\Pi}}^2 = \sum_{i=1}^n m_{l_i}^2 \cdot \cos^2 \alpha_{i(1)\Pi} ;$$

$$\text{ikkinchi yoʻl uchun } -M_{X'\beta_{(2)\Pi}}^2 = m_{\beta}^2 \sum_{i=1}^n R_{Y_{(2)\Pi}}^2 ; M_{X'l_{(2)\Pi}}^2 = \sum_{i=1}^n m_{l_i}^2 \cdot \cos^2 \alpha_{i(2)\Pi} .$$

Tomon uzunliklarini oʻlchash xatolari yoʻlning nisbiy xatosi orqali yoki oʻlchash uchun ishlatilgan asbobning pasporti maʼlumotlaridan foydalangan xolda aniqlanadi.

Shaxtadagi poligonometrik yoʻllarda burchak oʻlchash xatosiga bogʻliq boʻlgan kovjoylarning uchrashish xatosi quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$M_{X'\beta_{(1)\Pi}}^2 = \sum_{i=1}^n m_{\beta_i}^2 \cdot R_{Y_{i(1)\Pi}}^2 ;$$

$$M_{X'\beta_{(2)\Pi}}^2 = \sum_{i=1}^n m_{\beta_i}^2 \cdot R_{Y_{i(2)\Pi}}^2 .$$

9.9

Burchaklarni teng aniqli o'lashda

$$M_{X'\beta_{(1)III}}^2 = m_\beta^2 \sum_{i=1}^n R_{Y_{(1)III}}^2 ;$$

$$M_{X'\beta_{(2)III}}^2 = m_\beta^2 \sum_{i=1}^n R_{Y_{(2)III}}^2 .$$
9.10

Tomon uzunliklariga bog'liq bo'lgan kovjoylarning uchrashish xatosi tomon uzunligini o'rtacha o'lash xatosi orqali aniqlanadi

$$M_{X'l_{(1)III}}^2 = \sum_{i=1}^n m_l^2 \cdot \cos^2 \alpha_{i(1)III} ;$$

$$M_{X'l_{(2)III}}^2 = \sum_{i=1}^n m_l^2 \cdot \cos^2 \alpha_{i(2)III} ,$$
9.11

yoki extimoliy va sistematik tahsir koeffitsientlari orqali aniqlanadi

$$M_{X'l_{(1)III}}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i \cdot \cos^2 \alpha_{(1)III} + \lambda^2 \cdot R_{X'l_{(1)III}}^2 ;$$

$$M_{X'l_{(2)III}}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^n l_i \cdot \cos^2 \alpha_{(2)III} + \lambda^2 \cdot R_{X'l_{(2)III}}^2 .$$
9.12

Yer yuzasidagi poligonometrik yo'lining umumiy xatosi quyidagiga teng

$$M_{II_1} = \pm \sqrt{M_{X'\beta_{(1)II}}^2 + M_{X'l_{(1)II}}^2} ;$$

$$M_{II_2} = \pm \sqrt{M_{X'\beta_{(2)II}}^2 + M_{X'l_{(2)II}}^2} .$$
9.13

Yer osti poligonometrik yo'l xatosi quyidagicha aniqlanadi

$$M_{III_1} = \pm \sqrt{M_{X'\beta_{(1)III}}^2 + M_{X'l_{(1)III}}^2} ;$$

$$M_{III_2} = \pm \sqrt{M_{X'\beta_{(2)III}}^2 + M_{X'l_{(2)III}}^2} .$$
9.14

Hamma ishlarni bir biriga bog'liq bo'lmagan xolda ikki martadan bajarilishi munosabati bilan o'rtacha xato M_X ni $\sqrt{2}$ ga bo'lish kerak. Chekli xato sifatida o'rtacha xatoning uchlangan qiymati qabul qilinadi:

$$M_{\text{чек}} = \pm \frac{3 \cdot M_X}{\sqrt{2}} .$$
9.15

Hamma keltirilgan formulalarda tutashtiruvchi chiziq proyeksiyalari va tomon direksion burchaklari shartli koordinatalar tizimida aniqlanadi.

Balandlik bo'yicha kovjoylarning uchrashish xatolari quyidagi xatolarga bog'liq:

– yer yuzasidagi geometrik nivelirlash xatosi;

- kon ishlari gorizontiga balandlik qiymatini uzatish xatosi;
- shaxtada geometrik nivelirlash xatosi.

Balandlik bo'yicha kovjoylarni uchrashish xatosini soddalashtirilgan formulalar bo'yicha yoki 6 bobda keltirilgan usulda hisoblash mumkin.

Soddalashtirilgan formulalar bo'yicha yer yuzasidagi nivelirlash xatosini quyidagicha aniqlash mumkin

$$M_{\text{yuzasidagi}} = \pm \frac{20\sqrt{L_1 + L_2}}{2} \quad 9.16$$

bu yerda L_1, L_2 – yer yuzasidagi birinchi va ikkinchi poligonometrik yo'l uzunligi.

Shaxtaga balandlik uzatish xatosi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$M_{H_1} = \pm \frac{10 + 0,2 \cdot H_{\text{shaxt}_1}}{2\sqrt{2}}; \quad 9.17$$

$$M_{H_2} = \pm \frac{10 + 0,2 \cdot H_{\text{shaxt}_2}}{2\sqrt{2}};$$

bu yerda H – shaxtaning o'lchangan chuqurligi, m.

Shaxtada geometrik nivelirlash quyidagiga teng:

$$M_{H_{\text{shaxt}_1}} = \pm \frac{50\sqrt{L_1}}{2}; \quad M_{H_{\text{shaxt}_2}} = \pm \frac{50\sqrt{L_2}}{2}. \quad 9.18$$

Balandlik bo'yicha kovjoylarni uchrashish umumiy o'rtacha xatosi quyidagiga teng

$$M_H = \pm \sqrt{M_{H_{\text{yuzasidagi}}}^2 + M_{H_1}^2 + M_{H_2}^2 + M_{H_{\text{shaxt}_1}}^2 + M_{H_{\text{shaxt}_2}}^2}. \quad 9.19$$

Adabiyotlar ro'yxati

1. Геодезия и маркшейдерия: учебник для по специальности «Физические процессы горного или нефтегазового производства» направления подгот. Дипломных специалистов «Горное дело» / В.Н.Попов [и д.р]; под. ред, В.Н.Попова, В.А.Букринского. – 2-е изд., стер. – М.: МГГУ, 2007. – 452 с.
2. Загибалов А.В. Маркшейдерия. Математический анализ точности маркшейдерских работ: учеб.пособие для ВУЗов по специальности 130402 «Маркшейдерское дело» / А.В.Загибалов, А.И.Охотин. – Иркутск: ИрГТУ, 2005. – 183 с.
3. Inogamov I.I., Marksheyderlik ishi. O'quv qo'llanma, Toshkent: - Fan va taraqqiyot, 2017y. 140 bet.
4. В.Борщ-Компониец, А.Навитный. Mine Surveying. М.: - Nedra. 2009.
5. Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. USA: - Nabu Press. 2010.
6. William A. Hustrulid, Richard L. Bullock. Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. UK: - Society for Mining. 2011.
7. Barry A. Wills, James Finch. Wills' Mineral Processing Technology. UK: - Butterworth-Heinemann. 2012.
8. «Геодезия и маркшейдерия». Под ред.В.Н.Попова, В.А.Букринского.-М.: МГГУ, 2004.
9. Бахаева С.П. Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых: учеб.пособие/Кемерово - Кузбас.гос.техн.ун-т.2010.
10. Маркшейдерия: Учебник для вузов / под ред. М.Е.Певзнера, В.Н.Попова.-М.: Изд-во МГГУ, 2003.
11. <http://www.elibrarv.ru/menu info.asp> - ilmiy elektron kutubxona,
12. <http://mggu.da.ru> - Moskva davlat konchilik universiteti,
13. <http://www.mining-iournal.com/mi/MJ/mi.htm> - Mining Journal,
14. <http://info.uibk.ac.at/c/c8/c813> - Institute of Geotechnical and Tunnel Engineering.

Mundarija

KIRISH	3
1. Umumiy ma'lumotlar. foydali qazilma konlarini o'zlashtirishning hamma bosqichlarida marksheyderlik xizmatining vazifalari	4
1.1. Marksheyderlik syomkalari haqida umumiy ma'lumotlar	7
1.2. Konlarni yer osti usulida qazishda marksheyderlik ishlari. Yer osti teodolit yo'llari aniqligi, tuzilishi bo'yicha klassifikatsiyasi	11
1.3. Yer osti teodolit yo'llari punktlarini barpo qilish	17
1.4. Teodolitni markazlashtirish. Markazlashtirish xatosini kamaytirish	20
1.5. Yer osti teodolit yo'llarida gorizontal burchaklarni takrorlash va qabul usullarida o'lchash	21
1.6. Qiya lahimlarda teodolit syomkalari. Vertikal burchaklarni o'lchash	25
1.7. Yer osti teodolit yo'llarida tomon uzunliklarini o'lchash	26
1.8. O'lchangan uzunliklarga tuzatma kiritish	28
1.9. Teodolit yo'llarida tomon uzunliklarini svetodalnomerlar va optik dalnomerlar bilan o'lchash	30
1.10. Bog'lovchi syomkalar. Gorizontal bog'lovchi syomkalar	31
1.11. Shtolniya va qiya lahim orqali oriyentirlash	32
1.12. Vertikal bog'lovchi syomkalar	35
1.12.1. Shaxta lentasi yordamida balandlik uzatish	35
1.12.2. Balandlikni dlinomer DA-2 bilan uzatish	37
1.13. Kon lahimlarida – geometrik nivelirlash	38
1.14. Trigonometrik nivelirlash	40
1.15. Shaxta qurilishida bajariladigan marksheyderlik ishlari	41
1.16. Kon lahimlariga yo'nalish ko'rsatish bo'yicha misollar	42
1.17. Yer yuzasidan o'tadigan lahimlarga yo'nalish ko'rsatish (shtolniya)	44
1.18. Qarama – qarshi yo'nalishda o'tadigan lahimlarga yo'nalish ko'rsatish	45
2. Konlarni ochiq usulda qazishda marksheyderlik ishlari. Marksheyderlik xizmatining vazifalari geodezik tayanch tarmoqlari, aniqligi, barpo qilish usullari	50
2.1. Karyerlarda tayanch tarmoqlarini barpo qilish	50
2.2. Syomka (ish) tarmoqlari punktlarini barpo qilish	53

2.3.	Karyerlarda tafsilot syomkasi	57
2.4.	Loyihadan joyga ko'chirish ishlari	59
2.5.	Loyihaviy burchaklar va chiziq uzunligini joyga ko'chirish	60
2.6.	Loyihaviy balandlik qiymatlari va qiyaliklarni joyga ko'chirish	60
2.7.	Burg'ulash portlatish ishlarini marksheyderlik ta'minoti	61
2.8.	Marksheyderlik o'lchash ishlarida mobil vositalarini qo'llash	63
3.	Tog' jinsining siljishi, kon ishlari ta'sirida yer yuzasining va tog' jinrlarining siljishi haqida umumiy ma'lumot	68
3.1.	Tog' massivi deformatsiya holatlari haqida umumiy ma'lumot	69
3.2.	Kon lahimlari atrofida tog' jinrlari deformatsiasini va siljishi	72
3.3.	Siljish jarayonining terminlari va parametrlari. Yer yuzasining deformatsiyasi ko'rinishlari va mulda shakllari	74
3.4.	Siljish jarayoni parametrlari va xarakteriga ta'sir etuvchi asosiy omillar	82
3.5.	Siljish jarayonini o'rganish usullari. Joyda kuzatish usuli	84
3.6.	Yer yuzasi va tog' jinrlarining siljishini fizik modellarda kuzatish	99
3.7.	Tog' jinsi va yer yuzasini siljishini matematik modellarda analitik kuzatish	100
3.8.	Yer yuzasi deformatsiyasini va siljishini hisoblash metodlari	101
3.9.	Siljish jarayonini umumiy davomiyligi va xavfli deformatsiyalar davri	101
4.	Ruda konlarida tog' jinrlarini siljish jarayoni va yer osti qazish ishlarining obyektlarga zararli ta'siridan himoya qilish choralari	105
4.1.	Obyektlarni himoya qilish choralari tanlash	106
4.2.	Obyektning himoya qilishning tog' – kon choralari	108
4.3.	Kon lahimlarini suv ostida qolishdan muhofaza qilish choralari	114
4.4.	Obyektning himoyalashning konstruktiv choralari	115

5.	Foydali qazilma boylik konlarini ochiq usulda qazishda tog' jinslari siljishi	117
5.1.	Karyerlarda jinslarning ustuvorligini buzilishi ko'rinishlari	119
5.2.	Karyer borti va ag'darmalarni deformatsiyasini marksheyderlik kuzatish	122
5.3.	Karyer borti, pog'onalarini va ag'darmalar ustuvorligini hisoblash	125
5.4.	Otkoslarni muhofazalash choralari	128
5.5.	Siljish jarayonini kuzatishning zamonaviy usullari	129
6.	Shaxta qurilishida marksheyderlik ishlar	134
6.1.	Umumiy ma'lumotlar.	134
6.2.	Shaxta qurilishida talablar, me'yoriy hujjatlar	134
6.3.	Loyihaviy chizmalarni tekshirish	136
6.4.	Loyihadan joyga ko'chirish ishlari	138
6.5.	Bino, inshoot, yer osti transport vositalari va kon lahimlarining ge-ometrik elementlariga rioya qilinayotganligini nazorati	141
6.6.	Bino va inshootlarni cho'kishini kuzatish	143
6.7.	Bajariladigan syomkalar	144
6.8.	Kon qazish ishlar hajmini hisobga olish	145
6.9.	Shaxta yuzasida texnologik kompleksni qurilishida marksheyderlik ishlar	146
6.10.	Bir kanatli ko'tarish inshootlarining geometrik elementlari va o'lchamlari	153
6.11.	Bir kanatli ko'tarish inshootlarining geometrik elementlarini mutanosibligini tekshirish	160
6.12.	Ko'p kanatli ko'tarish inshootining geometrik elementlari va para-metrlari	167
6.13.	Ko'p kanatli ko'tarish mashinalarini montajida bajariladigan ishlar	169
6.14.	Tikka shaxta stvollarini barpo qilishda bajariladigan marksheyderlik ishlar	171
6.15.	Stvolni burg'ilash va portlatish usulida o'tish	173
7.	Marksheyderlik ishi (tahliliy kurs)	175
7.1.	O'lchangan argumentlari bo'yicha funktsiyaning aniqligini baholash	175
7.1.1.	Chekli xato	177
7.2.	Gorizontal va vertikal burchaklarni	177

	o'lchash xatoliklari. Gorizontal burchakni o'lchash xatoliklari	
7.2.1.	Teodolit va signallarni noaniq markazlashtirish oqibatida xosil bo'lgan gorizontal burchakni o'lchashdagi o'rtacha xatolik	182
7.2.2.	Burchak o'lchashni haqiqiy xatolarini aniqlash. Vertikal burchaklarni o'lchashdagi xatolar	186
7.2.3.	Vertikal burchakni o'lchashdagi o'rta kvadratik xatoni umumiy formulasi	188
7.3.	Chiziqli o'lchash xatolari	189
7.4.	Poligonometrik yo'llarda xatolarning to'planishi.	197
7.4.1.	Ozod poligonometrik yo'llarda xatolarning to'planishi	197
7.4.1.1.	Ozod poligonometrik yo'l so'nggi nuqta koordinatalari xatosi	200
7.4.1.2.	Teodolit yo'lining istalgan tomon direksion burchagini o'rtacha xatosi	211
7.4.1.3.	Ozod poligonometrik yo'lining so'nggi nuqtasi o'rtacha xatosi	211
7.4.1.4.	Burchaklar bo'yicha tenglashtirilgan yo'lining istalgan nuqtasini xatosini hisoblash. Girotomonlar bilan sektsiyalarga bo'lingan yo'llarda xatoni hisoblash	213
7.5.	Direksion burchaklarni ko'p marta takror aniqlashda, teodolit yo'lining so'nggi nuqta koordinatasini o'rta xatosini aniqlash	219
7.5.1.	Girokopik oriyentirlashda direksion burchakni o'lchash xatosi tasiri	219
7.5.2.	Burchak o'lchash xatosi ta'siri (burchaklar tenglashtirilmaydi)	220
7.5.3.	Burchakni xato o'lchash ta'siri (yo'l avval tenglashtirilgan burchaklar bo'yicha hisoblanadi)	221
7.5.4.	Burchak va koordinatalari tenglashtirilgan teodolit yo'lining istalgan nuqta koordinatasini o'rtacha xatosi	222
7.5.5.	Bussol (giroteodolit) yo'llarida xatolarning to'planishi. Tomonning minimal uzunligini tanlash	223
7.6.	Yer osti poligonometrik yo'llardagi xatolikni hisoblashni soddalashtirilgan usullari	225
7.6.1.	Cho'ziq poligonometrik yo'l	225
7.6.2.	Ikki sektsiyadan iborat to'g'ri shakldagi yo'l	228

7.6.3.	Uch sektsiyadan iborat to'g'ri shakldagi yo'l	230
7.7.	Cho'ziq va erkin shakldagi yo'llar uchun xatolar chizmasini qurish	231
7.8.	Poligonometrik yo'llar xatosini matematik modellashtirish usulida baholash	243
8.	Nivelir yo'llarida xatolarning to'planishi	261
8.1.	Geometrik nivelirlash xatoligi	263
8.2.	Trigonometrik nivelirlash xatoligi	266
9.	Kon lahimlari uchrashuvi aniqligini hisoblash.	269
9.1.	Kon lahimlarini qarama-qarshi o'tishda marksheyderlik ishlariga qo'yiladigan umumiy talablar. Qarama-qarshi o'tishda ishlarni tashkillashtirish	269
9.2.	Bir shaxta xududida o'tilayotgan lahimlarning kovjoylarini uchrashish xatosini hisoblash	274
9.3.	Turli shaxtalardan o'tgan gorizontallahimlarning sboyka xatosini hisoblash	277
	Adabiyotlar ro'yxati	281

Оглавление

	Введение	3
1.	Общие сведения. Задачи маркшейдерской службы во всех этапах освоения месторождения полезных ископаемых	4
1.1.	Общие сведения о маркшейдерских съемках	7
1.2.	Маркшейдерские работы при подземной системе разработки месторождений. Точность подземных теодолитных ходов и их классификаций	11
1.3.	Создания пунктов подземного теодолитного хода	17
1.4.	Центрирование теодолитов. Способы уменьшения погрешности центрирования	20
1.5.	Измерения горизонтальных углов способом повторений и приемов в подземных теодолитных ходах	21
1.6.	Теодолитные съемки в наклонных выработках. Измерение длин сторон подземного теодолитного хода	25
1.7.	Измерения длин сторон подземного теодолитного хода	26
1.8.	Введение поправок в измеренные длины	28
1.9.	Измерение длин теодолитного хода светодальномерами и оптическим дальномером	30
1.10.	Соединительные съемки. Горизонтальные соединительные съемки	31
1.12.	Вертикальные соединительные съемки	32
1.12.1	Передача высотной отметки шахтной лентой	35
1.12.2	Передача высотной отметки длинномером ДА-2	35
1.13.	Геометрическое нивелирование в горных выработках	37
1.14.	Тригонометрическое нивелирование	38
1.15.	Маркшейдерские работы при шахтном строительстве	40
1.16.	Примеры по заданию направления горным выработкам	41
1.17.	Задания направления выработкам проходимых с поверхности (штольня)	42
1.18.	Задания направления выработкам проходимых встречными забоями	44
2.	Маркшейдерские работы при открытой системе разработки. Задачи маркшейдерской службы. Геодезические опорные сети, точность, способы создания	45
2.1.	Создания опорных сетей на карьерах	50

2.2.	Создания пунктов съемочных (рабочих) сетей	50
2.3.	Съемка подробности на карьерах	53
2.4.	Работы по переносу с проекта по натуру	57
2.5.	Перенос проектных углов и длин перенос с проекта по натуру	59
2.6.	Перенос проектных отметок и уклонов с проекта в натуру	60
2.7.	Маркшейдерское обеспечения бурновзрывных работ	60
2.8.	Использования мобильных средств при маркшейдерских измерениях	61
3.	Сдвигения горных пород, общие сведения о сдвигения горных пород и земной поверхности под влиянием горных работ	63
3.1.	Общие сведения о деформации горного массива	68
3.2.	Сдвигение и деформация горных пород вокруг горных выработок	69
3.3.	Термины и параметры процесса сдвигения. Виды деформации земной поверхности и мульды сдвигения	72
3.4.	Основные фактуры, влияющие на параметры и характер процесса сдвигения	74
3.5.	Способы изучения процессов сдвигения. Наблюдения на местности	84
3.6.	Изучения сдвигения земной поверхности и горных пород физическим моделированием	99
3.7.	Аналитический способ изучения сдвигения земной поверхности и горных пород	100
3.8.	Методы расчета сдвигения и деформации земной поверхности	101
3.9.	Общая длительность и период опасных деформации процесса сдвигения	101
4.	Процесс сдвигения на рудных месторождений и методы охраны объектов от вредного влияния подземных работ	105
4.1.	Выбор мер защиты объектов	106
4.2.	Горные меры охраны объектов	108
4.3.	Меры защиты горных выработок от затопления	114
4.4.	Конструктивные меры защиты объектов	115
5.	Сдвигения горных пород при открытой разработке	117

	месторождений полезных ископаемых	
5.1.	Виды нарушения устойчивости пород в карьерах	119
5.2.	Маркшейдерские наблюдения за деформациями бортов и обвалов на карьерах	122
5.3.	Расчет устойчивости бортов, уступов и отвалов карьеров	125
5.4.	Меры охраны откосов	128
5.5.	Современные методы наблюдения за процессом сдвижения	129
6.	Маркшейдерские работы при строительстве шахт (рудников).	134
6.1.	Общие сведения о маркшейдерских работах при строительстве шахт.	134
6.2.	Требования и нормативные документы при шахтном строительстве	134
6.3.	Проверка проектных чертежей.	136
6.4.	Разбивочные работы	138
6.5.	Контроль за соблюдением соотношения геометрических элементов зданий, сооружений, подземно-транспортного оборудования и горных выработок	141
6.6.	Наблюдения за осадками сооружений и зданий	143
6.7.	Исполнительные съемки.	144
6.8.	Учет объемов горнопроходческих работ	145
6.9.	Маркшейдерские работы при строительстве технологического комплекса на шахтной поверхности.	146
6.10.	Геометрические элементы и параметры одноканатных подъемных установок	153
6.11.	Проверка соотношений геометрических элементов одноканатной подъемной установки	160
6.12.	Геометрические элементы и параметры многоканатных подъемных установок.	167
6.13.	Работы при монтаже многоканатных подъемных машин.	169
6.14.	Маркшейдерские работы при сооружении вертикальных шахтных стволов	171
6.15	Работы при проходке ствола буровзрывным способом	173
7.	Маркшейдерское дело (курс анализа)	175

7.1.	Оценка точности функции по ее измеренным аргументам	175
7.1.1	Предельная ошибка	177
7.2.	Погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов. Погрешности измерений горизонтального угла	177
7.2.1.	Средняя ошибка измерения горизонтального угла, обусловленная неточностью центрирования теодолита и сигналов	182
7.2.2.	Определение фактических погрешностей угловых измерений. Погрешности измерения вертикальных углов	186
7.2.3.	Общая формула средней квадратической ошибки измерения вертикального угла	188
7.3.	Погрешности линейных измерений	189
7.4	Накопление погрешности в полигонометрических ходах	197
7.4.1	Накопление погрешности в свободных полигонометрических ходах	197
7.4.1.1	Погрешность координат последней точки свободного полигонометрического хода	200
7.4.1.2	Средняя ошибка дирекционного угла любой стороны теодолитного хода.	211
7.4.1.3	Средняя ошибка положения конечной точки свободного полигонометрического хода	211
7.4.1.4	Предрасчет погрешностей любой точки хода уравненного в углах. Предрасчет погрешностей в ходах разбитых на секции гиросторонами.	213
7.5.	Средние погрешности определения координат последней точки теодолитного хода при многократном определении дирекционных углов гиротеодолитом	219
7.5.1.	За счет ошибок измерения дирекционных углов при гироскопическом ориентировании	219
7.5.2	За счет ошибок измерения углов (углы не уравниваются)	220
7.5.3.	За счет ошибок измерения углов (ход вычисляется по предварительно уравненным углам)	221
7.5.4	По уравненным углам и координатам определение средней ошибки любой точки теодолитного хода	222

7.5.5	Накопление погрешности в буссолных (гиротеодолитных) ходах. Определение минимальной длины сторон.	223
7.6	Упрощенные способы предрасчета погрешностей подземного полигонометрического хода	225
7.6.1	Вытянутый полигонометрический ход	225
7.6.2	Ход правильной формы, состоящий из двух секций	228
7.6.3	Ход правильной формы, состоящий из трех секций	230
7.7.	Построение кривых погрешностей для ходов вытянутой и произвольной формы	231
7.8	Оценка погрешностей полигонометрических ходов методами математического моделирования	243
8	Накопление погрешности в нивелирных ходах	261
8.1	Погрешность геометрического нивелирования	263
8.2	Погрешность тригонометрического нивелирования	266
9	Предрасчет точности сбоек горных выработок	269
9.1	Общие требования к маркшейдерским работам при проведении сбоек горных выработок. Организация работ при сбойках	269
9.2	Расчет ожидаемой погрешности сбойки выработок в пределах одной шахты	274
9.3	Предрасчет ожидаемых погрешностей сбоек горизонтальных выработок из разных шахт.	277
	ЛИТЕРАТУРА	281

Contents

	Introduction	3
1	General information. Tasks of surveying service in all stages of development of the mineral deposit	4
1.1	General information about surveying shootings	7
1.2	Surveying works at underground system of development of fields. Accuracy of the underground theodolitic courses and their classification	211
1.3	Creations of points of the underground theodolitic course	1
1.4	Centering of theodolites. Ways of reduction of an error of centering	2
1.5	Measurements of horizontal corners in way of repetitions and receptions in the underground theodolitic courses	2121
1.6	Theodolitic shootings in inclined developments. Measurement of lengths of the parties of the underground theodolitic course	25
1.7	Measurements of lengths of the parties of the underground theodolitic course	26
1.8	Introduction of amendments to the measured lengths	28
1.9	Measurement of lengths of the theodolitic course light range finder and optical range finder	30
1.10	Connecting shootings. Horizontal connecting shootings	31
1.11	Orientation through an adit and inclined developments	32
1.12	Vertical connecting shootings	35
1.12.1	Transfer of an elevation mark mine tape	35
1.12.2	Transfer of an elevation mark DA 2 length gage	37
1.13	Geometrical leveling in excavations	38
1.14	Trigonometrical leveling	40
1.15	Surveying works at mine construction	41
1.16	Examples on the instructions of the direction to excavations	42
1.17	Tasks of the direction to developments passed from a surface (adit)	44
1.18	Tasks of the direction to developments passed by counter faces	45
2	Surveying works at open system of development. Tasks of surveying service. Geodetic basic networks, accuracy, ways of creation	50
2.1.	Creations of basic networks on the pits	50

2.2.	Creations of points of film-making (workers) networks	53
2.3.	Shooting of a detail on pits	57
2.4.	Works on transfer from the project on nature	59
2.5.	Transfer of design corners and lengths transfer from the project on nature	60
2.6.	Transfer of design marks and biases from the project in nature	60
2.7.	Surveying providing drilling-and-blasting of works	61
2.8.	Uses of mobile means at surveying measurements	63
3.	Displacement of rocks, general information about displacement of rocks and a terrestrial surface under the influence of mining operations	68
3.1.	General information about deformation of a massif	69
3.2.	Displacement and deformation of rocks around excavations	72
3.3.	Terms and parameters of process of displacement. Types of deformation of a terrestrial surface and trough of displacement	74
3.4.	The main invoices influencing parameters and nature of process of displacement	82
3.5.	Ways of studying of processes of displacement. Supervision on the district	84
3.6.	Studying of displacement of a terrestrial surface and rocks physical modeling	99
3.7.	Analytical way of studying of displacement of a terrestrial surface and rocks	100
3.8.	Methods of calculation of displacement and deformation of a terrestrial surface	101
3.9.	General duration and period dangerous displacement process deformations	101
4.	Process of displacement on ore fields and methods of protection of objects from an adverse effect of underground works	105
4.1.	Choice of measures of protection of objects	106
4.2.	Mountain measures of protection of objects	108
4.3.	Measures of protection of excavations from flooding	114
4.4.	Constructive measures of protection of objects	115
5.	Displacement of rocks at open-cast mining of mineral deposits	117

5.1.	Types of violation of stability of breeds in pits	119
5.2.	Surveying supervision over deformations of boards and collapses on pits	122
5.3.	Calculation of stability of boards, ledges and dumps of pits	125
5.4.	Measures of protection of slopes	128
5.5.	Modern methods of supervision over displacement process	129
6	Marksheider works in the construction of Mines	134
6.1	General information.Marksheider works in mine construction	134
6.2	Requirements in the construction of the mine, documents of the mayor	134
6.3	Checking project drawings	136
6.4	Relocation work from the project	138
6.5	Control of compliance with geometric elements of buildings, structures, derground vehicles and mining wells	141
6.6	Monitoring the collapse of buildings and structures	143
6.7	Implementable trailers	144
6.8	Take into account the volume of mining work	145
6.9	Marksheider works in the construction of technological complex on the surface of the mine Planning networks.	146
6.10	Geometrical elements and dimensions of single-blade lifting structures	153
6.11	Checking the proportion of geometric elements of single-blade lifting structures	160
6.12	Geometrical elements and parameters of a multi-track lifting structure	167
6.13	Work performed on the assembly of multi-blade lifting machines.	169
6.14	Marksheider works to be carried out in the restoration of upright mine stoves	171
6.15	The passage of the stvol by the method of drilling and blasting	171
7	Marksheider's work (Analysis course)	175
7.1	Estimating the accuracy of the function in terms of measured arguments	175
7.1.1	Limited error	177
7.2	Horizontal and vertical angles measurement error. Horizontal angle measurement error	177

7.2.1	The average error in measuring the horizontal angle in the dressing due to theodolite and unclear centering of signals	182
7.2.2	Determine the actual error of angle measurement. Errors in measuring vertical angles	186
7.2.3	The middle Square in the measurement of the vertical angle the general formula of error	188
7.3	Chapter. Linear measurement error	189
7.4	Collection of errors on polygonometric roads	197
7.4.1	Collection of errors on free polygonometric roads	197
7.4.1.1	Free polygonometric path endpoint coordinates error	200
7.4.1.2	The average error of the direction angle on any side of the theodolite path.	211
7.4.1.3	Average error of the endpoint of a free polygonometric	211
7.4.1.4	Calculation of the error of any point of the equilateral path by angles. Calculation of the error on roads divided into giro sections by the parties	213
7.5	When determining the direction angles many times, determine the end point coordinate of the theodolite path with a middle error	219
7.5.1.	The effect of directional angle measurement error in gyroscopic orientation	219
7.5.2	Angle measurement error effect (angles are not equalized)	220
7.5.3.	The effect of measuring the angle by error (the path is calculated according to the previously equalized angles)	221
7.5.4.	Average mistake in every point coordinate of angle and coordinates of the theodolite road	222
7.5.5.	Accumulation mistakes in ways Bussol (gidroteodolite)	223
7.6.	Simplified methods of error reporting on underground polygonometric roads	225
7.6.1.	Stretch polygonometric path	225
7.6.2.	The path in the correct form, consisting of two sections	228
7.6.3.	The path in the correct form, consisting of three sections	230
7.7	Build a line of errors for roads of oblique and free form	231
7.8	Evaluation of the error of polygonometric pathways by the method of mathematical modeling	243

8	Collection of errors on the roads of leveling	261
8.1	Geometric leveling	263
8.2	Trigonometric leveling	266
9	Accounting for errors when meeting rocks	269
9.1	General requirements for the work of a surveyor in the opposite transition in the field of mining Organization of work on the opposite side of the transition	269
9.2	Calculation of the error of the meeting of the drilling sites of mines passing on the territory of one mine.	274
9.3	Calculation of the failure error of horizontal shafts passing through different shafts.	277
	LITERATURE	281

INOAMOV IBRAGIM ILXAMOVICH

MARKSHEYDERIYA

Toshkent – «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi» – 2022

Muharrir:	M.Hayitova
Texnik muharrir:	M.Tursunov
Musavvir:	A.Shushunov
Musahhih:	B.Baxronova
Kompyuterda sahifalovchi:	S. Tojiyeva

E-mail: nashr2019@inbox.ru. Tel.: +99899.920-90-35

№ 3226-275f-3128-7d30-5c28-4094-7907, 10.08.2020.

Bosishga ruxsat etildi 07.11. 2022.

Bichimi 60x84 ¹/16. «Timez Uz» garniturası.

Ofset bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog'i: 20,5. Nashriyot bosma tabog'i 20,0.

Tiraji: 50. Buyurtma № 115.

**«Innovatsion rivojlanish nashriyot-mathaa uyi»
bosmaxonasida chop etildi.**

100174, Toshkent sh, Olmazor tumani, Universitet ko'chasi, 7-uy.