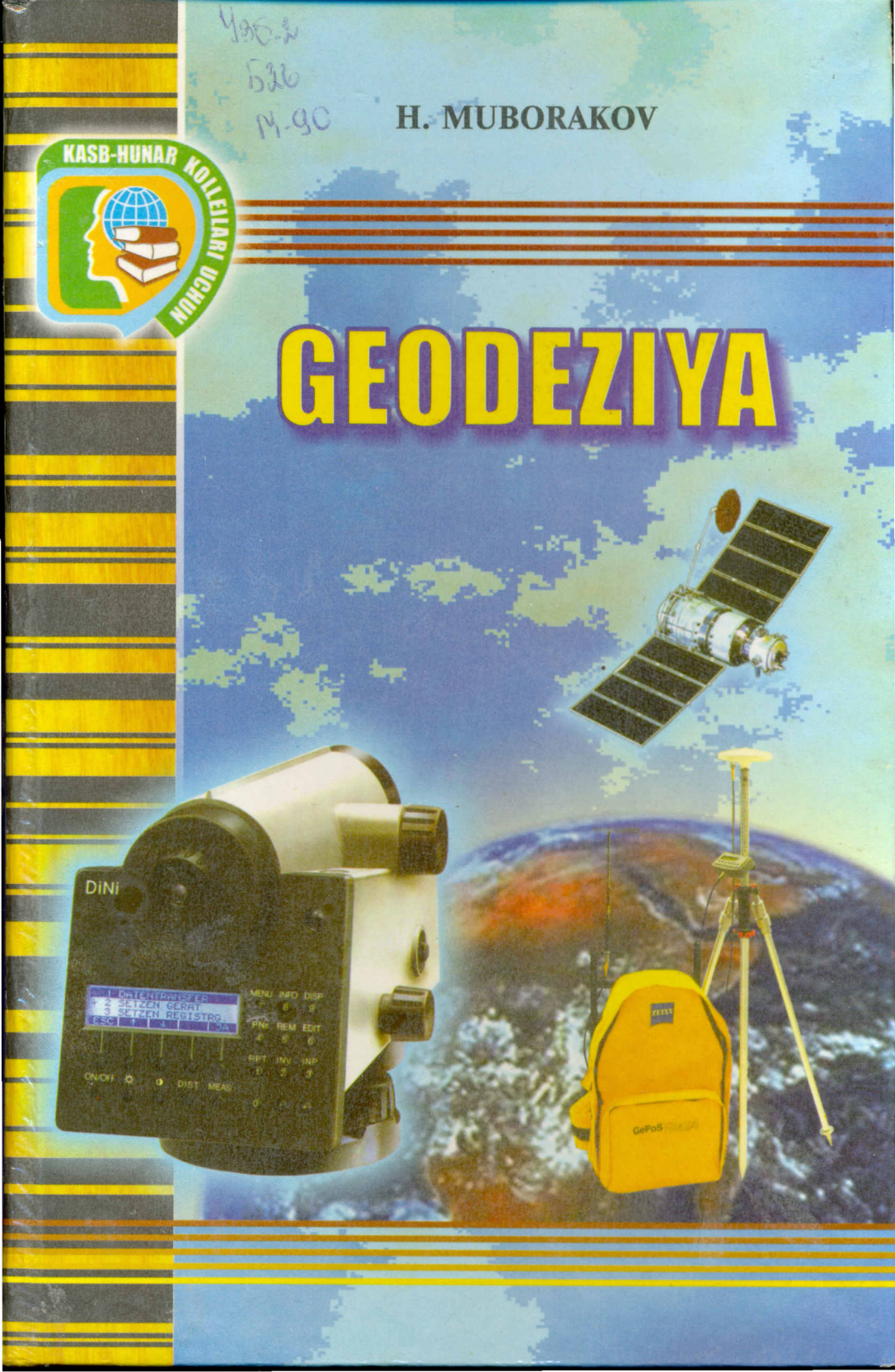
Yac.a
526
M.90

H. MUBORAKOV

KASB-HUNAR KOLLEJLARI UCHUN

GEODEZIYA



Ч352
526 90
М-

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA’LIMI MARKAZI

H. MUBORAKOV

GEODEZIYA

Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma

526(075.3)

Geografiya fakulteti
KUTUBXONASI

Cho‘lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent — 2007

Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi o'quv metodik birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash nashrga tavsiya etgan

Taqrizchilar:

D.O. Jo'rayev — TDTU geodeziya, kartografiya va kadastr kafedrasi mudiri, texnika fanlari nomzodi, dotsent,
T.M. Mansurov — TGK kasb-hunar kolleji oliy toifali o'qituvchisi.

Mazkur o'quv qo'llanma kasb-hunar kollejlari geodeziya yo'nalishi uchun tasdiqlangan fanlar dasturi asosida yozilgan bo'lib, unda Yer shakli va o'lchamlari oriyentirlash, an'anaviy va elektron topografik kartalar haqida ma'lumotlar keltirilgan. Geodezik o'lchashlar turlari, o'lchash asboblari va ularda joyning s'yomkalarini bajarish, natijalarni ishlab chiqib plan, profillarni tuzish masalalari yoritilgan. Shuningdek, kitobda s'yomka tarmoqlari va ularni tenglash, GPS geodezik tizimlari, qurilishda rejalash ishlari, yirik masshtabli topografik s'yomkalarni bajarish ham berilgan.

Kitob oliy o'quv yurtlarining bakalavriat yo'nalishi talabalariga o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etiladi.

K $\frac{2202080000-51}{360(04)-2007}-2007$

ISBN 978-9943-05-077-8

© Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007- y.

I BOB.

KIRISH

1.1. Geodeziya fani va uning vazifalari

Geodeziya Yer to'g'risidagi fanlardan biri bo'lib, uning asosiy ilmiy va amaliy vazifalari quyidagilardan iborat:

Yer sirtidagi alohida nuqtalarning qabul qilingan sistemadagi koordinatalarini aniqlash;

Yer alohida bo'laklarining plan va kartalarini tuzish;

muhandislik inshootlar, sanoat va fuqarolar qurilishini loyihalash, qurish va ulardan foydalanish uchun Yer yuzida bajariladigan geodezik ishlarni bajarish;

tabiat boyliklarini qidirish va ulardan foydalanishda bajariladigan geodezik ishlar;

mamlakat mudofaasi ehtiyojlarini geodezik ma'lumotlar bilan ta'minlash.

Geodeziyaning vazifalari geodezik o'lchamlar deb ataluvchi Yer sirtida bajariladigan maxsus o'lchamlar orqali amalga oshiriladi. Bunday o'lchashlar maxsus geodezik asboblar yordamida bajariladi. O'lchashlarni bajargandan so'ng ular natijalari matematik ishlab chiqarilib, zarur qiymatlar topiladi. Geodeziya fani bir qancha mustaqil ilmiy-texnik fanlarga bo'linadi. Yer shakli va o'lchamini aniqlash, mamlakat hududi kartalarini tuzish uchun kerakli bosh davlat geodezik asosni barpo etishda katta maydonlarda olib boriladigan aniq o'lcham ishlarini ta'minlash, yer ustki qobig'ining gorizontal va vertikal siljishini geodezik usullarda aniqlash bilan oliy geodeziya shug'ullanadi.

Yer sun'iy yo'ldoshlari (YeSY) uchirilishi sababli oliy geodeziyaning ilmiy amaliy vazifalarini Yerdan kuzatish orqali bajarish imkoni tug'ildi. Yer yuzining ayrim bo'laklarini plan, karta va profillarda tasvirlashda bajariladigan o'lchash ishlari va o'lchash natijalarini matematik ishlab chiqish bilan geodeziya shug'ullanadi.

Bino va inshootlarni loyihalash uchun joyda bajariladigan muhandislik-geodezik tadqiqotlar, ularni qurish va foydalanishdagi geodezik o'lchashlarini ta'minlash, konstruksiya va uskunalarni joyiga o'rnatish va montaj qilishda zarur geodezik o'lchamlarni bajarish bilan muhandislik geodeziyasi shug'ullanadi.

Fototopografiya esa Yer yuzini suratga olish va bu joyning fotosuratlari bo'yicha plan va kartalar tuzish usullarini o'rgatadi. Turli kartalarni tuzish, nashr etish usullarini va ulardan foydalanish yo'llarini kartografiya fani o'rgatadi. Kartalarni kartografik usullarda tuzish turli geodezik va topografik materiallardan foydalanib, ularni umumlashtirishga asoslanadi.

Geodezik ishlar talab etarli aniqlikda bajarilishi kerak. Talab qilinganidan oshiqroq va aniqroq bajarilgan o'lchamlar ortiqcha mehnat, mablag' va vaqt sarfini talab etadi, yetarli bo'lmaganda esa qo'yilgan talablarga javob bera olmaydi. Shuning uchun geodezik ishlarni loyihalash va bajarish muhandislik hisoblashga asoslanadi.

1.2. Geodeziyaning boshqa fanlar bilan bog'lanishi

Geodeziyaning ilmiy va amaliy vazifalarni bajarish usullari matematika va fizika qonunlariga asoslanadi. Matematika yordamida geodezik o'lchamlarni tashkil qilish va bajarishning ilmiy asoslangan chizmasi ishlab chiqiladi va kerakli qiymatlar bilan o'lchash natijalari orasidagi bog'lanish belgilanadi. Matematika asosida natijalarni ishonchli qilib topish imkonini beruvchi o'lchamlar natijasini ishlab chiqish amalga oshiriladi. Geodezik hisoblashlarda kompyuterlar va ular uchun belgilangan dasturlardan keng foydalaniladi. Fizika ma'lumotlari, ayniqsa, uning optika, elektronika va radiotexnika bo'limlari geodezik o'lchash asboblarini ishlab chiqish va ulardan to'g'ri foydalanish uchun kerak bo'ladi.

Geodeziya astronomiya, geologiya, geofizika, geomorfologiya, geografiya va boshqa fanlar bilan aloqadordir. Masalan, astronomiya ma'lumotlari yer sirtida olingan nuqtalarning astronomik koordinatalarini aniqlaydi. Geomorfologiya esa yer relyefining paydo bo'lishi va uning rivojlanishi haqidagi fan bo'lib, yer relyefi shakllarini plan va kartada to'g'ri tasvirlash uchun zarurdir.

Yer shakli va o'lchamlarini hamda uning gravitatsiya maydonini o'rganish vazifasi mexanika qonunlari asosida yechiladi. Yer shakli va o'lchamlarini bilmay turib topografik kartalarni tuzish hamda bir qancha amaliy vazifalarni yechish imkoni bo'lmaydi. Topografik kartalarni xalq xo'jaligining hamma sohalarida ahamiyati benihoya katta. Ular bino va inshootlarni loyihalash, geologiya, geofizika, geografiya, geomorfologiya va boshqalar bo'yicha bajarilgan ilmiy va amaliy ishlar natijalarini aks ettirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

1.3. Geodeziyaning qisqacha rivojlanish tarixi

Geodeziya — «yer bo'lish» degan so'z bo'lib, u insonning yashash sharoiti talablariga asosan kelib chiqqan bo'lib, u qadim zamondan rivojlanib kelgan. Eramizdan bir necha asrlar ilgari Misrda hosildor manbalardan yerlarni taqsimlash, Nil daryosi havzasida yerlarni sug'orish uchun kanallar qazilgani va geodezik o'lchash ishlari olib borilgani ma'lum. Qadimgi Yunonistonda matematika, geometriya, astronomiya, geografiya fanlari bilan bir qatorda geodeziya ham rivojlangan. Miloddan 6 asr ilgari Pifogor Yerning shar shaklida ekanligini aytib o'tgan; 2,5 asr ilgari esa Ertosfen Yer radiusi qiymatini aniqlash va shu orqali yer sirtida gradus o'lchamlarga asos soldi.

XI asr boshida hamyurtimiz Abu Rayhon Beruniy Hindistonda ufqning pasayishi burchagini o'lchab, Yer radiusini hisoblab chiqargan (u 6339,6 km ga teng bo'lib, hozirgi aniqlangan qiymatidan atigi 31,5 km kam, xolos).

Nyuton o'zining 1682- yili e'lon qilgan butun dunyo tortilishi qonuniga asoslanib, Yer shar shaklida emas, balki qutblardan siqilgan ellipsoid shaklida bo'lishi kerak, degan fikrni ilgari surdi. Shundan keyingi yillarda yaratilgan bir qancha ilmiy tadqiqot ishlarida Yer shaklining haqiqatan ham ellipsoidga yaqin ekanligi aniqlandi va uning katta va kichik yarim o'qlari hamda qutblaridagi siqilish qiymati (koeffitsiyenti) hisoblab topildi. Eramizning ikkinchi ming yilligi o'rtalaridan boshlab davlatlar orasida savdo aloqalarining jonlanishi, dengizlarda aloqa qatnovining kengayishi plan va kartalarga bo'lgan talablarni keltirib chiqardi. XII—XVI asrlarda yerlarni chegaralash va ro'yxatga olish ishlari bajarilishi asosida kartalar tuzildi.

O‘zbekiston hududida aniq va yuqori aniqlikdagi geodezik tarmoqlarni qurish va topografik s’yomkalarni bajarishda yirik rus geodezist-olimi F.N. Krasovskiy tomonidan ishlab chiqilgan ilmiy asoslarga tayanilgan. O‘tgan vaqtda juda katta hajmdagi geodezik va topografik ishlar bajarilib, xalq xo‘jaligi va mamlakat mudofaasi ehtiyojlari sifatli topokartalar bilan ta’minlab berildi.

Hozirgi kunda O‘zbekiston Respublikasi hududida yuqori aniqlikdagi Davlat geodezik tarmog‘i bilan ta’minlangan geodezik ishlar va topografik s’yomkalar amalga oshirilgan. Mamlakatimizda geodeziya, kartografiya va kadastr ishlarini yuqori ilmiy saviyada va yangi texnika bazasida yanada taraqqiy ettirish maqsadida O‘zbekiston Respublikasi yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastri Davlat qo‘mitasi tashkil etildi.

II BOB.

YERNING UMUMIY SHAKLI VA YER SIRTIDAGI NUQTALAR O‘RNINI ANIQLASH

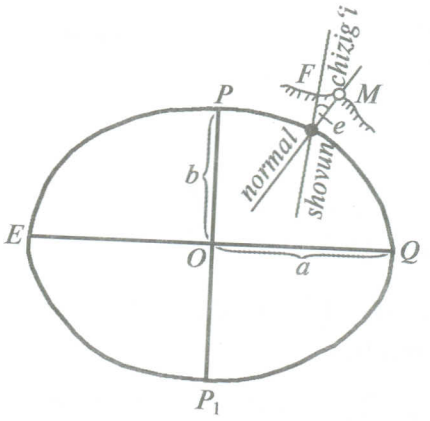
2.1. Yerning umumiy shakli va o‘lchamlari haqida ma’lumot

Yerning shakli xuddi moddiy jismga o‘xshash, uning bo‘laklari ichki va tashqi ta’sir etuvchi kuchlar bilan aniqlanadi. Agar Yer harakatsiz bir turdagi jism bo‘lib, faqat ichki tortish kuchlari ta’sirida bo‘lsa, u shar shaklida bo‘lar va o‘z o‘qi atrofida doimiy tezlikda aylanishidan hosil bo‘ladigan markazdan qochma kuchlar ta’sirida sferoid yoki aylanma ellipsoid shaklini hosil qilar edi. Bunday qat’iy ellipsoidal Yerning sirti hamma joyda gorizontal bo‘lib, uning har bir nuqtasida og‘irlik kuchining yo‘nalishiga normal (perpendikulyar) bo‘lgan sirtga sathiy yuza deb ataladi. Bunda yuqorida aytilgan aylanma ellipsoidning sirti sathiy yuzani tashkil etadi. Amalda esa masala murakkabdir. Yer qobig‘ida massalarning teng joylashmaganligi ta’sirida markazga tortma kuchlar yo‘nalishi, demak, og‘irlik kuchi yo‘nalishi o‘zgaradi. Og‘irlik kuchiga perpendikulyar bo‘lgan Yerning sathiy yuzasi ellips sathidan og‘adi va murakkab shaklga aylanadi.

Bu shaklga geoid nomi berilgan bo‘lib, uni hech qanaqa matematik formula bilan ifodalab bo‘lmaydi. Ko‘p yillik tekshirishlar matematik shakllar ichida geoidga eng yaqin shakl ellipsoid shakli ekanligini ko‘rsatdi. Bunday ellipsoidga yer ellipsoidi deyilib, uning o‘lchamlari — katta yarim o‘qi a, kichik yarim o‘qi b va qutbiy siqilishi α bilan ifodalanadi. Koeffitsiyent quyidagiga teng: $\alpha=(a-b)/a$.

G e o i d deb, okean va dengizlar suvining tinch turgan sathi bilan tutashuvchi sathiy yuzani og‘irlik kuchi yo‘nalishiga to‘g‘ri burchak ostida materiklarni fikran kesishtirib davom ettirishdan hosil bo‘lgan shaklga aytiladi.

Umumiy yer ellipsoidi deb ataluvchi ellipsoid quyidagi shartlarga javob berishi kerak:



2.1- shakl.

1) ellipsoid markazi Yer og'irlik markaziga to'g'ri kelishi kerak;

2) uning ekvator tekisligi Yer ekvator tekisligiga to'g'ri kelishi kerak;

3) ellipsoidning hajmi geoid hajmiga teng bo'lishi kerak;

4) ellipsoid sirtidagi nuqtalar balandlik bo'yicha geoid sirtidagi nuqtalardan eng kichik qiymatga farq qilishi kerak.

O'lchamlari aniqlangan va Yer tanasida ma'lum holatda oriyentirlangan (joylashtirilgan) ellipsoidga referens-ellipsoid deyiladi.

Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi davlatlarida, shu jumladan, O'zbekistonda, Krasovskiy referens-ellipsoidi qabul qilingan. Uning o'lchamlari quyidagilarga teng: $a = 6378245$ m; $b = 6356863$ m; $\alpha = 1/298.3$. Yarim o'qlar a va b qiymatlarining farqi juda kichik (21 km ga yaqin) ekanligini hisobga olib, yuqori aniqlik talab qilinmaydigan ayrim muhandislik geodezik ishlarda Yer shaklining radiusi $R = 6371$ km ga teng shar deb qabul qilinadi.

Bajarilgan astronomo-geodezik o'lchashlar natijalaridan foydalanib, ko'pgina olimlar tomonidan yer ellipsoidi o'lchamlari aniqlangan bo'lib, ulardan ayrimlari quyidagi 1- jadvalda beriladi.

1- jadval

Olimlar nomi	Aniqlangan yili	Katta yarim o'q	Siqilish koeffitsiyenti α
1. Delambr.	1800	6375653	1:334,0
2. Bessel.	1841	6337397	1:299,2
3. Klark.	1880	6378249	1:293,5
4. Xeyford.	1910	6378388	1:297,0
5. Krasovskiy.	1940	6378245	1:298,3

Yerning fizik sirtida bajarilgan geodezik o'lchashlar natijasi normal chiziqlar yordamida referens-ellipsoid sirtiga

proyeksiyalanadi. Bunda Yerning fizik sirtida o'lchangan burchaklar va chiziqlar uzunligiga tuzatmalar kiritiladi. Yer sirtidagi M nuqtada raferens-ellipsoid sirtiga normal (2.1- shakl) chiziq bilan proyeksiyalanadi. Geodezik va astronomik o'lchashlarda boshlang'ich bo'lib shov un chizig'i yo'nalishi (geoid sirtiga perpendikulyar) xizmat qiladi. Bu chiziq bo'yicha geodezik asboblarning vertikal o'qi yo'naltiriladi (oddiy yoki optik shovun yordamida). Teodolit asbobi limb doirasining tekisligi, nivelir asbobi trubasining vizir o'qi geoid sirtiga parallel qilib o'rnatiladi. Berilgan nuqtadan o'tuvchi normal va shovun chiziqlari yo'nalishi bir-biriga to'g'ri kelmaydi (2.1- shakl). Ular orasidagi e burchakka shovun chizig'ining ushbu nuqtada og'ishi deyiladi. Bu burchak Yer uchun o'rtacha 3—4″ tashkil qiladi.

2.2 Geodeziyada qo'llaniladigan koordinatalar sistemalari

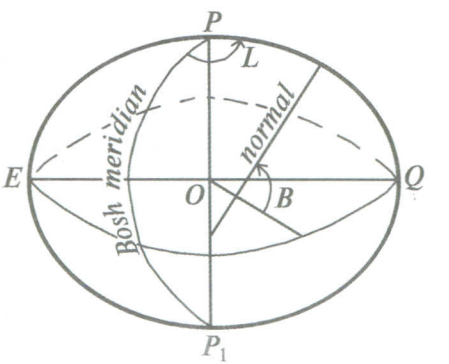
Geodeziyada turli koordinatalar sistemalari qo'llaniladi. Bulardan eng asosiy va ko'p qo'llaniladiganlari quyidagilar:

1. Geodezik koordinatalar sistemasi. Bu sistemada aniqlanadigan nuqta referens-ellipsoid sirtida olinadi, asosiy koordinatalar chiziqlari bo'lib geodezik meridian va parallellar xizmat qiladi.

Geodezik meridian deb, ellipsoid sirtida olingan nuqtadagi normal chiziq va kichik o'q PP_1 (2.2- shakl) orqali o'tuvchi tekislik ellipsoidni kesib o'tishidan hosil bo'lgan chiziqqa aytiladi. Meridian geodezik uzoqlik L, parallel esa geodezik kenglik B bilan aniqlanadi. (2.2- shakl).

Geodezik kenglik B, bu ekvator tekisligi bilan berilgan nuqtadan o'tuvchi normal chizig'i orasidagi burchakdir.

Geodezik uzoqlik L bu boshlang'ich meridian (Grinvich meridiani) tekisligi bilan ellipsoid sirtidagi nuqtadan o'tuvchi meridian tekisliklari



2.2- shakl.

orqasidagi ikki yoqli burchakdir. Shunday qilib, geodezik kenglik B va uzoqlik L nuqtaning ellipsoid sirtidagi o'rnini belgilaydi.

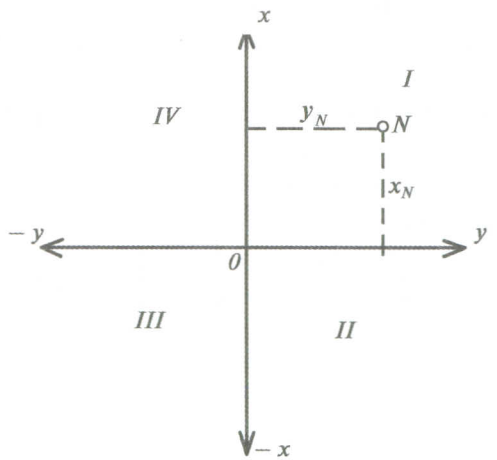
Geodezik parallel deb, berilgan nuqtadan o'tuvchi va kichik o'qiga perpendikulyar tekislikni ellips bilan kesmasiga aytiladi.

2. Geografik (astronomik) koordinatalar sistemasi. Bu sistemada shar sirtida olingan nuqtani o'rni shovun chizig'i yo'nalishiga nisbatan aniqlanadi.

Geografik (astromik) kenglik deb, ekvator tekisligi bilan nuqtadan o'tuvchi shovun chizig'i yo'nalishi orasidagi φ burchakka aytiladi.

Geografik (astronomik) uzoqliq deb, boshlang'ich (Grinvich) meridian bilan ushbu nuqtadan o'tuvchi meridian tekisligi orasidagi ikki yoqli λ burchakka aytiladi. Yuqorida (2.1.) aytilgandek, geodezik va geografik koordinatalar orasidagi farq Yer uchun o'rtacha 3—4″ ga teng. Shunday qilib, shar sirtidagi nuqtaning o'rni geografik kenglik va uzoqlik λ bilan aniqlanadi.

3. To'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi. Kichik yer bo'laklarida geodezik ishlarni bajarishda (bunda Yer egriligi hisobga olinmaydi) to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasidan foydalaniladi. Bu sistemani gorizontal tekislikda yotgan ikkita o'zaro perpendikulyar chiziqlar tashkil etadi, ulardan biri meridian yo'nalishi bo'yicha olinib abssissa x o'qiga, ikkinchisi esa ordinata y o'qiga qabul qilinadi. (2.3- shakl). Ushbu to'g'ri chiziqlarning o'zaro kesishgan nuqtasi O koordinatalar sistemasi bosh nuqtasiga qabul qilinadi.



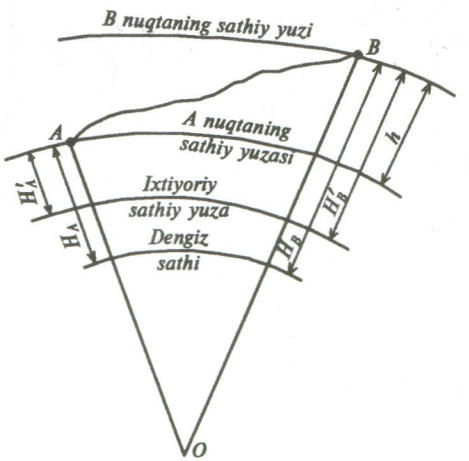
2.3- shakl.

Bu sistemada nuqtaning tekislikdagi o'rni x va y koordinatalar bilan belgilanib, joylashgan choragiga qarab qiymatlari oldiga + yoki — ishora qo'yiladi. O'qlar ixtiyoriy olinsa, bunday sistemaga ixtiyoriy koordinatalar sistemasi deyiladi. Bunday sistema muhandislik geodezik ishlarda keng qo'llanadi.

2.3. Geodeziyada qo'llanadigan balandliklar sistemalari

Geodeziyada Yer sirtidagi nuqtalar balandligini aniqlash uchun boshlang'ich sirt qilib asosiy sathiy yuza — geoid qabul qilinadi (unga dengiz sathi ham deyiladi). Ushbu sathiy yuzaga nisbatan geodezik o'lchashlar orqali Yer sirtidagi nuqtalar balandligi aniqlanadi va ularga mutla q balandlik deyiladi (2.4- shaklda H_A va H_B balandliklar). O'zbekistonda nuqtalar mutloq balandligini hisoblashda boshlang'ich nuqta qilib Kronshtad futshokining noli (Boltiq dengizidagi ko'prik to'sinida mahkamlab qo'yilgan va bo'laklar tushirilgan mis taxtacha) qabul qilingan. Bunga boltiq balandliklar sistemasi deyiladi.

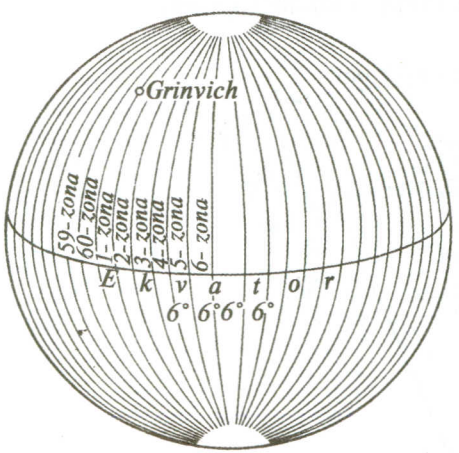
Ixtiyoriy yuzadan (sathdan) hisoblangan balandlikka shartli balandlik deyiladi, 2.4- shaklda H'_A va H'_B. Yer sirtidagi bir nuqtaning ikkinchi nuqtaga nisbatan balandligiga nisbiy balandlik deyiladi va u h bilan belgilanadi. 2.4- shakldan $h = H_A - H_B$. Amalda nisbiy balandlik nivelir asbobi bilan o'lchab topiladi.



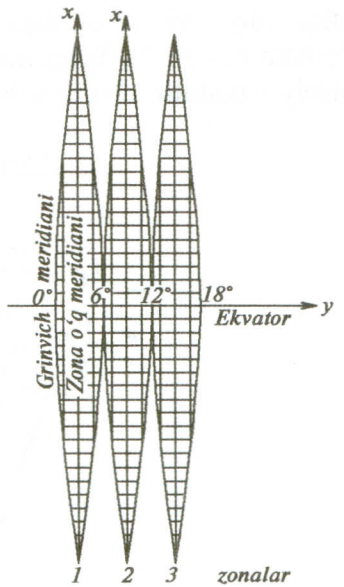
2.4- shakl.

2.4. Gauss-Kryuger yassi to‘g‘ri burchakli koordinatalar sistemasi haqida tushuncha

Geodezik va geografik koordinatlar sistemalari butun Yer sirti uchun taalluqli bo‘lib, ulardan oddiy maqsadlarda foydalanish murakkablik tug‘diradi. Chunonchi, ellips sirtidagi texnik masalalarning qiyin yechilishiga sabab, bu koordinatalar gradusda, Yer sirtida, masofalar esa metrda o‘lchanadi. Masalani osonlashtirish maqsadida yassi to‘g‘ri burchakli koordinatalar sistemasi qo‘llanadi. Ellips sirtidagi nuqtani geografik yoki geodezik koordinatalari bilan shu nuqtaning tekislikdagi to‘g‘ri burchakli koordinatalari orasida bog‘lanishni ta’minlash maqsadida Gauss-Kryuger tomonidan zonali yassi to‘g‘ri burchakli koordinatalar sistemasi taklif etilgan. Bunda Yer shari meridianlar bilan (ellipsoid) uzoqligi bo‘yicha 6° li 60 ta zonaga bo‘linadi va Grinvich meridianidan sharqqa tomon 1 dan 60 gacha raqamlanadi (2.5- shakl). Zonalar chegarasi 1:1000 000 masshtabdagi karta varaqlarining bo‘linishida hosil bo‘ladigan kolonnalar chegarasiga to‘g‘ri keladi. Bunda zona raqami bilan kolonna raqami o‘zaro 30 ga farq qiladi. Amaliy ishlarda har bir



2.5- shakl.



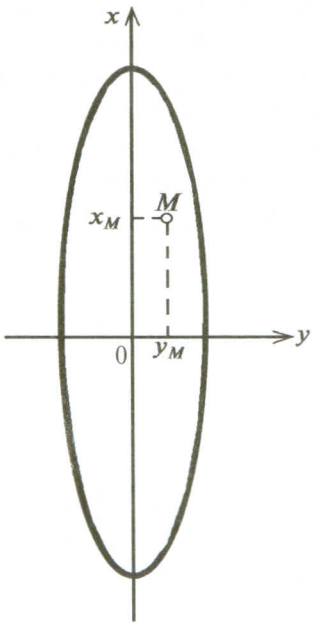
2.6- shakl.

zona silindrni yon sirtiga proyeksiyalanadi va silindr yasovchisi bo‘yicha qirqilib tekislikka yoyiladi (2.6- shakl). Bunda ellips sirtida olingan chiziq tekislikda ma’lum xatolik bilan tasvirlanadi. Xatolik qiymati zonani o‘rtasidan g‘arb va sharqqa uzoqlashgan sari oshib boradi. Tekislikdagi chiziq uzunligi s ga tuzatma ΔS quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta S = \frac{y^2 m}{2R^2} S. \qquad (2.1)$$

Bu yerda: S — ellips sirtidagi chiziq uzunligi; R — Yer radiusi; y_m — chiziq uchlari koordinatalari o‘rtachasi.

Tekislikdagi chiziq uzunligi s quyidagiga teng: $s = S + \Delta S$. Tekislikka yoyilgan har bir zonaning o‘rtasidan o‘tuvchi meridian o‘q meridian deyilib, u ekvator chizig‘i bilan o‘zaro perpendikulyar tasvirlanadi. Ushbu chiziqlar zonani to‘g‘ri burchakli koordinatalar o‘qiga qabul qilinadi: vertikal yo‘nalishda bo‘lgan zona o‘q meridiani abssissa (x), ekvator esa ordinata y o‘qlariga qabul qilinadi. O‘qlarning o‘zaro kesishgan nuqtasi koordinatalar sistemasi bosh nuqtasi o bo‘ladi (2.7- shakl). Abssissa x qiymati ekvatordan shimolga musbat, janubga manfiy; ordinata o‘qi meridiandan sharqqa musbat, g‘arbga manfiy bo‘ladi. Bu sistemada tekislikdagi M nuqtaning o‘rni 2.7- shaklda ko‘rsatilgan x_M va y_M kesimlar bilan belgilanadi.



2.7- shakl.

Shunday qilib, har bir zona o‘zini koordinatalar o‘qlariga va bosh nuqtasiga, ya’ni koordinatalar sistemasiga ega. Bunda ellips sirtidagi har qanday nuqtani geodezik koordinatalari bo‘yicha shu nuqtaning yassi to‘g‘ri burchakli koordinatalarini va, aksincha, yassi to‘g‘ri burchakli koordinatalar bo‘yicha geodezik koordinatalarni aniqlash mumkin. Zonalar sistemasining bu afzalligi uning xalqaro sistemaga aylanishiga olib kelgan. Ordinatalar zona chegarasida faqat musbat ishorada bo‘lishi uchun o‘q meridian

zonaning g‘arbiy chegarasi tomon shartli 500 km ga ko‘chiriladi. Har qaysi nuqta ordinatasi qiymatining oldida zona raqami beriladi. Masalan, ordinatasi $y = 10410$ km ga teng nuqta 10- zonada joylashgan bo‘lib, uning haqiqiy qiymati quyidagicha: $y = 410 - 500 = -90$ km. Demak, ushbu nuqta zona o‘q meridiani (abssissa o‘qi) dan g‘arbda joylashgan bo‘ladi.

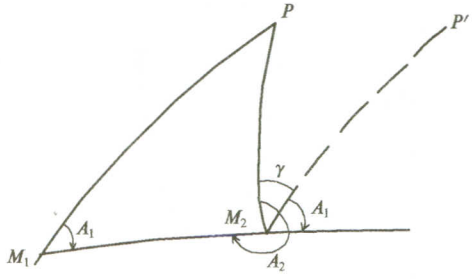
2.5. Haqiqiy azimut va direksion burchaklar

Joyda chiziqlarni oriyentirlash deb, ularning yo‘nalishini boshlang‘ich yo‘nalishga nisbatan aniqlashga aytiladi. Geodeziyada boshlang‘ich yo‘nalish uchun meridian yo‘nalishi qabul qilinadi.

Chiziqlarni oriyentirlash uchun haqiqiy azimut, direksion burchak, rumb va magnit azimut deb ataluvchi gorizontal burchaklar ishlatiladi. Haqiqiy azimut deb, haqiqiy (geodezik) meridian shimol uchidan soat mili yo‘nalishi bo‘yicha berilgan chiziqqacha o‘lchangan gorizontal burchakka aytiladi. U A bilan belgilanib, 0° dan 360° gacha o‘lchanadi (2.8- shakl).

To‘g‘ri yo‘nalish (M_1 M_2) azimuti A_1 ga to‘g‘ri azimut, teskari yo‘nalish (M_2 M_1) — A_2 ga teskari azimut deyiladi (2.8- shakl). Meridianlar o‘zaro parallel emasligi tufayli chiziq (yo‘nalish)ning har bir nuqtasidagi azimuti turli qiymatga ega bo‘ladi. Ikki nuqtadagi meridianlar yo‘nalishi orasidagi γ burchakka meridianlar yaqinlashishi burchagi deyiladi. Chiziqning to‘g‘ri va teskari azimutlari orasidagi bog‘lanish 2.8- shaklda ko‘rinishicha quyidagicha ifodalanadi:

$$A_2 = A_1 + 180° + \gamma. \qquad (2.2)$$



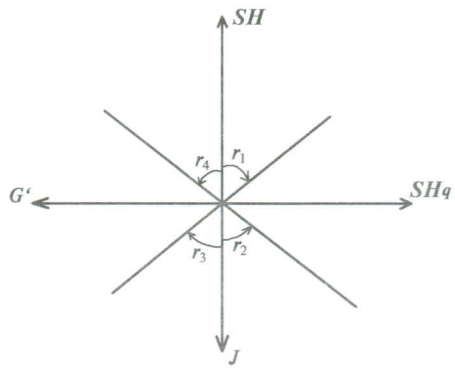
2.8- shakl.

Ayrim maqsadlarda azimut burchagi o‘rniga rumbni ishlatish qulay keladi.

Rumb deb, meridianning yaqin uchidan (shimoliy yoki janubiy) berilgan chiziqgacha o‘lchanadigan o‘tkir gorizontal burchakka

aytiladi. Rumb burchagi r bilan ifodalanib, qiymati yoniga u joylashgan chorak nomi qo‘shib yoziladi. Masalan: $r = 82° 10'$ jg‘.

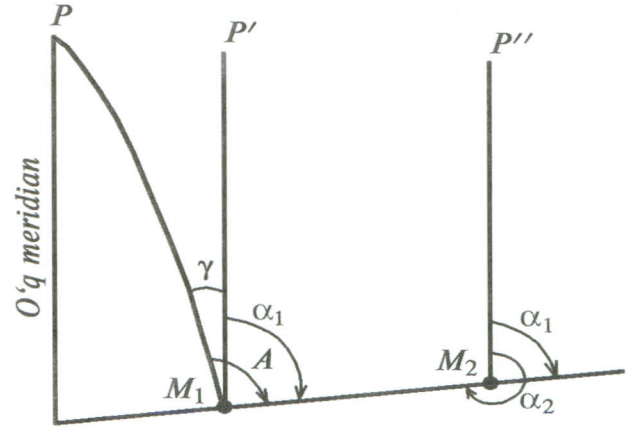
2.9- shaklga asosan rumb bilan azimut orasidagi bog‘lanish quyidagi 2- jadvalda berilgan. Azimut, odatda, ellipsoid sirtidagi chiziqlarni oriyentirlashda ishlatiladi.



2.9- shakl.

Yer sirti bir bo‘lagini tekislikda, masalan, Gaus-Kryuger proyeksiyasida tasvirlashda yassi oriyentirlash burchagi — direksion burchakdan foydalaniladi.

Direksion burchak deb, tekislikda tasvirlangan zona o‘q meridiani yoki unga parallel chiziqni shimol uchidan soat mili yo‘li bo‘yicha chiziqqacha o‘lchangan gorizontal burchakka aytiladi va u α bilan belgilanadi. Direksion burchakdan rumbga o‘tish aynan azimutlarga o‘xshash bajariladi.



2.10- shakl.

2- jadval

Azimut (dir. burch)	Rumblar	Choraklar
0° — 90°	r = A	I — SH SH_k
90° — 180°	r = 180°—A	II — JSH_k
180° — 270°	r = A—180°	III — JG'
270° — 360°	r = 360°—A	IV — SHG'

Azimut bilan direksion burchaklar orasidagi bog'lanish 2.10-shaklga asosan quyidagicha ifodalanadi:

$$A = \alpha + \gamma. \qquad (2.3)$$

Bu formuladagi meridianlar yaqinlashish burchagi γ zonaning o'q meridianidan sharqda joylashgan nuqtalari uchun musbat ishoraga, g'arbda manfiy ishoraga ega.

2.10- shaklga asosan bitta chiziqning to'g'ri va teskari direksion burchaklari bir-biridan 180° ga farq qiladi.

Meridianlar yaqinlashishi burchagi γ quyidagi taqribiy formuladan hisoblanishi mumkin:

$$\gamma = l \sin B, \qquad (2.4)$$

bu yerda: l — o'q meridian bilan berilgan nuqta meridiani uzoqliklarining o'zaro farqi; B — ushbu nuqtaning geodezik kengligi.

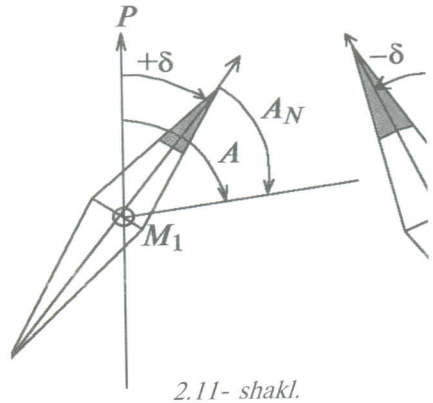
2.6. Magnit azimutlari

Oddiy geodezik amaliy ishlarda magnit azimutlaridan foydalinish maqbul, chunki ular oddiy asboblar — kompas yoki bussoldan foydalanib, oson aniqlanadi.

Magnit azimut deb, magnit meridianining shimoliy uchidan soat milining yo'li bo'yicha berilgan chiziqqacha o'lchangan gorizontal burchakka aytiladi. U A_N bilan belgilanib, 0° dan 360° gacha o'lchanadi.

Magnit milining vertikal tekislikning Yer sirtida qoldirgan iziga m a g n i t m e r i d i a n i deyiladi.

Geodezik meridian tekisligi bilan magnit meridiani tekisligi orasidagi gorizontal burchakka m a g n i t o g ' i s h i deyilib, δ bilan belgilanadi. Bu og'ish haqiqiy meridiandan g'arbiy bo'lsa, manfiy, sharqiy bo'lsa, musbat ishora bilan olinadi (2.11- shakl).



2.11- shakl.

Magnit mili o'qining ufq tekisligi bilan tashkil qilgan burchagiga m a g n i t e n k a y i s h i deyiladi. Magnit og'ishi va enkayishiga yer magnit tizimining elementlari deyiladi.

Haqiqiy azimut bilan magnit azimuti orasidagi bog'lanish 2.11- shaklga asosan quyidagicha ifodalanadi:

$$A = A_N + \delta. \qquad (2.5)$$

Magnit mili og'ishining qiymati Yer sirtidagi nuqtalarda o'zgarib turadi; u asriy, yillik va sutkali o'zgaradi va ma'lum bir qiymatga ega bo'ladi. Topografik plan va kartalarning janubiy ramkasi ostida kartada tasvirlangan hudud uchun og'ishning o'rtacha qiymati keltiriladi. Vaqtga bog'liq magnitning og'ishi o'zgarib turishi, mahalliy xarakterdagi ta'sirlar oqibatida magnit meridianining yo'nalishi tarkibi aniqlanadi. Bu esa chiziqlarni oriyentirlayotganda hisobga olinishi kerak.

Geografiya fakul'teti
KUTUBXONASI

III BOB.

TOPOGRAFIK PLAN VA KARTALAR

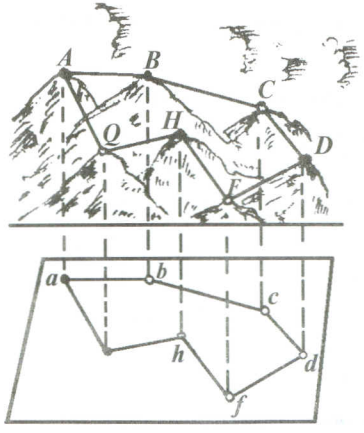
3.1. Umumiy ma'lumotlar

Yer yuzasi kichik bo'lagining Yer egriligini e'tiborga olmay aynan o'ziga o'xshash holda kichraytirib, qog'ozga tushirilgan tasviriga (gorizontal proyeksiyasiga) **plan** deyiladi.

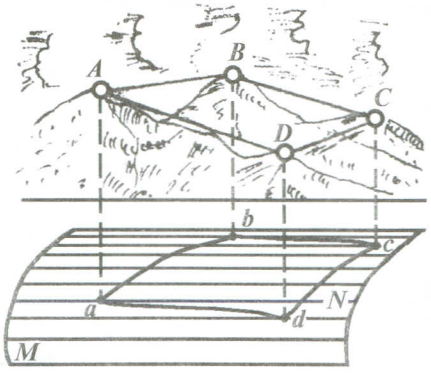
Joyidagi *A*, *B*, *C*, *D*, *F*, *H*, *Q* nuqtalar bilan chegaralangan (3.1- shakl) yer bo'lagini kichraytirib va o'ziga o'xshatib gorizontal proyeksiyasini qog'ozga (tekislikka) tushirsak, unda joy gorizontal proyeksiyasining grafik tasvirini, ya'ni *a*, *b*, *c*, *d*, *f*, *h*, *q* nuqtalar bilan chegaralangan planini olamiz.

Joy relyefini ko'rsatmay faqat tafsilotlar (haydalma yerlar, yo'l, daryo, ko'l va boshqa) chegaralari tushirilsa, bunday planga **konturli plan** deyiladi. Agar planda joy tafsilotlaridan tashqari joyning relyefi ham tasvirlangan bo'lsa, u **topografik plan** deyiladi.

Yerning nisbatan katta bir bo'lagini qog'ozda tasvirlashda, albatta, Yer egriligi hisobga olinadi. Bunday bo'lak kartasini tuzish uchun joy konturlari sferik sirtga proyeksiyalanib, ma'lum matematik qoidalar asosida tekislikka yoyiladi (3.2- shakl).



3.1- shakl.



3.2- shakl.

Bunda tasvirni tekislikka (qog'ozga) o'zgarishsiz yoyib bo'lmaydi; sferik (egri) yuzani tekislikka tushirganda xatoliklar (maydon, shakl, burchak va uzunliklarda) ro'y beradi.

Butun Yer yuzasi yoki uning katta bir qismining yer egriligini hisobga olib, matematik qoidalar asosida bir oz umumlashtirib va kichraytirib qog'ozga tushirilgan tasviriga **karta** deyiladi.

3.2. Masshtablar

Joyda o'lchangan chiziqlar gorizontal qo'yilishi uzunligini plan, karta va profilga kichraytirilib tushirish darajasiga **masshtab** deyiladi.

Plandagi chiziq uzunligi s ni uning joyda o'lchab topilgan gorizontal qo'yilishi qiymatining s_j ga nisbati **plan masshtabi** deyiladi.

$$\frac{1}{M} = \frac{s}{s_j}. \qquad (3.1)$$

Kichraytirish darajasini sonli yoki grafik ifodalash mumkin, shunga ko'ra **sonli** va **grafik masshtablar** bo'ladi. Grafik masshtablar **chiziqli** va **ko'ndalang** bo'ladi.

Surati bir bo'lib, maxraji kichraytirish darajasini ko'rsatuvchi oddiy kasr sonli masshtab bo'ladi. Masalan, 1:500, 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 va yoki $\frac{1}{500}, \frac{1}{1000}, \frac{1}{2000}, \frac{1}{5000}, \frac{1}{10000}, \frac{1}{25000}$ va hokazo.

Joydagi chiziq uzunligi bilan uning plandagi tasviri o'rtasida quyidagicha munosabat bor:

$$s_j = s \cdot M.$$

Bu yerda: s_j — joydagi chiziq uzunligi; s — shu chiziqning plandagi uzunligi; M — sonli masshtabning maxraji.

Masshtablar yirik va mayda masshtablarga bo'linadi. Sonli masshtabning maxraji qancha kichik bo'lsa, u shuncha yirik va, aksincha, maxraji qancha katta bo'lsa, u shuncha mayda masshtab bo'ladi.

Odatda, planlar yirik, kartalar esa mayda masshtablarda tuziladi.

Lekin yirik va mayda masshtablarning tushunilishi nisbatan bo'ladi. Chunki 1:5000 masshtabli qishloq xo'jalik planlari yirik masshtabli hisoblansa, shahar planlari uchun u mayda masshtabli hisoblanadi.

1:200000 masshtabli geografik karta yirik masshtabli karta hisoblansa, yerdan foydalanuvchi xo'jaliklar uchun u mayda masshtabli karta hisoblanadi.

Kartaning sonli masshtabi 1:10000 bo'lsa, undagi 1 santimetr uzunlik 10000 sm yoki 100 m uzunlikka mos keladi.

Sonli masshtabni bilib joydagi chiziqni planga (kartaga) yoki aksincha, plandagi chiziqni joyga osongina ko'chirish mumkin.

Agar joydagi chiziqning gorizontal quyilishi 146,8 m, masshtab 1:5000, ya'ni 1 sm da 50 metr bo'lsa, chiziqning plandagi uzunligi 146,8:50=2,94 sm ni tashkil qiladi.

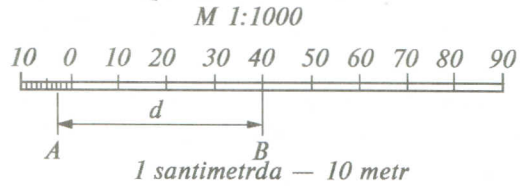
Agar chiziq uzunligi kartada 2,38 sm, masshtab 1:25000, ya'ni 1 sm da 250 m bo'lsa, chiziqning joydagi gorizontal quyilishi 2,38x250=595 m ga teng bo'ladi.

Yuqoridagi hisoblash ishlarini osonlashtirish maqsadida chiziqli masshtabdan foydalaniladi.

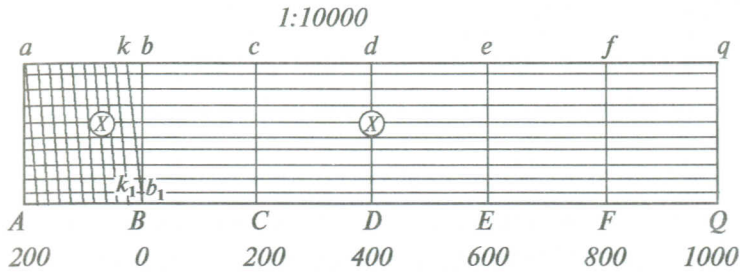
Chiziqli masshtabni chizish uchun masshtab asosi tanlanadi. Masshtab asosini 1, 2, 2,5 sm olish mumkin, shunda joydagi masofa butun songa, masalan, 10, 20, 50 m yoki 100, 200, 500 m ga to'g'ri keladi.

Sonli masshtab 1:1000 bo'lsa, uning chiziqli masshtabi quyidagicha tuziladi. To'g'ri chiziq olinib, u 1 sm lik kesimlarga bo'linadi. Chapdan birinchi bo'lak asos deb olinib, u 10 bo'lakka bo'linadi. Bo'lingan asosning o'ng tomoniga 0, chap tomoniga 10 m va 0 dan o'ng tomondagi bo'laklarga 10, 20, 30 li va hokazolarni chizmada ko'rsatilgandek yoziladi (3.3-shakl).

Plandan olingan kesma uzunligini aniqlashda sirkulning bir uchi o'ng tomondagi asos chiziqlaridan biriga qo'yiladi, ikkinchi uchi esa millimetrlarga bo'lingan asosning ichida bo'ladi.



3.3- shakl.



3.4- shakl.

Shakldagi $AB = d$ kesmasining joydagi uzunligi 1:1000 masshtabda 43 metr bo'ladi.

Chiziqli masshtab asosidagi bir bo'lakdan kichik kesim bo'yicha ko'z bilan mo'ljallab olinadigan masofa aniqligini oshirish maqsadida ko'ndalang masshtabdan foydalaniladi.

Ko'ndalang masshtabni chizish uchun qog'ozda AQ to'g'ri chiziq chizilib (3.4- shakl), unda 2 sm dan bo'lgan $AB = BS = CD$ ... kesimlar belgilanadi. Chap tomondagi AB asos $n=10$ ta kichik bo'laklarga oddiy chiziqli masshtabdagi kabi bo'linadi. A, B, C, D, E, F, Q nuqtalaridan asosiy chiziqqa nisbatan yuqoriga uzunligi 2,5 sm ga teng tik chiziqlar o'tkazilib, a, b, c, d, e, f, q nuqtalar topiladi.

Chizmaning yuqori qismidagi ab kesim ham teng 10 bo'lakka bo'linadi. Shundan keyin k nuqtani pastdagi B nuqta bilan qiya chiziq (transversal) bilan tutashtiriladi. Yuqori va pastki asoslarda belgilangan qolgan nuqtalar ham qiya chiziqlar (transversallar) bilan birlashtiriladi.

Asosning Aa tomoni ham $m=10$ ta teng bo'laklarga bo'linib, topilgan nuqtalardan AQ chiziqqa parallel chiziqlar o'tkaziladi.

Shunda hosil bo'lgan k_1b_1 kesim ko'ndalang masshtabning eng kichik bo'lagi deyiladi.

Uning qiymati Bkb va Bk_1b_1 uchburchagining o'xshashligidan topiladi, ya'ni:

$$\frac{k_1b_1}{kb} = \frac{Bk_1}{Bk}.$$

Bu yerda: $k_1b_1 = \frac{Bk_1}{Bk} \cdot kb$; shartga ko'ra $kb = \frac{AB}{n}$; $Bk_1 = \frac{Bk}{m}$; shunda kb va Bk_1 qiymatlarini o'rniga qo'ysak,

$$k_1b_1 = \frac{AB}{nm} \qquad (3.2)$$

bo'ladi.

AB asosni n ta bo'lakka (n=10 bo'lak), Aα=Bk kesma m ta bo'lakka (m=10 bo'lak) bo'linganini hisobga olib topamiz:

$$k_1b_1 = \frac{2sm}{10 \cdot 10} = \frac{20mm}{100} = 0,2mm.$$

Bu ko'ndalang masshtab eng kichik bo'lagining qiymati bo'lib, uning yarmini (0,1 mm) ko'z bilan chamalab aniqlash mumkin va u masshtabning qabul qilingan aniqligiga tengdir.

Agar $n = m = 10$ bo'lak va $a = 2$ sm bo'lsa, bunday ko'ndalang masshtab normal yuzlik **ko'ndalang masshtab** deyiladi.

Shakldagi ko'ndalang masshtab chizig'ichida 472 m qiymati 1:10 000 masshtabda krest belgilar bilan ko'rsatilgan.

Ko'z bilan millimetrning 0,1 bo'lagini ajratish mumkin. Plan yoki kartadagi 0,1 mm ga to'g'ri keladigan joydagi uzunlikka masshtab aniqligi deyiladi va u t bilan belgilanadi, $t = 0,1$ mm. Shunda, masalan, 1:10 000 masshtab aniqligi $t = 0,1 \times 10\,000 = 1,0$ m bo'ladi.

Masshtab aniqligidan kichik bo'lgan uzunlikni planda tasvirlab bo'lmaydi.

3.3. Topografik plan va kartalar nomenklaturasi

Masshtabi 1:1 000 000 dan kichik bo'lgan kartalar mayda masshtabli yoki geografik kartalar deyiladi. Masshtabi 1:2 00 000 dan 1:1 000 000 gacha bo'lgan kartalar o'rta masshtabli yoki bozor topografik kartalar, masshtabi 1:1 00000 va bundan yirik kartalar esa yirik masshtabli topografik kartalar deb ataladi.

Kartalar nomenklaturasini aniqlashda 1:1 00000 masshtabli karta varaqlarining xalqaro bo'linishi asos qilib olingan.

Bu masshtabdagi kartaning har bir varag'i uzoqlik bo'yicha 6°, kenglik bo'yicha 4° ga teng trapetsiyadan iborat. Yer yuzasidagi bu o'lchamdagi maydon bir planshetga to'la joylashadi. Ko'p

varaqli kartaning har bir varag'i Yer yuzida kenglik va uzoqlik bo'yicha ma'lum o'rinni egallaydi va ayrim belgilar bilan ko'rsatiladi. Karta varag'ining belgilash sistemasiga **topografik karta nomenklaturasi** deyiladi.

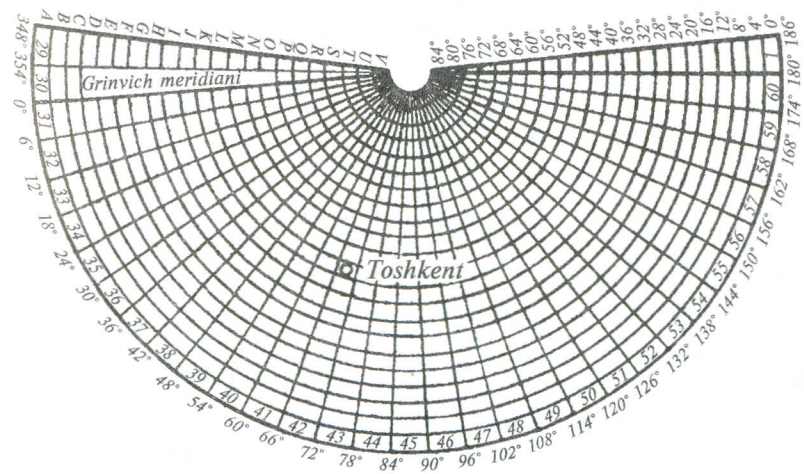
Kartani varaqlarga bo'lish hamda varaqlar nomenklaturasini belgilash uchun butun Yer sharining yuzasi bosh meridiandan (Grinvichdan) boshlab, 6° dan o'tkazilgan meridianlar bilan 60 ta kolonnalarga bo'linadi; kolonnalar arab raqamlari bilan raqamlanadi; raqamlash uzoqligi 180° bo'lgan meridiandan boshlanib, g'arbdan sharqqa tomon 1 dan 60 gacha oshib boradi (3.5- shakl).

Kolonnalar va koordinata zonalari raqamlari orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi: $n = Q - 30$, n — Gauss-Kryuger koordinatalari zona raqami, Q — 1:1 000 000 masshtabdagi karta kolonna raqami.

Kolonnalar ekvatordan boshlab, shimoliy va janubiy qutblarga tomon har 4° dan o'tkazilgan parallellar vositasida qatorlarga bo'linadi. Qatorlar o'rni lotin alifbosining bosh harflari bilan belgilanadi.

Yuqoridagi o'tkazilgan meridian va parallellar bilan Yer yuzasida 1:1 000 000 masshtabdagi kartalarning trapetsiyasi hosil bo'ladi. Har qaysi trapetsiya bitta alohida varaqda tasvirlanadi; meridian va parallel chiziqlar esa shu varaqlarning ichki ramkasi hisoblanadi.

1:1 000 000 masshtabdagi karta bir varag'ining nomenklaturasi shu karta trapetsiyasi joylashgan qator harfi va kolonna



3.5- shakl.

raqamidan iborat bo'lib, 3.5- shaklda Toshkent sh. belgilangan trapetsiyaning nomenklaturasi *K*—42 bo'ladi.

Qator va kolonnalarga bo'lish, raqamlash va belgilash 3.5-shaklda to'la ko'rsatilgan.

Qatorlarning qaysi yarim sharda ekanligini bilish uchun uni belgilovchi harf oldiga shimoliy yarim sharda *N*, janubiy yarim sharda esa *S* harfi yoziladi.

Nuqtaning geografik koordinatalari φ (kenglik) va λ (uzoqlik) ma'lum bo'lsa, 1:1 000 000 masshtabli kartaning shu nuqta joylashgan varag'ining nomenklaturasini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanish mumkin (kolonna raqami *m* va qator raqami *n* deb olingan).

$m = \frac{\lambda}{6} + 31$; agar $\lambda > 180°$ bo'lsa, $m = \frac{\lambda - 180°}{6} + 1$ bo'ladi;

$n = \frac{\varphi}{4} + 1$.

Bu formuladan foydalanishda, φ va λ larning faqat gradus qiymatlari tegishlicha 6 va 4 ga bo'linib, butun qiymatiga tegishlicha 31 ta 1 qo'shiladi.

Masalan, shimoliy yarim sharda biror nuqtaning geografik koordinatalari φ=41° 13′00″, λ=69°40′10″ deylik, shunda kolonna raqami $m = \frac{69°}{6} + 31 = 11 + 31 = 42$, qator raqami esa $n = \frac{41°}{6} + 1 = 11$ bo'ladi.

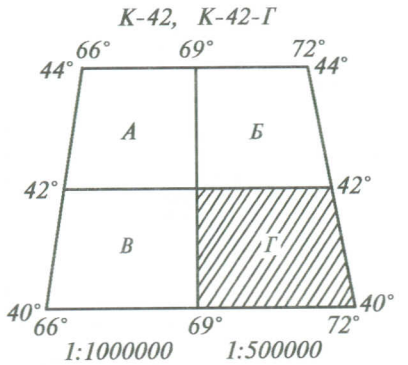
3.5- shakldan 11- harf *K*, shunga ko'ra 1:1000 000 masshtabdagi karta varag'ining nomenklaturasi *K* — 42 ko'rinishda bo'ladi.

Mamlakatimizda topografik karta va planlar tuzish uchun, asosan, quyidagi standart masshtablar qabul qilingan:

1:1000 000; 1:500 000; 1:300 000; 1:200 000;
1:100 000; 1:50 000; 1:25 000; 1:10 000;
1:5000; 1:2 000; 1:1000; 1:500.

1:100 000 va undan maydaroq masshtabdagi karta varaqlarining nomenklaturasi 1:1 000 000 masshtabdagi karta varag'ining ichida bo'ladi, 1:50 000 va undan yirikroq masshtabdagi karta va plan varaqlarining nomenklaturasi esa 1:1 00 000 masshtabdagi karta varag'ining ichida. 1:1 000 000 mashtabdagi bitta varaqda 4 ta *A*, *Б*, *B* va *Г* harflari bilan belgilanadigan 1:500 000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi, bu varaqlarning nomenklaturasi 1:1 000 000 varaq nomenklaturasiga ushbu varaq harfi qo'shib yoziladi,

masalan, *K*—42—*Г* (3.6- shakl).



3.6- shakl.

1:1000 000 masshtabdagi kartaning bir varag'iga rim raqamlari bilan *I* dan *IX* gacha belgilanadigan 9 ta 1:300 000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi, uning bitta varag'i nomenklaturasi, masalan, VII—*K* — 42 ko'rinishida yoziladi.

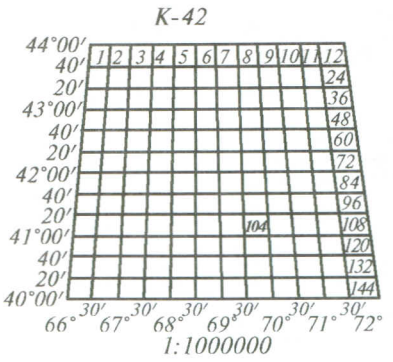
1:1 000 000 masshtabdagi karta varag'iga rim raqamlari bilan *I* dan *XXXVI* gacha belgilanadigan 36 ta 1:200 000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi va bitta varaq nomenklaturasi, masalan, *K* — 42 — *XXVII* ko'rinishida yoziladi.

1:1 000 000 masshtabdagi bir varaqqa arab raqamlari bilan 1 dan 144 gacha belgilanadigan 144 ta 1:100 000 masshtabdagi karta varag'i to'g'ri keladi. Ularning nomenklaturasi, masalan, 104- varaq uchun K—42—104 ko'rinishda yoziladi (3.7- shakl).

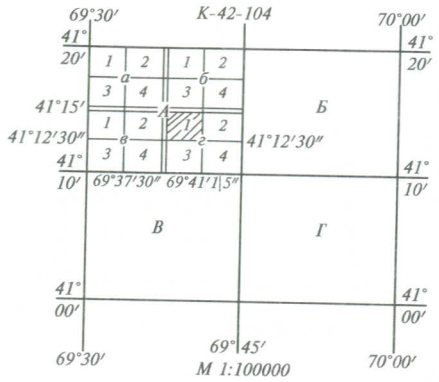
1:100 000 masshtabli karta bir varag'iga 4 ta 1:50 000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi. Ular kirilcha bosh harflar А, Б, В va Г bilan belgilanadi.

Shunda 1:50 000 masshtabdagi varaq nomenklaturasi quyidagicha bo'ladi: *K*—42—104—*A*.

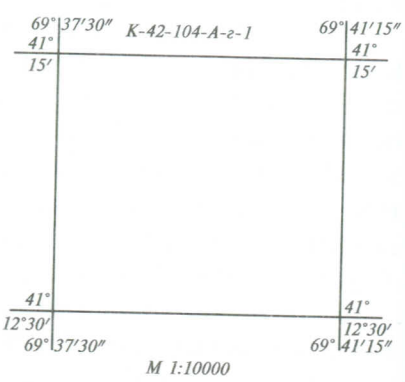
Bitta1:50 000 masshtabdagi karta varag'iga 4 ta 1:25000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi. Ular kirilcha yozma harflar



3.7- shakl.



3.8- shakl.

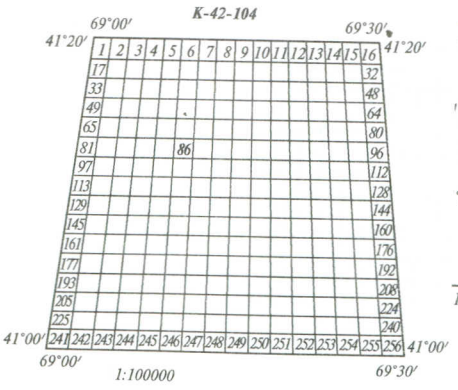


3.9- shakl.

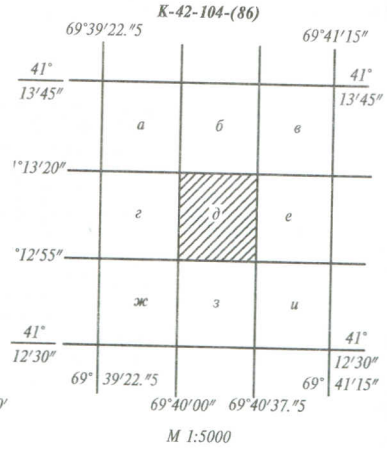
а, *б*, *в* va *г* bilan belgilanadi. Bitta varaqning nomenklaturasi, masalan, K—42—104—A—г ko'rinishda bo'ladi (3.8- shakl).

Bitta 1:25 000 masshtabdagi karta varag'iga 4 ta 1:10 000 masshtabdagi karta varaqlari to'g'ri keladi. Ular arab raqamlari 1, 2, 3 va 4 bilan belgilanadi. Shunda varaqning nomenklaturasi, masalan, *K*—42—104—*A*—*г*—1 ko'rinishda yoziladi (3.9- shakl).

Bitta 1:100 000 masshtabli karta varag'iga arab raqamlari bilan 1 dan 256 gacha belgilanadigan 256 ta 1:5 000 masshtabdagi plan varaqlari to'g'ri keladi (3.9- *a* shakl). Ularning nomenklaturasi qavs ichiga yozilgan varaq raqami 1:100 000 karta nomenklaturasiga qo'shib yoziladi, masalan, K—42—104—(86) (3.10- shakl).



3.9- *a* shakl.



3.10- shakl.

Bitta 1:5 000 masshtabdagi plan varag'iga 9 ta 1:2 000 masshtabdagi plan varaqlari to'g'ri keladi. Ular kirilcha yozma harflar *а*, *б*, *в*, *г*, *д*, *е*, *ж*, *з*, *и* bilan belgilanadi.

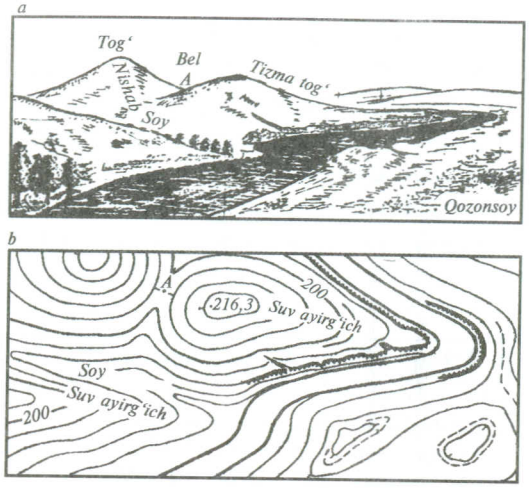
Shunda 1:2 000 masshtab varag'i nomenklaturasi, masalan, *K*—42—104—(86—*д*) ko'rinishda yoziladi (3.10- shakl). Quyidagi 3- jadvalda 1:1 000 000 dan 1:2 000 gacha masshtablardagi karta va planlar nomenklaturasi va ular ramkalarining o'lchamlari berilgan.

3- jadval

Karta va plan masshtablari	1:1000 000 va 1:100 000 masshtablari bir varag'idagi varaqlar soni	Varaq o'lchami		Varaq nomenklaturasi
		Kenglik bo'yicha	Uzoqlik bo'yicha	
1:1000 000 masshtabdagi varaqda				
1:1000 000	1	4°	6°	*K*—42
1:500 000	4	2°	3°	*K*—42—Г
1:300 000	9	1°20′	2°	VIII—*K*—42
1:200 000	36	40′	1°	*K*—42—XXVII
1:100 000	144	20′	30°	*K*—42—104
1:100 000 masshtabdagi varaqda				
1:50 000	4	10′	15′	*K*—42—104—*A*
1:25 000	16	5°	7°30″	*K*—42—104—*A*—*г*
1:10 000	64	2′30″	3′45″	*K* *A* *г*—1
1:5 000	256	1′15″	1′52″,5	*K*—42—104—(86)
1:2 000	2304	25″	37′,5	*K*—42—104—(86—*д*)

3.4. Joy (yer) relyefi va uni topografik plan hamda kartalarda tasvirlash

Ma'lumki, muhandislik inshootlarini qurishda, ya'ni yerlarni ochishda, ularni tekislashda, sug'orish tarmoqlarini loyihalash va qurishda yer yuzasining past-balandligini hisobga olish kerak bo'ladi. Shunga ko'ra, joydagi tafsilotlar va joy relyefi topografik karta va planda to'g'ri tasvirlangan bo'lishi kerak.



3.11- shakl.

Yer yuzasi jami past-balandligiga joy **relyefi** deb aytiladi.

Relyef shakllari. Yer sirtining har xil notekisliklaridan relyefning asosiy shakllarini ajratish mumkin. Bularga: tog' (tepa), tizma tog', egarsimon joy (bel), chuqurlik, soylarni kiritish mumkin (3.11- shakl).

1. **Tog' (tepa)** — yer sirtidagi ko'tarilgan gumbazsimon joy bo'lib, uning eng baland nuqtasi **cho'qqi**, yon tomonlari **qiyalik** (yon bag'ir, nishab), atrof bilan tutashgan chizig'i — **tog' etagi** deyiladi.

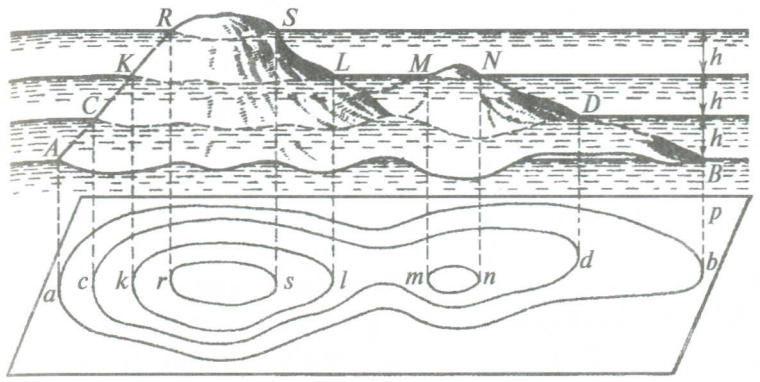
2. **Tizma tog'** — bir yo'nalishda pasayib borgan cho'ziq baland joy bo'lib, ikki yon tomoni qiya tekisliklardan iborat.

3. **Egarsimon joy** (bel) — ikki tog' yoki tepaning yonma-yon qo'shilishidan hosil bo'ladi. Egarsimon joyning ikki tomonidan qarama-qarshi yo'nalishda soy boshlanadi. Ko'pincha bir soydan ikkinchisiga o'tgan so'qmoq yo'l egarsimon joy orqali orqa tomondagi soy yo'liga tutashadi, egarsimon joydagi bu yo'l **dovon** deyiladi.

4. **Chuqurlik** (qozonsoy) — tog'ning aksi bo'lib, har tomondan o'ralgan pastlik joy; eng chuqur joyi — **tub**, yon tomonlari **qiyalik**, qiyaliklarning atrof bilan uchrashgan chizig'i — **chuqurlik chekkasi** deyiladi.

5. **Soy** — tizma tog'ning aksi bo'lib, bir yo'nalishda pasayib boruvchi cho'ziq chuqurlik, ikki yoni tikroq ko'tarilgan bo'ladi.

Soyning eng past nuqtalaridan o'tgan chiziq **suv yig'uvchi chiziq** deyiladi, bu chiziq bo'yicha yog'in suvlari oqadi. Agar soy keng bo'lsa va uzoqqa cho'zilsa, **vodiy** deyiladi.



3.12- shakl.

Daryolar vodiyning suv yig'iluvchi chizig'i bo'yicha oqadi, agar soyda suv yig'iluvchi chiziq nishabligi katta va tuproq yumshoq bo'lsa, sel oqimlari orqali yuvilib, o'piriladi, keyin bu yerda **jarlik** hosil bo'ladi. Tizma tog' yon bag'ridagi deyarli tekis maydonchalarga **terassa** deyiladi.

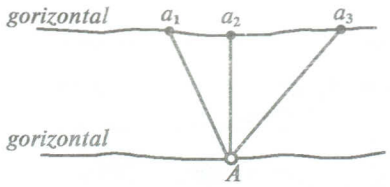
Relyefni tasvirlash. Relyef plan va kartalarda bir necha usulda tasvirlanadi. Nuqtalar balandlik belgisining yoniga yozish, balandligiga qarab och va to'q ranglar bilan bo'yash, turli yo'g'onlikda va turli qalinlikda shtrixlar chizish, gorizontallar bilan tasvirlash usullari qo'llaniladi. Topografik plan va kartalarda relyef, asosan, gorizontallar bilan tasvirlanadi.

Gorizontallar bilan tasvirlangan joy relyefi eng aniq bo'lib, bunday karta va planlardan har xil loyihalash va muhandislik masalalarini yechishda foydalaniladi.

Bir xil balandlikka ega yer sirtidagi nuqtalarning geometrik o'rnini tasvirlovchi yopiq egri chiziqqa **gorizontal** deb aytiladi.

Ba'zida gorizontal so'zini «izogips» deb ham ishlatiladi, uning ma'nosi «balandligi bir bo'lgan chiziq» demakdir (3.12- shakl).

Gorizontallarni yaxshi tasavvur qilish uchun biron tepalikdan iborat yer bo'lagini sathiy yuzaga parallel gorizontal tekisliklar *(AB, CD, KL* va *RS)* bilan bir xil balandlikda kesishtirishdan hosil bo'lgan *(A, C, K, R, ..., D, B)* nuqtalarni gorizontal tekislikka ortogonal proyeksiyalab, *a, c, k, r, ... , d, b* nuqtalar topiladi. Bir xil balandlikka ega nuqtalarni egri chiziq bilan o'zaro tutashtirib, gorizontallar hosil qilinadi.



3.13- shakl.

Agar to'ldirilgan suv havzasidagi suv hajmini har kuni kamaytirib borsak, uning devorlarida suv sathi izlari hosil bo'ladiki, ular gorizontallarni bildiradi.

Ikki qo'shni gorizontallar orasidagi shovun yo'nalish bo'yicha vertikal masofaga **relyefning kesim balandligi** (*h*) deyiladi.

Kesim balandligi tasvirlanadigan joy relyefining murakkabligiga va tuziladigan plan va karta masshtabiga qarab qabul qilinadi. Gorizontallarning bir-biriga qancha yaqin yoki bir-biridan qancha uzoq bo'lishi qiyalik burchagining katta yoki kichikligiga bog'liq bo'ladi.

Agar qiyalik burchagi katta bo'lsa, gorizontallar bir-biriga yaqin bo'ladi va aksincha.

Tekislikdagi (plandagi) ikki qo'shni gorizontallar orasidagi masofa **quyilish** deyiladi.

3.13- shakldagi *A* nuqta joylashgan gorizontaldan qo'shni gorizontalgacha har xil yo'nalishda quyilish olish mumkin, masalan, Aa_1, Aa_2, Aa_3 va boshqalar. Bulardan gorizontallarga tik qilib olingan Aa_2 yo'nalishi eng xarakterlisi hisoblanadi. Shunga asosan uning quyilishi eng kichik bo'lib, qiyalik tikligi eng katta bo'ladi.

Eng kichik quyilish bo'yicha olingan chiziq **eng katta tiklik chizig'i** deyiladi. Bu chiziq **qiyalik yo'nalishi** deb qabul qilinadi.

Gorizontallar quyidagi asosiy xossalarga ega:

1. Gorizontallar bir-biriga qancha yaqin bo'lsa, joy qiyaligi shuncha tik bo'ladi; bir-biridan uzoq bo'lsa, qiyalik yotiq bo'ladi. Yonma-yon ikki gorizontal orasidagi eng qisqa masofa eng tik joy bo'ladi.

2. Turli balandlikdagi gorizontallar o'zaro kesishmaydi.

3. Plandagi gorizontallar yopiq chiziq bo'ladi yoki plan chetida tugaydi.

4. Gorizontalga perpendikulyar chiziq eng katta nishablikda bo'ladi.

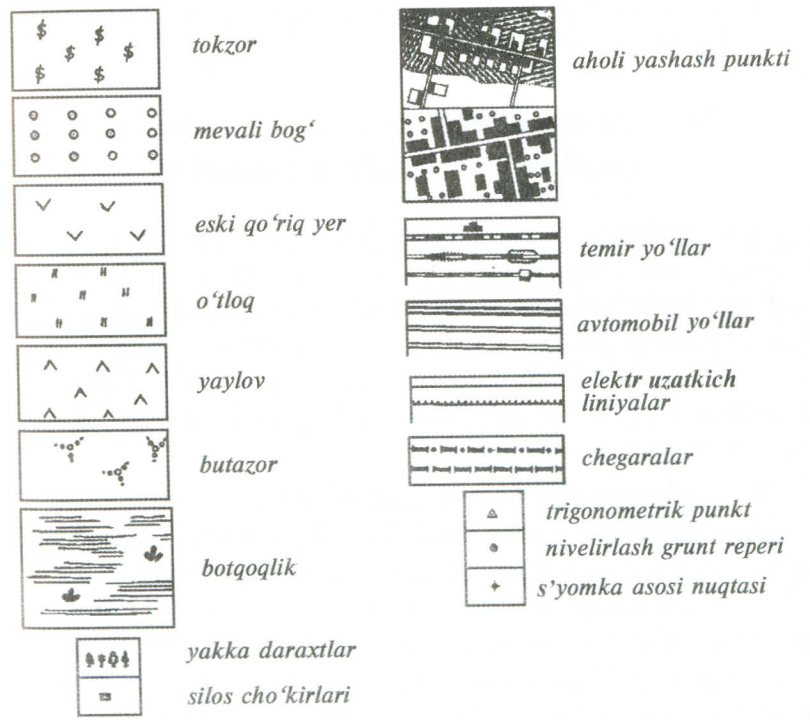
Ayrim joylarning relyefini asosiy gorizontallar bilan to'la ko'rsatish mumkin bo'lmagan vaqtda kesim balandligining yarmiga teng qiymatda qo'shimcha gorizontallar o'tkaziladi.

Keltirilgan 3.11- shaklda kalta chiziqchalar bilan qiyaliklar yo'nalishi ko'rsatilgan bo'lib, ularga berk shtrixlar deyiladi.

3.5. Topografik plan va kartalarning shartli belgilari

Topografik plan va kartalar tuzishda ularning aniq, tushunarli va ko'rgazmali bo'lishi uchun joy tafsilotlari va relyefi maxsus qabul qilingan shartli belgilar va yozuvlar yordamida tasvirlanadi. Maxsus shartli belgilar o'z xususiyatiga va vazifalariga ko'ra to'rtta guruhga bo'linadi: konturli, masshtabsiz, chiziqli va tushuntirish.

Konturli (masshtabli) shartli belgilar bilan karta masshtabida maydonini tasvirlash mumkin bo'lgan obyektlar (ekinzor, o'rmon, yo'l, kanal va h.k.) tasvirlanadi. Maydonlarini plan va karta masshtabida tasvirlash imkoni bo'lmagan obyektlar (quduq,



3.14- shakl.

geodezik punktlar, tegirmon va h.k.) masshtabsiz shartli belgilar bilan tasvirlanadi. Uzunasiga davom etgan obyektlar (yo'llar, chegaralar, yer po'stidagi tektonik yoriqlar va h.k.) chiziqli shartli belgilar bilan tasvirlanadi.

Konturli (maydonli), chiziqli va masshtabsiz shartli belgilar bilan tasvirlangan obyektlarga qo'shimcha ravishda tavsiflash uchun tushuntirish shartli belgilari ishlatiladi.

Planda tafsilotlarning tabiiy chegaralari, chiziqli inshootlardan tashqari, nuqtalar bilan ko'rsatiladi va ichi bir-biridan farqlanuvchi belgilar bilan to'ldiriladi.

Karta va planlarda davlat standartlari bo'yicha qabul qilingan shartli belgilar, ularning o'lchamlari, rangi plan masshtabi bo'yicha ko'rsatiladi.

Hamma suv havzalari ko'k rangda ko'rsatiladi. Tabiiy relyef elementlari, gorizontallar, suv o'yib ketgan chuqur joylar — jigar rangda, boshqa hamma obyektlar qora rangda ko'rsatiladi.

Plan va kartalar uchun qabul qilingan ayrim shartli belgilar 3.14- shaklda tasvirlangan.

3.6. Topografik kartalarda mashqlar bajarish. Quyilish va nishablik masshtablari

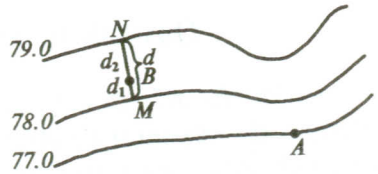
Joy tafsiloti va relyefi tasvirlangan topografik karta va planlar bo'yicha turli muhandislik inshootlari (temir yo'l va avtomobil yo'llari, gidrotexnik inshootlar, binolar va boshqalar) loyihalanadi. Bunda gorizontallar quyilishi, plandagi chiziq nishabi, qiyalik burchagi, qiyalik tikligi, nuqtalar balandligi va boshqa qiymatlarni aniqlash kerak bo'ladi. Topografik planda, asosan, quyidagi masalalar yechiladi.

1. Berilgan nuqta balandligini aniqlash.

Agar nuqta gorizontal ustida joylashgan bo'lsa, uning balandligi ushbu gorizontalning balandligiga teng bo'ladi.

3.15- shakldagi A nuqtaning balandligi H_A=77,0 m bo'ladi.

Agar nuqtalar gorizontallar orasida yotgan bo'lsa, uning balandligi quyidagicha aniqlanadi: berilgan shaklda B nuqtasi balandligi 78 va 79 metrga teng ikkita gorizontallar orasida joylashgan. Bu nuqta balandligini topish uchun undan ikkala qo'shni gorizontallarga perpendikulyar chiziq chiqarib, gorizontallar bilan kesishgan nuqtalarni M va N bilan belgilaylik. Ushbu nuqtalar balandligi H_M va H_N ular joylashgan tegishli gorizontallar balandligiga teng. 3.16- shaklga asosan B nuqtasining balandligi quyidagiga teng:



3.15- shakl.

$$H_B = H_M + h'.$$

Ushbu shakldagi uchburchaklar o'xshashligidan quyidagini yozamiz: $\frac{h^1}{h} = \frac{d_1}{d}$, bundan $h^1 = \frac{h^1}{d} \cdot d_1$. Bu yerda h plandagi gorizontallar kesimi balandligi, d va d_1 masofalar plandan o'lchab olinadi.

B nuqta balandligini quyidagicha topish ham mumkin: $H_B = H_M - h''$, bu yerda $h'' = \frac{h'}{d} \cdot d_2$..

Misol: H_M= 78,0 m; d_1 = 59,5 m; h = 1 m;
H_N= 79,0 m; d_2 = 110,5 m; d = 170 m bo'lsa,

$$h^1 = \frac{1}{170} \cdot 59{,}5 = 0{,}35\ m;\ ;\ H_B = 78{,}0 + 0{,}35 = 78{,}35\ \text{m};$$

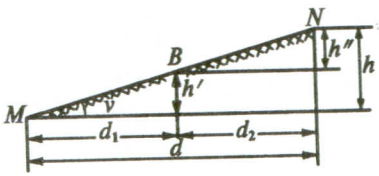
$$h^{11} = \frac{1}{170} \cdot 110{,}5 = 0{,}65\ m;\ ;\ H_B = 79{,}0 - 0{,}65 = 78{,}35\ \text{m}.$$

2. Planda berilgan chiziqning qiyalik burchagini aniqlash. Planda berilgan chiziq qiyaligini topish uchun plandagi gorizontallar kesimi balandligi h va chiziqning gorizontal quyilishi d dan foydalaniladi. Yana o'sha 3.16- shakldan MN chizig'i qiyalik burchagi v uchun yozamiz:

$$tgv = \frac{h}{d}. \qquad (3.3)$$

Plandagi gorizontallar kesim balandligi ma'lum bo'lib, gorizontal quyilish d ni sirkul o'lchagich bilan plandan olib masshtab bo'yicha aniqlanadi.

Masalan, h = 1 m, d=65,0 m bo'lsa, (3.3) formuladan topamiz: $tgv = \frac{1}{65} = 0{,}01538$ yoki $v = 0°54'$.



3.16- shakl.

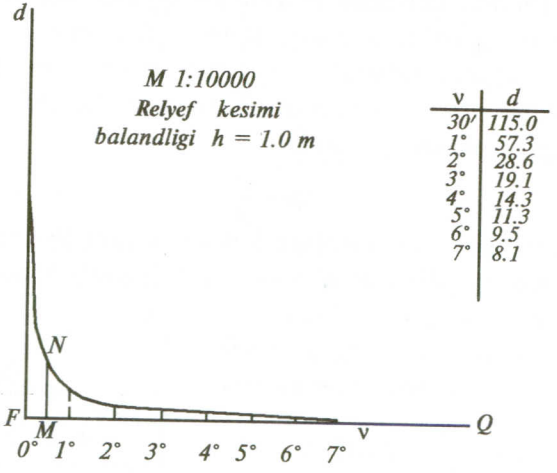
Quyilish va nishablik masshtablari

(3.3) formuladan yozamiz $d = h\ ctg\nu$. Bu formuladagi h qiymati doimiyligini hisobga olib, ν ga har xil qiymatlar bersak, quyilish d qiymatining har xil qiymatlari kelib chiqadi, bu qiymatlar bo'yicha quyilish masshtabi grafigi tuziladi.

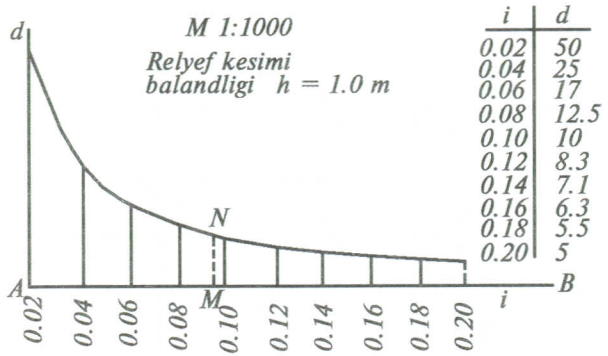
Qog'ozda FQ gorizontal chiziq olinib, unda ixtiyoriy masshtabda ν ga berilgan qiymatlar qo'yib chiqiladi (3.17- shakl). Unga perpendikulyar yo'nalishda Fd chiziq olinib, bo'laklarga bo'linadi va plan masshtabida qiymatlar bilan belgilanadi. Gorizontal o'qdagi har bir gradus bo'lagidan vertikal chiziq bo'yicha tegishli d qiymatlari qo'yilib, hosil bo'lgan nuqtalar egri chiziq bilan birlashtiriladi va quyilish masshtabi grafigi hosil qilinadi.

3.15- shakldagi MN chizig'ining qiyalik burchagini aniqlash uchun sirkul bilan plandan bu kesmani olib, quyilish masshtabida sirkul ignasining bir uchini FQ chizig'iga qo'yib, u bo'yicha ikkinchi ninasi egri chiziq bilan kesishguncha suriladi (3.17- shaklda MN kesim) va shkaladan ν burchagining M nuqtadagi qiymati olinadi ($\nu = 0{,}5°$).

Nishablik masshtabi grafikni tuzish uchun $i = \frac{h}{d}$ formulasidan foydalanib, nishablik i ga har xil qiymatlar: 0,02; 0,04; 0,06;



3.17- shakl.



3.18- shakl.

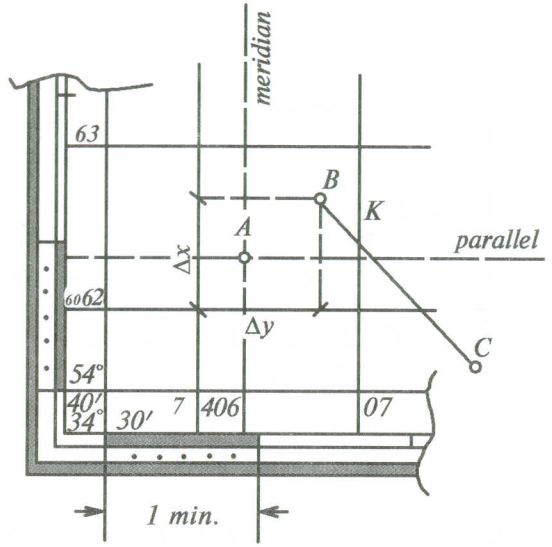
0,08 va hokazolarni berish orqali gorizontal quyilish qiymati $d = \frac{h}{i}$ formulasidan topiladi.

Gorizontal o'q AB bo'yicha i qiymatlari ixtiyoriy masshtabda qo'yilib, topilgan nuqtalardan o'qqa perpendikulyar yo'nalishda plan masshtabida hisoblangan d qiymatlari qo'yiladi. Bu topilgan nuqtalar egri chiziq bilan birlashtirilib, nishablik grafigi chiziladi (3.18- shakl).

Bunday masshtabdan foydalanib, gorizontallar orasidagi chiziq nishabligi sirkul yordamida topiladi (3.18- shakldan MN kesimning nishabligi $i = 0{,}0095$ chamalab olinadi).

3. Kartada berilgan nuqtaning geografik koordinatalarini aniqlash. Har bir karta varag'i ramkasining burchaklarida uning kengligi va uzoqligi yozib ko'rsatilgan bo'ladi. 3.19- shaklda berilgan ramka burchagining kengligi $\varphi = 54°40'$, uzoqligi $\lambda = 37°30'$ ga teng. Bundan tashqari ramka tomonlari kenglik va uzoqlik bo'yicha minut bo'laklariga, ular esa, o'z navbatida, 10″ bo'laklarga bo'lingan.

Kartadagi A nuqtasining kengligini aniqlash uchun undan g'arbiy minut ramkasiga perpendikulyar o'tkaziladi va uni minut hamda sekund bo'laklari orqali kenglik sanab yoziladi; xuddi shunday tarzda uzoqlik aniqlanadi. Bunda A nuqtasi orqali meridian chizig'i o'tkazilib, janubiy ramkasidan uzoqlik qiymati sanab olinadi. 3.19 shakldan $\varphi_A = 54°40'54''$, $\lambda = 34°30'53''$.



3.19- shakl.

4. Berilgan nuqtaning to'g'ri burchakli koordinatalarini aniqlash. Berilgan B nuqtadan koordinatalar to'rining yaqin tomonlariga perpendikulyarlar o'tkazamiz, 3.19- shaklda hosil bo'lgan kesimlar Δx va Δy qiymatlarini karta masshtabidan foydalanib aniqlaymiz, bunda $\Delta x = 700$ m va $\Delta y = 750$ m ni tashkil qildi. B nuqta joylashgan koordinatalar to'rining g'arbiy-janubiy burchagi koordinatalari o'sha shakldan $x = 6062$ km, $y = 7406$ km. Shunda $x_A = 6062+0{,}70 = 6062{,}70$ km; $y_A = 7406+0{,}75 = 7406{,}75$ km.

5. Karta bo'yicha chiziq direksion burchagi va azimutini aniqlash. Kartada berilgan BC chizig'ining direksion burchagini (3.19- shakl.) o'lchash uchun, ushbu chiziqni koordinata to'rining vertikal chizig'i bilan kesishgan nuqtasiga transportir markazini qo'yib, shkala noli vertikal to'rga tutashtiriladi va shkalani BC chizig'i bilan kesishgan joydan sanoq olinadi. Olingan misol uchun topamiz $\alpha_{BS} = 133°25'$. Xuddi shu chiziq azimutini aniqlash uchun B nuqtadan meridian chizig'i (g'arbiy yoki sharqiy ramkaga parallel) o'tkazilib unga nisbatan transportirda azimut A qiymati direksion burchakka o'xshash o'lchanadi. Varaq janubiy ramkasi ostida berilgan meridianlar yaqinlashish burchagining γ qiymati

bo'yicha o'lchangan direksion burchak orqali ham A ning qiymatini topish mumkin, ya'ni:

$A = \alpha + \gamma = 133°25' + 2°12' = 135°37'$.

Bu yerda meridianlar yaqinlashishi sharqiy $\gamma = +2°12'$.

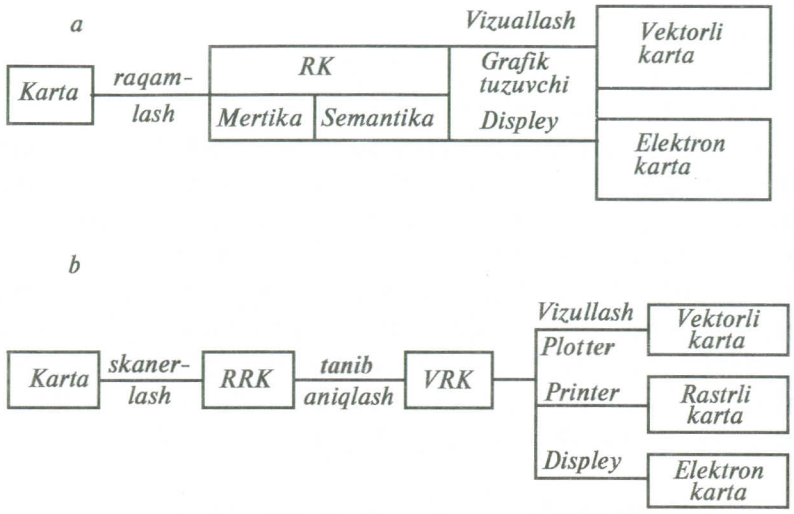
6. Kartada berilgan yo'nalish bo'yicha joyning bo'ylama profilini chizish. Berilgan yo'nalish (chiziq)qa millimetrovka qozog'ining bir bo'lagi qo'yilib, unda chiziq bilan gorizontallarning kesishgan nuqtalari belgilanadi va ular yoniga gorizontallar balandligi yozib qo'yiladi. Bu nuqtalardan perpendikulyarlar chiqarilib, ular bo'yicha balandliklar vertikal masshtabda qo'yiladi va topilgan nuqtalar tutashtirilib, profil chiziladi. Profilning vertikal masshtabi gorizontal masshtabga qaraganda 10 barobar yirikroq olinadi.

3.7. Raqamli va elektron topografik kartalar haqida ma'lumotlar

Raqamli karta (RK) deb, belgilangan tarkib va kodlarda, ma'lumotlarni mashinaviy ifodalovchida yozilgan, kartografiya qonunlari negizida va kartalar uchun qabul qilingan proyeksiyada, koordinatalar va balandliklar sistemasida shakllantirilgan, aniqligi va mazmuni bo'yicha masshtabi aniq kartaga mos keladigan joyning raqamli modeliga aytiladi.

Elektron karta (EK) deb, qabul qilingan proyeksiyada, koordinatalar va balandliklar sistemasida, shartli belgilarda ma'lumotlarni mashinaviy ifodalovchida shakllantirilgan joy to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tasvirlash, tahlil qilish va modellashtirish hamda ma'lumotlar bilan ta'minlash uchun mo'ljallangan vektorli yoki rastrli tematik-topografik kartaga aytiladi.

Grafik ma'lumotlarning vektorli tasavvuri (ma'lumotlarning vektor modeli) — bu nuqta, chiziq va poligon shaklidagi fazoviy obyektlarning faqat geometriyasini qo'sh koordinatalar ko'rinishidagi raqamli tasavvuridir. Grafik ma'lumotlarning rastrli tasavvuri (ma'lumotlarning rastrli modeli) — bu fazoviy obyektlarni rastr yacheykalari (piksellar) to'plami ko'rinishidagi raqamli tasavvuri. Piksel — bu tasvirning ajralmas ikki o'lchovli elementi, uni tashkil qiluvchilardan eng kichigi, tasvirni skanerlash yoki elektron suratga olish yo'li bilan olinadigan to'g'ri burchakli shakl.



3.20- shakl.

Quyidagi 3.20- shaklda qog'oz asosdagi topografik kartalardan geoaxborot tizimi (GAT) da raqamli va elektron kartalarni tayyorlash texnologiyalari keltirilgan. Unda yarim avtomatizatsiyalangan raqamlash texnologiyasi (3.20- *a* shakl) va elektron kartalarni GAT uchun tayyorlashni skanerlash texnologiyasi (3.20- *b* shakl) berilgan.

Maxsus elektron apparatlar bilan raqamli ko'rinishda (elektron surat) tayyorlangan kosmik s'yomka, aeros'yomka va fototeodlit s'yomkalarning ma'lumotlari GAT ga grafik ma'lumotlarni tayyorlashda qog'oz asosga tushirish bosqichini qoldirib bevosita kompyuter xotirasiga kiritiladi. Nuqtali, chiziqli va maydonli obyektlar fazoviy koordinatalar va kodli belgilar bilan tavsiflanadigan raqamli kartalardan (RK), ularni yuqorida ko'rsatilgan parametrlaridan tashqari, elektron kartalar (EK) shartli belgilar tizimi (o'zining o'lchamlari, rangi va shrifti bilan), tasvirlangan obyektlar va elementlar orasidagi fazoviy mantiqiy aloqalari bo'lishi bilan farq qiladi.

EK kartografik ma'lumotlarni taqdim etish va saqlash, an'anaviy qog'oz asosdagi topografik kartalarni saqlash va foydalanishga qaraganda quyidagi katta afzalliklarga ega:

— o'zgarishlar va tuzatishlar kiritishni (kartalarni yangilashni) doimiy bajarib borish imkoni;

— EK ga klaviatura orqali so'rov kiritish yo'li bilan va monitorda bevosita kerakli kartografik obyektlarni ko'rsatish uchun darhol murojaat kiritish imkoni;

— foydalanuvchilar talabiga ko'ra: xohlagan mavzuda, masshtabda va batafsillikda elektron ko'rinishda hamda qog'oz asosda kartani tuzish imkoni;

— EK larning GAT kartografik asosi sifatida o'ziga xos xususiyati, uning ko'p qatlamli bo'lishi va qatlamlarni o'zgaruvchan mexanizmli boshqarishi tashkil qilish imkoni.

Elektron kartalar hozirgi kunda quyidagicha tasniflanadi:

— taqdim etish shakli bo'yicha (vektorli, rastrli, vektor-rastrli);

— vazifasi bo'yicha (GAT, ABS, navigatsiya);

— mavzusi, turlari va masshtabi bo'yicha (turli masshtabli tematik kartalar, shaharlar EK, elektron topografik kartalar, elektron kadastr kartalari va h.k.);

— fazoviy ma'lumotlarni taqdim etish usullari bo'yicha:

— ikki o'lchovli model (x, y);

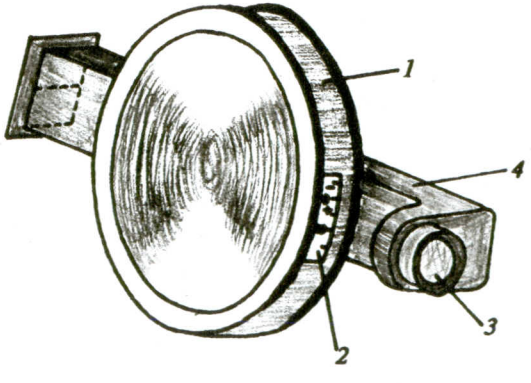
— uch o'lchovli model (x, y, H);

— fazoviy — vaqtga bog'liq model (x, y, H, t).

ODDIY GEODEZIK QUROLLAR VA ULAR BILAN ISHLASH

4.1. Eklimetr va u bilan og'ish burchagini o'lchash

Eklimetr joydagi chiziq og'ish burchagini osongina va tez, uncha yuqori bo'lmagan aniqlik (0.1° gacha) bilan o'lchash imkonini beradigan ixchamgina asbob. U doira shaklidagi metall quticha (1) (4.1- shakl) va uning ichida o'z o'qi atrofida aylanadigan halqadan iborat. Bu halqa gardishi (silindr shaklida) nol shtrixdan ikki tomonga qarab gradus bo'laklarga bo'lingan; metall qutichaning silindrli devorida kichik teshikcha (2) (darcha) qoldirilgan bo'lib, undan gardishdagi gradus bo'laklarining shkalasiga kattalashtiruvchi oynacha (3) orqali qaraladi. Aylanuvchi halqaning ichida unga mahkamlangan yuk joylashgan bo'lib, uning og'irligi ta'sirida bo'sh (qotirilmagan) halqa har doim bir holatni egallaydi, ya'ni uning nol shtrixidan o'tuvchi halqa diametri gorizontal holatda bo'ladi. Ishdan tashqari vaqtda halqa maxsus prujina yordamida qo'zg'almas holatda saqlanadi va o'lchash jarayonida quticha sirtida joylashgan tugmacha (knopka) ni bosib bo'shatiladi.

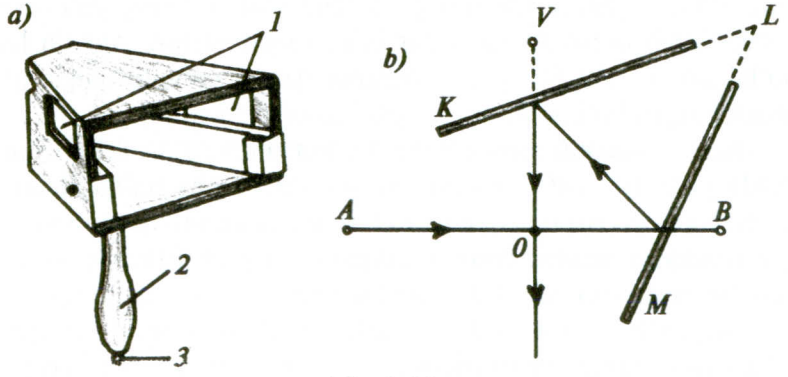


4.1- shakl.

Qutichaga prizma shaklidagi trubka (4) mahkamlangan bo'lib, uning bir uchida qutichadagi kichik teshikcha yonida, ko'z dioptiri (gorizontal tirqish) qo'yilgan, boshqa uchida predmet dioptiri (qilsim) bor; tirqish hamda qilsim halqa aylanish o'qiga parallel joylashgan. Joydagi chiziq og'ish burchagini o'lchash uchun chiziqning bir uchida eklimetr ushib turiladi, ikkinchi uchida esa kuzatuvchining ko'zi balandligi belgilangan vexa (tayoq) qo'yiladi. Kuzatuvchi ekrilimetr halqasi aylanish o'qini chamalab gorizontal holatda tutib, tirqish orqali qarab, qilsimni vexada belgilangan ko'z balandligi belgisiga qaratadi va shu holatda tugmacha (knopka)ni barmoq bilan bosib halqani bo'shatadi. Halqa tinchlangach, ko'z dioptiri orqali halqaga qarab shkalasidan predmet dioptiri bo'yicha 0,1° aniqlikda sanoq oladi, shu sanoq og'ish burchagining qiymati bo'ladi, halqada ko'tarilish burchagi «+» va pasayish burchagi esa «—» ishora bilan belgilangan.

4.2. Eker va u bilan joyda to'g'ri burchakni yasash

Joyda to'g'ri burchaklar yasash uchun eker qo'llaniladi. Ular ikki xil: oddiy va qaytaruvchi bo'ladi. Amalda asosan qaytaruvchi (oynali) eker qo'llaniladi. Eker perpendikulyar chiqarish va tushirishda oddiy yordamchi qurol hisoblanadi. Ikki oynali eker (4.2- *a* shakl) ikki bo'lak oynachalar bir-biriga 45° burchak ostida mis gardishda joylashtirilgan. Gardishdagi oynachalar ustida darchalar (1) (4.2- *a* shakl) qo'yilgan. Gardishga tutqich (2) va ilmoq (3) (shovun ilish uchun) o'rnatilgan.



4.2- shakl.

AB chizig'ining *O* nuqtasidan (4.2- *b* shakl) unga perpendikulyar chiziq *OV* ni tiklash uchun O nuqtada yuz bilan perpendikulyar yo'nalishga qarab turib eker shaklda ko'rsatilganday joylashtiriladiki, *A* nuqtadan kelayotgan nurlar *ML* va *KL* oynachalardan ikki marta qaytib (*a*) ko'zga tushsin, bunda *A* nuqtasining ko'ringan tasviri qo'zg'almas (ustivor) bo'lishi kerak. Shundan keyin ishchiga ko'rsatma berib vexa bilan uni chap yoki o'ngga shunday yurgiziladiki, oynacha orqali oddiy ko'z bilan ko'rinayotgan *V* vexa *A* nuqtadagi vexaning KL oynachasiga tushgan tasviri bilan tutashsin, shu holda u ishchi vexani yerga qadaydi.

V nuqtadan *AB* chiziqqa perpendikulyar tushirish uchun eker bilan *AB* chizig'i bo'yicha shunday yuriladiki, *A* nuqtadagi vexaning tasviri oddiy ko'z bilan oynachadan ko'ringan vexa (V) bilan tutashsin, shunda eker bilan turilgan nuqta yerda belgilanadi.

4.3. Bussol va u bilan magnit azimutini o'lchash

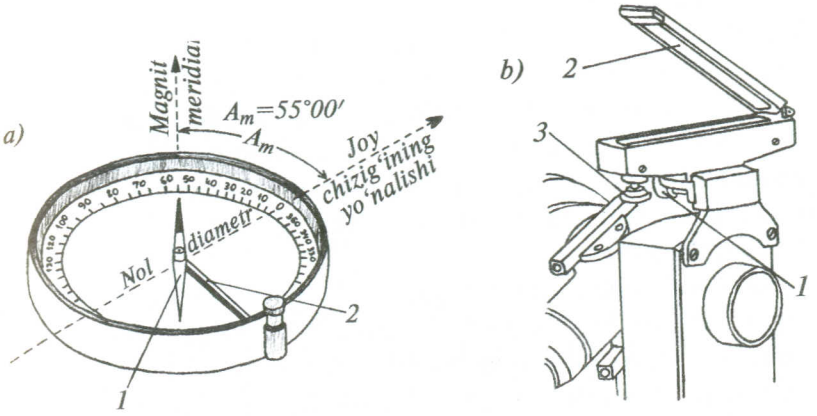
Bussol joydagi chiziqlar magnit azimutini o'lchash uchun ishlatiladigan ixcham va oddiy asbob. Tuzilishi kompasga o'xshash bo'lib, o'lchash prinsipi va aniqligi bo'yicha farq qiladi.

Bussollar tuzilishiga qarab azimut halqali (doiraviy) va oriyentir-bussollarga bo'linadi.

Azimut halqali bussol (4.3- *a* shakl) aylanasi gradus bo'laklarga bo'lingan doiraviy quticha bo'lib, halqa markazida o'rnatilgan va uchi o'tkirlangan o'qqa magnit mili (1) o'rnatilgandir. Quticha usti shisha qopqoq bilan berkitiladi. O'lchashlar tugatilgandan keyin bussol mili shisha qopqoqqa maxsus vint-arretir (2) bilan mahkamlab qo'yiladi. Halqa aylanasi har o'n gradusdan soat milining yo'nalishiga qarshi oshib boruvchi raqamlar bilan raqamlangan. Agarda halqa bo'laklari 0° dan 90° gacha qarama-qarshi yo'nalishlarga qarab raqamlangan bo'lsa, rumb halqali bussol deyiladi.

Azimut halqali bussol bilan azimut o'lchashda shimol-janub (ShJ) yoki 0°—180° yozuvlarni tutashtiruvchi halqa deametri o'lchanadigan chiziqqa qaratiladi (nol shtrix kuzatilayotgan nuqtaga qaratiladi) va azimut sanog'i halqadan magnit milining shimoliy uchi bo'yicha olinadi (4.3- *a* shaklda azimut 53.5° ga teng).

Oriyentir-bussol (4.3- *b* shakl) teodolit asbobining qarash trubasini shimolga oriyentirlab, uning gorizontal doirasi bo'yicha



4.3- shakl.

magnit azimutini aniqlash uchun ishlatiladi. O'lchash uchun u vint (1) bilan teodolitga mahkamlanadi. Magnit milining holati bussol qopqog'i (2) da o'rnatilgan oynachadan kuzatiladi. Magnit milining shimoliy uchi ko'kka bo'yalgan bo'ladi. Chiziq magnit azimutini o'lchash uchun uning boshlang'ich nuqtasida teodolit o'rnatilib, ustki qismiga oriyentir-bussol joylashtiriladi; gorizontal doira sanog'i nolga qo'yilib, limb bo'shatiladi va u shunday aylantiriladiki, bo'sh turgan magnit milining shimol uchi bussol shkalasi noli bilan tutashsin. Shunda limb doirasi mahkamlanib, qaratqich vinti yordamida magnit milining og'ish burchagi qiymatiga suriladi (magnit mili shkalada ushbu qiymatni ko'rsatguncha). Shundan keyin limb qotirilgan holda qolib bo'shatiladi va qarash trubasi chiziq ikkinchi uchiga qaratiladi hamda gorizontal doiradan sanoq olinadi; bu sanoq chiziqning magnit azimuti bo'ladi.

4.4. Joy kichik bo'laklari gorizontal s'yomkalarini oddiy usullarda bajarish

Joyning kichik bo'laklari (yakka hovli, ferma hududi va h.k.) s'yomka qilinganda hamma o'lchash ishlari joyning o'zida birdaniga bajariladi. Planga tushiriladigan har qanday nuqtaning planli o'rni oldindan ma'lum nuqta yoki chiziqqa nisbatan o'lchanadigan ikkita qiymat (koordinatalar) uzunlik yoki burchak qiymatlar bilan aniq-

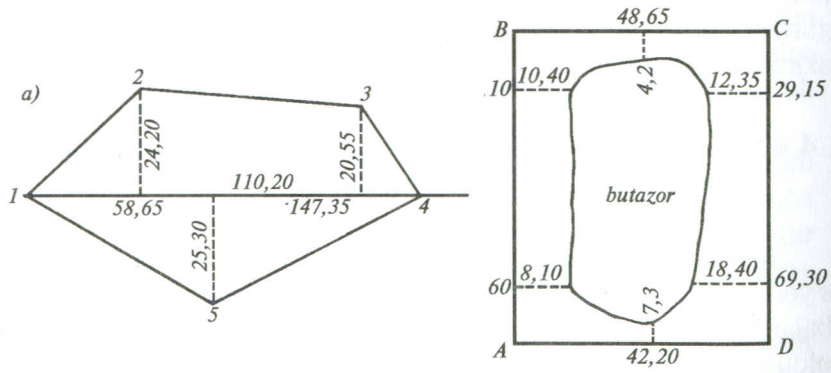
lanadi. Bunda har ikkala qiymat uzunlik, burchak yoki biri uzunlik, ikkinchisi esa burchak qiymatida bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra joy nuqtasining planli o'rni quyidagi usullarda aniqlanishi mumkin.

1. To'g'ri burchakli koordinatalar (perpendikulyarlar) usuli. Daryo, yo'l va shunga o'xshash inshootlar hamda egri chiziq chegaralarni s'yomka qilishda nuqtalarning planli o'rni to'g'ri burchakli koordinatalar usulida topiladi (bundagi ishlar tartibi 10.4 da to'la berilgan).

Agar 4.4- *a* shaklda berilgan 1, 2, 3, 4 va 5 nuqtalar bilan chegaralangan joy bo'lagi s'yomka qilinadigan bo'lsa, uni taxminan o'rta qismida magistral deb ataluvchi 1—4 to'g'ri chiziq olinib, uchlari vexalar bilan belgilanadi. Bu chiziq abssissa o'qiga, koordinatalar bosh nuqtasiga esa 1 — nuqta qabul qilinadi. Chegara nuqtalari 2, 3, 5 dan abssissa o'qiga eker bilan perpendikulyar (ordinatalar) tushirilib, magistral chiziq bo'yicha abssissa va ordinatalar qiymati lenta (ruletka) bilan o'lchanib, natijalar chizma shaklga yoziladi (4.4- *a* shakl). Nazorat uchun lenta bilan nuqtalar orasidagi masofalar ham o'lchanadi. Joy bo'lagi ichida tafsilotlar (bino, ariq va h.k.) joylashgan bo'lsa, ular ham xuddi shu yo'l bilan s'yomka qilinadi. Planni oriyentirlash uchun esa 1—4 chizig'ining magnit azimuti o'lchansa kifoya.

Joy bo'lagining planini chizish magistral chiziqni o'lchangan magnit azimut bo'yicha transportir yordamida qog'ozga tushirishdan boshlanadi (4.4- shakl).

Plan masshtabida bu magistral bo'yicha abssissa qiymatlari qo'yilib, topilgan nuqtalardan perpendikulyar bo'yicha ordinata

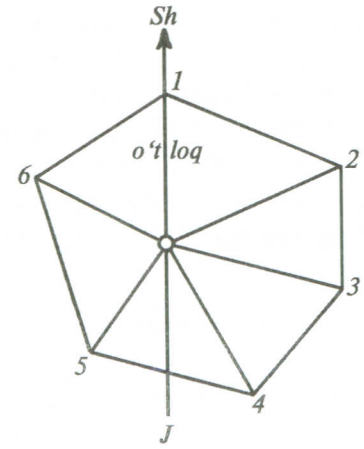


4.4- shakl.

qiymatlari tushirilsa, planda yer bo'lagi chegara nuqtalari kelib chiqadi. Nazorat uchun bu nuqtalar orasidagi masofalar planda o'lchanib, joydagi qiymati bilan solishtiriladi.

2. Aylanib o'tish usuli. S'yomka qilinadigan yer bo'lagi chegara nuqtalarning bir-biridan ko'rinishi bo'lmasa (o'rmon, butazor, inshootlar va h.k.), bu usul qo'llanadi. Keltirilgan 4.4- *b* shakldagi *A*, *B*, *C* va *D* nuqtalarda turib bussol bilan tomonlar (*AB*, *BC*, ... *DA*) magnit azimuti va lenta bilan esa tomonlar uzunligi o'lchanadi. Chiziq o'lchashda birdaniga soat yo'li bo'yicha yurib, chegara nuqtalar o'rni perpendikulyarlar usulida s'yomka qilinib, natijalar chizmaga yozib boriladi (4.4- *b* shakl). Yer bo'lagining plani berilgan masshtabda transportir va sirkul yordamida chiziladi (bu to'g'rida 10.9 da batafsil yozilgan).

3. Uchburchaklar usuli. Bu usulda s'yomka qilinadigan yer bo'lagi uchburchaklarga bo'linadi (4.5- shakl) va ularning burchak uchi nuqtalari qoziqlar mahkamlanib, vexalar bilan belgilanadi. Dastlab ko'pburchak tomonlari (1—2, 2—3,...6—1), keyin esa diagonallari (0—1, 0—2... 0—6) o'lchab chiqiladi. Planni chizish boshlang'ich tomon (0—1) ni magnit azimuti bo'yicha qog'ozga turishdan boshlanadi. Topilgan yo'nalishda 0—nuqta o'rni ixtiyoriy olinadi va undan 0—1 chiziq uzunligi qo'yilib, 1- nuqta planda topiladi. Keyin 0 va 1 nuqtalardan 0—2 va 1—2 tomonlar uzunligi bo'yicha kesishtirib, 2- nuqta o'rni topiladi, keyin 3-nuqta topiladi va h.k.



4.5- shakl.

V BOB.

O'LCHASH XATOLARI NAZARIYASI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

5.1. O'lchash va uning turlari

Geodezik ishlarni bajarish jarayonida turli miqdorlar (chiziqlar uzunligi, gorizontal burchaklar va boshqalar)ni o'lchash va aniqroq natijani olshi talab etiladi.

Bir miqdorni o'lchov quroli birligiga taqqoslab, uning qiymatini aniqlashga **o'lchash** deyiladi; shu kattalikni ko'rsatuvchi son **o'lchash natijasi** deyiladi. Geodezik o'lchash qanday bajarilishiga qarab **bevosita** (vositasiz) va **bilvosita** (vositali) o'lchashga bo'linadi. O'lchanadigan miqdorni o'lchash asbobi bilan joyda bevosita taqqoslashga, qiymatini aniqlashga **bevosita** (vositasiz) o'lchash deyiladi. Bunga o'lchash lentasi bilan joydagi ikki nuqta orasidagi masofani o'lchash misol bo'la oladi. O'lchanadigan miqdor qiymatini o'lchash asbobida bevosita o'lchamasdan, boshqa o'lchangan miqdor qiymati orqali hisoblab topishga **bilvosita o'lchash** deyiladi; bunda, borib bo'lmas masofani o'lchangan bazis uzundigi va gorizontal burchaklar orqali trigonometrik funksiyalari formulasidan foydalanib hisoblab topish misol bo'ladi.

O'lchash sharoitining o'zgarish-o'garmasligiga qarab **teng aniqlik** va **teng aniqsiz o'lchashlar** bo'ladi. Agar o'lchash bir xil sharoitda, bir asbob bilan bir xil usul va bir shaxs tomonidan bajarilsa, bunga **teng aniqli** o'lchash, agar o'lchash har xil sharoitda turli asbob va usullar bilan bir necha shaxs tomonidan bajarilsa, bunga **teng aniqsiz** o'lchash deyiladi.

5.2. O'lchash xatolarining turlari

Geodezik o'lchashlarni bajarishda va hisoblashlarda har xil xatoliklarga yo'l qo'yiladi. Agar bir miqdorni o'lchab, topilgan qiymatini l, uning haqiqiy qiymatini X desak, bular orasidagi farq o'lchash xatosi deyiladi. Haqiqiy xatoni Δ bilan belgilasak, u quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta = l - X. \tag{5.1}$$

Biron miqdor n marotaba o'lchansa, har bir o'lchashda ma'lum xato bo'lishi mumkinligi sababli, ularni $\Delta_1, \Delta_2, \ldots, \Delta_n$ bilan ifodalash mumkin, bunga **xatolar qatori** deyiladi.

O'lchash xatolari miqdori va takrorlanishiga qarab uch turga bo'linadi:

1. Qo'pol xato.
2. Sistematik xato.
3. Tasodifiy xato.

Qo'pol xato deb, xatolar qatorida mutlaq qiymati bo'yicha boshqa xatolardan bir necha marta katta bo'lgan xatoga aytiladi. Qo'pol xato o'lchashda yanglishish sababli sodir bo'ladi. Masalan, po'lat lenta bilan masofa o'lchanayotganda lenta tortish sonini adashib sanashda, shuningdek, burchak o'lchashda sanoq olish moslamasidan noto'g'ri sanoq olish oqibatida qo'pol kelib chiqadi. Bu xato o'lchanayotgan miqdorni qayta o'lchash yo'li bilan aniqlanadi.

Sistematik xato deb, xatolar qatorida mutlaq qiymati katta bo'lmagan, bir xil ishora va bir xil qiymatda takrorlanadigan xatoga aytiladi. Sistematik xato asbobning kamchiligiga, tashqi muhitga va o'lchovning malakasiga bog'liq bo'ladi. Masalan, masofa o'lchanayotganda lentaning uzunligi uning haqiqiy qiymatidan farq qilishi, havo haroratining o'zgarishi ham lenta uzunligiga ta'sir qilib, sistematik xatoni keltirib chiqaradi. Sistematik xato asbob xatosini va tashqi muhit ta'sirini hisobga olish yo'li bilan kamaytiriladi.

Tasodifiy xato deb, xatolar qatorida turli ishora va turli qiymatda bo'lib, mutlaq qiymati ma'lum chegaradan oshmagan holda takrorlanadigan xatolarga aytiladi. Tasodifiy xatoning kelib chiqishi o'lchash sharoiti, asbobning xatosi, o'lchovning tajribasi kabi omillarga bog'liq bo'ladi.

Tasodifiy xatolarni yo'qotib bo'lmaydi. O'lchash xatolari nazariyasining asosiy vazifalaridan biri tasodifiy xatolarning kelib chiqish qonuniyatlarini o'rganib, uning ta'sirini kamaytirish yo'llarini aniqlashdan iboratdir.

5.3. Tasodifiy xatolarning xossalari

Tasodifiy xatolar quyidagi xossalarga ega:

1. O'lchash xatolari qatoridagi miqdor jihatdan kichik xatolar kattalariga nisbatan ko'proq uchraydi.

2. O'lchash xatolari qatorida, mutlaq qiymati bo'yicha musbat va manfiy xatolar baravar uchraydi.

3. O'lchash qatoridagi tasodifiy xatolarning mutlaq qiymati ma'lum chekdan oshmaydi.

4. Tasodifiy xatolarning arifmetik o'rta miqdori o'lchash soni ortgan sari nolga intiladi.

Haqiqiy qiymati X bo'lgan bir miqdorni n marotaba o'lchash natijalari l_1, l_2, ..., l_n, bularning tasodifiy xatolari Δ_1, Δ_2 ..., Δ_n bo'lsa, to'rtinchi xossaga ko'ra:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{\Delta_1+\Delta_2+...+\Delta_n}{n} = 0 \qquad (5.2)$$

yoki Gauss yig'indi belgisi [ ] dan foydalansak, (5.2) formulani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0.$$

5.4. Arifmetik o'rta miqdor

Agar biror miqdorni teng aniq n marotaba o'lchab, l_1, l_2, ..., l_n natijalar olingan bo'lsa va miqdorning haqiqiy qiymati X bo'lsa, (5.1) formulaga binoan shunday yozish mumkin:

$$\Delta_1 = l_1 - X; \Delta_2 = l_2 - X; ....; \Delta_n = l_n - X.$$

Tenglamalarning o'ng va chap tomonlarini qo'shib, quyidagicha yozamiz:

$$\Delta_1 + \Delta_2 + ... + \Delta_n = (l_1 + l_2 + ... + l_n) - nX.$$

Gauss summasini qo'llasak:

$$[\Delta] = [l] - nX,$$

bundan:

$$X = \frac{[l]}{n} - \frac{[\Delta]}{n}. \qquad (5.3)$$

Agarda o'lchashlar soni n oshib borsa, $\frac{[\Delta]}{n}$ qiymati nolga intiladi, ya'ni:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0.$$

Shuni hisobga olib, (5.3) formuladan yozamiz:

$$X = \lim_{n\to\infty} \frac{[l]}{n}. \qquad (5.4)$$

Amalda bir miqdorni o'lchash soni n cheklangan bo'ladi, shuning uchun (5.4) formuladagi X o'rniga x qiymatini qabul qilib yozish mumkin:

$$x = \frac{[l]}{n}, \qquad (5.5)$$

bu yerda: x — o'rta arifmetik miqdor deyiladi.

5.5. Ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatosi

Bitta miqdorning haqiqiy qiymati X bo'lsa, uni bir necha marta o'lchab topilgan qiymatlaridan foydalanib, ayrim o'lchash aniqligini hamda o'rta arifmetik qiymat aniqligini baholash mumkin. Buning uchun Gauss kiritgan o'rta kvadratik xatodan foydalaniladi:

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2+\Delta_2^2+...+\Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}},$$

bu formula miqdorning haqiqiy qiymati ma'lum bo'lganda ishlatiladi. Amalda esa o'lchanadigan miqdorning haqiqiy qiymati ko'pincha noma'lum bo'ladi. Bunday holda ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatosi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}, \qquad (5.6)$$

bu yerda: v — ehtimoliy xato va u quyidagiga teng: $v_i = l_i - x$; n — o'lchashlar soni; $i = 1, 2, 3, ..., n$.

O'rta kvadratik xato o'lchash natijalarini baholash uchun ishonchli mezon bo'lib hisoblanadi.

Ehtimollik nazariyasida aniqlanishicha: berilgan qatordagi tasodifiy xatolarning mutlaq qiymati o'rta kvadratik xatoning uchlangan qiymatidan oshmaydi. Shuning uchun o'rta kvadratik xatoning uchlanganiga **chekli xato** deyiladi va u quyidagicha yoziladi:

$$\Delta_{chekli} = 3m.$$

Ayrim hollarda chekli xato deb $2m$ ham olinadi.

O'rtacha xato. O'lchash natijalari aniqligini baholash uchun ba'zan o'rtacha xato θ dan ham foydalaniladi. O'rtacha xato tasodifiy xatolar mutlaq qiymatining o'rta arifmetik miqdoriga teng, ya'ni:

$$\theta = \frac{|\Delta_1|+|\Delta_2|+...+|\Delta_n|}{n} = [|\Delta|]. \qquad (5.8)$$

O'rtacha xato bilan o'rta kvadratik xato o'rtasida quyidagi munosabat mavjud:

$$\theta = 0{,}8\ m, \qquad (5.9)$$

o'rta arifmetik miqdorning o'rta kvadratik xatosi quyidagiga teng:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}, \qquad (5.10)$$

bu yerda: m — ayrim o'lchash o'rta kvadratik xatosi; n — o'lchashlar soni.

Misol. Joydagi chiziq uzunligi po'lat lenta bilan 6 marotaba o'lchangan. O'lchash natijalari quyidagi 4- jadvalda berilgan. O'lchangan chiziqning o'rta arifmetik miqdori ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatosi va o'rta arifmetik miqdorning o'rta kvadratik xatosi hisoblansin. Misol yechimi quyidagi jadvalda berilgan.

4- jadval

T-/r	O'lchash natijalari (m)	Ehtimolliy xato v (sm)	v^2	Hisoblash formulasi va natijalari
1.	105,46	+7	49	$x = 105,30 + \frac{0,16+0,06+0+0,11+0,08+0,13}{6} = 105,39$
2.	105,36	-3	9	

4- jadvalning davomi

3.	105,30	-9	81	$v_1 = 105,46 - 105,39 = +0,07$ m
4.	105,41	+2	4	$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{160}{6-1}} = 6sm$
5.	105,38	-1	1	
6.	105,43	+4	16	$M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{6}{\sqrt{6}} = 3sm;\ x = 105,39 \pm 0,03m$
	x=105,39	[v] = 0	$[v^2]$ = = 160	

5.6. O'lchash natijalarining vazni

O'lchash xatolari nazariyasida teng aniqsiz o'lchash natijalari aniqligini baholash uchun o'lchashlar vazni degan tushuncha kiritiladi. **O'lchash vazni** deb, o'lchashning o'rta kvadratik xatosi kvadratiga teskari proporsional bo'lgan miqdorga aytiladi:

$$p = \frac{k}{m^2}, \qquad (5.11)$$

bu yerda: p — o'lchash vazni; m — ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatosi; k — proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib 1, 10, 100 bo'lishi mumkin, ko'pincha $k = 1$ deb olinadi.

5.7. Vaznli o'rta arifmetik miqdor

Biron miqdorni p_1 marta o'lchab — l_2, p_1 marotaba o'lchab — l_2..., p_n marotaba o'lchab — l_n o'rtacha qiymatlari olingan bo'lsin. (5.5) ga ko'ra, $p_1 l_1$, $p_1 l_2$, ..., $p_n l_n$ ko'paytmalari berilgan qatordagi ayrim o'lchashlar yig'indisi bo'lganidan hamma o'lchashlar yig'indisi:

$$l_1p_1+l_2p_2+l_3p_3+\cdots+p_nl_n$$

o'lchash soni esa: $p_1+p_2+p_3+\cdots+p_n$ bo'ladi.

Endi o'rta arifmetik qoidasiga binoan o'lchash qatorlaridan o'rta arifmetik uchun yozamiz:

$$L_0 = \frac{l_1p_1+l_2p_2+l_3p_3+\cdots+l_np_n}{p_1+p_2+p_3+\cdots+p_n}$$

yoki Gauss summasidan foydalanib yozamiz:

$$L_0 = \frac{[lp]}{[p]}. \qquad (5.12)$$

Bunga vaznli o'rta arifmetik miqdor deyiladi.

Misol. chiziq uzunligini 3 marta o'lchab, 218,416 metr, 5 marta o'lchab, 218,432 metr va 7 marta o'lchab, 218,456 metr natija olingan bo'lsin, (5.12) formulaga asosan shu masofaning umumiy o'rta arifmetik miqdori hisoblansin.

Vazn o'rniga o'lchashlar sonini olib, vaznli o'rtani topamiz:

$$L_0 = \frac{218{,}416 \cdot 3 + 218{,}432 \cdot 5 + 218{,}456 \cdot 7}{3+5+7} = 218{,}440\ m.$$

Vazn birligining o'rta kvadratik xatosi ehtimoliy xato orqali quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\mu = \sqrt{\frac{[v^2 p]}{n-1}}, \qquad (5.13)$$

umumiy arifmetik o'rtaning o'rta kvadratik xatosi esa quyidagiga teng:

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}. \qquad (5.14)$$

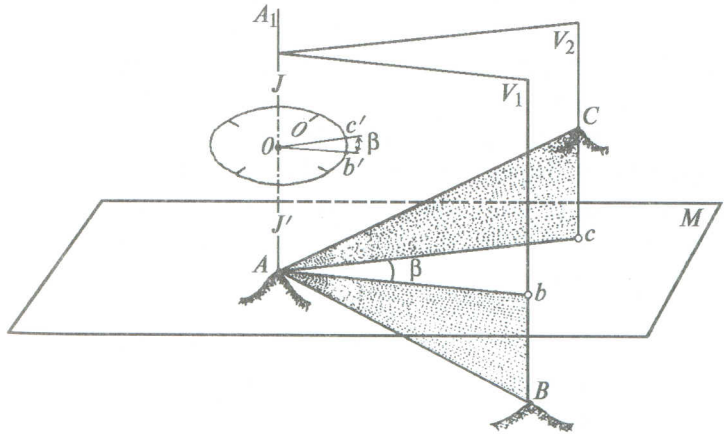
BURCHAKLARNI O'LCHASH

6.1. Umumiy ma'lumotlar. Gorizontal burchaklarni o'lchash mohiyati

Joyda har xil balandlikda joylashgan B, A va C nuqtalarni o'zaro tutashtiruvchi AB va AC chiziqlar A nuqtada kesishib, BAC burchakni hosil qilsa (6.1-shakl), unga gorizontal burchak deyiladi.

Ushbu burchakni o'lchash mohiyati quyidagilardan iborat. Faraz qilaylik, burchak uchi nuqtasi A dan, gorizontal tekislik M o'tkazilgan bo'lsin (6.1-shakl). Joydagi AB va AC chiziqlar AA_1 shovun chizig'idan o'tuvchi V_1 va V_2 vertikal (tik) tekisliklar bilan M gorizontal tekislikka proyeksiyalansin.

Proyeksiyalovchi vertikal tekisliklar bilan gorizontal tekislik kesishgan joyda Ab va Ac chiziqlar, ya'ni joydagi AB va AC chiziqlarning gorizontal proyeksiyalari (gorizontal qo'yilishi) hosil bo'ladi. Demak, Ab va Ac chiziqlar orasidagi β burchak gorizontal tekislikda yotadi va joydagi BAC burchakka teng bo'ladi. Bu burchak



6.1- shakl.

qiymatini markazi BAC ikki yoqli burchakning vertikal qirrasi AA_1 dagi 0 nuqtada joylashgan, gradus bo'laklariga bo'lingan gorizontal doira yordamida aniqlash mumkin. Bu doiradagi ob' va oc' chiziqlar doira sirtining V_1 va V_2 vertikal tekisliklar bilan kesilishidan hosil bo'ladi, ya'ni ob' va oc' chiziqlar tegishli bu tekisliklarda yotadi va shu tufayli b' oc' burchagi $bAc = \beta$ burchakka teng bo'ladi.

Buning uchun gorizontal doira M gorizontal tekislikka parallel holda o'rnatilishi kerak.

Bu ish gorizontal doirada o'rnatilgan silindrli adilak yordamida amalga oshiriladi.

Agarda gorizontal doira gradus bo'laklarining son qiymati soat mili harakati yo'nalishi bo'yicha oshsa, u vaqtda β burchagining qiymati doiradan olingan b' va c' sanoqlar ayirmasiga teng, ya'ni: $\beta = b' - c'$ bo'ladi. Gradus bo'laklarga bo'linib, bu bo'laklar son qiymatlari bilan belgilab chiqilgan doiraga **limb doirasi** deyiladi. Shunday qilib, joyda gorizontal burchakni o'lchash uchun limb doirasi, adilak, qarash trubasi bo'lmish asosiy qismlarni va ularga tegishli boshqa qismlarni o'zida birlashtiruvchi teodolit asbobi ishlatiladi.

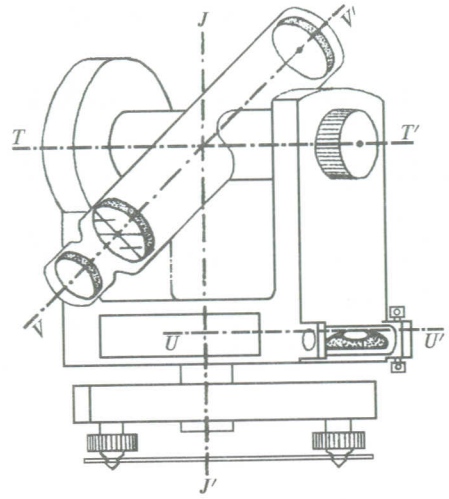
Burchak o'lchash jarayonida teodolit o'lchanayotgan burchak uchi A nuqtaga shovun yordamida markazlashtiriladi. Bunda gorizontal doiradagi limbning markaziy 0 dan o'tuvchi teodolitning aylanish o'qi JJ' (6.2- shakl) burchak uchidan o'tuvchi AA_1 shovun chizig'ida yotishi kerak. Gorizontal holatga keltirilgan limb tekisligi gorizontal tekislik vazifasini o'taydi. Truba o'z aylanish o'qi TT' atrofida aylanganda ko'rish o'qi VV' hosil qilgan kollimatsiya tekisligi proyeksiyalovchi vertikal tekislik vazifasini bajaradi.

Shunday qilib, burchak o'lchash prinsipi amalga oshishi uchun teodolitlarda asosiy geometrik o'qlar (6.2- shakl) qo'yilgan geometrik shartlarni qanoatlantirishi kerak.

Teodolit gorizontal doirasi limbning ustki qismida alidada doirasi markazi limb markazi bilan tutashgan holda o'rnatiladi.

Bu doiralar o'z markazlaridan o'tuvchi teodolitning aylanish o'qi JJ' atrofida birga yoki alohida-alohida aylanadi. Limb, alidada va ko'rish trubalari mahkamlovchi va qaratish vintlariga ega. Mahkamlovchi vintlar mahkamlangach, tegishli qismlarni qaratish vintlari bilan asta harakat qildirish mumkin.

Asbob aylanish o'qi JJ'silindrli adilak bo'yicha taglikdagi uchta ko'targich vintlar (6.2- shakl) yordamida vertikal holatga (shu bilan limb tekisligini gorizontal holatga) keltiriladi.



6.2- shakl.

Teodolit shtativ (uch oyoq) ustiga qo'yilib, unga o'rnatgich vint orqali mahkamlanadi.

Yasalishiga qarab teodolitlar takroriy va oddiy bo'ladi. Limbi hamda alidadasi aylanadigan teodolit takroriy, limbi aylanmaydigani esa oddiy teodolit bo'ladi. Hozirgi paytda faqat takroriy teodolitlar ishlab chiqarilmoqda.

Limb holatini o'zgartirib (aylantirib) limbning turli qismida burchak o'lchansa, o'lchangan burchak qiymati ayrim xatoliklardan ozod bo'ladi.

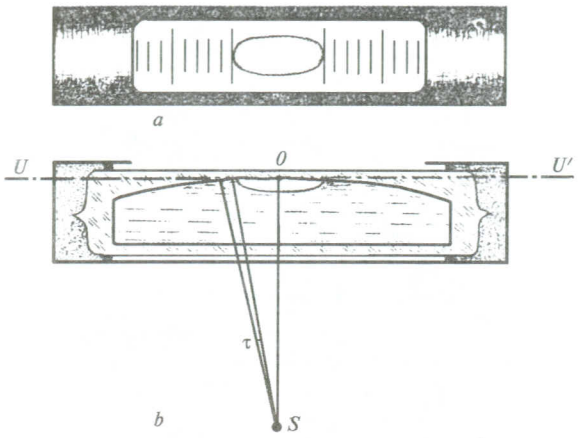
Teodolit asbobi bilan gorizontal burchaklardan tashqari joy chiziqlarining qiyalik (vertikal) burchagini o'lchab, ularning gorizontal quyilishini hisoblash hamda nuqtalarning nisbiy balandligini aniqlash mumkin. Buning uchun teodolit ko'rish trubkasining gorizontal aylanish o'qining bir uchida vertikal doira o'rnatiladi (6.2- shakl).

6.2. Adilaklar

Adilaklar geodezik asboblarning geometrik o'qlarini gorizontal yoki vertikal holatga keltirish uchun xizmat qiladigan moslamadir.

Adilaklar silindrli va doiraviy ko'rinishlarda bo'ladi.

Silindrli adilak (6.3- shakl) ampula (shisha naycha) va uni



6.3- shakl.

shikastlanishdan saqlovchi metall g'ilofdan iborat. Ampulaning ichki yuqori sirti ma'lum radiusdagi aylana yoy ko'rinishida ishlangan bo'ladi. Ampula suyuqlik (efir yoki spirt) bilan to'ldirilgan bo'lib, ozgina bo'shliq qoldiriladi. Bu bo'shliq adilak pufakchasini tashkil qiladi. Adilak pufakchasi to'ldirilgan suyuqlikka nisbatan yengil bo'lganligi sababli, u doimo ampula ichki sirtining eng yuqori qismini egallaydi. Ampulaning ichki yoysimon sirti o'rtasidagi o nuqtaga nol punkti deyiladi. Ampulaning yuqori sirti nol punktda pufakcha kengligida joy qoldirilib (6.3- *a* shakl), 2 mm li bo'laklarga bo'linadi. Shu bo'laklarga nisbatan adilak pufakchasining holatini bilish mumkin.

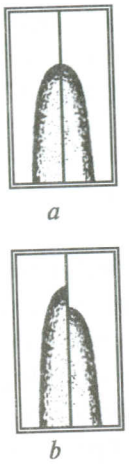
Ampula ichki yoysimon sirtining o'rtasida, ya'ni nol punktdan o'tkazilgan urinma UU' silindrli adilak o'qi deyiladi.

Pufakcha nol punktga nisbatan simmetrik joylashgan paytda silindrli adilak o'qi UU' gorizontal holatda bo'ladi.

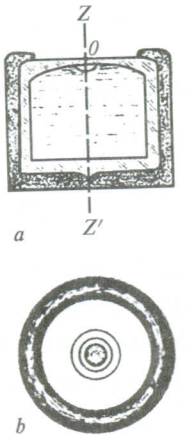
Agar pufakcha nol punktga nisbatan n bo'lakka siljisa, adilak o'qi τ burchakka og'adi. Bu og'ish burchagining adilak bir bo'lagiga mos qiymati **adilak bo'lagining qiymati** deyiladi, ya'ni:

$$\tau = \frac{v}{n}. \qquad (6.1)$$

Boshqacha qilib aytganda, adilakning bir bo'lagiga teng yoyiga to'g'ri keladigan markaziy burchak t adilak bo'lagining qiymati deb qabul qilingan.



6.4- shakl.



6.5- shakl.

Silindrli adilaklarda bo'lak qiymati 2′ dan 5″gacha bo'ladi. Adilak bo'lagining qiymati qancha kichik bo'lsa, u shuncha sezgir bo'ladi, ya'ni pufakcha tez va aniq harakat qiladi.

Ba'zi geodezik asboblarda, asosan, nivelirlarda, adilak pufakchasi yarim pallalarining tasviri prizmalar orqali trubaning ko'rish maydoniga uzatiladi (6.4- shakl). Adilak pufakchasini nol punktga keltirish trubaning ko'rish maydonida pufakcha yarim pallalari uchlarining tasvirini tutashtirish (kontaktga keltirish) prinsipiga asoslangan. Pufakcha yarim pallalari uchlarining tasviri tutashgan paytda (6.4- *a* shakl), silindrli adilak o'qi gorizontal holatda bo'ladi. Aks holda (6.4- *b* shakl), silindrli adilak o'qi gorizontal holatda bo'lmaydi.

Doiraviy adilak (6.5- shakl) silindrli shisha idishning ichki tomonidagi yuqori sirti ma'lum radiusidagi shar sirti kabi sferik ko'rinishda ishlangan bo'lib, suyuqlik (efir yoki spirt) bilan to'ldirilgan. Bunda ham silindrli adilakdagidek qoldirilgan bo'shliq adilak pufakchasini tashkil etadi. Shisha idishni shikastlanishdan saqlash uchun u metall gardishga joylashtirilgan.

Doiraviy adilakning yuqori qismidagi sferik sirt markazi 0 adilakning nol punkti deyiladi. Adilakning yuqori sirtida markazi nol bo'lgan konsentrik aylanalar chiziladi. Adilak pufakchasining holati shu aylanalarga nisbatan kuzatiladi. Nol punkt orqali o'tgan sferik sirt radiusining yo'nalishi ZZ' **doiraviy adilak o'qi** deyiladi.

Pufakcha nol punktda turganda, doiraviy adilak o'qi vertikal holatda bo'ladi. Sezgirligi kam bo'lganligi sababli, doiraviy adilaklar geodezik asboblarning o'qlarini taxminan vertikal holatga keltirish uchun qo'llaniladi.

6.3. Ko'rish trubasi

Geodezik asboblarda joydagi predmetlarni kattalashtirib ko'rishga mikon beradigan ko'rish trubalari o'rnatiladi.

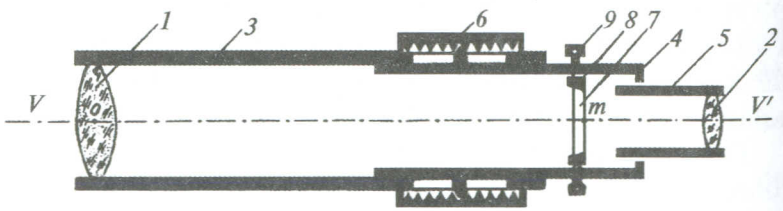
Geodezik asboblarda ko'pincha astronomik, ya'ni teskari tasvir beruvchi ko'rish trubalari qo'llaniladi. Ba'zi geodezik asboblar, asosan, yangi chiqarilgan teodolit va kipregellar yer trubalari deb atalib, to'g'ri tasvir beruvchi ko'rish trubalari bilan jihozlangan.

Ko'rish trubalari kuzatilayotgan predmet tasvirini yaqqol, ravshan holga, ya'ni fokusga keltirilishiga qarab ikki turga, tashqi fokuslovchi (Kepler trubalari) va ichki fokuslovchi trubalarga bo'linadi.

Tashqi fokuslovchi ko'rish trubasining tuzilishi oddiy (6.6-shakl). Uning optik sistemasi obyektiv (1) va okulyar (2) dan iborat. Ko'rish trubasi obyektiv o'rnatilgan tirsagi (3), obyektiv tirsagi ichida suriladigan okulyar tirsagi (4) va okulyar tirsagi ichida suriladigan okulyar naychasi (dioptrik halqa) (5) dan tashkil topgan. Okulyar naychasiga okulyar o'rnatilgan.

Okulyar tirsagiga iplar to'ri (7) joylashtirilgan bo'lib, u metall gardish — diafragma (8) ichiga o'rnatilgan shisha plastinkada o'yib tushirilgan o'zaro perpendikulyar chiziqlardan iboratdir.

Iplar to'ri tuzatgich vintlari (9) yordamida okulyar tirsagiga mahkamlangan.



6.6- shakl.

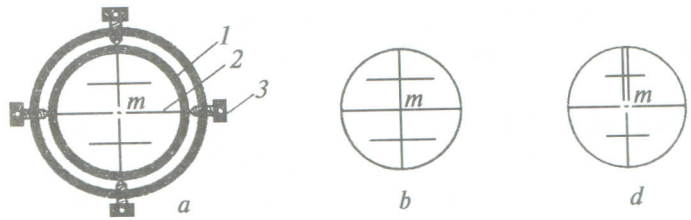
Iplar to'ridagi (6.7- shakl) asosiy gorizontal ipga nisbatan simmetrik joylashgan, masofa o'lchashda foydalaniladigan yuqorigi va pastki iplarga dalnomer iplari; trubani nuqtaga yoki predmetga aniq qaratish uchun xizmat qiladigan vertikal qo'sh chiziqqa (6.7- *d* shakl) **bissektor** deyiladi.

Trubani ko'zga to'g'rilash, ya'ni iplar aniq-ravshan ko'rinishi uchun okulyar naychasi (dioptrik halqa) burash yo'li bilan okulyar tirsagi ichida suriladi.

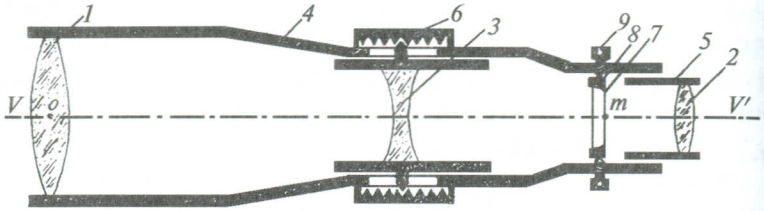
Kuzatish paytida iplar to'rining kesishgan nuqtasi *m* kuzatilayotgan nuqta bilan tutashtiriladi, bunda ko'rish chizig'i obyektivning optik markazi 0 dan o'tadi. Shuning uchun iplar to'rining kesishgan nuqtasidan va obyektivning optik markazidan o'tuvchi ko'rish chizig'i *VV'* ga trubaning vizir (ko'rish) o'qi deyiladi.

Ko'rish trubasi kuzatilayotgan nuqtaga yoki predmetga qaratilganda, nuqta yoki predmet tasvirini fokusga keltirish, ya'ni ravshan ko'rinishi uchun kremalyera (6) (6.6- shakl) buralib, okulyar tirsagi obyektiv tirsagi ichida ichkariga yoki tashqariga suriladi. Bunda kuzatilayotgan nuqtaning uzoq-yaqinligiga qarab, ko'rish trubasining uzunligi o'zgaradi. Ko'rish trubasining uzunligi o'zgarayotgan paytda, ya'ni okulyar tirsagi obyektiv tirsagi ichida surilganda, vizir o'qining bir oz bo'lsa-da, og'ishi kuzatish aniqligini pasaytiradi. Undan tashqari truba ichiga namlik, chang o'tishi sababli optik sistema kirlanadi. Tashqi fokuslanuvchi ko'rish trubalari, asosan, ilgari chiqarilgan geodezik asboblarda qo'llaniladi.

Zamonaviy geodezik asboblar ichki fokuslanuvi ko'rish trubalari bilan jihozlangan.



6.7- shakl.



6.8- shakl.

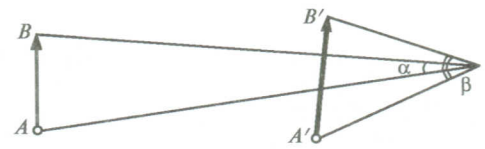
Ichki fokuslanuvchi ko'rish trubasi tashqi fokuslanuvchisidan, asosan, obyektiv (1) va okulyar (2) dan boshqa, ichki fokuslovchi (ikki yoqlama botiq, tarqatuvchi) linza (3) ning mavjudligi bilan farq qiladi (6.8- shakl). Shuningdek, trubaning optik kuchini ko'paytirish, ba'zilarida (yer trubalarida) esa predmet tasvirini to'g'ri ko'rsatish uchun qo'shimcha linzalar joylashtiriladi. Shuning uchun zamonaviy geodezik asboblarda qo'llanilayotgan ko'rish trubalari murakkab optik sistemaga ega.

Trubada obyektiv va iplar to'ri tekisligi orasidagi masofa o'zgarmaydi. Kuzatilayotgan nuqta yoki predmet tasviri obyektiv tirsagi (4) ichida fokuslovchi linzani kremalyera (6) yordamida oldinga yoki ketga surib, fokusga keltiradi. Kremalyera ko'rish trubasining okulyar tomonida halqa (6.15- shakl) yoki trubaning aylanish o'qi yonida vint (6.16- shakl) ko'rinishida bo'ladi.

Iplar to'ri tushirilgan shisha (2) joylashtirilgan metall gardish — diafragma (1) obyektiv tirsagiga tuzatgich vintlar (3) yordamida mahkamlangan (6.7- *a* shakl). Truba ichida iplar to'ri tuzatgich vintlar yordamida yuqoriga va pastga, o'ngga va chapga surilishi mumkin. Bundan geodezik asboblarni tekshirishda, geometrik shart bajarilishi uchun vizir o'qining holatini o'zgartirishda foydalaniladi. Tuzatgich vintlarning tirqishi orqali truba ichiga namlik, chang o'tmasligi uchun okulyar tomonidan vintlarni berkituvchi qalqonsimon halqa kiygaziladi.

Truba iplar to'rining parallaksi. Trubani joydagi predmetga qaratishdan avval okulyar ko'zga moslab o'rnatilishi, predmet tasviri esa iplar to'ri tekisligi bilan tutashtirilishi kerak. Okulyarni ko'zga moslab o'rnatish uchun truba yorqin fonga (masalan, oqlangan devorga) qaratiladi va okulyar naychasi iplar to'ri ravshan va aniq ko'ringuncha suriladi (buriladi).

Predmet tasvirini iplar to'ri tekisligi bilan tutashtirish (fokuslash) trubadagi fokuslovchi linzani kremalyera (6.8-shakl) yordamida surib bajariladi; bunda predmet tasvirining ravshan ko'rinishi ta'minlanguncha surish kerak bo'ladi. Agar predmet tasviri iplar to'ri tekisligi bilan tutashmagan bo'lsa, okulyarga nisbatan ko'zni surganda (o'ng-chapga yoki yuqoriga) iplar to'ri kesishgan nuqtasi (*m*) tasvirning har xil nuqtasiga proyeksiyalanadi. Buni iplar to'rining parallaksi deyiladi. Uni tuzatish (yo'qotish) uchun vintni ozroq burash kerak bo'ladi.



6.9- shakl.

Ko'rish trubasining kattalashtirish. Ko'rish trubasining kattalashtirish *V* deb, trubada predmet tasviri ko'ringan β burchagining oddiy ko'z bilan predmet ko'ringan α burchakka bo'lgan nisbatiga aytiladi (6.9- shakl):

$$V = \frac{\beta}{\alpha}. \qquad (6.2.)$$

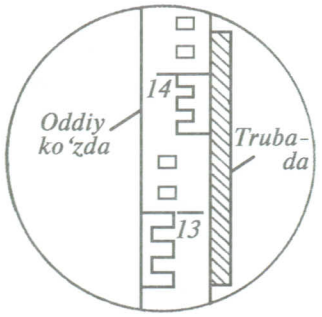
Amalda ko'rish trubasining kattalashtirish obyektiv fokus masofasining (f_{ob}) okulyar fokus masofasiga (f_{ok}) bo'lgan nisbati bilan ifodalanadi:

$$V = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}.$$

Amalda ko'rish trubasining kattalashtirishi quyidagicha aniqlanadi.

Asbobdan taxminan 20 m masofada vertikal o'rnatilgan va teng bo'laklarga bo'lingan reykaga bir vaqtning o'zida bir ko'z bilan truba orqali ikkinchi ko'z bilan bevosita qaraymiz. Shunda truba orqali reykaga qaraganda uning bo'laklari kattalashganini ko'ramiz. Agar truba orqali ko'ringan bo'laklar sonini oddiy ko'z bilan ko'ringan bo'laklar soni bilan solishtirib, trubada ko'ringan bir bo'lakka oddiy ko'z bilan ko'ringan necha bo'lak to'g'ri kelishini aniqlasak, bu son trubaning kattalashtirish darajasini bildiradi.

Masalan, 6.10- shaklda truba orqali ko'ringan reykaning bir bo'lagiga (o'ng tomonda) oddiy ko'z bilan qaraganda 18 bo'lak (chap tomonda) to'g'ri kelganini ko'ramiz, demak, trubaning



6.10-shakl.

kattalashtirishi 18 karraga teng ekan.

Geodezik asboblarda ko'rish trubasining kattalashtirishi 18^x — 65^x bo'ladi (18 karradan 65 karragacha).

Trubaning ko'rish maydoni. Trubaning qo'zg'almas holatida unda ko'ringan maydonga (joyga) uning ko'rish maydoni deyiladi.

Ko'rish maydoni uchi obyektivning optik markazida joylashgan, tomonlari esa iplar to'ri diafragmasining *ab* diametri taqalgan burchak α bilan aniqlanadi (6.11- shakl). Trubaning ko'rish maydoni qiymati quyidagicha formula bilan aniqlanadi:

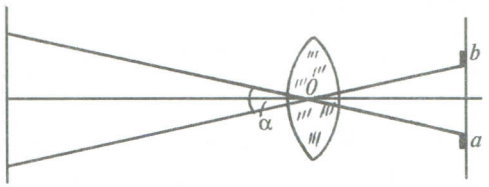
$$\alpha = \frac{38{,}2^\circ}{V}, \qquad (6.3)$$

bu yerda: V — trubaning kattalashtirishi.

Yuqoridagi (6.3) formuladan ko'rinishicha, trubaning kattalashtirishi qancha katta bo'lsa, uning ko'rish maydoni shunchalik kichik bo'lar ekan.

Geodezik asboblar qarash trubalarining ko'rish maydoni 0,5° dan 2° gacha bo'lishi mumkin.

Ko'rish trubasining vizirlash (qaratish) aniqligi. Kuzatuvchi kishining ko'zi ikki nuqtani bir minutga teng burchak ostida qaraganda bir-biridan ajratish imkoniyatiga ega. Shunga ko'ra oddiy ko'z bilan qarashning aniqligini +60″ ga teng deb qabul qilish mumkin. Predmet tasviri ko'rish trubasi orqali hosil qilinganda vizirlash xatosi trubaning kattalashtirishiga mutanosib ravishda kamayadi. Buni quyidagicha ifodalash mumkin:



6.11- shakl.

$$m_v = \pm\frac{60''}{V}, \qquad (6.4)$$

bu yerda: m_v — trubaning vizirlash aniqligi.

Masalan, ko'rish trubasining kattalashtirishi $V = 18^x$ bo'lganda, uning vizirlash aniqligi $m_v = \pm 3''$ ga teng bo'ladi.

6.4. Sanoq olish moslamalari

Sanoq olish moslamalari limb bo'laklaridan kichik bo'lgan qismini baholash (aniqlash) uchun xizmat qiladi.

Teodolitlarda sanoq olish moslamasi sifatida vernyer, shtrixli va shkalali mikroskop, mikroskop — mikrometr va optik mikrometrlardan foydalaniladi.

Vernyer quyidagicha yasaladi. Limbni *AB* yoy kesimiga teng *CD* kesim alidada olinib, $n+1$ bo'lakka bo'linadi (6.12- shakl).

Shu tarzda alidadada hosil bo'lgan shkalaga **vernyer** deyiladi. Alidadada olingan bir bo'lakka teng keluvchi yoyning burchak qiymatiga alidada bo'lak qiymati υ, limbdagiga — limb bo'lagining qiymati l deyiladi. Limb bo'lagi bilan alidada bo'lagi qiymatlari orasidagi farq t ga vernyer aniqligi deyiladi, ya'ni:

$$t = l - \upsilon. \qquad (6.5)$$

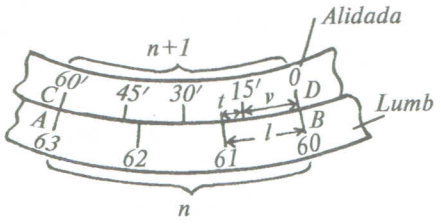
Limbdagi *AB* yoy qiymati ln, alidadadagi yoy qiymati esa $\upsilon(n+1)$, bundan:

$$\upsilon = \frac{l \cdot n}{n+1} \qquad (6.6)$$

chiqadi.

(6.6) dan υ qiymatini (6.5) ga qo'yib topamiz:

$$t = \frac{l}{n+1}, \qquad (6.7)$$



6.12- shakl.

ya'ni, vernyer aniqligi libm bir bo'lagi qiymatining vernyer bo'laklari soniga bo'linganiga teng.

Vernyer ko'rsatkichi bo'lib uning nol shtrixi xizmat qiladi. Vernyerdan sanoq olish uchun avval vernyer nol shtrixidan oldin joylashgan limb yaxlit bo'lagining qiymati aniqlanadi va unga vernyerning tutashgan shtrixi tartib raqamining vernyer aniqligiga ko'paytmasi qiymati qo'shiladi.

Yuqorida keltirilgan (6.12- shakl) vernyer aniqligi.

$$t = \frac{l}{n+1} = \frac{1^\circ}{3+1} = 15'$$

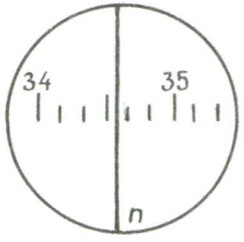
ni tashkil qiladi va undan olingan sanoq $60^\circ+0\cdot15'=60^\circ00'$ ga teng.

Dastlab ishlab chiqarilgan metall limbli teodolitlarda t qiymati $30''$ yoki $1'$ ga teng bo'lsa, ularga tegishli limb bo'laklarining qiymati $l = 20'$, vernyer bo'laklarining soni esa $n+1 = 40$ yoki $n+1 = 20$ ga teng qilib ishlangan.

Hozirgi paytda vernyerli teodolitlar ishlab chiqarilmasa ham uning tuzilishini uslubiy maqsadini ko'zda tutib bu yerda keltirildi.

Hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan optik teodolitlarda shtrixli va shkalali mikroskoplar hamda optik mikrometrlar sanoq olish moslamalari sifatida xizmat qiladi.

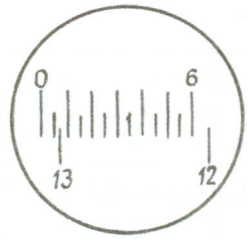
Shtrixli mikroskop. Limb bo'lagining tasviri hosil bo'ladigan mikroskop fokal tekisligida n shtrixi (chizig'i) tushirilgan shisha plastinka o'rnatiladi (6.13- shakl) va unga mikroskop indeksi (ko'rsatkichi) deyiladi. Mikroskopning ko'rish maydonida bir vaqtning o'zida limb bo'laklari va indeks n ko'rinadi. 6.13- shakldan limb bo'lagining qiymati $l = 10'$; bo'laklardan indeks n bo'yicha sanoq esa $34^\circ30'$ ga teng. Limb qoldiq bo'lagini yaxlit ko'z bilan chamalab baholab, 0,6 bo'lak yoki $10' \cdot 0,6 = 6'$ deb olish mumkin. Shunda umumiy sanoq $34^\circ36'$ bo'ladi. Bu yerda limb bo'lagi 0,1 hissasini ko'z bilan chamalab aniqlash mumkin deb qabul qilsak, sanoq olib aniqlash $t = 10' : 0,1 = 1'$ ni tashkil qiladi.



6.13- shakl.

Shkalali mikroskop. Bu moslama bo'yicha sanoq olish aniqligi shtrixli mikroskopga qaraganda bir bosqich yuqori bo'ladi. 6.14- shaklda shkalali

mikroskopning ko'rish maydoni bo'lak qiymati 1° ga teng bo'lagi bilan tasvirlangan. Shishada o'yib tushirilgan shkalani burchak qiymati limb bir bo'lagi qiymatiga teng. Shkala 12 bo'lakka bo'lingan bo'lib, bir bo'lagining qiymati $60' : 12 = 5$ ga teng; shkala bir bo'lagining 0,1 hissasini ko'z bilan chamalab baholab, shkaladan $5'\cdot0,5 = 0,5'$ aniqlikda sanoq olish mumkin. Shunga ko'ra, 6.14- shakldagi shkaladan olingan sanoq $13^\circ05+03,5' = 13^\circ06,5'$ ga teng bo'ladi.



6.14- shakl.

6.5. Teodolit turlari

Teodolitlar aniqligi, vazifasi, doiralari tayyorlangan material va konstruktiv xususiyatlariga qarab bir-biridan farq qiladi.

Masalan, teodolitlar laboratoriya sharoitida burchakni bir to'liq qabulda o'lchash aniqligi bo'yicha farq qiladi.

Teodolitlar bo'yicha qabul qilingan 10529—79 Davlat standartiga binoan va texnik talablarni e'tiborga olgan holda, asosan, olti tipdagi optik teodolitlar ishlab chiqarilmoqda. Ularning shifrida asbob nomining bosh harfi va burchakni bir to'liq qabulda o'lchash o'rta kvadratik xatosi ko'rsatiladi. Masalan, burchakni bir to'liq qabulda T05 teodoliti yordamida $0,5''$, T1 teodoliti yordamida esa $1''$ o'rta kvadratik xato bilan o'lchash mumkin. Teodolitlar aniqligi bo'yicha uchga bo'linadi: yuqori aniqlikdagi teodolitlar — T05, T1; aniq teodolitlar — T2, T5; texnik teodolitlar — T15, T30.

Ushbu teodolitlarning mukammallashtirilgan ikkinchi seriyasi — 2T2, 2T5, 2T5K, 2T5KП, 2T30, 2T30П shifrli teodolitlar chiqarilgan.

Hozirgi paytda Rossiyada bularning uchinchi 3T2KA, 3T5KП, 3T15П 3T30П va to'rtinchi seriyasi 4T15 4T20П, elektron teodolitlardan T10Э ishlab chiqarilmoqda (5- jadval).

Shifrdagi «*K*» — vertikal doira adilagi silindrli adilak o'rniga kompensator bilan, «*П*» — to'g'ri tasvir hosil qiluvchi ko'rish trubasi bilan, «*A*»— avtokollimatsiyalovchi (gorizontal holga keltiruvchi) moslama, «*Э*» — elektronika (kichik kompyuter) bilan jihozlanganini bildiradi.

5- jadval

T/r	Asosiy ko'rsatkichlar nomi	Teodolit turlari						
		T05	T1	3TKA	3T5KП	T10Э	4T15П	4T30П
1.	Gorizontal burchakning bitta qabulda o'lchashning o'rta kvadratik xatosi, c	±0,5	±1	±2	±5	±10	15	30
2.	Ko'rish trubasining uzunligi, mm.	390	300	185	185	145	145	145
3.	Ko'rish trubasining ko'rish maydoni	40	1°	1°35°	1°35°	2°	2°	2°
4.	Ko'rish trubasining kattalashtirishi, kattalashtirish karra.	50	40	30	30	20	20	20
5.	Limb shkalasining bo'lak qiymati (gorizontal doira).	10″	10″	20′	10	10″*	1°	1°
6.	Sanoq olish moslamalari shkalasi (mikroskop-mikrometr)-ning bo'lak qiymati.	1″	1″	1″	1′	10″	10″	5′

5- jadvalning davomi

7.	Ipli dalnometr koeffitsiyenti.	—	—	100	100	100	100	100
8.	Ipli dalnometr doimiy.	—	—	—	0	0	0	0
9.	Trubaning vizirlash eng kichik masofasi, c	5	5	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2
10.	Limb doiralarining diametri, mm gorizontal vertikal.	200 130	140 90	100 72	100 72	75 75	80 72	725 72
11.	Adilak shkalasining bir bo'lagi qiymati, c. Gorizontal doira. Vertikal doira. Ko'rish trubasidagi.	10 10 —	10 15 —	15 — 20	45 — 20	45 — 20	45 — 20	60 — 20
12.	Vertikal doira indeksining o'z-o'zidan o'rnashishi diapazoni.	—	—	4′	5′	—	—	—
13.	Teodolit vazn (massa), kg.	22	11	4,7	4,5	2,5	2,4	3,5

* — elektron burchak o'lchash displeyi bo'lak qiymati

Konstruktiv xususiyatlariga qarab, teodolitlar takroriy va oddiy teodolitlarga bo'linadi. Takroriy teodolitlarda limb va alidada doiralari birga hamda alohida-alohida aylanishi mumkin, ularning har biri o'zini mahkamlovchi va qaratish vintlariga ega.

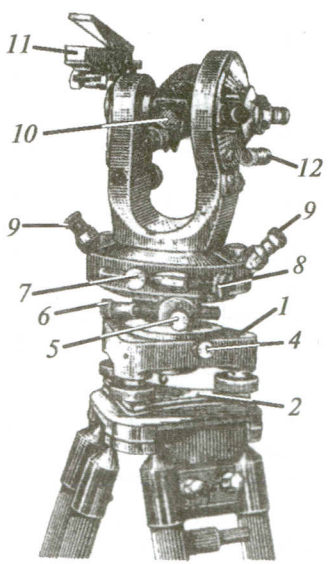
Bu burchakni limbda keyma-ket *n* marotaba o'lchab qo'yish yo'li bilan o'lchash imkonini beradi.

Bundan tashqari limb turishini o'zgartirish bilan burchakni limbning turli qismida o'lchash mumkin. Bu esa o'lchash natijasini tekshirishga va ba'zi bir o'lchash xatolarini kamaytirish imkonini beradi. Oddiy teodolitlarda limb doirasi qo'zg'almas (aylanmaydigan) bo'lib, faqat alidada doirasi o'z o'qi atrofida aylanadi.

Teodolitlar doiralari tayyorlangan materiallariga qarab metalldan va shishadan (optik) yasalgan teodolitlarga bo'linadi.

6.6. Texnik teodolitlar

Metall limbli teodolitlar. Bu tipdagi teodolitlar hozir ishlab chiqarilmasa ham ularni ayrim korxona, tashkilot va oliy ta'lim muassasalarida uchratish mumkin. Metall limbli texnik teodolitlarga TT — 50, TT — 5 va TM larni ko'rsatish mumkin. 6.15-shaklda TT—5 teodoliti keltirilgan. TT 5 teodoliti TT — 50 teodolitining takomillashtirilgan modeli bo'lib, unga qaraganda kichik va ixchamdir. Bu ikkala tipdagi teodolitlar konussimon takroriy o'qlarga ega. TT — 5 teodolitida vint (4) ni bo'shatib teodolit

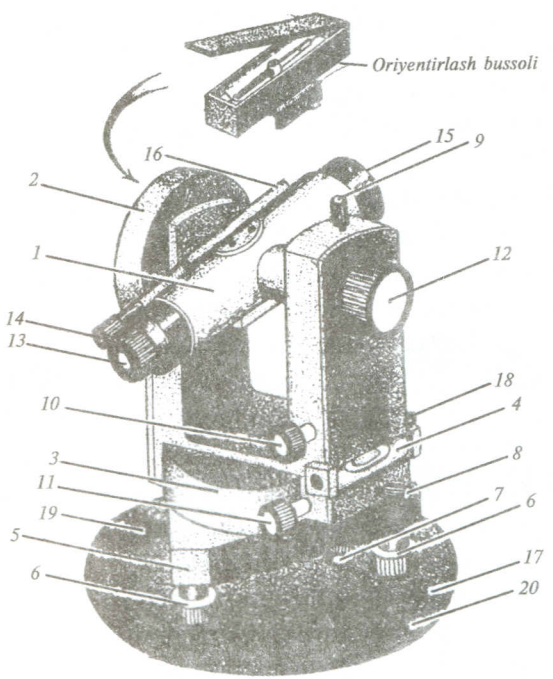


6.15- shakl.

tagligi (1) ni tepa (yuqori) qismidan ajratish mumkin. Taglikning pastki qismida plastinkasimon prujina (2) bo'lib, uning vtulkasiga o'rnatgich vintni burab, asbob shtativga mahkamlanadi.

Gorizontal doira limbi va alidadasi mahkamlovchi (5 va 7) hamda ularni qaratish (6 va 8) vintlariga ega. Alidada ikkita vernyerga ega, sanoqlar lupalar (9) yordamida olinadi. Asbobning aylanish o'qi silindrli adilak bo'yicha vertikal holatga keltiriladi. Ko'rish trubasi (10) mahkamlovchi va qaratish vintlarga ega. Elevatsiya vinti yordamida vertikal doira alidadasi ustiga o'rnatilgan silindrli adilak (12) gorizontal holga keltiriladi. Truba tagligi ustiga vint yordamida bussol (11) o'lchash vaqtida mahkamlanadi. Trubasining kattalashtirishi $25{,}2^{x}$ va ko'rish maydoni 1°25′, limb bo'lagining qiymati 10′, vernyerdan sanoq olish aniqligi 30″; teodolit og'irligi 3,2 kg.

Optik teodolitlar. Optik texnik teodolitlar *T′* 30, 2 *T′*30, (2 *T*30 *II*) tashqi ko'rinishi bilan bir-biridan farq qilmaydi (6.16-shakl).



6.16- shakl.

Teodolitning asosiy qismlari ichki fokuslanuvchi ko'rish trubasi (1), gorizontal (3) va vertikal doira (2), shuningdek, gorizontal doira yonidagi silindrli adilak (4) va taglik (5) dan iborat.

Gorizontal va vertikal doiralarda diametri 70 mm li shisha dorilar bo'lib, ular limb deyiladi. Limb aylanasi 360 ta teng bo'laklarga bo'lingan va 0° dan 359° gacha yozib chiqilgan. Demak, har bir bo'lak qiymati 1° ga teng. *T*30 teodolitida o'rnatilgan limblarda shu 1° li bo'laklar yana 6 ta teng bo'lakka, ya'ni 10′ li bo'laklarga bo'lingan.

Gorizontal doiraning limbi ichi kovak silindr shaklidagi o'qi bilan taglikka joylashtiriladi, vertikal doiraning limbi esa ko'rish trubasining o'qiga mahkamlangan bo'ladi.

Gorizontal doiraning limbi ustida teodolitning yuqori qismlari bilan biriktirilgan ikkinchi doira — alidada aylanadi. Alidadaning silindr shaklidagi o'qi limbning ichi kovak silindr shaklidagi o'qi ichiga joylashtiriladi. Vertikal doiraning alidadasi ko'rish trubasining o'qi joylashgan yerga mahkamlangan bo'ladi.

Gorizontal doiradagi limbning ichi kovak silindrli shaklidagi o'qi va uning ichiga joylashtirilgan silindrli shaklida alidadaning o'qi markazidan o'tuvchi *JJ′* chizig'i bitta geometrik o'qni tashkil etadi. Bu geometrik o'qqa asbobning (teodolitning) aylanish o'qi deyiladi. Ko'rish trubasining aylanish o'qi vertikal doiradagi limb va alidada markazidan o'tib, *TT′* chizig'ini, ya'ni ikkinchi geometrik o'qni tashkil etadi.

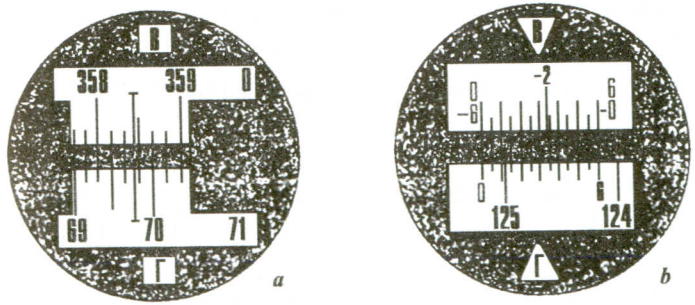
Teodolitlar yuqorida aytilgan asosiy qismlardan tashqari, yana qo'shimcha moslamalar bilan jihozlangan bo'ladi.

Silindrli adilak yordamida gorizontal doira tekisligini gorizontal holatga yoki boshqacha qilib aytganda, asbob aylanish o'qini vertikal holatga keltirish uchun taglikning uchta burchagiga ko'targich vintlari (6) o'rnatilgan (6.16- shakl). Gorizontal doiradagi limb o'qini taglikka mahkamlash uchun — 19, alidada o'qini limb o'qiga mahkamlash uchun — 8, truba o'qini mahkamlash uchun — 9 raqamlari bilan shaklda ko'rsatilgan mahkamlash vintlari mavjud. Mahkamlash vintlari mahkamlangandan keyin limb o'qini bir oz chapga yoki o'ngga burish uchun limbning qaratish vinti (7) dan, alidada o'qini ham shu tartibda burash uchun alidadaning qaratish vinti (11) dan, ko'rish trubasining o'qini esa bir oz pastga yoki yuqoriga ko'tarish uchun trubaning qaratish vinti (10) dan foydalaniladi.

Truba nuqtaga yoki predmetga optik vizir (16) bilan taxminan to'g'rilangandan keyin okulyar (13) dan qaralib, fokuslovchi vint (kremalyera) (12) yordamida nuqta yoki predmet tasviri fokusga keltiriladi (ravshanlashtiriladi). Nuqta yoki predmet tasviri iplar to'rining kesishgan nuqtasiga to'g'ri kelmasa, unda u alidadaning va trubaning qaratish vintlari yordamida keltiriladi. Agarda gorizontal doiradagi kerakli sanoqni o'zgartirmasdan turib trubani nuqta yoki predmetga aniq vizirlash kerak bo'lsa, u holda alidada vintlari o'rniga limbning vintlaridan foydalaniladi.

Gorizontal va vertikal doiralardan sanoq olish uchun ko'rish trubasi yoniga mikroskop (14) o'rnatilgan. *T*30 teodolit shtrixli mikroskop (6.17- *a* shakl), 2*T*30, (2*T*30*M*) teodolit esa shkalali mikroskop (6.17- *b* shakl) bilan jihozlangan. Mikroskop ko'rish maydonining «B» harfi bilan belgilangan yuqori qismida vertikal doiradagi limb bo'laklari, «Г» harfi bilan belgilangan pastki qismida esa gorizontal doiradagi limb bo'laklari ko'rinadi.

Shtrixli mikroskopda sanoq ko'rish maydonining o'rtasida joylashgan qo'zg'almas shtrix (sanoq olish indeksi) bo'yicha 10′ li bo'laklarning 0,1 qiymatigacha, ya'ni 1′ gacha aniqlikda olinadi. 6.17-*a* shaklda sanoq vertikal doiradan 358°27′, gorizontal doiradan 69°46′ ekanligi ko'rsatilgan. Bunda avval sanoq olish indeksiga nisbatan chapda joylashgan gradus qiymati: — vertikal doirada 358°, gorizontal doirada 69°, so'ngra shu gradus shtrixidan sanoq olish indeksigacha bo'lgan bo'laklar soniga mos minutlar qiymati — vertikal doirada 2,7 bo'lak, ya'ni 27′, gorizontal doirada 4,6 bo'lak, ya'ni 46′ olingan.



6.17- shakl.

Shkalali mikroskopda, 6.17- *b* shaklda, uzunligi 1° ga teng kesim 6 ta katta va 12 ta kichik bo'laklarga bo'lingan. Demak, shkalaning har bir katta bo'lagi qiymati 10′ ga, kichik bo'lagi qiymati 5′ ga teng. Sanoq shu shkalada ichiga tushgan gradusli shtrixga nisbatan kichik, 5′ li bo'lakning 0,1 qiymatigacha, ya'ni 0,5′ aniqlikda olinadi. 2*T*30, (2*T*30*II*) teodolitlarida vertikal doiradagi limbning faqat gorizontal diametri yaqindagi sektorlari 0° dan 75° gacha va 0° dan — 75° gacha gradus bo'laklariga bo'lingan. Shu sababli vertikal doiradan sanoq olish uchun shkala chapdan o'ngga 0 dan 6 gacha, o'ngdan chapga — 0 dan — 6 gacha belgilanadi. Agar vertikal doiradagi gradus sanog'i musbat bo'lsa, shu gradus shtrixgacha shkaladagi bo'laklar soni musbat — 0 dan; agarda gradus sanog'i manfiy bo'lsa, shu gradus shtrixgacha shkaladagi bo'laklar soni manfiy 0 dan hisoblanishi kerak. Vertikal doiradan olingan musbat sanoq oldiga «+», manfiy sanoq oldiga «—» ishoralar qo'yiladi.

6.17- *b* shaklda tasvirlangan shkalali mikroskopning ko'rish maydonida vertikal doiradan sanoq —2°26,5′, gorizontal doiradan sanoq 125°11,5′ deb ko'rsatilgan. Bunda avval shkala ichiga tushgan shtrixning gradus qiymati — vertikal doirada —2°, gorizontal doirada 125°; keyin shu gradus shtrixgacha shkaladagi 0 dan boshlab hisoblangan bo'laklarga mos minutlar qiymati — vertikal doirada 5,3 bo'lak, ya'ni 5′×5,3=26,5′ (bo'laklar soni manfiy — 0 dan hisoblangan) gorizontal doirada 2,3 bo'lak, ya'ni 5×2,3=11,5′ deb o'qilgan.

Teodolit yo'lida gorizontal va vertikal burchaklarni o'lchashda, tafsilotlarni s'yomka qilishda, taxeometrik s'yomka qilishda, taxeometrik s'yomkani bajarishda sanoq aniqligi yetarli bo'lganligi sababli shkalada katta 10′ li bo'lakning 0,1 qiymatigacha, ya'ni 1′ aniqlikkacha sanoq olishga ruxsat etiladi. Bu holda 6.17- *b* shaklda sanoqlar vertikal doiradan —2°27′, gorizontal doiradan —125°12′ olinishi mumkin.

Teodolit ish vaqtida g'ilof tubining markazidagi rezbali teshikka burab kiritiladigan o'rnatgich vint yordamida shtativ ustiga o'rnatiladi, ishdan tashqari paytda esa qattiq plastmassadan yasalgan g'ilof qopqog'i bilan g'ilof tubidagi quloqlarga ilintirilib, berkitib qo'yiladi va shtativ ustidan olib qo'yiladi.

Teodolitlar ishlatishga olingan paytda tashqi ko'rikdan o'tkazilishi kerak. Bunda barcha vintlarning ravon buralishi, vintlarning

o'z xizmatini bajarishi, teodolit va ko'rish trubasining o'z o'qlari atrofida ravon aylanishi, shisha qismlarning shikastlanmaganligiga e'tibor beriladi.

6.7. Teodolitlarni tekshirish va tuzatish

Gorizontal burchakni o'lchash mohiyatidan kelib chiqib (6.1 ga qaralsin) har qanday teodolit burchak o'lchash jarayonida quyidagi asosiy geometrik shartlarni qanoatlantirishi kerak:

— teodolitning vertikal aylanish o'qi tik bo'lishi shart;

— limbning tekisligi gorizontal bo'lishi shart;

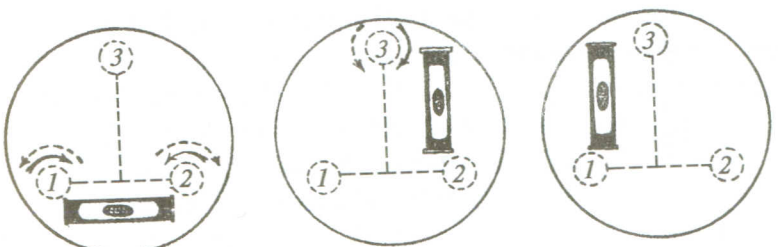
— vizirlash tekisligi vertikal bo'lishi shart.

Har bir teodolitda bu geometrik shartlar mavjudligini tekshirib chiqish uchun teodolitni tekshirish deb ataladigan ma'lum ishlar bajariladi. Geometrik shartlarning buzilishini tuzatish teodolitni yustrikova qilish deyiladi.

1. Gorizontal doira alidadasidagi silindrli adilakning o'qi UU' asbobning aylanish o'qi JJ' ga perpendikulyar bo'lishi shart ($UU' \perp JJ'$).

Adilak istalgan ikkita ko'targich vintga parallel o'rnatiladi va ikkala vintni qarama-qarshi tomonga burab, adilak pufakchasi o'rtaga (nol punktga) keltiriladi (6.18- *a* shakl). Keyin alidada 90° ga burilib, adilak o'qi uchinchi ko'targich vint yo'nalishiga oriyentirlanadi va shu vintni burab, pufakcha yana o'rtaga keltiriladi (6.18- *b* shakl).

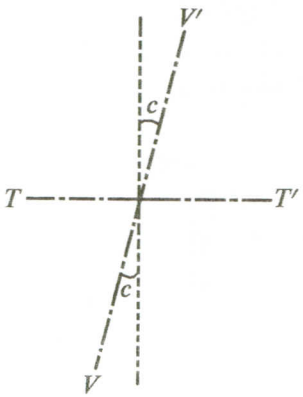
Limbdan sanoq olinib, alidada 180° ga teng burchakka buriladi. Shundan keyin adilak pufakchasi nol punktda qolsa (6.18- *d* shakl) yoki pufakcha o'rtadan bir bo'lakdan ortiq siljimagan bo'lsa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda pufakchaning nol punktga



6.18-shakl.

nisbatan og'ish yoyi aniqlanib, adilakning tuzatgich vinti yordamida pufakcha og'ish yoyining yarmiga qaytariladi. Keyin ko'targich vintlar orqali pufakcha nol punktga keltiriladi. Agar alidadani yana 180° ga burilganda (bunda adilak 6.18- *b* shakldagi holga keladi) pufakcha nol punktda qolsa, adilak tuzatilgan bo'ladi.Aks holda tuzatish takrorlanadi. Keyingi tekshirishlarni amalga oshirishda va umuman ish jarayonida teodolit tekshirilgan silindrli adilak yordamida gorizontallashtiriladi, ya'ni gorizontal doira tekisligi gorizontal holatga (yoki, boshqacha qilib aytganda, asbobning aylanish o'qi shovun yo'nalishiga) keltiriladi. Buning uchun adilak ikkita ko'targich vintga parallel o'rnatilib, shu vintlar yordamida pufakcha o'rtaga keltiriladi. Keyin alidadani 90° ga burib, uchinchi ko'targich vint yordamida pufakcha yana o'rtaga keltiriladi.

2. Trubaning vizir o'qi trubaning gorizontal aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi shart ($VV' \perp TT'$). Vizir o'qi trubaning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lmasligidan ko'rish trubasining kollimatsion xatosi *c* kelib chiqadi (6.19- shakl). Buni tekshirish uchun yaqqol ko'rinadigan shunday nuqta tanlab olinishi kerakki, unga vizirlangan ko'rish trubasi taxminan gorizontal holatda bo'lishi kerak. Shu nuqtaga ko'rish trubasi avval doira o'ng (Do'), ya'ni vertikal doira trubaga nisbatan o'ng tomonda joylashgan holatida qaratilib, gorizontal doiradan *Do'* sanog'i olinadi. Keyin truba zenit orqali aylantirilib, doira chap (DCH) holatida vizir o'qi yana o'sha nuqtaga qayta to'g'rilanadi va gorizontal doiradan D_{ch} sanog'i olinadi. Kollimatsiya xato qiymati quyidagicha aniqlanadi:

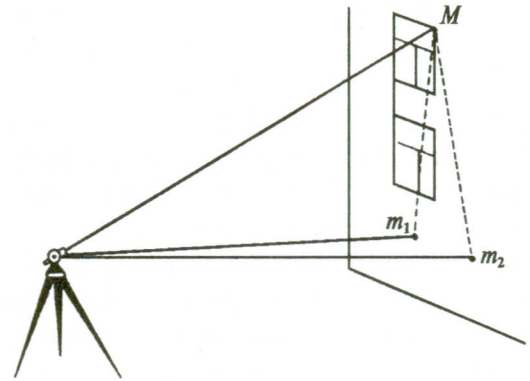


6.19-shakl.

$$C = \frac{Dch - Do' \pm 180^\circ}{2}. \qquad (6.8)$$

Agar kollimatsion xatoning qiymati sanoq olish aniqligining ikkilanganidan, ya'ni 2′ dan oshmasa, *T*30 uchun shart bajarilgan bo'ladi.

Aks holda alidadaning qaratish vinti yordamida gorizontal doirada $D_{o'} = D_{ch} - c$ sanog'i qo'yiladi. Shunda trubadan qaralganda kuzatilayotgan nuqta tasviri iplar to'rining kesishgan nuqtasidan chetlashgan bo'ladi. Endi iplar to'rining kesishgan nuqtasi iplar to'ri diafragmasini tutib



6.20- shakl.

turgan tuzatgich vintlarning yonboshdagilari orqali surilib, kuzatilayotgan nuqta tasviri ustiga keltiriladi. Ishonch hosil qilish uchun tekshirish takrorlanadi.

3. Ko'rish trubasining gorizontal aylanish o'qi asbobning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi shart ($TT' \perp JJ'$). Shartni tekshirish uchun teodolit biron-bir bino devoridan 15—20 m masofada o'rnatiladi va teodolitning vertikal aylanish o'qi tik holatga keltiriladi. Devorda gorizontga nisbatan 25°—30° burchak ostida ko'rinadigan qilib M nuqta belgilab olinadi (6.20- shakl).

Ko'rish trubasi shu nuqtaga vizirlanadi, so'ngra ko'rish trubasi taxminan gorizontal holatga kelguncha tushiriladi va devorda iplar to'rining kesishgan nuqtasi proyeksiyasi m_1 qalam bilan belgilanadi. Keyin ko'rish trubasi zenit orqali aylantirilib, alidada 180° ga buriladi. Ko'rish trubasi yana o'sha M nuqtaga vizirlanadi va avvalgidek truba gorizont sathigacha tushirilib, devorda iplar to'rining kesishgan nuqtasi proyeksiyasi m_2 belgilanadi. Agar m_1 va m_2 nuqtalar bir-birining ustiga tushsa yoki ularning oralig'i trubadan qaralganda iplar to'ridagi bissektor kengligining ikkilanganidan oshmasa, shart bajarilgan deb hisoblanadi. Aks holda trubaning aylanish o'qi 1′ dan ortiq og'ish burchagiga ega bo'ladi. Bunday nozoslikni tuzatish uchun asbobni qismlarga ajratish kerak, shuning uchun bu ish asbob ishlab chiqarilgan zavodda yoki maxsus ixtisoslashtirilgan ustaxonalarda bartaraf etiladi.

4. Iplar to'ridan asosiy vertikal chiziq ko'rish trubasining aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak. Bu shartni tekshirish

uchun iplar to'ri vertikal chizig'ining bir uchi yaxshi ko'rinadigan nuqtaga vizirlanadi. Keyin trubaning qaratish vinti yordamida nuqta tasviri vertikal chiziqning ikkinchi uchiga suriladi. Agar nuqta tasviri asosiy vertikal chiziqda yotsa, shart saqlangan bo'ladi. Agarda nuqta tasviri asosiy vertikal chiziqdan chetlashgan bo'lsa, unda okulyar va obyektiv tirsaklarni biriktirib turgan vintlar bo'shatilib, okulyar tirsagi nuqta tasviri vertikal chiziqqa tushgunga qadar buraladi. Keyin bo'shatilgan vintlar mahkamlanib, tekshirish takrorlanadi. Bu yerda shu narsaga alohida e'tibor qilinishi kerakki, teodolitning va umuman, qolgan hamma geodezik asboblarning tekshirish va tuzatish ishlari qat'iy ko'rsatilgan ketma-ketlikda bajarilishi kerak.

6.8. Gorizontal burchaklarni o'lchash

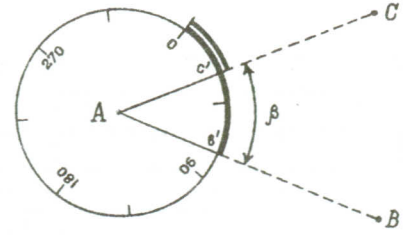
Teodolit bilan gorizontal burchakni o'lchash uchun:

1. Dastlab teodolit o'lchanadigan burchak uchiga (nuqtaga) o'rnatiladi, markazlashtiriladi, aylanish o'qi vertikal holatga keltiriladi va ko'rish trubasini kuzatish uchun moslanadi.

2. Gorizontal burchak o'lchanadi; o'lchash natijalari ishlab chiqiladi va o'lchash natijasi tekshiriladi.

Gorizontal burchaklarni o'lchashda quyidagi usullar qo'llaniladi: to'la qabul usuli (bitta burchak o'lchanadigan bo'lsa), doiraviy qabullar usuli (bir nuqtadan chiqqan bir necha yo'nalish orasidagi burchaklarni o'lchashda) va takror o'lchash usuli.

Qabullar usuli. Joydagi BAC burchakni (6.21- shakl) o'lchash quyidagi tartibda bajariladi. Teodolit burchak uchi A nuqtaga o'rnatiladi. Shtativ usti ko'z bilan chamalab gorizontal holatga keltirilib shtativ oyoqlarini bosib yerga mahkamlangach, o'rnatgich vintni bo'shatib teodolitni shtativ ustida surish bilan shovun A nuqta ustiga keltiradi. Keyin ko'targich vintlar va alidadadagi silindrli adilakdan foydalanib, asbob aylanish o'qi vertikal holatga keltiriladi. Ko'rish trubasini biron-bir yorqin fonga, masalan, osmonga qaratib okulyar halqachasini surish (burash) bilan iplar to'ri ravshan holga keltiriladi va ko'rish trubasi joydagi B nuqtaga qaratiladi; limb, alidada doiralari va ko'rish trubasinig vintlari mahkamlanadi. So'ngra truba fokuslanib, alidada va truba qaratish vintlari yordamida iplar to'rining markazi B nuqtaga aniq to'g'rilanadi va limbdan b' sanog'i (6.21- shakl) olinib, maxsus jurnalga (6- jadval) yoziladi. Keyin truba va alidada bo'shatilib, truba C nuqtaga vizirlanadi, yuqorida qayd qilingan ishlar takrorlanadi va yana libmning c' sanog'i olinib jurnalga yoziladi. O'lchanayotgan β burchak qiymati quyidagicha hisoblanadi:



6.21- shakl.

$$\beta = b' - c'.$$

Agar shu burchak teodolitning doira o'ng (DO') vaziyatda, ya'ni vertikal doira ko'rish trubasiga nisbatan o'ng tomonda turganda o'lchangan bo'lsa, bu birinchi yarim qabulni tashkil qiladi.

Natija to'g'riligiga qanoat hosil qilish uchun hamda asbobdagi kollimatsion va boshqa xatolar ta'sirini kamaytirish uchun burchak ikkinchi yarim qabulda, ya'ni teodolitning doira chap (DCH) vaziyatida ikkinchi marta o'lchanadi. Buning uchun ko'rish trubasini zenit orqali aylantirib, limbni bo'shatib taxminan 90° ga buriladi va limb mahkamlangandan keyin β burchak yuqoridagi tartibda yana o'lchanadi. Burchak o'lchashning bu ikkita yarim qabuli (DO' va DCH) bitta to'la qabulni tashkil qiladi.

6- jadval

Asbob turgan nuqta	Kuzatilayotgan nuqta	Limbdan olingan sanoqlar		Burchakning yarim qabuldagi qiymati		Burchakning o'rtacha qiymati	
		0	1	0	1	0	1
DO' (doira o'ng)							
	1	250	38				
				155	03		
	3	95	35				
DCH (doira chap)							
2						155	03,5
	1	162	37				
				155	02		
	3	7	35				

6- jadvalning davomi

DO‘ (doira o‘ng)							
	2	191	15				
				125	39		
	4	65	36				
DCH (doira chap)							
3	2	289	52			125	39,5
				125	40		
	4	164	12				

Burchakning ikkala yarim qabulda aniqlangan qiymatlari solishtirib ko‘riladi. Agar qiymatlar orasidagi farq sanoq olish aniqligining ikkilanganidan oshmasa, o‘lchangan burchakning o‘rtacha uzil-kesil arifmetik qiymati hisoblab chiqariladi.

Agarda burchakning ikki yarim qabuldagi qiymatlari sanoq olish aniqligining ikkilanganidan, masalan, $2T30П$ teodolit uchun $1'$ dan ko‘pga farq qilsa, burchak qayta o‘lchanadi.

Doiraviy qabullar usuli. Teodolit nuqta ustida o‘rnatilib, soat mili yo‘nalishi bo‘yicha birin-ketin hamma nuqtalarga ko‘rish trubasi qaratiladi, limb doirasidan sanoqlar olinib yoziladi. Bunda limb doirasining qo‘zg‘almay turganini nazorat qilish uchun oxirida qarash trubasi yana qayta boshlang‘ich nuqtaga qaratiladi (shunda limbdagi sanoq dastlabki olingan sanoqqa teng chiqishi kerak). Bu o‘lchashlar birinchi yarim qabul (masalan, DO‘) ni tashkil qiladi. Ikkinchi yarim qabulda (DCH) ko‘rish trubasi zenit orqali aylantirilib soat mili yo‘nalishiga teskari yo‘nalishda yana o‘sha nuqtalarga birin-ketin qaratilib sanoqlar olib yoziladi. Ikkala yarim qabullar to‘la bir qabulni tashkil qiladi. O‘lchashning talab qilingan aniqligiga qarab stansiyada bunday qabullar soni har xil bo‘lishi mumkin. Qabullar orasida limb doirasi holati $180°/n$ qiymatga o‘zgartib olinadi, bu yerda n — qabullar soni.

Takrorlash usulida burchakni o‘lchash. Bu usulda burchakni o‘lchashning mohiyati o‘lchanayotgan burchakni limbda ketmaket bir necha marta o‘lchab qo‘yishdan iborat. Bunda sanoqlar ikki marta — o‘lchashning boshida va oxirida olinadi. Natijada o‘lchangan burchak aniqligiga sanoq olish xatosining ta’siri kamayadi.

O‘lchash quyidagicha bajariladi. Asbobning burchak uchi A ga (6.21- shakl) o‘rnatib, limb doirasida sanoqni $0°$ ga yaqin o‘rnatib,

alidada mahkamlanadi. Keyin limbni bo‘shatib, chapdagi C nuqtaga qaratiladi va c sanog‘i olinadi. Alidadani bo‘shatib, o‘ng nuqta B ga qaratiladi va limbdan nazorat sanoq olinadi. Bunda o‘lchanayotgan burchakning taxminiy qiymati aniqlanadi. Keyin limbni bo‘shatib chap nuqtaga qaratiladi, limb mahkamlanadi, lekin sanoq olinmay alidada bo‘shatiladi, aylantirib yana o‘ng nuqtaga qaratiladi va b sanog‘i olinadi. Ushbu burchakni necha marta takrorlab o‘lchash rejalangan bo‘lsa, shuncha marta takrorlanadi va o‘lchangan burchak yakuniy qiymati quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$\beta = \frac{b - c}{n}, \qquad (6.9)$$

bu yerda: b — o‘ng nuqtaga (B) qarab olingan sanoq; c — chap nuqtaga (C) qarab olingan sanoq; n — limbda burchak qiymatini qo‘yishdagi takrorlash soni. Amalda n qiymati uchdan kam bo‘lmaydi.

6.9. Gorizontal burchakni o‘lchash aniqligi

Gorizontal burchakni texnik teodolitlar bilan o‘lchash aniqligiga, asosan, asbobning xatolari, trubani vizirlash, teodolitni nuqta ustiga o‘rnatish (markazlash), kuzatilayotgan nuqtalarga vexalarni o‘rnatish va limbdan sanoq olish xatolari ta’sir qiladi.

Zamonaviy teodolitlarda yuqorida keltirilgan asbob xatolari qiymatini asbobni sinchiklab tekshirish va uni tuzatish hamda o‘lchashni to‘g‘ri tashkil qilish bilan kamaytirish mumkin. Masalan, ko‘rish trubasining vizirlash xatosi (6.4) formula bo‘yicha, agar $V = 20^x$ bo‘lsa, $\pm 3''$ ga teng bo‘ladi. Asbob sinchiklab markazlashtirilsa, vexalar to‘g‘ri o‘rnatilsa va burchak tomonlari kalta bo‘lishiga yo‘l qo‘yilmasa, markazlashtirish va vexani o‘rnatish xatosi kichik qiymatni tashkil qiladi.

Asbobdan sanoq olish xatosi sanoq olish moslamasi aniqligining yarmiga teng deb qabul qilinadi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$m_0 = \pm\frac{t}{2}, \qquad (6.10)$$

bu yerda: t — sanoq moslamasidan sanoq olish aniqligi.

Masalan, 2T30П teodoliti uchun $t = 30''$ ga teng, shunda $m_0 = 15''$ bo‘ladi.

Demak, limbdan sanoq olishdagi xatolar o'lchash aniqligiga asosiy ta'sir ko'rsatadi.

Burchakni o'lchashda nuqtaga qaratib limbdan $m_0 = t/2$ o'rta kvadratik xato bilan sanoq olinsa, uni o'lchanayotgan burchak yo'nalishi xatosiga qabul qilish (boshqa xatolar kichikligi uchun ularni hisobga olinmasa) mumkin. O'lchangan burchak ikki yo'nalish sanoqlarining ayirmasiga teng bo'lgani uchun uning xatosi quyidagini tashkil qiladi:

$$m_\beta = m_0\sqrt{2} = \frac{t}{2}\sqrt{2}. \qquad (6.11)$$

Shunda to'la bir qabulda (DO' va DCH yarim qabullarda) o'lchangan burchakning o'rta kvadratik xatosi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_\beta = \frac{t}{2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{t}{2}. \qquad (6.12)$$

Bu o'lchashning chekli xatosi esa:

$$m_{\beta\,chekli} = 3m_\beta = 3\frac{t}{2} = \pm 1{,}5t. \qquad (6.13)$$

Ikkita yarim qabulda o'lchangan burchak qiymatlari orasidagi farqning o'rta kvadratik xatosi

$$m_d = m_\beta\sqrt{2} = \frac{t}{2}\sqrt{2}\cdot\sqrt{2} = t$$

bo'ladi.

Bu holda chekli xatoga ayirma o'rta kvadratik xatosining ikkilangani olinadi:

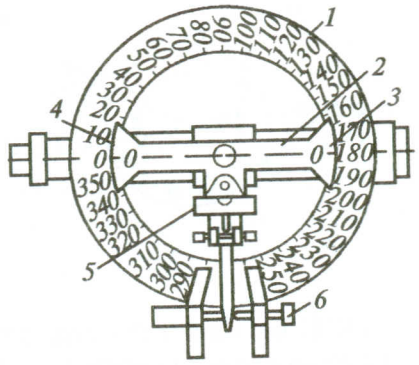
$$m_{d\,chekli} = 2m_d = \pm 2t. \qquad (6.14)$$

Shunday qilib, ikkita yarim qabulda o'lchangan burchak qiymatlari orasidagi farq sanoq olish moslamasi aniqligining ikkilanganidan oshmasligi kerak.

6.10. Vertikal burchaklarni o'lchash

Vertikal burchaklar (joydagi chiziqlarning og'ish burchaklari) teodolitning vertikal doirasi yordamida o'lchanadi. Vertikal doira limbi (1) (6.22- shakl) trubaning aylanish o'qi bilan bitta qilib mahkamlangan va u bilan birga aylanadi. Alidada (2) ham trubaning aylanish o'qida joylashgan, lekin bu o'q bilan birga

mahkamlanmagani uchun truba aylanganda u qo'zg'almay turadi. Alidada sanoq olish moslamasida ikkita vernyer (3,4) va silindrli adilak (5) bor. Adilak vernyerlar 0 indeksini tutashtiruvchi chiziqni gorizontga (gorizontal tekislikka) nisbatan ma'lum holatga keltirish uchun xizmat qiladi. Adilak pufakchasini shkala o'rtasiga keltirish uchun qaratish vinti (6) xizmat qiladi. T30, 2T30, 2T30П tipidagi teodolitlar vertikal doirasida adilak o'rnatilmagan. Uning vazifasini gorizontal doira alidadasiga o'rnatilgan va vertikal doira tekisligiga parallel o'rnatilgan silindrli adilak bajaradi. Vertikal burchakni o'lchashda trubani nuqtaga vizirlab sanoq olishdan oldin adilak pufakchasini aniq o'rtaga keltiradi.



6.22- shakl.

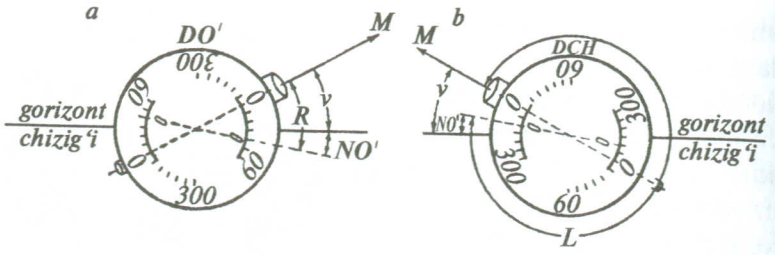
Texnik teodolitlarda vertikal doira limbi 0° dan 360° gacha bo'linib, soat mili yo'nalishi bo'yicha oshib boradigan (TT—5) va teskari yo'nalishda oshib boradigan (T30) raqamlar bilan yozilgan. Bunda diametr 0 va 180° nuqtalari truba vizir o'qiga parallel qilib o'rnatilgan va truba bilan birga aylanadi. Vertikal burchaklar qiymatini hisoblash oson bo'lishi uchun quyidagi shart qo'yiladi: trubaning vizir o'qi va alidadadagi adilak o'qi gorizontal holatni egallaganda alidada nol indekslari (bo'laklari) limbning nol bo'laklari (0° va 180°) bilan to'g'ri kelishi kerak. Amalda bu shart bajarilmasligi ham mumkin.

Trubaning vizir o'qi gorizontal holatda, alidadadagi adilak pufakchasi esa o'rtada joylashganda vertikal doiradan olingan sanoqqa vertikal doiraning nol o'rni (NO') deyiladi. Vertikal burchak quyidagicha o'lchanadi: ko'rish trubasini DO' da joydagi biron-bir M nuqtaga qaratib, adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi va vertikal doiradan R sanoq olinadi (6.23- *a* shakl).

Shu shakldan ko'rinishicha:

$$v = R - NO', \qquad (6.15)$$

bu yerda: v — vertikal burchak; R — doira o'ng sanog'i; NO' — vertikal doira nol o'rni.



6.23- shakl.

DCH holatiga truba yana o'sha M nuqtasiga qaratilib, adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi va L sanog'i olinadi (6.23- *b* shakl).

Shunda vertikal burchak quyidagiga teng:

$$v = 360° - L + NO'$$

yoki

$$v = NO' - L. \qquad (6.16)$$

(6.15) va (6.16) tenglamalarni NO' va v larga nisbatan yechib topamiz:

$$NO' = \frac{R + L}{2}; \qquad (6.17)$$

$$v = \frac{R - L}{2}. \qquad (6.18)$$

Vertikal burchak va NO' qiymatlarini (6.15.), (6.16), (6.17), va (6.18) formulalar bo'yicha hisoblashda 0° dan 60° gacha bo'lgan sanoqlarga 360° qo'shib olinadi. T30 teodolitida vertikal doira bo'laklari soat mili yo'liga qarshi yo'nalishda raqamlar bilan yozilgan va sanoq doirani faqat bir tomonidan olinadi, shuning uchun v va NO' qiymatlari quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

$$v = \frac{R - L - 180°}{2}; \qquad (6.19)$$

$$NO = \frac{R + L \pm 180°}{2}; \qquad (6.20)$$

$$v = NO' - R - 180°. \qquad (6.21)$$

$$v = L - NO'. \qquad (6.22)$$

Bu formulalar bo'yicha hisoblashda 90° dan kichik bo'lgan R, L va NO' qiymatlariga 360° qo'shiladi. 2T30П (2T30) teodolitida vertikal doiraning 0°—180° diametri truba vizir o'qiga parallel joylashgan va 0° belgilangan tomoni gradus bo'laklarga bo'linib, 0° dan — 75° gacha soat mili yo'li bo'yicha, 0° dan +75° gacha teskari yo'nalishda raqamlar bilan belgilangan. 2T30П vertikal doirasidan sanoq olish tartibi 6.17- *b* shaklda keltirilgan. Sanoq B indeksi bilan belgilangan shkaladan olinadi. Bu yerda — 2 limbning gradus bo'lagi sanog'i minus ishorali bo'lgani uchun minutlar qismi shkalani — 0 dan — 6 ga qarab olinadi. Shunga ko'ra shkaladan 5 ta butun bo'lak va keyingi to'la bo'lmagan bo'lakni chamalab 0,3 hissasini, ya'ni jami 5,3 bo'lakni olib, bir bo'lak qiymatini 5 ga ko'paytirsak, $5{,}3 \times 5' = 26{,}5'$ chiqadi, yakuniy sanoq — $2°26{,}5'$ ga teng bo'ladi. Limbning gradus bo'lagi sanog'i musbat ishoraga ega bo'lsa, minutlar shkalani 0 dan 6 raqamga qarab olinadi.

Bu teodolitda o'lchangan v qiymati quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$NO' = (L + R)/2; \qquad (6.23)$$

$$v = NO' - R; \qquad (6.24)$$

$$V = L - NO'. \qquad (6.25)$$

Bir to'liq qabul bilan o'lchangan vertikal burchaklarning qiymati to'g'riligiga har gal aniqlangan NO' doimiyligi dalolat beradi. Bunda NO' qiymatining kattaligi ahamiyatga ega emas. Biroq relyefni s'yomka qilish paytida nisbiy balandlikni aniqlash uchun vertikal burchaklar (qiyalik burchaklari), odatda, DCH holatida o'lchanadi va (6.25) formulani yechishni osonlashtirish uchun NO' nolga teng qilib olinishi yoki $2'$ dan oshmasligi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Bunday shartni amalga oshirish uchun uzoqdagi yaxshi ko'rinadigan ikkita yoki uchta nuqta to'liq qabulda kuzatilib, har gal NO' aniqlanadi. Agar NO' ning topilgan qiymatlari o'rtachasi noldan $2'$ gacha farq qilsa, shart qanoatlantirilgan hisoblanadi. Aks holda ko'rish trubasini DCH holatida oxirgi nuqtaga qaratib olingan L sanog'ining tuzatilgan qiymati $L_{tuz.} = L + NO'$ vertikal doirada hosil bo'lguncha trubaning qaratish vinti buraladi. Shunda

trubaga qaralganda kuzatilayotgan nuqta tasviri iplar to'ri kesishgan nuqtasidan vertikal chiziq bo'yicha siljigan bo'ladi. Iplar to'ri diafragmasini tutib turgan tuzatgich vintlarning yuqoridagisi va pastdagisi buralib, iplar to'rning kesishgan nuqtasi kuzatilayotgan nuqta tasviri ustiga tushiriladi.

Tekshirish uchun NO' qiymati yangidan aniqlanadi.

Teodolitlarda vertikal doiraning nol o'rnini nolga teng qilib olinsa, vertikal burchaklarni hisoblash oson bo'ladi. Bunda DCH vaziyatda olingan sanoqning o'zi (6.25) formulaga ko'ra vertikal burchak qiymatiga teng bo'ladi, ya'ni: $\nu = L$.

VII BOB.

CHIZIQLARNI JOYDA O'LCHASH

7.1. Chiziqlarni bevosita o'lchash qurollari

Joydagi ikki nuqta orasidagi masofani bevosita hamda vositali o'lchash mumkin. Masofalarni bevosita o'lchashda turli mexanik o'lchash asboblari ishlatiladi, chunonchi, po'lat lenta, po'lat ruletka, yumshoq meterialdan ishlangan (masalan, fibreglasdan) ruletka, tros va invardan yasalgan o'lchov simlari. Masofa o'lchash o'lchov asbobini o'lchanayotgan chiziqda ketma-ket qo'yib chiqishdan iborat. Asbobni qo'yish sonini uning uzunligiga ko'paytirib, yakuniy natija topiladi. O'lchash asbobining haqiqiy uzunligi uning nominal (loyiha) qiymatidan birmuncha farq qiladi. Bunga har xil omillar, chunonchi, asbob bo'laklarini belgilashdagi xato, asbobni tayyorlashdagi havo harorati bilan chiziq o'lchash vaqtidagi harorat farqi, asbobni har xil kuch bilan tarang tortish va boshqalar sabab bo'ladi.

Amaliy ishlarda ko'proq po'latdan yasalgan o'lchov lentalari qo'llaniladi, uning eni 10—15 mm, qalinligi 0,4—0,6 mm va uzunligi 20 m bo'ladi. Uzunligi 24,30,50 m li lentalar ham bo'ladi. Lentaning haqiqiy uzunligi, odatda, nominal uzunlikdan (20 m) farq qiladi. Shuning uchun avval ishlatiladigan lentaning haqiqiy uzunligi aniqlanadi.

Bu ishchi lenta uzunligini etalon lenta uzunligi bilan taqqoslash (komparirlash) orqali bajariladi. Komparirlash maxsus komparatorlarda bajariladi, ular statsionar va dala komparatorlariga bo'linadi. Oddiy sharoitda ishchi lenta bilan etalon lenta uzunliklarini quyidagicha taqqoslash mumkin. Tekis joyda yoki binoning polida ishchi va etalon lentalarni yonma-yon yotqizib, nolinchi shtrixlari tutashtiriladi, keyin ularni bir xil kuch bilan tortiladi va millimetrli chizg'ich bilan lentalarning ikkinchi uchidagi shtrixlari farqi Δl o'lchanadi. Bu Δl qiymatiga **komparirlash tuzatmasi** deyiladi.

Agar ishchi lentaning haqiqiy uzunligini l, etalon lenta uzunligini l_0 desak, unda ishchi lenta uzunligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$l = l_0 \pm \Delta l. \qquad (7.1)$$

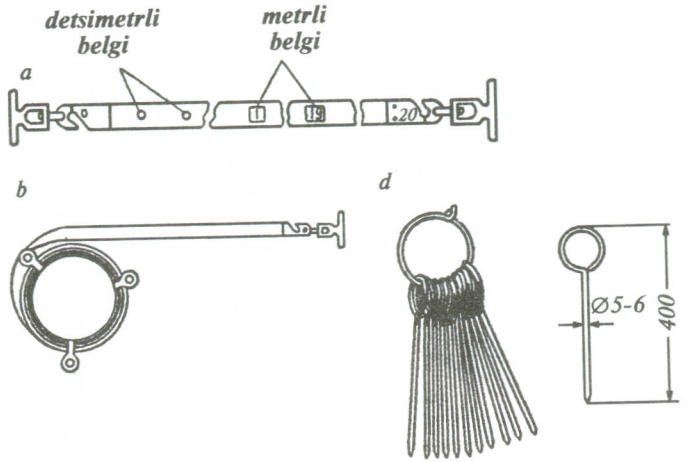
Amalda ko'p ishlatiladigan o'lchov asboblarining tavsifi quyidagi 7- jadvalda keltirilgan.

7- jadval

O'lchov asboblarining turlari	O'lchov asboblarining nomi	Uzunligi, m	Eni qalinligi, mm	O'lchashning me'yoriy nisbiy xatosi
ЛЗ	Shtrixli yer o'lchov lentasi	20; 24; 50	10÷15 0,4÷0,5	1:1 500
ЛЭШ	Shkalali yer o'lchov lentasi	20; 24; 50	10÷15 0,4÷0,5	1:2 000
ЛТ	Yer o'lchov trosi	50; 100	2	1:1 000
РК	Krestovinada o'ralgan ruletka	30; 50; 100	10÷12 0,20÷0,25	1:2 000
РС	Po'lat reletka	10; 20; 30; 50	101÷2 0,16÷0,22	1:2 000- 1:5 000
БП	Osma bazis asbobi (invar sim)	24	1; 1,5	1:1 000 000
Invar sim — harorat ta'siridan juda kichik kengayish (uzayish) koeffitsiyentiga ega bo'lgan nikel bilan temir eritmasi.				

ЛЗ tipidagi shtrixli lenta — po'lat tasmadan iborat bo'lib, ikki uchida doirasimon qiya ilmoq shaklidagi kesik metall plastinka o'rnatilgan (7.1- *a* shakl); kesiklar eni shpilka diametriga teng. Ularning markazi qarshisida lenta bo'ylama o'qiga perpendikulyar holda o'lchash shkalasining boshini va oxirini ko'rsatuvchi shtrixlar o'yib tushirilgan va tegishli 0 va 20 raqamlar bilan belgilangan. Bu yerda 20 po'lat lentaning nominal uzunligini bildiradi.

ЛЗ shtrixli lenta komplektiga quyidagilar kiradi: lenta (7.1- *a* shakl), lentani o'rash uchun metall halqa (7.1- *b* shakl) va 6 yoki 11 ta shpilkalar komplekti (7.1- *d* shakl). Masofa chiziq stvori bo'yicha lentani ketma-ket qo'yib chiqib o'lchanadi. Har bir

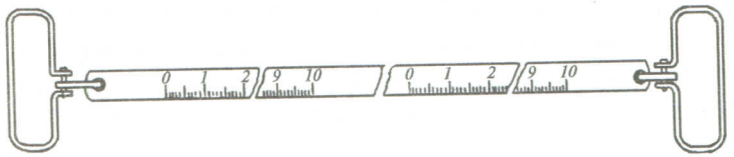


7.1- shakl.

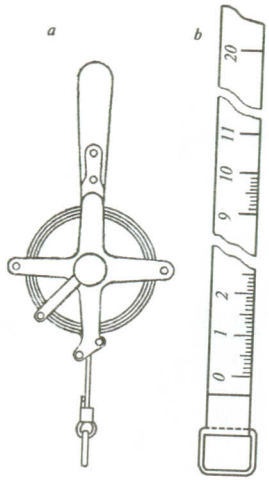
qo'yishda o'lchov lentasining boshi va oxirini belgilash uchun uni ilgaklari orqali yerga shpilkalar sanchiladi.

ЛЗШ shkalali lenta — faqat ikki uchida uzunligi 10—15 sm bo'lgan kesimlari sm va mm bo'laklarga bo'lingan (7.2- shakl). Boshqa bo'laklar tushirilmagan. Shkaladan ko'z bilan chamalab 0,5 mm aniqlikda sanoq olinadi. Lentaning nominal uzunligi lentadagi shkalalar nol indekslari orasidagi uzunlik hisoblanadi. ЛЗШ lenta bilan masofa chiziq stvori bo'ylab lentani qo'yib chiqilib o'lchanadi. Bunda yerga sanchilgan ingichka shpilka to'g'risidagi shkala bo'yicha sanoq olinadi. Lentaning orqadagi va oldingi shkalalaridan O_r va O_l sanoqlar bir vaqtda olinadi, 10 sm dan ortiq qoldiq ruletka bilan o'lchanadi.

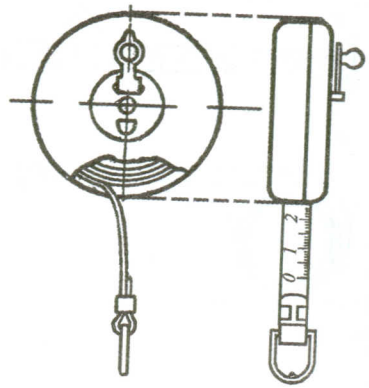
ЛТ yer o'lchash trosi — diametri 2 mm ga teng 7 tolali po'lat sim bo'lib, plastmassa qobiqda yasalgan. U halqa shaklidagi metall belbog'chalar bilan 1 metrli bo'laklarga bo'lingan va g'altakka o'ralgan bo'ladi.



7.2- shakl.



7.3- shakl.



7.4- shakl.

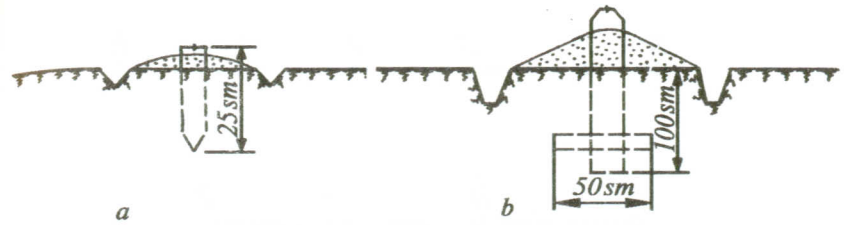
Chiziq o'lchashda tros yerga yozib qo'yiladi va 1 metrdan kichik bo'lgan qoldiq ko'z bilan chamalab 0,1 m aniqlikda baholanadi.

PK ruletkasi — krestovina barabanga o'ralgan po'lat tasmadan iborat (7.3- shakl). Ruletkaning birinchi detsimetri mm bo'laklarga, qolganlari esa sm bo'laklarga bo'lingan. Ruletka uzunligidan oshmaydigan uzunlikdagi chiziqlarni o'lchash va joyga ko'chirishda yuqori aniqlikni ta'minlash mumkin.

PC ruletkasi — metall g'ilofda joylashtirilgan g'altakka o'ralgan po'lat tasma (lenta) dan iborat. Ruletka shkalasi boshidan oxirigicha mm bo'laklarga bo'lingan va har sm da raqamlar bilan yozilgan (7.4- shakl).

7.2. Chiziqni o'lchashga tayyorlash

Joyda har qanday chiziqni o'lchashdan avval u o'lchashga tayyorlanadi, chunonchi, chiziq uchlari joyda mahkamlanadi, ular belgilanadi va chiziqlar joyda o'tkaziladi. Chiziq uchi nuqtalari o'rni joyda chiziq vazifasiga, saqlanish muddatiga va joy sharoitiga qarab turlicha mahkamlanadi. Oddiy hollarda nuqtalar joyda yog'och qoziqlar (3×25 sm) bilan mahkamlanib, atrofiga uchburchak, to'rtburchak yoki doira shaklida ariqcha qaziladi va chiqqan tuprog'i qoziq atrofida o'yib qo'yiladi (7.5- *a* shakl).



7.5- shakl.

Agar nuqta muhim ahamiyatga ega bo'lib, uzoq muddatga saqlanishi kerak bo'lsa, yog'och ustun (7.5- *b* shakl), metall parchasi yoki temir-beton plitasi bilan mahkamlanadi.

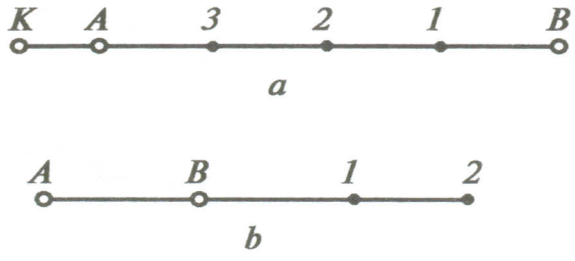
Nuqtalarni bir-biridan ko'rinishini ta'minlash uchun ular belgilar — vexa deb ataluvchi maxsus tayoqlar bilan belgilanadi. Vexa — uzunligi 2;3 va 4 m, yo'g'onligi 3—4 sm bo'lgan, uzunasi bo'ylab 5 santimetrli bo'laklarga bo'linib, oq-qora rangga bo'yalgan va bir uchiga temir nayza qoplangan tayoq. Joydagi to'g'ri chiziq uning ikkala uchida o'rnatilgan vexalar bilan belgilanadi. Tekis joydagi uzunligi 100 m dan ortiq chiziqni o'lchash uchun uni ikkala uchida o'rnatilgan vexalar oralig'ida qo'shimcha vexalar (masalan, har 50 metrdan) o'rnatib chiqiladi, bunga chiziq olish deyiladi.

Tepalik va jarliklar orqali o'tgan chiziqlar har 20—50 m da qo'shimcha vexalar bilan belgilab chiqiladi.

Chiziq olishni berilgan ikki nuqta orasida chiziq olish va berilgan ikki nuqta orasidagi chiziqni davom ettirish yo'li bilan bajarish mumkin.

Birinchisida berilgan *A* va *B* nuqtalar (7.6- shakl) orasida chiziq olish kerak bo'lsin.

Kuzatuvchi o'z yordamchisini *B* nuqtasidan taxminan 100 m da joylashgan 1- nuqta tomon jo'natadi, o'zi esa *A* nuqtasidan 10—20 m da joylashgan *K* nuqtasida turadi. Shundan keyin u o'z yordamchisiga qo'lidagi vexani 1 nuqtada chapga yoki o'ngga surishga, *A* va *B* nuqtalardagi vexalar vexani to'smaguncha ko'rsatma beradi. Keyin yordamchi boshqa bir vexa bilan 2- nuqtaga o'tadi va oldingiga o'xshab ko'rsatmaga binoan u vexani ham o'rnatadi va hokazo. Bu usulga «o'ziga» qarab chiziq olish deyiladi. Agar birinchi oraliq vexa 3- nuqtada, keyin 2- nuqtada va hokazo tartibda o'rnatilsa, «o'zidan» chiziq olish deyiladi.



7.6- shakl.

Berilgan ikki nuqta A va B (7.6- b shakl) orasidagi chiziqni davom ettirish uchun kuzatuvchi AB chizig'ining davomiga o'tib, A va B nuqtalarda o'rnatilgan vexalar bo'yicha 100 m chamasi masofada 1-vexani shunday o'rnatadiki, u A va B nuqtalardagi vexalarni to'ssin, keyin 2- vexani xuddi shunday o'rnatadi va hokazo.

7.3. Po'lat lenta bilan chiziqni o'lchash

Lenta bilan joyda chiziqni o'lchash uchun ikki kishi kerak bo'ladi. O'lchash lenta va 6 ta yoki 11 ta shpilkalar komplekti bilan bajariladi. O'lchashni boshlashda lentaning birinchi (0 indeksi bilan belgilangan) uchi va 1 dona shpilka orqadagi o'lchovchida, lentaning ikkinchi uchi va 5 ta shpilka oldingi o'lchovchining qo'lida bo'ladi. Orqadagi o'lchovchi lenta uchidagi qiya ilgakni qo'lidagi shpilkaga ilib, uni chiziqning bosh nuqtasida yerga qadab tutadi, oldingi o'lchovchi lentani o'lchanadigan chiziq yo'nalishi bo'yicha qo'yadi. Keyin orqadagi ishchi ko'rsatmasi bo'yicha oldingi ishchi lentani chiziqda to'g'ri yotqizib tarang tortadi va shu turishda lenta uchidagi qiya ilgakdan shpilkani o'tqazib, yerga qadaydi. Keyin orqadagi o'lchovchi yerga qadalgan shpilkasini olib, oldingisi esa sanchilgan shpilkani qoldirib oldinga qarab yurishadi; orqadagi o'lchovchi lenta uchini oldingi o'lchovchi qoldirgan shpilkaga iladi va o'lchash yuqoridagi kabi davom ettiriladi. Oldingi o'lchovchi qadab ketgan shpilkalarni orqadagi o'lchovchi yig'ib boradi. Orqadagi o'lchovchi qo'lida 5 ta shpilka yig'ilganda, o'lchangan masofa 100 m ga teng bo'ladi. Keyin orqadagi o'lchovchi qo'lidagi yig'ilgan 5 ta shpilkani oldingi o'lchovchiga uzatadi. Chiziq oxiridagi eng

keyingi qadalgan shpilka bilan chiziq oxirgi uchi orasidagi lenta uzunligidan kalta bo'lgan qoldiq r oxirida o'lchanadi.

Shunda o'lchangan chiziq uzunligi quyidagicha hisoblanadi:

$$D = nl_0 + r \text{ yoki } D = n \cdot 20 + r, \qquad (7.2)$$

bu yerda: n – chiziqda lentaning qo'yilish soni;

l_0 – lentaning nominal uzunligi (20 m);

Agar ishchi lentaning haqiqiy uzunligi nominal uzunlikdan farq qilsa, bunda (7.1) formulani e'tiborga olib, chiziq uzunligini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$D = n(l_0 \pm \Delta l) + r. \qquad (7.3)$$

O'lchash natijasini nazorat qilish uchun har bir chiziq ikki marta — to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchanadi.

Ikkala o'lchash natijalari bir-biri bilan teng chiqsa yoki farqi belgilangan qiymatdan oshmasa, o'lchash to'g'ri, aks holda chiziq qayta yana bir marta o'lchanadi.

Lentada chiziq o'lchash oddiy bo'lishiga qaramay ko'pincha qo'pol xatolarga yo'l qo'yiladi. Qo'pol xatolar, masalan, 20 m ga teng xatolar shpilkalarni birinchi o'lchovchi ikkinchisiga uzatishda ular sonini noto'g'ri hisoblashdan yoki shpilkalarni yo'qotishdan kelib chiqadi. Lentada joylashtirilgan metr yozuvlaridan noto'g'ri sanoq olish oqibatida bir necha metr xatoga yo'l qo'yish mumkin. Lentaning ikki tomoni (yuzi) da metr yozuvlari qarama-qarshi uchlaridan boshlanadi. Masalan, bir yuzida 9 m yozuvi joylashgan bo'lsa, uning teskari tomonida 11 m yozuvi to'g'ri keladi. Shuning uchun qoldiqlarni o'lchashda e'tibor bilan metr yozuvlarini hisoblash kerak.

Bulardan tashqari shpilka yerga tik va chuqur qadalib, lentani unga ilib tarang tortilganda shpilka oldinga yoki orqaga qiyshayib qolmasligi kerak.

7.4. Po'lat lenta bilan chiziqni o'lchash aniqligi

O'lchanadigan chiziqning boshlang'ich va oxirgi nuqtalarini tushashtiruvchi to'g'ri chiziqdan har bir qo'yilgan lenta og'ib borib yakuniy natijani oshirib yuboradi, chunki to'g'ri chiziq o'rniga siniq chiziqlardan iborat chiziq o'lchanadi.

Chiziq o'lchash aniqligiga lentani komparirlash xatosi, havo harorati va boshqalar ham ta'sir etadi.

Bulardan tashqari chiziq o'lchash aniqligiga joyning notekisligi va tuproq qoplamining yumshoqligi ham katta ta'sir etadi. Tekis va tuproq qoplami qattiq joyda chiziqlar notekis va yumshoq tuproqli joylarga qaraganda ancha aniq o'lchanadi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, ko'rib chiqilgan xatolardan o'lchash aniqligiga eng katta ta'sir etuvchisi bo'lib bu joy relyefi va tuproq sharoiti hisoblanadi.

Bu ko'rsatkichlar bo'yicha joy uch toifaga bo'linadi:

1- toifa — o'lchash uchun eng qulay joy (tekis, tuprog'i qattiq);

2- toifa — o'lchash uchun o'rtacha sharoitdagi joy (relyefi birmuncha notekis, tuprog'i nisbatan bo'sh);

3- toifa — o'lchash uchun noqulay joy (tepa va jarliklar bilan kesilgan, tuprog'i juda bo'sh).

Joyda po'lat lenta bilan chiziqlarni o'lchashning ko'p yillik tajribasi natijalariga tayanib, uning quyidagi chekli nisbiy xatosi belgilangan:

1- toifali joyda 1:3 000;

2- toifali joyda 1:2 000;

3- toifali joyda 1:1 000 dan oshmasligi kerak.

Amalda chiziq o'lchash aniqligini tekshirib borish uchun har bir chiziq eng kamida ikki marta o'lchanadi (to'g'ri va teskari yo'nalishlarda). O'lchash xatolari ta'sirida bu ikki qiymat o'zaro farq qiladi. Albatta, ular orasida farq kichik bir qiymatdan oshmasligi kerak. Agar farq katta chiqsa, demak qaysidir bir o'lchashda (to'g'ri yoki teskari o'lchashda) qo'pol xatoga yo'l qo'yilgan bo'ladi. Ikki o'lchash natijalarining yo'l qo'yarli farqini bilish uchun yuqorida keltirilgan nisbiy xatolar chekidan foydalaniladi.

Masalan, biron-bir chiziq ikki marta o'lchanib, 318, 75 m va 318,64 m qiymatlar topilgan bo'lsin. O'lchash o'rta sharoitdagi (2- toifa) joyda bajarilgan bo'lsa, nisbiy xatosi 1:2000 dan oshmasligi kerak. Bizning misolda o'lchangan chiziqning yaxlit qiymati 319 m uchun 319:2000=0,16 m ni topamiz. Natijalarning farqi esa 318,75—318,64=0,11 m ni tashkil qiladi va u yo'l qo'yarli nisbiy xatodan kichik, ya'ni 0,11<0,16. Demak, ikkala o'lchash ham qoniqarli bajarilgan va yakuniy natija qilib, ularning arifmetik o'rta qiymatini olamiz: (318,75+318,64):2=318,70 m.

Agar o'lchash natijalarining farqi 0,16 m dan katta bo'lsa, demak, qaysidir bir o'lchashda qo'pol xatoga yo'l qo'yilgan hisoblanadi va o'lchashni yana bir marta takrorlash lozim bo'ladi.

Umuman olganda, ikki marta o'lchangan chiziq qiymatlari orasidagi farq ΔD ning yo'l qo'yarli nisbiy xatosi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\frac{\Delta D}{D} \le \frac{1}{M}\sqrt{2}, \qquad (7.4)$$

bu yerda: D — o'lchab topilgan qiymatlarning o'rtachasi;

M — yo'l qo'yarli nisbiy xatosi maxraji.

Olingan misol uchun (7.4) formuladan quyidagilarni topamiz:

$$\frac{0{,}11}{318{,}70} < \frac{1}{2000}\sqrt{2} \qquad \text{yoki} \qquad \frac{1}{2897} < \frac{1}{1414},$$

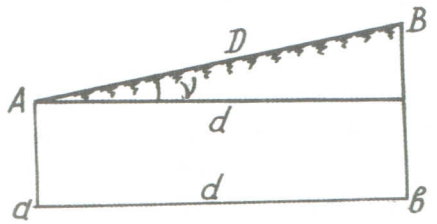
ya'ni, xato yo'l qo'yarli ekani ko'rinib turibdi.

7.5. Lenta o'lchangan qiya chiziqning gorizontal quyilishini aniqlash

Plan va kartalarni tuzish texnologiyasi joyda o'lchangan qiya chiziqlardan ularni gorizontal quyilishiga o'tishni talab qiladi.

Joyda AB qiya chiziq (7.7- shakl) o'lchangan bo'lsin. Ushbu chiziqning A nuqtasidan o'tuvchi gorizontal chiziqqa nisbatan og'ish burchagi ν ni tashkil qiladi. Chiziqning gorizontal quyilishi d ga teng. Agar AB chiziqning uzunligi D lenta bilan, ν burchagi teodolit bilan o'lchansa, ular orqali d qiymatini topish uchun 7.7- shakldan yozamiz:

$$d = D\cos\nu. \qquad (7.5)$$



7.7- shakl.

Bu formula bo'yicha hisoblash kalkulyatorda osongina bajariladi.

Misol: $D=156{,}70$ m; $v=4°51'$ ga teng bo'lsa, (7.5) formula bo'yicha topamiz:

$$d = 156{,}70 \cdot \cos 4°51 = 156{,}15 \text{ m}.$$

Amalda ko'pgina o'lchangan qiya chiziq uchun tuzatma ΔD hisoblanadi:

$$\Delta D = D - d. \tag{7.6}$$

(7.6) ga (7.5) ni qo'yib topamiz:

$$\Delta D = D - D\cos v = D(1 - \cos v) \tag{7.7}$$

yoki keltirish formulasiga asosan yozamiz:

$$\Delta D = 2D\sin^2\frac{v}{2}. \tag{7.8}$$

(7.8) formula bo'yicha hisoblangan qiymat (7.6) formulaga asosan o'lchangan qiymatdan ayriladi, shunga ko'ra (7.8) formulani

$$\Delta D = -2D\sin^2\frac{v}{2} \tag{7.9}$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Yuqorida olingan misolni bu formulalar bo'yicha yechib topamiz:

(7.8) formuladan

$$\Delta D = 2 \cdot 156{,}70 \sin^2\frac{4°51'}{2} = 0{,}55",$$

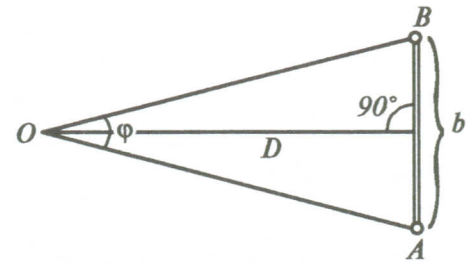
(7.9) formuladan

$$d = D - \Delta D = 156{,}70 - 0{,}55 = 156{,}15 \text{ m}.$$

Chiziq uzunligini o'lchash bilan barobar uning og'ish burchagini ham o'lchab boriladi. Buning uchun teodolitning vertikal doirasidan foydalaniladi. Burchak qiymati kichik (1°—15°) bo'lsa, uni oddiy moslama — eklimetrda o'lchash ham kifoya. (4.1) ga qarang.

7.6. Optik dalnomer

Masofani optik dalnomerlar bilan aniqlash asosiga parallaktik burchagi φ va uning qarshisida yotgan *b* tomoni (7.8- shakl) ma'lum bo'lgan teng yoqli parallaktik uchburchakning optik-mexanik yechish yo'li qo'yilgan.



7.8- shakl.

Parallaktik burchak, odatda, kichik (1° dan oshmaydi), bazis tomoni *b* uzunligi 1—3 m orasida, o'lchanadigan masofa *D* esa yuzlab metrga yetadi.

OAB uchburchakdan, bissektrisa D bazis *b* ga perpendikulyar deb hisoblab, yozamiz:

$$D = \frac{b}{2}ctg\frac{\varphi}{2} \tag{7.10}$$

yoki burchak φ kichik bo'lgani uchun:

$$D = \frac{b}{2} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}} = \frac{bp}{\varphi}, \tag{7.11}$$

bu yerda: p — radian ($p=206265''$):

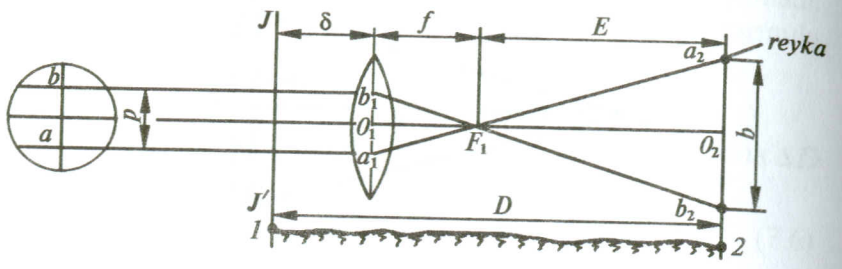
(7.11) formuladagi qaysi bir element o'lchanishiga qarab dalnomerlar quyidagi turlarga bo'linadi:

— doimiy burchakli dalnomer;

— doimiy bazisli dalnomer;

— o'zgaruvchan burchakli va o'zgaruvchan bazisli dalnomer.

Amalda yuqoridagi *a* va *b* bandlarda ko'rsatilgan dalnomerlar keng tarqalgan. Ular geodezik asboblar ko'rish trubasining iplar to'ri diafragmasida joylashtiriladi hamda truba obyektiviga kiydiriladigan moslama sifatida tayyorlanadi. Doimiy parallaktik burchak optik yo'l bilan hosil qilinadi: ya'ni iplar to'ri diafragmasida chizilgan shtrixlar yordamida (ipli dalnomerlar) yoki truba obyektiviga kiydiriladigan linza (prizma) lar yordamida (ikkilangan tasvirli dalnomerlar). Bazis vazifasini vertikal yoki gorizontal holatda o'rnatiladigan dalnomer reykasi bajaradi. Optik dalnomerlarni ko'p yillik ishlatish tajribasining ko'rsatishicha, ular masofani oson va tez o'lchash imkoniyatini beradi.



7.9- shakl.

Ipli dalnomerlar. Ular doimiy parallaktik burchakli va o'zgaruvchan bazisli dalnomerlar turiga kiradi.

Iplar to'ri diafragmasidagi markaziy gorizontal ipdan har ikkala tomonga bir xil oraliqda o'zaro parallel qilib chizilgan shtrixlar (7.9- shakl) — ipli dalnomer bo'ladi. Parallaktik burchak φ shtrixlar *v* va α nuqtalaridan o'tuvchi vizirlash nurlari yordamida hosil bo'ladi. Burchak qiymati shtrixlar orasidagi *p* masofaga bog'liq; burchak uchi obyektiv optik o'qida joylashgan bo'lib u qo'zg'almasdir.

Tashqi fokuslanuvchi trubalarda (keplar trubasi) bu nuqta obyektivning oldingi fokus nuqtasida bo'ladi. Ichki fokuslanuvchi trubalarda esa iplar to'ri bilan obyektiv oralig'ida joylashadi.

Ipli dalnomer nazariyasini kepler trubasining optik chizmasida ko'rib chiqish qulaydir.

D masofani (7.9- shakl) o'lchash uchun dalnomer shunday o'rnatiladiki, asbobning (masalan, teodolitni) aylanish o'qi *JJ'* vertikal bo'lib, 1- nuqta ustidan o'tsin.

Oxirgi 2- nuqtaga reyka tik o'rnatiladi.

Agar O_1O_2 chizig'i gorizontal holatda bo'lsa, tik o'ratilgan reyka unga perpendikulyar bo'lishi kerak. Shakldan o'lchanadigan masofa *D* quyidagiga teng:

$$D = E + f + \delta, \qquad (7.12)$$

bu yerda: *E* — obyektiv oldingi fokusidan reykagacha masofa;

f — obyektivning oldingi fokus masofasi;

δ — obyektivdan asbob aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Dalnomer shtrixlaridagi *b* va *a* nuqtalarni reykaga nurlar orqali

proyeksiyalasak, reykada b_2 va a_2 nuqtalar hosil bo'ladi (bunda nurlar obyektivning oldingi fokus nuqtasidan o'tishi kerak). Obyektiv oldingi fokusidan dalnomer shtrixlarini ko'rish burchagi φ o'zgarmas, chunki p va *f* qiymatlar doimiydir. Shuni hisobga olib $F_1\,a_1\,b_1$ va $F_1\,a_2\,b_2$ o'xshash uchburchaklardan yozamiz:

$$\frac{p}{f} = \frac{b}{E}, \qquad (7.13)$$

bu yerdan:

$$E = b\frac{f}{p}. \qquad (7.14)$$

(7.14.) formuladan $\frac{f}{p} = K$ deb belgilab, (7.12) formulaga qo'yib yozamiz:

$$D = Kb + f + \delta, \qquad (7.15)$$

yoki $f + \delta = c$ bilan belgilasak, (7.15) ni quyidagicha yozamiz:

$$D = Kb + c, \qquad (7.16)$$

bu yerda: *K* — ipli dalnomer koeffitsiyenti;

c — dalnomer doimiy qo'shiluvchisi.

Ko'pincha K qiymatini 100 ga teng deb olinadi.

Odatda bazis *b* qiymatini dalnomer reykasi bo'laklari *n* orqali ifodalanadi. U reykadan olinadigan sanoqlar a_2 va b_2 orqali quyidagicha topiladi:

$$n = a_2 - b_2. \qquad (7.17)$$

Shunda formula (7.16) quyidagicha yoziladi:

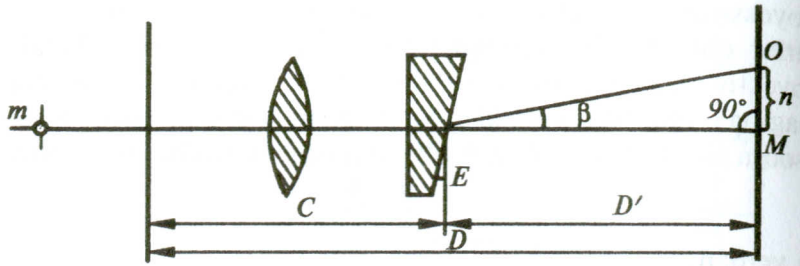
$$D = Kn + c = 100n + c. \qquad (7.18)$$

c qiymati ichki fokuslanuvchi trubalarda 0,1 m ga teng va uni hisobga olmasa ham bo'ladi.

Notekis relyefli joyda vizirlash o'qi tik o'rnatilgan reykaga perpendikulyar bo'lmasligi uchun u joy qiyaligi burchagi *v* qiymatiga teng qiya o'rnatilishi kerak bo'ladi. Amalda reyka tik o'rnatiladi va dalnomerda o'lchangan qiya masofa *D* ga Δ*D* tuzatmasi kiritiladi, u quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta D = D \sin^2 v. \qquad (7.19)$$

Shunda gorizontal masofa d=D—ΔD bo'ladi.



7.10- shakl.

ΔD og'ish burchagi 3° gacha bo'lsa, kichik qiymatga ega bo'ladi. Masalan, $v = 2°$ va $D = 100$ m bo'lsa, $\Delta D = 0{,}15$ m ga teng. Ipli dalnomerlarning afzalligi — tuzilishi sodda, masofa o'lchash tez va oson bajariladi; kamchiligi — o'lchash aniqligi nisbatan past va 1:100—1:300 ni tashkil qiladi.

Ikkilangan tasvirli kompensatorli dalnomer doimiy parallaktik burchakli va o'zgaruvchan bazisli dalnomerdir. Unda ko'rish nuri optik prizma — pona yordamida vizirlash o'qiga nisbatan β burchagiga (7.10- shakl) o'zgartirishga asoslangan. Prizmani sindirish koeffitsiyenti va sinish β burchagining shunday qiymatini tanlab olinadiki, dalnomer koeffitsiyenti $K = ctg\beta = 100$ bo'lsin (buning uchun $\beta = 0°34'\,22{,}6''$ bo'lishi kerak).

Optik pona truba obyektivi yarmini berkitadigan qilib uning oldiga o'rnatiladi. Bunda iplar to'rining markazidan chiqqan nurlardan biri obyektivning ochiq qismidan o'tib, reykani *M* nuqtada kesadi (7.10- shakl), ikkinchisi esa pona orqali o'tib, β burchagiga o'zgarib, reykani *0* nuqtada kesadi.

Reykani *M* va *0* nuqtalaridan obyektivning ochiq va yopiq qismlari orqali keluvchi nurlar, truba ko'rish maydonida biri ikkinchisining ustida joylashgan va bir-biriga nisbatan siljigan reykaning bo'laklari ikkilangan tasvirini hosil qiladi. Gorizontal o'rnatilgan reykaning ikkilangan tasviri bo'yicha olingan sanoqlar ayirmasi *n* orqali masofa quyidagicha hisoblanadi:

$$D = Kn + c = 100n + c. \qquad (7.20)$$

Dalnomer reykasining bo'laklari (7.20) formuladagi c miqdorini o'lchangan masofaga o'z-o'zidan qo'shiladigan qilib bo'lingan.

Ikkilangan tasvirli dalnomerda masofa o'lchash aniqligi ipli dalnomerga qaraganda 10—15 marobata yuqoridir. Hozirda bunday dalnomerlar uch turda ishlab chiqariladi: ***Д-2***, ***ДНР-5***, ***ДН-8***. Konstruksiyasi bo'yicha bu dalnomerlar ikki xil ko'rinishda: mustaqil alohida asbob sifatida (*Д*-2) va ko'rish trubasi obyektiviga kiydiriladigan ko'rinishda (ДН-8, ДНР-5) chiqariladi. Masofalar gorizontal reyka (Д-2, ДН-8) va vertikal reyka (ДНР-5) lar bilan o'lchanadi. O'lchanadigan masofa 40—400 m (Д-2); 20—120 m (ДНР-5); 5—700 m (ДН-8); o'lchash aniqligi har 100 m ga tegishlicha 2; 5; 8 sm ni tashkil qiladi. Bu dalnomerlar ishlash uchun oddiy, chidamli, arzon, yengil va ixchamdir.

7.7. Elektron dalnomerlar haqida umumiy ma'lumot

Foydalaniladigan elektromagnit to'lqinlar ko'rinishiga qarab dalnomerlar yorug'lik va radiodalnomerlarga bo'linadi. Ular bilan chiziq o'lchash o'lchanayotgan masofadan elektromagnit to'lqinlarning o'tish vaqtini aniqlash orqali o'lchash usuliga asoslangan.

Tebranishlarni tarqatish xususiyatiga qarab yorug'lik va radiodalnomerlar impulsli va fazaliga bo'linadi. Hamma elektron dalnomerlarda bir xil prinsipdagi blok-chizma qabul qilingan: dalnomer ikkita asosiy qismdan tashkil topadi — uzatkich va qabul qilgich, bitta blokda joylashgan va boshlang'ich nuqtada o'rnatiladi, qaytargich esa chiziqning oxirgi nuqtasida o'rnatiladi.

Uzatgich — qabul qilgichning vazifasi elektromagnit to'lqinlarini qaytargich tomonga yuborish, qaytarilgan elektromagnit to'lqinlarni qabul qilish va ularni uzatgich — qaytargich — qabul qilgich yo'lida tarqalishi vaqtini o'lchashdan iborat.

Qaytargich yuborilgan elektromagnit to'lqinlarini teskari yo'nalishda qaytaradi.

Dalnomerning bu ishlash prinsipiga asosan o'lchangan masofa quyidagicha hisoblanadi:

$$D = \frac{1}{2}\upsilon\tau, \qquad (7.21)$$

Bu yerda: υ — o'lchash davomida elektromagnit to'lqinlarining havoda tarqalish tezligi; τ — elektromagnit to'lqinlar $2D$ masofani o'tishi uchun sarflangan vaqt.

Tezlik υ ni aniqlash uchun quyidagi bog'lanishdan foydalaniladi:

$$\upsilon = \frac{c}{n}, \qquad (7.22)$$

bu yerda: c — elektromagnit to'lqinlarining vakuumda tarqalish tezligi, hozir u $299792{,}5 \pm 0{,}4$ km/s; n — havoning sindirish ko'rsatkichi havo zichligiga bog'liq.

Amalda n qiymatini topish uchun chiziq o'lchash bilan birga chiziq bo'ylab havoning harorati, bosimi va namligi o'lchanishi kerak.

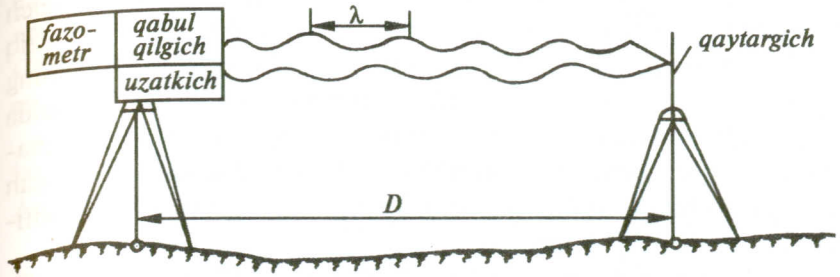
Masalan: $\frac{m\vartheta}{\upsilon}$ qiymatini 1:700 000 aniqlikda olish uchun yorug'lik to'lqini yo'lida haroratni (t) $m_t = 0{,}7°$ C o'rta kvadratik xato bilan, havo bosimini $m_p = 1$ mm simob ustuni bilan. va namlikni $m_e = 1$ mm simob ustuni bilan o'lchash kerak bo'ladi. Uncha katta bo'lmagan (1—2 km) masofani o'lchashda asosiy muhim masala bu vaqtni aniq o'lchashdan iborat.

Impulsli dalnomer. Impulsli dalnomer masofani aniq o'lchashni ta'minlay olmaydi, lekin o'lchashni tezkorlik bilan bajarish imkonini beradi.

Odatda impulsli dalnomerlardan lokator sifatida foydalaniladi. Ular aniqligi past bo'lgani sababli geodezik o'lchash ishlarida kam qo'llaniladi. Bunday dalnomerlardan eng aniqlari aerofotos'yomkada qo'llaniladi va s'yomka davomida samolyot uchish balandligini o'lchash uchun balandlik o'lchagich vazifasini bajaradi. Radiobalandlik o'lchagich РВТД impulsli radiodalnomer bo'lib, unda qaytargich vazifasini yerning tabiiy sirti (yuzasi) bajaradi. Aerofotos'yomkani bajarishda u bilan balandlik o'lchash aniqligi tekis hududlarda 1—2 m ni, tog'li hududlarda esa 2 m ni tashkil qiladi.

Fazali dalnomer. Bunday dalnomerning ishlash mohiyati va uning chizmasi 7.11- shaklda tasvirlangan.

Uzatgich so'nmaydigan f chastotali elektromagnit tebranishni qaytargichga qarab uzluksiz tarqatadi. Uzatgichdan bir qism quvvat shu zahoti qabul qilgichga va fazometrga tushadi. Qolgan quvvat qaytargichgacha borib yana orqaga qaytib, t vaqt o'tgandan keyin qabul qilgich va fazometrga tushadi.



7.11- shakl.

Tebranish chastotasi f ma'lum bo'lganda vaqt τ ni aniqlash tebranish davrining butun sonlari N va davr qoldig'i Δ ni aniqlashdan iborat bo'ladi. Δ qiymatiga «faza siklining domeri» deyiladi.

Fazali dalnomerlarda faqat Δ ni bevosita o'lchash imkoniyati yaratiladi yoki masalan,.chastota f ni o'zgartirib, Δ ni ayrim qiymatlarga: $\Delta = 0$; $\Delta = 1/4$; $\Delta = 1/2$ tebranish davrining hissasiga tenglashtirib olinadi.

Shunga binoan masofani hisoblash asosiy formulasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$D = \frac{\upsilon}{2}(N + \Delta)\frac{1}{f} = \frac{\lambda}{2}(N + \Delta). \qquad (7.23)$$

Bu yerda: $\lambda = \upsilon / f$—elektromagnit tebranish to'lqini uzunligi.

Fazali dalnomerlar afzalligi Δ qiymatini yuqori aniqlikda, 1:1 000—1:1 500 tebranish davrining hissasiga teng o'lchashdan iborat.

Hozirgi zamon fazali dalnomerlarda elektromagnit tebranish chastotasi $f = 10^8$ Gs, tebranish davri $T = 10^{-8}$ c, vaqtni o'lchash aniqligi $m_\tau = 10^{-11}$ c ni tashkil qiladi. m_r vaqt davomida elektromagnit tebranishlar havoda 3 mm ga yaqin masofani bosib o'tadi.

Shunday qilib, fazali dalnomerlar masofani mm aniqlikda o'lchash imkonini beradi.

(7.23) formuladagi N har qanday butun son qiymatiga ega bo'lishi mumkin, bu esa formulani yechishda noaniqlikka olib keladi. Masalani yechish uchun bir tekis chastota usuli va belgilangan chastota usuli qo'llaniladi. Bu usullardan qaysi biri qo'llanilganiga qarab dalnomerning konstruktiv chizmasi va texnik ko'rsatkichlari ma'lum darajada o'zgaradi.

Hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan dalnomerlarda uzatgich va qabul qilgich moslamalari bir blokda joylashgan va u chiziq bosh uchi nuqtasida markazlashtiriladi, qaytargich esa chiziqning oxirgi uchida o'rnatiladi. Ularda τ qiymatini o'lchash ikki usulda bajariladi: bevosita impulsi deb ataluvchi elektron sekund o'lchagich bilan va bilvosita, modullashtirib qaytargichga yuborilgan nur oqimi bilan, undan qaytib kelganini fazasi bo'yicha solishtirib aniqlash usuli bilan.

Elektron dalnomerlar bo'yicha qabul qilingan standartga asosan ular aniqligi va vazifasiga qarab 3 guruhga bo'lingan: Г, П va T guruhlar, ularning tavsifi 8- jadvalda keltirilgan.

8- jadval

Yorug'lik dalnomerlar guruhi	**Koeffitsiyentlar qiymati**		**Masofa o'lchash chegaralari, km**	
	a, mm	b, mm	quyi	yuqori
Г	5;10	1; 2	0,5	15-20
П	0,3; 0,5; 1; 2	0,5; 1; 2; 3	0,002	0,1-3
T	5; 10		0,002	1-15

Г va П guruhlariga kiruvchi dalnomerlar davlat geodezik tarmoqlarini barpo etishda va amaliy geodezik ishlarda qo'llanadi. T guruhi esa zichlash tarmoqlarini barpo etish va topografik ishlarda ishlatiladi.

Ular bilan masofa o'lchashda yo'l qo'yarli o'rta kvadratik xato cheki quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$m_D = a + bD10^{-6}. \qquad (7.24)$$

Bu yerda: a va b — koeffitsiyentlar (qiymatlari 8- jadvalda berilgan);

D — o'lchanadigan masofa, mm.

Dalnomerlar nomidagi belgilar quyidagi ma'nolarni bildiradi: C — asbob nomidagi bosh harfi (C — svetodalnomer); Г, П va T — guruh belgilari; H — ko'rish trubasi obyektiviga kiydiriladi (H — nasadka); keltirilgan raqam esa o'lchanadigan masofaning eng yuqori qiymatini bildiradi.

Misol: СГ-20 belgida Г guruhidagi yorug'lik dalnomer (svetodalnomer), 20 km gacha masofani o'lchashga mo'ljallangan: СТ-15Н belgida T guruhidagi yorug'lik dalnomeri, o'lchanadigan masofa 15 km gacha, ko'rish trubasi obyektiviga kiydiriladi; СП-02 belgida П guruhiga kiradigan yorug'lik dalnomeri, 2 km gacha masofa o'lchashga yaroqli.

Dalnomerlarni loyihalab ishlab chiqaradigan yetakchi davlatlar — AQSH, Germaniya, Rossiya, Shveytsariya, Shvetsiya, Angliya va Yaponiya hisoblanadi.

G guruhdagi dalnomerlarda yorug'lik tarqatish manbai bo'lib quvvat 2—10 mVt bo'lgan geliy-neon gaz lazerlari xizmat qiladi. Ularga misol qilib, «Koyfel va Esser» (AQSH) firmasining Reydjmater; «AGA Geotroniks» (Shvetsiya) firmasining geodimetrlari 8 va 600; Rossiyaning «Kvars» va «Granat» yorug'lik dalnomerlarini ko'rsatish mumkin. Amaliy geodezik ishlarida qo'llanadigan (P guruhi) dalnomerlarga MA 100 «Tellurometr» (Angliya); МСДІМ, СПОЗ (Rossiya); Meksika 3000 «Kern» (Shvetsiya) kiradi.

T guruhiga kiradigan dalnomerlar: 2SM-2, SM-5, «Blesk» CM-2 (Rossiya); Bitl «Presiji interneyshl» (AQSH); Eldi 2 «Opton» (Germaniya); 100, 112, 14 A, 120 geodimetrlar, «AGA Geotronika» (Shvetsiya); SD-6 «Tellurometr» (Angliya)lardir.

VIII BOB.

NIVELIRLASH

8.1. Nivelirlashning mohiyati va turlari

Nivelirlash geodezik ishlarning bir turidir. U bilan yerning tabiiy (fizik) yuzasida joylashgan nuqtalarning bir-biriga nisbatan balandligi (nisbiy balandligi) o'lchanadi, bunda nuqtalarning boshlang'ichi deb qabul qilingan sathy yuzadan balandligi aniqlanadi. Nivelirlash bilan joy relyefining shakllarini o'rganish va ularni plan va kartalarda tasvirlash hamda har xil bino va inshootlarni loyihalash, qurishda zarur bo'lgan nuqtalar balandligini va ular farqini aniqlash ishlari bajariladi. Nivelirlashning geometrik, trigonometrik, fizik, avtomatik va stereofotogrammetrik nivelirlash turlari mavjud.

Geometrik nivelirlash geodezik asbob — nivelir bilan hosil qilinadigan gorizontal vizirlash nuri yordamida bajariladi. Shuningdek, bunday gorizontal vizirlash nurini trubasida silindrli adilak mavjud bo'lgan geodezik asboblar — teodolit (6.6 ga qaralsin) hamda kipregel (13.1) yordamida ham hosil qilish mumkin.

Trigonometrik nivelirlash geodezik asbob — teodolit-taxeometr yordamida hosil qilinadigan qiya nur asosida bajariladi. Bu nivelirlash ikki nuqta orasida chiziqning og'ish burchagi va masofasini o'lchash bilan amalga oshiriladi.

Fizik nivelirlash gidrostatik, barometrik va aeroradio nivelirlashlarga bo'linadi.

Gidrostatik nivelirlash o'zaro ulangan shisha naychalardagi suyuqlik erkin sathining har doim bir xil balandlikni egallash xususiyatidan foydalanib, nuqtalarga o'rnatilgan shisha naychalar bo'yicha o'lchanadi.

Barometrik nivelirlashda nuqtalarga o'rnatilgan barometrlar ko'rsatkichi bo'yicha ulardagi atmosfera bosimining qiymatlari o'lchanib, bosim farqi orqali nisbiy balandlik hisoblanadi.

Aeronivelirlash ishlari radiobalandlikni o'lchash va statoskop bilan uchib ketayotgan samolyotning yer sirtidan balandligini aniqlash orqali bajariladi.

Stereofotogrammetrik nivelirlash joyning ikkita bir xil aerosuratini stereometr, stereokomparator va shularga o'xshash maxsus asboblarda relyef modelini hosil qilib, undan nisbiy balandlikni o'lchab olish bilan amalga oshiriladi.

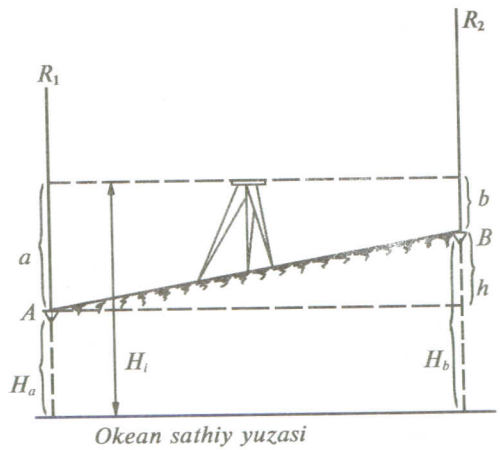
Avtomatik nivelirlash joyning biron-bir yo'nalishi bo'yicha profilini maxsus nivelir-avtomat deb alatuvchi asbobda chizib, profildan nuqtalar nisbiy balandligini aniqlab olishga asoslangan.

8.2. Geometrik nivelirlash usullari

Geometrik nivelirlashning ikki usuli mavjud:

1. O'rtadan nivelirlash.
2. Oldinga nivelirlash.

1. O'rtadan nivelirlash. Joyda olingan ikki nuqta orasidagi nisbiy balandlik h ni o'lchash uchun nivelir asbobi A va B nuqtalar orasida ulardan bir xil masofada, ishchi holatga keltirib o'rnatiladi (8.1- shakl). Bunda nivelir nuqtalarni tutashtiruvchi chiziq ustida o'rnatilishi shart emas. A va B nuqtalarda vertikal holatda reykalar o'rnatiladi (reyka shkalasining nol yozuvi yerga qo'yib o'rnatiladi). Nivelirning ko'rish trubasi navbati bilan R_1 va R_2 reykalarga qaratilib, a va b sanoqlari olinadi.



8.1- shakl.

8.1- shakldan quyidagini yozish mumkin:

$$a = h + b, \tag{8.1}$$

bundan:

$$h = a - b. \tag{8.2}$$

bu yerda: a va b — orqadagi va oldingi reykalardan olingan sanoqlar.

Nivelirlash A nuqtadan boshlab B nuqta yo'nalishi bo'ylab olib borilishi uchun A orqadagi, B oldingi nuqta hisoblanadi. Shunday qilib, nisbiy balandlik orqadagi va oldingi reykalardan olingan sanoqlar ayirmasiga teng. Agar $a > b$ bo'lsa, nisbiy balandlik musbat $a < b$ bo'lsa, manfiy ishorali bo'ladi.

2. Oldinga nivelirlash. Nisbiy balandlikni oldinga nivelirlash usulida o'lchash uchun nivelir asbobi shunday o'rnatiladiki, uning okulyari A nuqtasidan o'tuvchi shovun yo'nalishiga to'g'ri kelsin (8.2- shakl), B nuqtasida esa reyka o'rnatiladi.

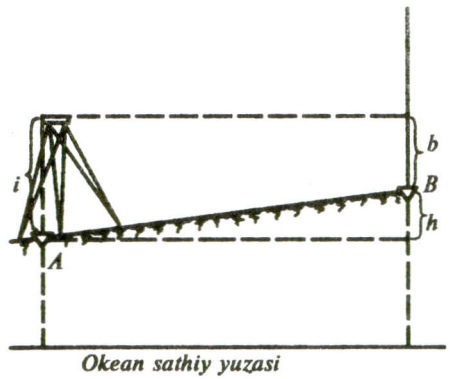
Nivelir ishchi holatiga keltiriladi, reyka yoki ruletka bilan asbob balandligi i o'lchanadi, truba reykaga qaratilib, undan b sanog'i olinadi. Shakldan quyidagini yozish mumkin:

$$i = h + b, \tag{8.3}$$

bundan:

$$h = i - b, \tag{8.4}$$

ya'ni, nisbiy balandlik asbob balandligidan reykadan olingan sanoqning ayirmasiga tengdir.



8.2- shakl.

Nivelirlash natijasidan foydalanib, A nuqtasining balandligi H_a bo'yicha B nuqtasining balandligi H_B o'lchangan nisbiy balandlik yoki asbob gorizontal orqali hisoblanishi mumkin.

8.1- shaklga asosan A nuqtasining balandligi H_a va nisbiy balandlik h orqali B nuqtasi balandligi N_V quyidagicha topiladi:

$$H_B = H_a + h, \tag{8.5}$$

ya'ni, oldingi nuqtaning balandligi orqadagi nuqta balandligiga nisbiy balandlikni algebraik qo'shilganiga teng. B nuqtasining balandligi H_B asbob gorizontal orqali quyidagicha hisoblanadi (8.1-shaklga asosan):

$$H_B = H_i - b, \tag{8.6}$$

bu yerda: H_i — asbob gorizonti bo'lib, u quyidagiga teng:

$$H_i = H_a + a. \tag{8.7}$$

Nuqtalar balandligini asbob gorizontal orqali hisoblash, masalan, yerlarni vertikal tekislashda bir necha nuqtalar loyiha belgisini bir stansiyadan (nivelir o'rnatilgan joy) turib joyga ko'chirishda qulaylik tug'diradi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan ikki nuqtani bir stansiyadan nivelirlash oddiy nivelirlash deyiladi.

Agar nivelirlanadigan ikki nuqta orasidagi masofa katta bo'lsa, nivelirlash uchun u bir nechta bo'laklarga bo'linib nivelirlab chiqilsa, unga **ketma-ket** nivelirlash deyiladi.

8.3. Ketma-ket geometrik nivelirlash

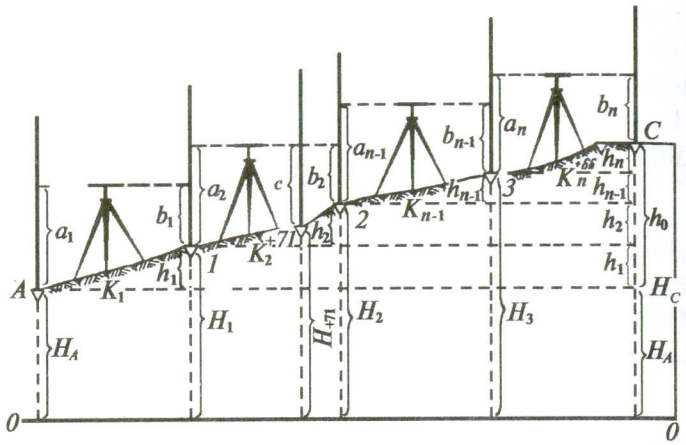
Ketma-ket geometrik nivelirlashda nivelirlanadigan AC chizig'i (8.3- shakl) bo'laklarga bo'linadi va har bir bo'lak alohida stansiyadan nivelirlanadi. Nivelirni birinchi stansiya K_1 da o'rnatib, 1-nuqtaning A nuqtasiga nisbatan nisbiy balandligi o'lchanadi:

$$h_1 = a_1 - b_1. \tag{8.8}$$

Keyin nivelir va reykalar ketma-ket olib o'tilib, xuddi shu tarzda 1 va 2; 2 va 3 va hokazo nuqtalarning nisbiy balandligi h_1, h_2, h_{n-1}, ... h_n o'lchanadi.

Agar nivelirlash n ta stansiyada bajarilgan bo'lsa, umumiy nisbiy balandlik quyidagiga teng bo'ladi:

$$h_0 = h_1 + h_2 + h_{n-1} + \ldots + h_n = \sum_1^n h. \tag{8.9}$$



8.3- shakl.

yoki:

$$h_0 = \sum_1^n (a - b) = \sum_1^n a - \sum_1^n b, \qquad (8.10)$$

ya'ni, oxirgi nuqta C ning boshlang'ich A ga nisbatan nisbiy balandligi orqadagi reyka bo'yicha sanoqlar yig'indisidan oldingi reyka sanoqlari yig'indisining ayirmasiga teng.

Agar nivelirlash oxirgi nuqtaning balandligi H_C ni aniqlash maqsadida bajarilgan bo'lsa, boshlang'ich nuqta balandligi H_a dan foydalanib, u quyidagicha hisoblanadi:

$$H_C = H_a + h_0. \qquad (8.11)$$

Nivelirlash AC chizig'ining bo'ylama profilini tuzish maqsadida bajarilsa, unda 1, 2, ... nuqtalar balandligini ham hisoblashga to'g'ri keladi, ya'ni:

$$\left.\begin{aligned} H_1 &= H_a + h_1 \\ H_2 &= H_1 + h_2 \\ &\dots \\ &\dots \\ &\dots \end{aligned}\right\} \qquad (8.12)$$

Bu formuladan ko'rinishicha, 1, 2, ... nuqtalar orqali nivelir yo'lida balandliklar ketma-ket uzatiladi va ular **bog'lovchi nuqtalar** deyiladi.

Amaliy ishlarda bog'lovchi nuqtalar ko'pincha belgilangan bir xil masofalar (100, 40, 20 m) da olinadi va shuning uchun ular har doim ham joy relyefining past-baland nuqtalariga to'g'ri kelavermaydi. Relyefni batafsil tasvirlash uchun bu nuqtalar balandligini ham topishga to'g'ri keladi. Bunday nuqtalarga oraliq yoki plyus nuqtalari deyiladi va ular orqadagi eng yaqin bog'lovchi nuqtadan boshlab o'lchangan masofa bilan belgilanadi (8.3- shaklda K_2 va K_n stansiyalaridagi +71 va +66 nuqtalar).

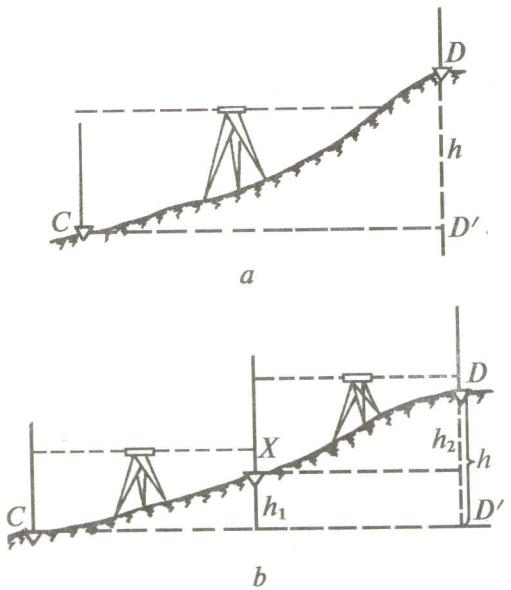
Oraliq nuqtalarning balandligi tegishli stansiyada hisoblanadigan asbob gorizonti orqali topiladi. Masalan, +71 nuqta uchun (8.6) va (8.7) formulalarga asosan balandlik quyidagicha hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} H_{+71} &= H_i - c \\ H_i &= H_1 + a_2 \end{aligned}\right\}, \qquad (8.13)$$

bu yerda: c — oraliq nuqtasida o'rnatilgan reykadan olingan sanoq.

Tik qiya joylarni nivelirlashda ikki qo'shni bog'lovchi nuqtalarni bir stansiyadan nivelirlashning imkoni bo'lmay qoladi (8.4- *a* shakl).

Masalan, gorizontal nur reyka ustidan o'tishi mumkin. Bunday holda orada x nuqta deb ataluvchi qo'shimcha bog'lovchi nuqta olinadi



8.4- shakl.

(8.4- *b* shakl). Ungacha bo'lgan masofa o'lchanmaydi. Shakldan ko'rinishicha, o'lchash kerak bo'lgan umumiy nisbiy balandlik *h* alohida-alohida o'lchangan nisbiy balandliklar (h_1 va h_2) yig'indisiga teng. Qiyalikning katta-kichikligiga qarab ikki bog'lovchi nuqta orasida bitta yoki bir nechta *x* nuqtalari olinishi mumkin.

Ketma-ket nivelirlashda natijani tekshirib borish uchun har bir stansiyada reykalarning qora va qizil tomonlari bo'yicha yoki reykalarning bir tomoni va asbobning ikki gorizontida nivelirlash bajariladi.

Nivelirlash natijalari maxsus jurnalga yozib boriladi. Bir stansiyada sanoqlar olib bo'lingandan keyin nisbiy balandlik hisoblanadi. Buning uchun orqadagi reykadan olingan sanoqdan oldingi reykadan olingan sanoq ayrilishi kerak. Demak, bunda nisbiy balandlik ikki marta: qora tomondan olingan sanoqlar va qizil tomondan olingan sanoqlar bo'yicha aniqlanadi. Nisbiy balandlikning ikkala qiymati orasidagi farq 4 mm dan oshmasligi kerak. Bunga stansiyadagi tekshirish deyiladi. Agar shart bajarilsa, bu nisbiy balandlikning o'rtacha qiymati hisoblanadi va nivelir bilan keyingi stansiyaga ko'chib o'tiladi. Aks holda, stansiyada nivelirlash ishlari qaytadan amalga oshiriladi.

8.4. Geometrik nivalirlashga yer egriligi va refratsiyaning ta'siri

Yuqorida (8.1) ko'rib o'tilgan geometrik nivelirlashning nazariyasida sathiy yuzani tekis yuza deb, trubaga tushuvchi nur esa to'g'ri chiziq bo'yicha o'tadi deb berilgan edi.

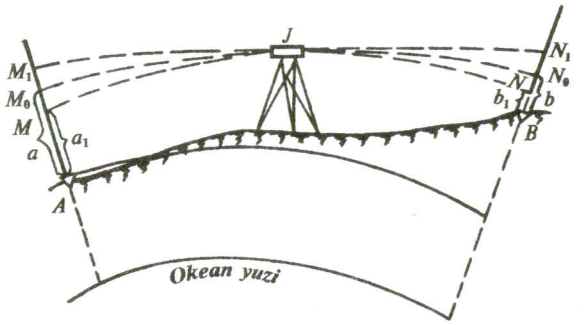
Amalda sathiy yuza tekislikka mos kelmaydi, vizir nur esa havo qatlamining zichligi har xil bo'lgani tufayli sinib to'g'ri chiziqdan og'adi.

8.5- shakldan vizir chizig'i *MJN* sathiy yuzaga parallel bo'lgan holda A va B nuqtalari orasidagi nisbiy balandlik *h* quyidagiga teng:

$$h = a_1 - b_1. \qquad (8.14)$$

Vizir chiziq *J* nuqtasida egri chiziqqa urinma bo'lib o'tganda, reykalardan olingan sanoqlar AM_1 va BN_1 ga teng bo'ladi va bu holda nisbiy balandlik *h* quyidagicha topiladi:

$$h = (a_1 + MM_1) - (b + NN_1), \qquad (8.15)$$



8.5- shakl.

bu yerda: $MM_1 = k_1$; $NN_1 = k_2$; — yer egriligi uchun tuzatmalar bo'ladi.

Haqiqatda yorug'lik nuri faqat havoning bir xil muhitida to'g'ri chiziq ko'rinishda tarqaladi.

Tabiatda havo qatlamlari yer yuziga yaqin joyda nisbatan zichroq joylashadi va shunga ko'ra nivelir trubasiga reykadan yetib kelayotgan nur yo'lda havoning har xil qatlamlarini kesib o'tishiga to'g'ri keladi. Natijada M_1JN_1 vizirlash nuri (8.5- shakl) M_0JN_0 egri chiziq bo'yicha yo'naladi va $MM_1 = k_1$ va $NN_1 = k_2$ qiymatlari $M_0M_1 = r_1$ va $N_0N_1 = r_2$ refraksiya uchun tuzatma qiymatlariga kamayadi. Shunga ko'ra reykalar bo'yicha haqiqiy sanoqlar quyidagiga teng bo'ladi:

$$\left.\begin{aligned} a &= a_1 + k_1 - r_1 \\ b &= b_1 + k_2 - r_2 \end{aligned}\right\} \qquad (8.16)$$

Yer egriligi va refraksiya qo'shma tuzatmasini $f_1 = k_1 - r_1$ va $f_2 = k_1 - r_2$ bilan belgilab, (8.16) dan quyidagini yozamiz:

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= a - f_1 \\ b_1 &= b - f_2 \end{aligned}\right\} \qquad (8.17)$$

bu yerda: f_1, f_2 — yar egriligi va refraksiya uchun qo'shma tuzatma.

Topilgan a_1 va b_1 qiymatlarni (8.14) formulaga qo'yib topamiz:

$$h = (a - f_1) - (b - f_2), \qquad (8.18)$$

yoki:

$$h = (a - b) - (f_1 - f_2). \qquad (8.19)$$

Yer egriligi uchun o'lchangan balandlikka tuzatma quyidagiga teng:

$$\Delta h = k = \frac{d^2}{2R}, \qquad (8.20)$$

bu yerda: d — nivelirdan reykagacha masofa; R — Yerning radiusi.

Refraksiya egrisi R_1 radiusga ega aylananing yoyi deb faraz qilib, (8.20) ga o'xshash refraksiya tuzatmasi uchun yozamiz:

$$r = \frac{d^2}{2R_1}. \qquad (8.21)$$

Refraksiya egrisining radiusi havo harorati, namligi, bosimi va boshqalarga bog'liq bo'lib, uni aniq ifodalab bo'lmaydi. Yerning egrilik radiusi R ni refraksiya egriligining radiusi R_1 ga nisbati quyidagicha ifodalanadi:

$$K = \frac{R}{R_1}. \qquad (8.22)$$

Bu nisbatga yerning sindirish koeffitsiyenti deyiladi va u 0,16 ga teng deb qabul qilingan.

(8.22) formuladan R_1 qiymatini (8.21) ga qo'yib topamiz:

$$r = 0{,}16\frac{d^2}{2R}. \qquad (8.23)$$

(8.20) va (8.23) lardan yer egriligi va refraksiya uchun umumiy tuzatma quyidagiga teng:

$$f = k - r = \frac{d^2}{2R} - 0{,}16\frac{d^2}{2R} = 0{,}42\frac{d^2}{2R}$$

yoki:

$$f = 0{,}42\frac{d_2}{R}. \qquad (8.24)$$

Bu formula bo'yicha, masalan, masofalar $d = 100$ m, $d = 200$ m bo'lganda: $R = 6000$ km olib tegishli natijalarni topamiz: $f = 0{,}7$ mm va $f = 3{,}0$ mm.

Bu tuzatmani hisobga olish yoki olmaslik talab qilinadigan ish aniqligiga va ishni bajarish usuliga bog'liq. Nivelir o'lchanadigan nuqtalardan bir xil masofada o'rnatilsa, (8.19) formuladagi f_1 va f_2 qiymatlar bir-biriga teng bo'ladi va u quyidagi ko'rinishga keladi:

$$h = a - b. \qquad (8.25)$$

Demak, o'rtadan geometrik nivelirlashda yer egriligining ta'siri umuman yo'qotiladi, refraksiyaning ta'siri esa kamaytiriladi.

8.5. Nivelir turlari

Aniqligi bo'yicha nivelirlar 3 turga bo'linadi: ***yuqori aniqlikdagi nivelirlar*** — *H-05, H-05K* (Rossiya), raqamli nivelirlar *Dini 11 t, Dini 21* (Germaniya), *NA 2002, NA 2003* (Shveytsariya); aniq nivelirlar — *H-3, 2H-3, H-3K. H-3KЛ* (Rossiya), *Ni-30, Ni-50* (Germaniya), ***Kernlevel-20*** va *24* (Shveytsariya); ***texnik nivelirlar*** — *H-10, 2H-10кл.*

Yuqori aniqlikdagi nivelirlar 1- va 2- klass nivelirlashda, aniq nivelirlar — 3- va 4- klass va texnik nivelirlar — texnikaviy nivelirlash (topografik s'yomkalar va muhandislik-qurilish ishlari) da qo'llaniladi.

Nivelir shifridagi raqam 1 km nivelir yo'lini ikki tomonga nivelirlashdagi yo'l qo'yadigan o'rta kvadratik xatoni bildiradi. Yuqorida keltirilgan nivelirlar 2 xil qilib tayyorlanishi mumkin: ko'rish trubasi yonida silindrli adilak o'rnatilgan va og'ish burchagining kompensatori bilan ta'minlangan nivelirlar. Kompensator o'rnatilgan nivelir nomiga *K* harfi qo'shiladi. Aniq va texnikaviy nivelirlar gorizontal limb bilan ta'minlanishi mumkin va unda nivelir nomiga *Л* harfi qo'shiladi. Hozirgi kunda amalda qo'llanilayotgan nivelirlarning texnik ko'rsatkichlari 9- jadvalda berilgan.

9- jadval

Ko'rsatkichlar	Nivelir turlari			
	H-05/H-05K	H-3/H-3K	H-10/H-10K	Dini 1 lr/21
1 km yo'lda ikki tomonga bajarilgan nivelirlashdagi o'rta kvadratik xato, mm	0,5	6	10	0,3
Trubaning kattalashtirilishi, karra	40	30	20	32/26

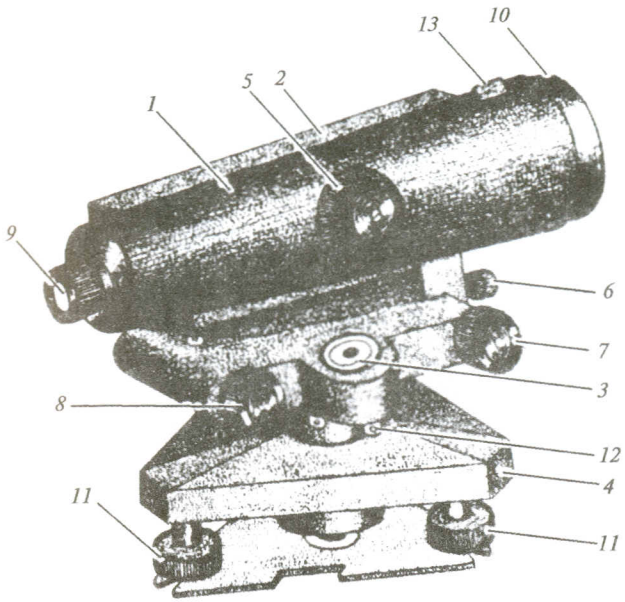
9- jadvalning davomi

Silindrli adilak bo'lagining qiymati/2mm	10/	15/	45/	-
Kompensator chegarasi, daq.	/+8	/+15	-+20	+15
Vazir chizig'ining gorizontal holatiga kelish ayiqligi, s	/0,2	/0,5	/0,1	0,2
Kompensator tebranishining tinchlanish vaqti, s	/2	/2	/2	2
Nivelir massasi, kg	6	3	2	3

8.6. Aniq va texnik nivelirlar

Silindrli adilakli nivelir H-3. Silindrli adilak ko'rish trubasining yoniga o'rnatilgan va trubasi elevatsion vint (8.6- shakl) bilan ta'minlangan. Silindrli adilak pufakchasi uchlarining tasviri truba ko'rish maydoniga uzatiladi. Ko'rish trubasi obyektivi 10 nishon 13 bo'yicha reykaga qaratiladi, u predmet tasvirini teskari hosil qiladi.

H-3 niveliri (8.6- shakl), asosan, ko'rish trubasi 1, silindrli adilak (2), doiraviy adilak (3), mahkamlash vinti (6), to'g'rilash vinti (7), elevatsion vint (8) dan iborat. Nivelir silindr shaklidagi aylanish o'qi bilan taglik (4) ga o'rnatilgan. Ko'rish trubasining chap yonida silindrli adilak bilan birgalikda adilak pufakchasi yarim pallalarining tasvirini ko'rish maydoniga uzatadigan prizmalar joylashgan. Trubaning o'ng yonida kuzatilayotgan reyka tasvirini fokuslovchi vint — kremalyera (5) o'rnatilgan. Reykadan sanoq olishdan oldin elevatsion vint yordamida silindrli adilak o'qi gorizontal holatga keltiriladi, ya'ni ko'rish maydonidagi adilak pufakcha yarim pallalarining tasviri tutashtiriladi. Silindrli adilakni tuzatish uchun adilak joylashgan qutining okulyar tomonida qopqoq bilan berkitib qo'yilgan to'rtta tuzatgich vint bor.



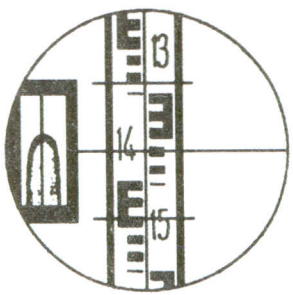
8.6- shakl.

Asbob aylanish o'qini taxminan vertikal holatga (shovun yo'nalishiga) keltirish uchun uchta ko'targich vint (11) yordamida doiraviy adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi. Doiraviy adilak zarur paytda uchta tuzatgich vint (12) bilan tuzatiladi.

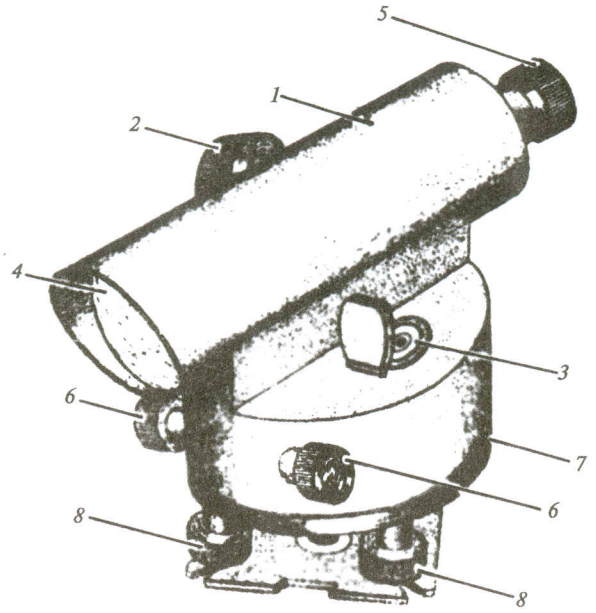
Ko'rish trubasining ko'rish maydonida reyka va adilak pufakchasining tasviri 8.7- shaklda berilgan.

Doiraviy adilak (3) (8.6- shakl) nivelir aylanish o'qini dastlabki vertikal holatga keltirishga xizmat qiladi. Doiraviy adilak pufakchasi markazga keltirilsa, ko'rish trubasi maydonida silindrli adilak pufakchasi uchlarining tasviri ko'rinadi. Ular uchini o'zaro tutashtirish elevatsion vint (8) ni burab amalga oshiriladi.

Kompensatorli nivelir H-3K. Bu nivelir H-3 nivelirining o'zgartirilgan konstruksiyasi bo'lib, mayatnikli optik-mexanik kompensatorga ega. Trubaning vizir o'qi ushbu kompensator yordamida o'z-o'zidan avtomatik ravishda gorizontal holatga keltiriladi. Silindrli adilak o'rnatilmagan. Ko'rish trubasining mahkamlash vinti yo'q, qaratish vinti esa vertikal chervyakli vint ko'rinishida bajarilgan.

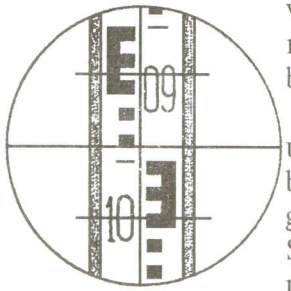


8.7- shakl.



8.8- shakl.

H-3K niveliri (8.8- shakl) ko'rish trubasi (1), kremalyera vinti (2), doiraviy adilak (3), obyektiv (4) tomonida ikki yonboshda qaratish vintlari (6), doiraviy taglik (7), ko'targich vintlar (8) va vizir o'qini gorizontal holatga kelishini ta'minlaydigan optik (prizmali) kompensator bilan jihozlangan. Optik kompensator ishlashi uchun doiraviy taglik qiyaligi ± 15′ dan oshmasligi kerak. Shuning uchun avval bo'lak qiymati 10′ ga teng bo'lgan doiraviy adilak pufakchasi uchta ko'targich vint yordamida o'rtaga (nol punktga) keltiriladi. Truba vertikal o'q atrofida yengil aylanib, turgan vaziyatini yaxshi va tinch saqlaydi, shu sababli u mahkamlagich vintiga ega emas. Ikki yonboshdagi cheksiz buraydigan qaratish vintlaridan xohlagan bittasi bilan trubani reykaga aniq to'g'rilash mumkin.



8.9-shakl.

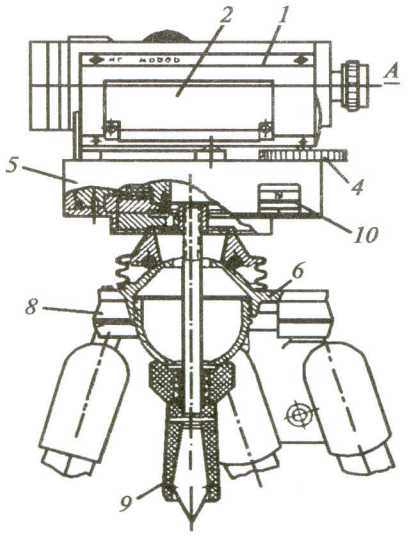
Nivelir o'rnatgich vint yordamida shtativ ustiga o'rnatiladi. Shtativ yerga boshmoqlari botirilib o'rnashtirilganda, usti taxminan gorizontal bo'lishiga e'tibor qilinishi kerak. Shunday qilinmasa, nivelirdagi doiraviy adilak pufakchasini ko'targich vintlar yordamida o'rtaga keltirish mumkin bo'lmay qoladi.

8.9- shaklda H-3K niveliri ko'rish trubasida reyka tasviri ko'rasatilgan.

H-3K niveliri H-3KЛ va 2H-3KЛ shifrlari bilan gorizontal limb konstruksiyasida chiqariladi. Limb bo'lagining qiymati 1°ga teng. Limbdan sanoq 0,1° aniqlikda olinadi.

Texnik nivelir H-10. Nivelir ichki fokuslanuvchi ko'rish trubasi (1) (8.10- shakl), predmet tasvirini to'g'ri hosil qiluvchi, kontaktli silindrli adilak (2), doiraviy adilak, elevatsion vint (4) (silindrli adilak pufakchasi uchlarini tutashtirish uchun), limb doirasi (5), shtativning sharsimon qalpoqchasi (6), nivelir shtativining sharsimon qalpoqchasi ustiga o'rnatgich vint (8) yordamida mahkamlanadi. Bu nivelir konstruksiyasining asosiy xususiyati shundan iboratki, unda ko'targich vintlar yo'q. Doiraviy adilak bo'yicha nivelir aylanish o'qini vertikal holatga keltirish uchun o'rnatgich vint dastasi (9) ni ozgina burab sharsimon qalpoqcha astagina bo'shatiladi, keyin dasta yordamida doiraviy adilak pufakchasi markazga keltiriladi va dastani kuchsiz burab, qalpoqcha siqib (mahkamlab) qo'yiladi. Ko'rish trubasi maydonida silindrli adilak pufakchasining tasviri ko'rinadi. Nivelir aylanuvchi qismi gardishda okulyar tomondan teshikcha (10) qoldirilgan bo'lib, u orqali qo'zg'almas indeks bo'yicha limbdan sanoq olinadi.

Hozir bu nivelir gorizontal limb bilan 2H-10Л shifrda va kompensator bilan esa 2H-10KЛ shifrda ishlab chiqarilmoqda.



8.10-shakl.

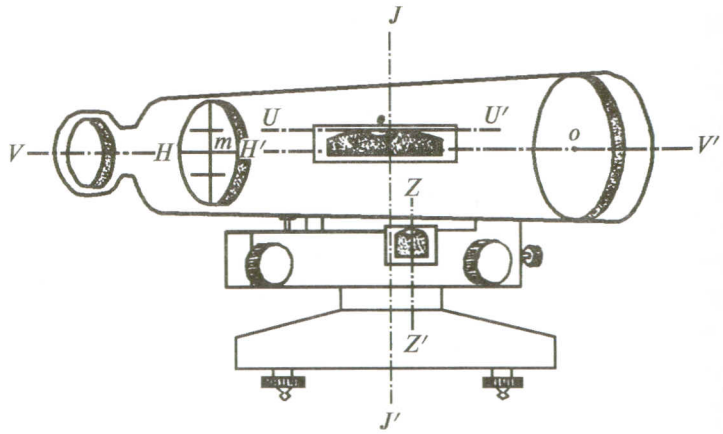
8.7. Nivelirlarni tekshirish va tuzatish

Nivelirlar quyidagi geometrik shartlarni qanoatlantirishi kerak:

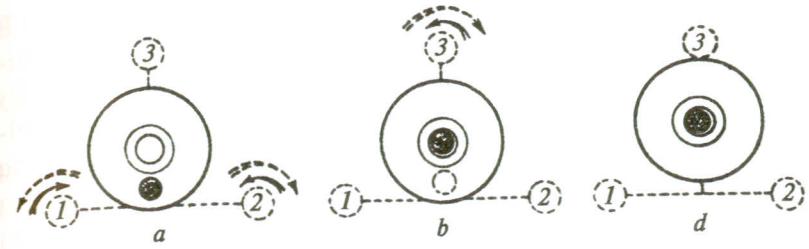
1. Doiraviy adilak o'qi nivelirning aylanish o'qiga parallel bo'lishi kerak ($ZZ' \parallel JJ'$, 8.11- shakl).

Ko'targich vintlar yordamida doiraviy adilak pufakchasi nol punktga keltiriladi. Bunda avval ikkita ko'targich vint yordamida pufakchani nol nuqta qarshisiga olib kelinadi (8.12- *a* shakl), keyin esa uchinchi ko'targich vint yordamida nol punktga keltiriladi (8.12- *b* shakl). Nivelir aylanish o'qi atrofida 180° ga buriladi (8.12- *d* shakl). Agar pufakcha nol punktda qolsa, shart bajarilgan bo'ladi. Agarda doiraviy adilak pufakchasi nol punktdan chetga og'sa, unda pufakcha og'ish yoyining yarmiga adilakning tuzatgich vintlari, qolgan yarmiga esa ko'targich vintlar yordamida nol punktga keltiriladi. Shundan keyin shart bajarilishini yana tekshirib ko'rish kerak.

2. Iplar to'rining gorizontal ipi nivelirning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak ($NN' \parallel JJ$, 8.11- shakl). Bu shartni tekshirish uchun nivelirdan 5—8 m masofada reyka o'rnatiladi va unga ko'rish trubasi qaratiladi. Qaratish vinti yordamida ko'rish maydonidagi reyka tasviri gorizontal ipning o'ng va chap uchlariga keltirilib sanoqlar olinadi. Agar sanoqlar bir xil chiqsa, shart bajarilgan hisoblanadi. Aks holda, ya'ni sanoqlar 1 mm dan ko'pga farq qilsa, iplar to'ri tuzatilishi kerak. Buning uchun avval sanoqlarning o'rtacha qiymati hisoblanadi, keyin tuzatgich vintlar



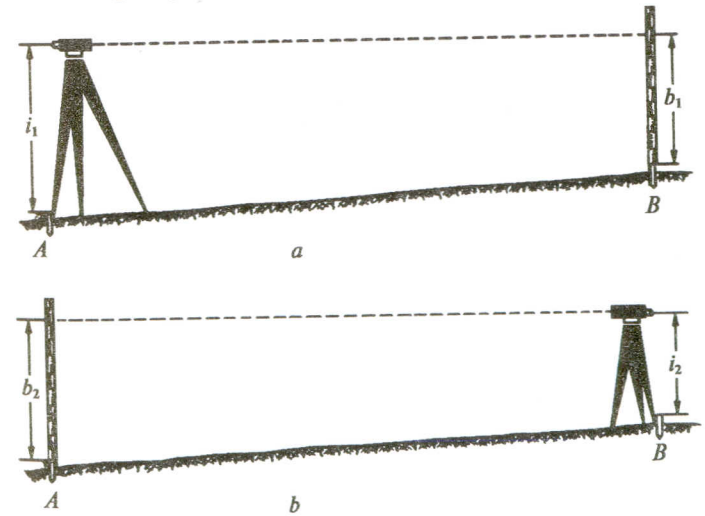
8.11- shakl.



8.12- shakl.

bo'shatilib, iplar to'ri gorizontal ipining uchida o'rtacha sanoq hosil bo'lguncha buriladi. Shundan keyin tuzatgich vintlarni mahkamlab, tekshirishni takrorlash kerak.

3. Trubaning ko'rish o'qi silindrli adilak o'qiga parallel bo'lishi kerak ($VV' \parallel UU$, silindrli adilakli nivelirlarda) yoki trubaning ko'rish o'qi gorizontal bo'lishi kerak (kompensatorli nivelirlarda). Bunga nivelirlarning asosiy geometrik sharti deyiladi. Bu shartni tekshirish uchun bir-biridan 50—70 m masofada turgan A va B nuqtalarga qoziq qoqiladi (8.13- shakl). A va B nuqtalarning oralig'i to'g'ri va teskari yo'nalishda oldinga nivelirlash usuli bilan nivelirlanadi. Buning uchun A nuqta yoniga nivelir okulyari shovun chizig'i bo'yicha nuqta (qoziq) ustiga to'g'ri keladigan qilib o'rnatiladi va qoziq ustidan okulyar markazigacha bo'lgan balandlik



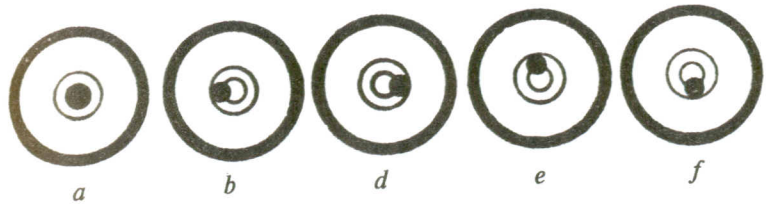
8.13- shakl.

— nivelir balandligi i_1 reyka yordamida o'lchanadi. Keyin reyka B nuqtadagi qoziq ustiga vertikal qilib qo'yiladi va unga ko'rish trubasi qaratilib, b sanog'i olinadi (8.13- shakl). Endi xuddi shunday ish teskari yo'nalishda bajariladi; bunda B nuqta yoniga o'rnatilgan nivelirning balandligi i_2 o'lchanadi va A nuqtasidagi qoziq ustiga qo'yilgan reykadan b_2 sanog'i olinadi. Reykadan sanoq olinayotgan paytlarda ko'rish maydonidagi adilak pufakchasi yarim pallalarining tasviri tutashtirilgan bo'lishi kerak (silindrli adilakli nivelirlarda) yoki doiraviy adilak pufakchasi nol punktda bo'lishi kerak (kompensatorli nivelirlarda). Asosiy geometrik shartning bajarilmaslik xatosi x quyidagi ifoda bo'yicha topiladi:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2} \qquad (8.26)$$

Agar x ning qiymati 4 mm dan oshmasa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda, silindrli adilakli nivelirlarda silindrli adilak o'qining holati, kompensatorli nivelirlarda esa ko'rish o'qining holati tuzatilishi kerak. Buning uchun reykadan oxirgi marta olingan sanoqning tuzatilgan qiymati $b_{1tuz} = b_2 - x$ hisoblab olinadi. Keyin silindrli adilakli nivelirlarda elevatsion vint yordamida iplar to'rining gorizontal ipi tuzatilgan b_{2tuz} sanog'i to'g'rilanadi. Silindrli adilakning yuqoridagi va pastdagi tuzatgich vintlari yordamida ko'rish maydonidagi pufakcha nol punktga keltiriladi. Kompensatorli nivelirlarda esa doiraviy adilak pufakchasini nol punktga keltirib, iplar to'rining yuqorida va pastda joylashgan tuzatgich vintlari yordamida gorizontal ip tuzatilgan b_{2tuz} sanog'iga to'g'rilanadi. Endi shart bajarilganligiga ishonch hosil qilish uchun tekshirish takrorlanadi.

4. Asbob aylanish o'qi vertikal holatda turganda, silindrli adilak o'qi va trubaning ko'rish o'qi o'zaro parallel vertikal tekisliklarda yotishi kerak. Bu shart faqat silindrli adilakni nivelirlarda tekshiriladi. Ko'rish trubasi ko'targich vintlardan birining yo'nalishi bo'yicha o'rnatiladi va adilak pufakchasi yarim pallalarining tasviri tutashtirilib, 50—70 m masofada turgan reykadan sanoq olinadi. Ko'rish trubasiga nisbatan ikki yonboshda qolgan ikkita ko'targich vint qarama-qarshi tomonga bir necha marta buralib, nivelir avval bir tomonga, keyin ikkinchi tomonga og'diriladi. Har ikkala holda ham sanoqning va pufakcha yarim pallalari tasvirining o'zgarmasligi tekshiriladi. Agar sanoq o'zgarmagan holda pufakcha yarim



8.14- shakl.

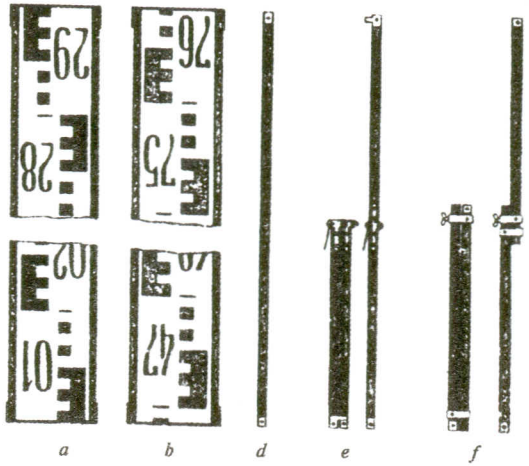
pallalarining tasviri tutashgan holda qolsa yoki faqat bir tomonga siljisa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda, ya'ni sanoq o'zgarmaganda pufakcha yarim pallalarining tasviri qarama-qarshi tomonga siljisa, bu siljish silindrli adilakning yonbosh tuzatgich vintlari yordamida bartaraf qilinadi. Tekshirish takrorlanishi kerak.

5. Kompensatorning to'g'ri ishlashiga ishonch hosil qilish kerak (H-3K niveliri uchun). Demak, bu shart kompensatorli nivelirlarda tekshiriladi. Buning uchun nivelirdan 40—50 m masofada reyka qo'yiladi va doiraviy adilakning pufakchasi nol punktda bo'lganda (8.14- *a* shakl) reykadan b_a sanog'i olinadi, keyin ko'targich vintlar yordamida pufakcha okulyar, obyektiv, chap va o'ng tomonlarga bir bo'lakka og'dirilib (8.14-*b*, *d*, *e*, *f* shakllar), reykadan b_b, b_d, b_e va b_f sanoqlari olinadi. Bu sanoqlar dastlabki olingan b_a sanog'idan 1 mm dan ortiq farq qilmasligi kerak. Aks holda kompensator nivelir ishlab chiqarilgan zavodda yoki maxsus ustaxonalarda sozlanadi.

8.8. Nivelir reykalari va ularni tekshirish

Nivelir reykalari sifatli yog'ochdan yasalgan bo'lib, uzunligi 3 yoki 4 m (3000 yoki 4000 mm), qalinligi 2—3 va eni 8 sm ga teng bo'lishi kerak (8.15- shakl). Reykaga shashkasimon santimetrli bo'laklar chiziladi va detsimetrli oraliqlar arab raqamlari bilan ko'rsatiladi. Bo'laklar hisobi reykaning pastki uchidan (tovonidan) boshlanadi. Detsimetrli bo'laklarning boshlanishi chiziqcha bilan belgilanadi.

Reyka egilmaydigan va chidamli bo'lishi uchun qo'shtavr kesimli qilib yasaladi va ikki uchiga metall (tunuka) qoplanadi. Reykalar bir tomonli (bo'laklar bir tomoniga chizilgan) va ikki tomonli (bo'laklar ikki tomoniga chizilgan) oq va qora, ikkinchi



8.15- shakl.

tomondagilari esa oq va qizil rangga bo'yalgan bo'ladi. Shuning uchun reykaning qora rangli tomoni — qora tomon, qizil rangli tomoni — qizil tomon deb ajratiladi.

Sanoq olish qulay bo'lishi uchun har detsimetrli bo'lakning dastlabki bosh santimetrli bo'laklari «E» harfi ko'rinishda beriladi va qiymati dm birlikda yoziladi.

Reykalarning qora tomonida sanoq noldan (8.15- *a* shakl), qizil tomonida esa ixtiyoriy sondan, masalan, 4687 mm dan (8.15- *b* shakl) boshlanadi. Natijada nivelirlashda qo'llanilayotgan reykalar juftining qora va qizil tomonidan olingan sanoqlar farqi doimiy qiymatiga teng bo'ladi. Ikki tomonli reykalar qo'llanilganda nivelirning balandligi o'zgartirmasdan turib nisbiy balandlikni ikki marta, ya'ni qora tomondan olingan sanoqlar va qizil tomondan olingan sanoqlar bo'yicha aniqlash mumkin.

Nivelir reykalari uch turda: PH-05, PH-3 va PH-10 shifrlari bilan chiqariladi. Shifrdagi sonlar 1 km nivelirlash yo'lidagi xatolik qiymatini mm da ifodalaydi. PH-05 reykalari I, II klass nivelirlash, PH-3 reykalari III, IV klass nivelirlash va PH-10 reykalari texnik nivelirlash uchun mo'jallangan. Biroq texnik nivelirlashda ko'proq PH-3 reykalari qo'llaniladi. Uzunligi 3000 mm li reykalar yaxlit (8.15- *d* shakl) yoki buklanadigan (8.15- *e*) qilib chiqariladi. Ba'zan buklanmasdan, surilib yig'iladigan (yig'ma) reykalar (8.15- *f* shakl) ham tayyorlanadi.

Dala ishlarini boshlashdan oldin reykalarning butunligi, bo'laklar va raqamlar bo'yog'ining ko'chmaganligi, mahkamlash moslamalarining ishlashi (buklanadigan yoki yig'ma reykalarda) va uchlardagi metall qoplamalarning mustahkamligi ko'rib chiqiladi. Keyin quyidagi tekshirishlar bajariladi:

1. Reykalar juftidagi metrli oraliqlarning o'rtacha qiymatini aniqlash. Tekshirish Jeneva chizg'ichi (zanglamaydigan oq metalldan yasalgan, uzunligi 1 m, eni 40—55 mm, ikki yog'i qiya yo'nilgan va bir tomoni 0,2 mm, ikkinchi tomoni esa 1 mm li bo'laklarga bo'lingan maxsus chizg'ich) yordamida bino ichida bajariladi. Tekshirishni boshlashdan oldin metrli oraliqlar, ya'ni qora tomondagi 01, 10, 20, 29; qizil tomondagi 47, 57, 67, 76 detsimetrli bo'laklarning boshlanishi o'tkir qalam bilan metall chizg'ich yordamida belgilab olinadi. Reykani egilmaydigan qilib gorizontal holatda yotqiziladi. Keyin Jeneva chizg'ichi yordamida har bir metrli oraliq (01—10, 10—20, 20—29 va 47—57, 57—67, 67—76) ikki marta:: to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchanadi. Har bir metrli oraliqda Jeneva chizg'ichining o'ng va chap uchlaridan olingan sanoqlar farqi 0,1 mm dan oshmasligi kerak. Reykalar juftidagi metrli oraliqlarning o'rtacha qiymatlari bir-biridan 0,8 mm gacha farq qilishi mumkin.

2. Detsimetrli bo'laklardagi xatolikni aniqlash. Tekshirish reykaning qora tomonida 01—29, qizil tomonida 47—76 oraliqda Jeneva chizg'ichi yordamida bajariladi. Tekshirishni boshlashdan oldin detsimetrli bo'laklarning chetlari o'tkir qalam bilan metall chizg'ich yordamida belgilab olinadi. Jeneva chizg'ichining chap uchidagi lupadan qaralib, chizg'ichning nol shtrixi reykadagi birinchi detsimetr boshlanishi bilan tutashtiriladi. Keyin o'ng tomondagi lupa chizig'i bo'yicha surilib, detsimetrli bo'laklar chetiga keltiriladi va sanoqlar olinadi. O'lchash har metrli oraliqda ikki marta bajariladi. Ikkinchi marta o'lchashdan oldin Jeneva chizg'ichi bir oz siljitiladi. PH-3 reykalarida detsimetrli bo'laklar xatoligi: III klass nivelirlash uchun 0,4 mm, IV klass nivelirlash uchun 0,6 mm va texnik nivelirlash uchun 1,0 mm dan oshmasligi kerak.

Reykadagi detsimetrli bo'laklarni tekshirish bilan birgalikda qora tomondagi nolning reyka uchidagi metall qoplama (tovon) chetiga to'g'ri kelishi ham tekshiriladi. Texnik nivelirlashda qo'llaniladigan reykalarda nolning tovon chetiga to'g'ri kelmaslik xatosi 1,0 mm dan ortiq bo'lmasligi kerak.

PH-3 reykalaridan sanoq millimetr aniqligida olinadi. 8.7- va 8.9- shakllarda H-3, H-3K nivelirlaridan kuzatilayotgan reykalarning ko'rish maydonidagi tasviri va ularga mos sanoqlar keltirilgan. Nivelirlarda teskari tasvir beruvchi ko'rish trubalari o'rnatilganligi uchun reyka nuqtaga 8.15- *a*, *b* shakldagi holda o'rnatiladi. Nivelirlashda iplar to'rining vertikal ipi reykaning o'qi bo'yicha joylashtiriladi va silindrli adilak pufakchasi yarim pallalarining tasviri tutashtiriladi (H-3 nivelirida) yoki doiraviy adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi (H-3K nivelirida). Reykadan sanoq asosiy gorizontal ip bo'yicha olinadi. Sanoq olishda avval gorizontal ip to'g'ri kelgan detsimetrli bo'lak qiymati o'qiladi, masalan, 8.7- shaklda 14; keyin detsimetrli bo'lakning yuqori chetidan gorizontal ipgacha to'liq santimetrli bo'laklar har qaysisi 10 mm dan hisoblanib, oxirgi to'liq bo'lmagan santimetrli bo'lakning millimetrdagi qiymati chamalab olinadi — 65. Demak, sanoq «o'n to'rt-u oltmish besh» deb aytilib, to'rt xonali son ko'rinishda yoziladi, ya'ni 1465. Nivelirdan reykagacha bo'lgan masofani aniqlashda dalnomer iplaridan ham shu tartibda sanoq olinadi.

8.9. Geometrik nivelirlash aniqligi

O'rtadan geometrik nivelirlash formulasi (8.2) ga ko'ra o'lchangan nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatosi quyidagiga teng bo'ladi (V bobga qaralsin):

$$m_h = \sqrt{m^2 a + m^2 b}\ . \qquad (8.27)$$

Bu yerda: m_a, m_b — orqadagi va oldingi reykalardan olingan sanoqlar o'rta kvadratik xatosi.

Yuqorida (V bobda) ko'rib chiqilganiga asosan $m_a = m_b = m_{qar}$ deb quyidagicha yozish mumkin:

$$m_h = m_{qar}\sqrt{2} \qquad (8.28)$$

Reykaga qarash xatosi m_{qar} qiymatiga ta'sir etuvchi xatolar quyidagicha hisoblanadi:

1. Ko'rish trubasining vizir o'qini gorizontal holatga keltirish xatosi $m_{o'}$. .Bu xato quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$m_{o'} = \frac{m''_{adl}}{\rho''} S,, \qquad (8.29)$$

bu yerda: m_{adl} — silindrli adilak pufakchasini nol punktga keltirish xatosi; S — asbobdan reykagacha bo'lgan masofa (*mm* da).

Tadqiqotlar natijasiga asoslanib aniqlanishicha, $m_{adl} = 0{,}1\tau$, bu yerda τ — adilakning bo'lak qiymati. Agar $\tau = 20''$ va $S = 100$ *m* bo'lsa, $m_{vo'} \approx \pm 1\,mm$.

2. Reykadan sanoq olishning o'rta kvadratik xatosi m_{rs}, quyidagiga teng:

$$m_{rs} = \pm\left(0{,}136\frac{S}{V} + 0{,}0292t\right). \qquad (8.30)$$

Bu yerda: V — ko'rish trubasining kattalashtirishi;

t — reykaning bo'lak qiymati (*mm* da).

Agar $S = 100$ *m*; $V = 20^{\times}$; $t = 10$ *mm* bo'lsa, $m_{rs} = \approx \pm 1\,mm$.

3. Ko'rish trubasining hal qilish qobiliyatiga bog'liq bo'lgan reykadan sanoq olish xatosi m_{hq}, masofaga proporsional holda ta'sir etadi:

$$m_{hq} = \frac{60''}{V\rho''} S\ , \qquad (8.31)$$

$V = 20^{\times}$; $S = 10$ *mm* bo'lsa, $m_{hq} = \approx \pm 1$ *mm*.

4. Reykaning detsimetri bo'laklarining tasodifiy xatosi m_{rb} ni $\approx \pm 0{,}5$ *mm* deb qabul qilish mumkin.

Ko'rib chiqilgan xatolar biri-biriga bog'liq bo'lmagan holda o'lchash natijasiga ta'sir etadi deb qabul qilib, reykadan sanoq aniqligiga quyidagicha yozish mumkin:

$$m_{qar} = \sqrt{m^2_{vo'} + m^2_{rs} + m^2_{hq} + m_{rb}}\ . \qquad (8.32)$$

Bu formulaga qiymatlarini qo'yib chiqib (8.28) ga asosan $m_h = 2\sqrt{2} = \pm 3mm$ ni topamiz.

Shunday qilib, texnik nivelir va shashkali reykalar bilan bitta stansiyada nivelirlashning o'rta kvadratik xatosini 3 mm deb qabul qilish mumkin. Nivelirdan reykagacha masofa S = 100 m bo'lganda 1 km nivelir yo'lida stansiyalar soni $n = 5$ ga teng bo'lsa, bu yo'lning xatosi quyidagiga teng:

$$m_{km} = m_h \cdot \sqrt{n} = 3\sqrt{5} = \pm 7\text{mm}$$

Chekli xato 1 km yo'l uchun fh_{chekli}=3 m=3·7=21mm, bu esa IV klass nivelirlash aniqligiga to'g'ri keladi.

8.10. Trigonometrik nivelirlash

Trigonometrik nivelirlashda nivelirlanadigan nuqtalar orasidagi chiziq uzunligi va uning og'ish burchagi o'lchanadi. Bu nivelirlash yordamida balandlik uzoq masofaga tez va oson uzatiladi.

Joydagi A va B nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik h ni o'lchash uchun (8.16- shakl) nuqtalarning biriga (masalan, A da) teodolit B nuqtaga esa reyka o'rnatiladi va ko'rish trubasini reyka uchiga qaratib og'ish burchagi v o'lchanadi (v burchakni o'lchash 6.10 da berilgan). Agar AB chizig'ining gorizontal quyilishi d bo'lsa, asbob balandligi i va reyka balandligi l ni tashkil qilsa, keltirilgan shakldan quyidagini yozish mumkin:

$$h + l = h' + i$$

yoki:

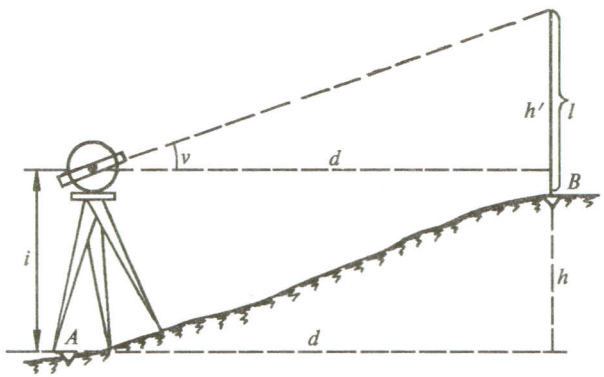
$$h = h' + i - l. \qquad (8.33)$$

Xuddi shu shakldan $h' = dtgv$ bo'lgani uchun nisbiy balandlik qiymati quyidagiga teng:

$$h = dtgv + i - l. \qquad (8.34)$$

Bu formula yer egriligi va refreksiya ta'sirini hisobga olmasdan chiqarildi. Yer egriligi va refreksiya ta'siri uchun kiritiladigan tuzatma f bilan ifodalansa, (8.34) formula quyidagicha bo'ladi:

$$h = dtgv + i - l + f. \qquad (8.35)$$



8.16- shakl.

Bu formula trigonometrik nivelirlashning asosiy formulasi deyiladi.

Nivelirlanadigan nuqtalar orasidagi masofa $d = 300$ m bo'lganda, (8.24) formuladan $f = 0{,}01$ m bo'lishini aniqlaymiz. Trigonometrik nivelirlashda, ko'pincha, nisbiy balandlik qiymati 0,01 m gacha yaxlitlab olinadi va shunga ko'ra $d = 300$ m gacha bo'lganda f tuzatma hisobga olinmasligi mumkin.

Agar v ni o'lchashda ko'rish trubasi reykada belgilangan asbob balandligiga teng qilib olinsa (ya'ni, $i = l$), yuqoridagi (8.35) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$h = dtgv. \qquad (8.36)$$

Ipli dalnomerda o'lchangan qiya chiziq uzunligi D ni gorizontal quyilishi qiymati d quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$d = (Kn' + c)\cos^2 v.$$

n' — qiya turgan reykadan dalnomer iplari bo'yicha sanoq.

Bunda d qiymatini (8.36) ga qo'yib, og'ish burchagining qiymati 10° gacha bo'lganda, $sin2v = sinv$ ekanini hisobga olib yozamiz:

$$h = \frac{1}{2}(Kn' + c)\sin 2v. \qquad (8.37)$$

Bu formuladagi $Kn' + c$ o'rniga D ni olib yozamiz:

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2v. \qquad (8.38)$$

Amaliy hisoblashlarda ushbu formula ishlatiladi. Nisbiy balandlik qiymatlarini hisoblashni osonlashtirish maqsadida ishlab chiqilgan maxsus «taxeometrik jadvallar» yoki nomogrammalardan foydalanish mumkin. Trigonometrik nivelirlashda asbob balandligi i va qaratish balandligi l qiymatlari 0,01 m aniqlikda o'lchab topiladi va uni kichikligi uchun e'tiborga olmaslik mumkin. Shunday qilib, trigonometrik nivelirlash aniqligiga asosan chiziq uzunligining o'lchash xatosi ta'sir etadi.

Og'ish burchagining qiymati 10° gacha va masofa $D = 100$ m bo'lganda, masofa 1:200 aniqlikda o'lchansa, (8.38) formula bo'yicha hisoblangan nisbiy balandlikning chekli xatosi $\Delta_h \approx \pm 4$ sm ni tashkil qiladi.

8.11. Yangi texnologiyaga asoslangan nivelirlar

Keyingi yillarda yuqori aniqlikdagi nivelirlarning yangi turi — raqamli nivelirlar ishlab chiqilib qo'llanilmoqda. Bularga misol qilib Dini 11, Dini 21 (Germaniya); NA 2002, NA 2003 (Shveytsariya)larni keltirish mumkin.

An'anaviy nivelirlardan farq qilib, raqamli nivelirlar elektronika bilan jihozlangan va maxsus ish dasturlari bilan ta'minlangan bo'ladi. Bu esa dala o'lchash ishlarini va natijalarni ishlab chiqish jarayonini avtomatlashtirish imkonini beradi, jumladan:

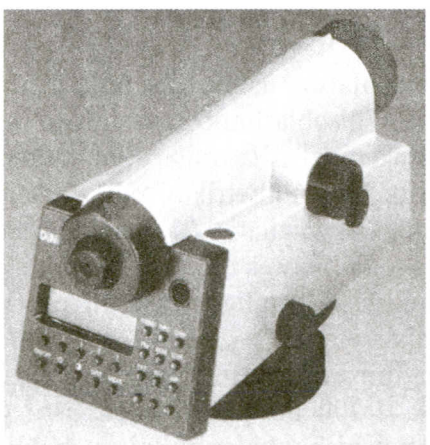
— shtrix-kodli nivelir reykasi bo'yicha sanoq olishni avtomatik ravishda bajaradi;

— o'lchash natijalariga truba vizir o'qining silindrli adilak o'qiga parallel emasligi (*i* burchagiga), yer egriligi va refreksiya xatolari uchun tuzatmalarni avtomatik ravishda kiritadi;

— nivelir bilan reyka orasidagi masofa 100 m gacha bo'lganda gorizontal quyilishni 25 mm gacha aniqlikda avtomatik o'lchaydi;

— o'lchash natijalari avtomatik ravishda ichki yoki tashqi yodlash moduliga yozadi;

— nivelirlash yelkalari (nivelirdan orqa va oldingi reykalargacha masofalar) tengligi va nisbiy balandlik o'lchash natijasini avtomatik tekshirib boradi;



8.17- shakl.

— o'lchangan natijalarni avtomatik ishlab chiqib, nuqtalar balandligini beradi;

— o'lchab topilgan ma'lumotlarni yozib saqlash uchun RSMSIA kartasidan foydalanadi;

— asbobni boshqarish jarayoni qulay, shuningdek, undan foydalanishni o'zlashtirib olish oson.

Dini 11 va Dini 21 raqamli nivelirlar (8.17- shakl) bilan 1 km yo'lni to'g'ri va teskari yo'nalishlarda invar reyka qo'llab, 0,3 mm aniqlikda, oddiy buklama reyka qo'llab esa 1 mm aniqlikda o'lchash mumkin. Stansiyada turib, 2,5 m dan 100 m gacha masofadagi nuqtalar 4 daqiqa vaqtda o'lchanadi. Nivelirda o'rnatilgan kompensatorning ishlash chegarasi ±15′ ga teng. Nivelirda gorizontal doira o'rnatilgan bo'lib, uning bo'lak qiymati 1° ni tashkil qiladi.

Nivelirda joylashtirilgan dastur quyidagi ishlarni bajarishni ta'minlaydi: alohida o'lchashni, qayta o'lchashni, o'rtadan va oldinga nivelirlashni, rejalash ishlarini va nivelir yo'lini tenglashni.

Reykalardan olingan sanoqlarni nivelir yodiga yozib saqlash yoki asbob displeyi (ekrani) dan o'qib jurnalga yozish mumkin.

IX BOB.

DAVLAT GEODEZIK TARMOQLARI

9.1. Umumiy ma'lumotlar

Yerning katta qismida yoki biron-bir davlat hududida, ma'lum geometrik shaklda va mumkin qadar bir xil oraliqda joylashgan, markazlari joyda mustahkam qilib o'rnatilgan, bitta sistemada koordinatalari (x, y) va balandliklari (H) ma'lum yoki koordinatalari (x, y) va balandliklari (H) aniqlangan alohida punktlar tizimiga **bosh geodezik tarmoqlar** yoki **davlat geodezik tarmoqlari** deyiladi. Geodezik tarmoqlar planli-balandlik (x, y va H ma'lum), faqat planli (x, y ma'lum) va faqat balandlik (H ma'lum) tarmoqlarga bo'linadi.

Katta hududda bitta koordinatalar va balandliklar sistemasida qurilgan geodezik tarmoqlar shu hududda s'yomka ishlarini har xil joylarda, har xil vaqtda, bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda tashkil qilib, ularning natijasidan foydalanib, hududning umumiy kartasini tuzish imkonini beradi. Bundan tashqari geodezik o'lchashlar xatosi butun hudud bo'yicha teng yoyilish imkonini beradi hamda ular darajasini tekshirib borishni ta'minlaydi.

Geodezik tarmoqlar umumiydan yakkaga o'tish tarzida quriladi, ya'ni avval katta hududda siyrak va juda yuqori aniqlikdagi punktlar (nuqtalar) tarmog'i hosil qilinadi, keyin esa tarmoq punktlari bosqichma-bosqich zichlashtiriladi, bunda har bir keyingi bosqich oldingisiga bog'lanadi va aniqligi esa pasayib boradi.

Planli geodezik tarmoqlar, asosan, triangulyatsiya, poligonometriya va trilateratsiya usullarida quriladi. Triangulyatsiya usulida uchburchaklar tarmog'i tuzilib, uchburchaklarning hamma burchaklari va boshlang'ich hamda oxirgi tomonlarning uzunligi o'lchanadi. Tomonlardan birining uzunligi va uchburchaklar burchaklari orqali tarmoq uchburchaklarining tomonlari hisoblanadi.

Tomonlardan birining direksion burchagi va punktlardan birining koordinatalari orqali qolgan hamma punktlarning koordinatalari hisoblanadi. Triangulyatsiya usulining asosiy mazmuni

shundan iborat. Lekin amalda triangulyatsiyani qo'llash ma'lum darajada murakkab ishlar bilan bog'liq va shuning uchun u maxsus fan — oliy geodeziya tomonidan amalga oshiriladi.

Poligonometriya usulida siniq chiziqlardan iborat yo'llar tarmog'ida hamma burilish burchaklari va tomonlar uzunligi o'lchanadi. O'lchash aniqligi yuqori darajada ta'minlangan bo'lishi kerak. Bu usul, asosan, o'rmon va shahar hududlarida (nuqtalarning bir-biridan ko'rinishi qiyin sharoitda) ko'proq qo'llaniladi. Tomonlar uzunligini elektron dalnomerlar bilan yuqori aniqlikda o'lchash imkoniyati tug'ilgandan keyin bu usul, ayniqsa, unumli bo'ldi.

Triangulyatsiya usulida uchburchaklar tarmog'i qurilib, ularda burchaklar o'rniga faqat tomonlar uzunligi o'lchanadi. Hisoblashlar yo'li bilan yakuniy natija — nuqtalarning koordinatalari topiladi.

Planli geodezik tarmoqlar davlat planli geodezik tarmoqlari, zichlash tarmoqlari va s'yomka tarmoqlariga bo'linadi.

9.2. Davlat planli geodezik tarmoqlari

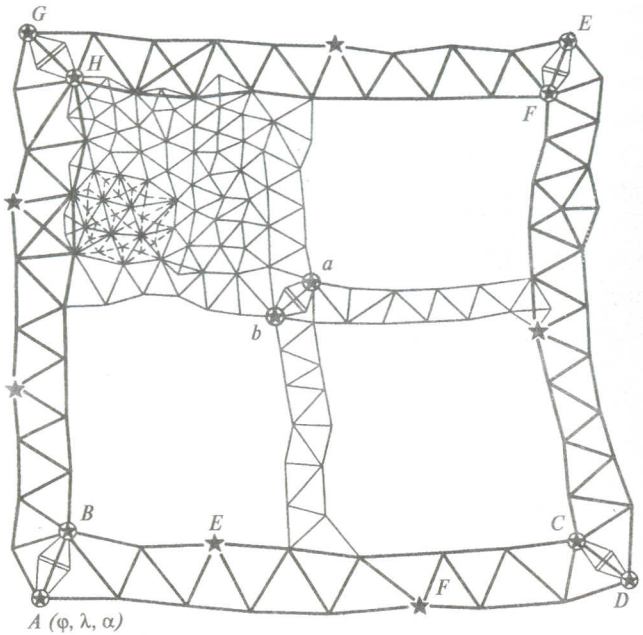
Davlat geodezik tarmog'i barcha masshtablarda bajariladigan topografik s'yomkalarning bosh geodezik asosi hisoblanadi.

Davlat planli geodezik tarmoqlari triangulyatsiya, poligonometriya, trilateratsiya usullarida qurilib, to'rt klassga (1, 2, 3 va 4) bo'linadi, ular bir-biridan burchaklarni va tomonlarni o'lchash aniqligi bilan, uchburchak tomonlarining uzunligi va ularni qurishning birin-ketinligi bilan farq qiladi.

Davlat geodezik tarmog'i ma'lum sxema asosida umumiydan yakkaga o'tish (yuqori klassdan quyi yakkaga o'tish) prinsipida quriladi.

Triangulyatsiya usuli bilan davlat geodezik planli tarmog'ini hosil qilish sxemasini ko'rib chiqamiz. Birinchi navdatda 1- klass triangulyatsiyasi uchburchaklar qatori meridian va parallellar yo'nalishi bo'yicha quriladi (9.1- shakl). Uchburchaklar qatori o'zaro tutashgan poligonlarni hosil qiladi. Ushbu poligon uchburchaklari zvenosining uzunligi 200 km dan oshmasligi kerak.

Poligonning har bir burchagida bazis tomonlari olinib (AB,CD, EF, GH), ularning uzunligi o'lchanadi yoki bazis tarmog'i hosil qilinib, unda chiqish tomonining uzunligi (AB) ni hisoblash



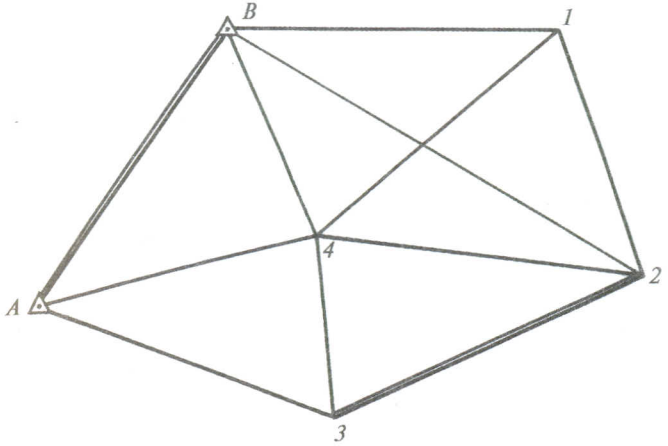
9.1- shakl.

uchun kichik bazis o'lchanadi. Bunday bazis uzunligi 6 km dan kichik bo'lmasligi kerak va o'lchash aniqligi esa 1:1 000 000 ni tashkil qilishi kerak.

Bazis va chiqish tomonlarining ikkala uchida ham astronomik kenglik, uzoqlik va azimut aniqlanadi. Triangulyatsiya zvenolari o'rniga poligonometriya zvenolari qurilishi mumkin.

2- klass triangulyatsiyasi 1- klass poligonini yoppasiga to'ldiruvchi uchburchaklar tarmog'i ko'rinishida (9.1- shakl) quriladi. Bu tarmoq ichida (taxminan o'rta qismida) bazis tomon *ab* (9.1- shakl) o'lchanib, uning uchlarida astronomik kenglik, uzoqlik va azimut o'lchanadi. 1- va 2- klass tarmoqlarini qurishda astronomik o'lchashlar bajarilishi tufayli ularni **astronomo-geodezik tarmoqlar** deyiladi.

1- va 2- klass tarmoqlari 3- klass punktlari bilan va keyin esa 4- klass punktlari bilan zichlashtiriladi. 3- klass va 4- klass triangulyatsiyasi ayrim vaqtlarda katta bo'lmagan tarmoqlar (9.2- shakl) shaklida ham quriladi. Iqtisodiy tomondan maqsadga muvofiq joylarda trirangulyatsiya klasslari ularga tegishli poligonometriya yoki trilateratsiya klassi bilan almashtirilishi mumkin. Davlat geodezik planli tarmoqlarining tavsifi quyidagi 10- jadvalda berilgan.



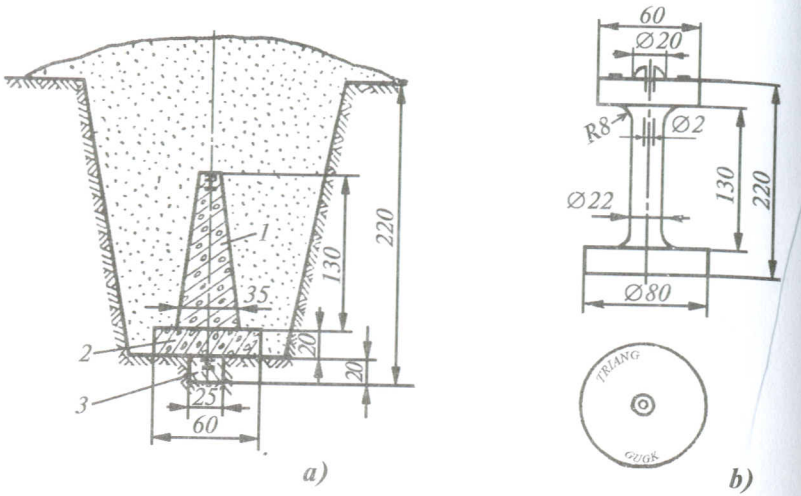
9.2- shakl.

10- jadval

Klass	Triangulyatsiya				Poligonometriya		Trilateratsiya
	S,km	m_β	$m_{\beta chekli}$	$m_s:S$	m_β	$m_s:S$	$m_s:S$
1.	>20	0,7	3	1:400 000	0,4	1:400 000	—
2.	7-20	1,0	4	1:300 000	1,0	1:200 000	—
3.	5-8	1,5	6	1:200 000	1,5	1:100 000	1:100 000
4.	2-5	2,0	8	1:200 000	2,0	1:400 000	1:400 000

Jadvaldagi belgilar: S — tomon uzunligi, *km;* m_β — burchak o'lchashdagi o'rta kvadratik xato, *c*; $m_{\beta chekli}$ — uchburchak burchaklari yig'indisining yo'l qo'yarli xatosi (xato cheki) m_s: *s* — bazis tomon uzunligini o'lchash nisbiy o'rta kvadratik xatosi.

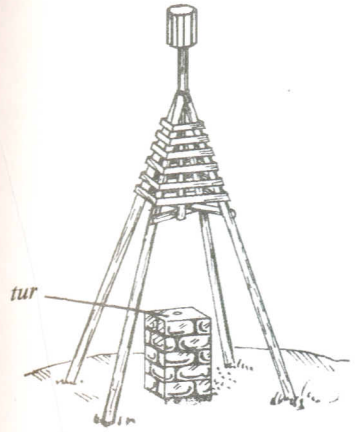
1- va 2- klass punktlari joylashmagan katta bo'lmagan hududlarda 1 : 5 000 va 1 : 2 000 masshtablardagi topografik s'yomkalar uchun geodezik asos sifatida 3- va 4- klass mustaqil geodezik tarmoqlarni qurishga ruxsat etiladi. Bunda har bir triangulyatsiya tarmog'ida ikkitadan kam bo'lmagan tomonlar o'lchanishi kerak; poligonometriya tarmog'i uchun 3- klassda poligon perimetri 60 km dan, 4- klass uchun esa 35 km dan oshmasligi kerak.



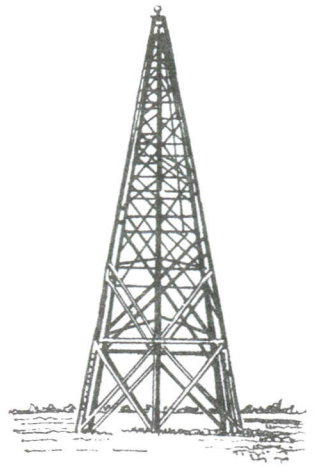
9.3- shakl.

Davlat geodezik planli tarmoq punktlari joyda uzoq muddatga qo'zg'almas qilib qo'shma markaz (9.3- shakl), tog'li hududlarda esa turlar (9.4- shakl) bilan mahkamlanadi.

Punktlarning markazlari yerning muzlamaydigan qatlamidan pastda o'rnatiladi. Triangulyatsiya punktlarining markazi ustma-ust joylashtirilgan cho'yan quymasidan yasalgan ikkita markalardan iborat (9.3- shakl). Ikkala markaning markazi bitta shovun chizig'ida joylashishi kerak. Quyi markaz yaxlit beton (3), beton langar (yakor) (2) va yuqori markaz hisoblangan yaxlit beton (1) dan iborat (9.3- shakl). Yaxlit betonlar (1) va (3) ustiga cho'yan markalar sement qorishmasi bilan mahkamlanadi. Cho'yan marka 9.3- *b* shaklda berilgan. Punkt koordinatalari marka teshigining o'rtasiga, balandligi esa marka o'rtasidagi yarim sfera bo'rtiqning yuqori nuqtasiga to'g'ri keladi. Markaz ustiga tuproq uyilib, tepacha qilinadi (9.3- *a* shakl), atrofi esa chuqurligi 0,4—0,5 m to'rtburchak shaklida ariqcha qilib kavlab qo'yiladi. Planli geodezik tarmoqlar punktlari orasida o'zaro ko'rinishni ta'minlash uchun ularning markazlari ustiga tashqi belgilar — piramidalar (9.4- shakl) yoki signallar (9.5- shakl) quriladi. Piramidaning balandligi 10—12 m, signallarning balandligi esa 15—40 m gacha bo'lib, yog'och yoki metalldan yasaladi.



9.4- shakl.



9.5- shakl.

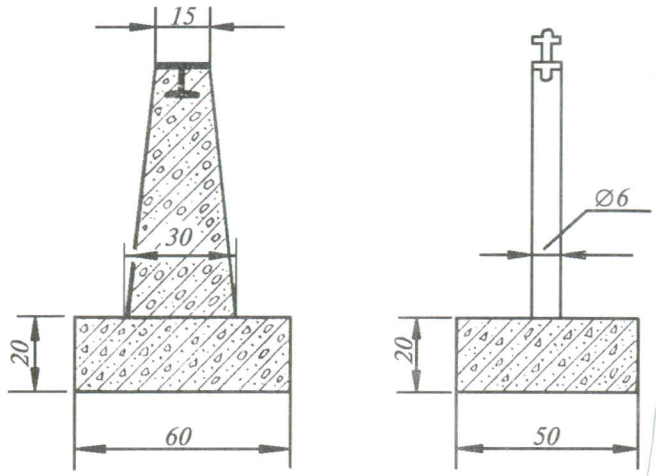
Burchak o'lchashda teodolit piramidaning ostiga, yerga, signalda esa signal yuqori qismida joylashtirilgan maxsus stolchaga o'rnatiladi. Signalning tepa qismida kuzatuvchi uchun maxsus maydoncha ham bo'ladi. Piramida va signal uchiga vizirlash silindri o'rnatiladi.

9.3. Davlat balandlik geodezik tarmoqlari

Davlat balandlik geodezik tarmoqlari, asosan, geometrik va trigonometrik nivelirlash usullari bilan barpo etiladi. Geometrik nivelirlash tarmoqlari ikkita: davlat va texnik nivelirlash tarmoqlariga bo'linadi. Davlat nivelirlash tarmoqlari to'rt klassga bo'linadi. Dastlab bir-biridan uzoq oraliqda I klass nivelirlash yo'llari o'tkaziladi, I klass punktlari ketma-ket II, III va IV klass punktlari bilan tegishli klass nivelir yo'llarini o'tkazib zichlashtiriladi. I va II klass yo'llari tarmog'i butun davlat hududi uchun yagona balandlik asos vazifasini bajaradi.

I klass nivelir yo'llari mamlakat chegaralarida joylashgan dengizlar sathini tutashtiruvchi yo'nalishlar bo'yicha o'tkazilib, eng yuqori aniqlikda bajariladi.

II klass nivelirlash tarmog'i I klass tarmog'i punktlariga tayanib hosil qilinadi. I va II klass nivelir yo'llari nivelirlash uchun qulay bo'lgan joylardan (temir yo'llar, avtomobil yo'llar va katta daryolar yoqalab) o'tkaziladi.



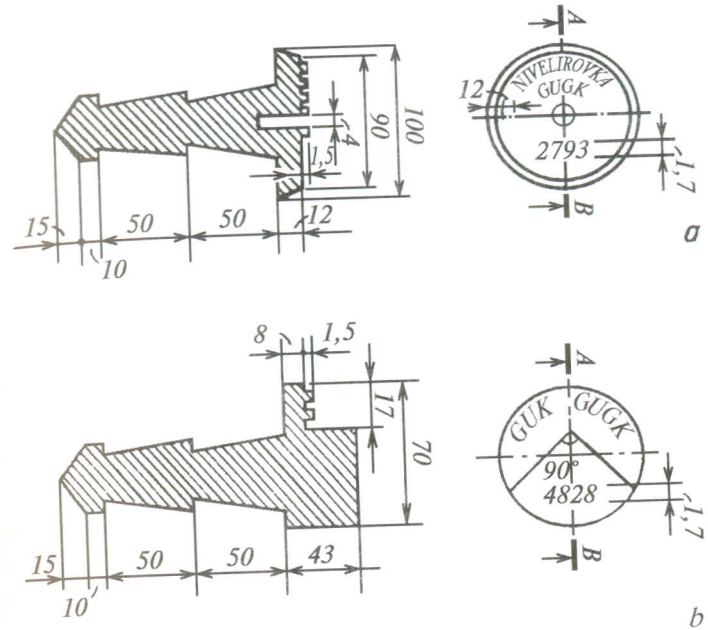
9.6- shakl.

III klass nivelirlash tarmog'i I va II klass punktlariga tayanib hosil qilinadi va perimetri o'rtacha 150 km ni tashkil qiladi. 1:5000 masshtabdagi s'yomkalarni ta'minlash uchun poligon perimetri 60 km dan oshmasligi kerak.

IV klass nivelirlash yo'llari bitta yo'nalish bo'yicha yuqori klass punktlari orasida o'tkaziladi. Bu yo'llarning uzunligi 50 km dan oshmasligi kerak. IV klass nivelirlash yo'llarining punktlari bevosita s'yomkalarning balandlik asosi bo'lib xizmat qiladi.

Barcha klass nivelirlash yo'llari har 5 km da joylashadigan reper (9.6- shakl) va devoriy marka yoki devoriy reperlar (9.7- *a*, *b* shakllar) bilan mustahkamlanadi.

Grunt reperler (9.6- shakl) yaxlit betondan yoki ost tomoni beton langarli temir trubadan yasalib, (9.6- *b* shakl) ustiga marka o'rnatiladi. Reperning balandligi marka ustidagi yarim sferik bo'rtiqning yuqori nuqtasida to'g'ri keladi. Grunt reperining markasi yer yuzidan 60—80 sm chuqurlikda, langar asosi esa yerning muzlash chuqurligidan 0,5 m pastda joylashishi kerak. Devoriy markalar mustahkam binolarning devoriga o'rnatiladi. Markaning mutlaq balandligi marka teshigining markaziga to'g'ri keladi. Devoriy reper binolarning peshtoq (sokol) qismiga o'rnatiladi.



9.7- shakl.

Davlat nivelirlash tarmoqlari quyidagi aniqlikda barpo etilishi kerak:

I klass nivelirlash yo'lida nivelirlashning o'rta kvadratik xatosi 1 km ga $m_h = \pm 0{,}5$ mm; II klass $m_h = \pm 2{,}5$ mm; III klass uchun $m_h = \pm 5{,}0$ mm va IV klass uchun $m_h = \pm 10$ mm dan oshmasligi kerak.

S'yomka masshtabiga qarab davlat planli va balandlik geodezik asos punktlari kerakli zichlikda quriladi va ular joyda mumkin qadar teng masofada joylashtiriladi.

X BOB.

S'YOMKALARNING GEODEZIK TARMOQLARI. PLANLI TARMOQLAR

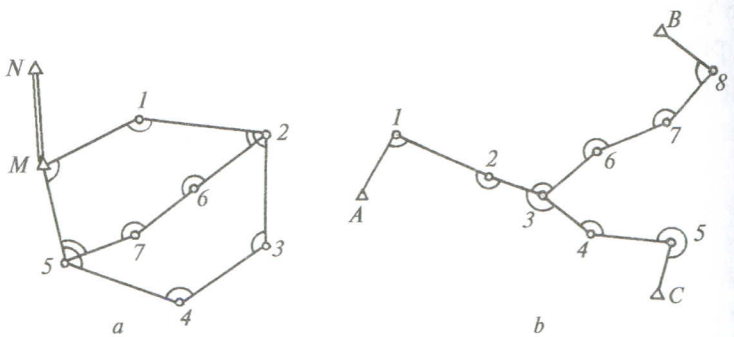
10.1. Teodolit yo'llari va ularni qurish

Yer bo'lagini s'yomka qilishda teodolit yo'li s'yomka asosi sifatida ko'pincha uning chegaralari bo'yicha, diagonal yo'l esa uning ichkarisida o'tkaziladi (10.1- *a* shakl). Bir nechta teodolit yo'llari tugun nuqta orqali o'zaro tutashsa, tugun nuqtali s'yomka tarmog'i deyiladi (10.1- *b* shakl).

Teodolit yo'llarini o'tkazish ishi, odatda, joyning mavjud planlarini topish va ular bilan tanishib chiqishdan boshlanadi. Natijada yo'l nuqtalari hamda joyda mavjud geodezik punktlar o'rni aniqlanib, yo'lning dastlabki loyihasi tuziladi. Keyin esa joyga chiqib joy sharoiti bilan bevosita tanishib chiqiladi (rekognossirovka ishlari bajariladi), natijada loyihaga qo'shimcha aniqliklar kiritiladi va yo'l nuqtalarining joydagi o'rni tanlab olinib mahkamlanadi.

Teodolit yo'li loyihasini tuzish va rekognossirovka ishlarini bajarishda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak bo'ladi:

1. Yo'l burilishi nuqtalari (hech bo'lmaganda uchta qo'shni nuqtalar), bir-biridan ko'rinishni ta'minlash maqsadida, ular mumkin qadar do'nglik joylarda olinishi kerak.



10.1- shakl.

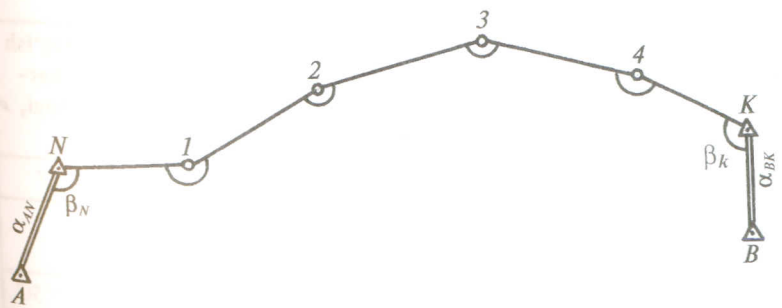
2. Yo'l tomonlari tekis va o'lchash lentasi bilan o'lchashga qulay joylardan (yo'llar, kanallar yoqalab) hamda og'ish burchaklari qiymati kichik joylardan o'tish kerak.

3. Tomonlarining uzunligi 400 m dan katta ya 50 m dan kichik bo'lmasligi, o'rtacha 250 m atrofida bo'lishi kerak.

4. Umuman, tomonlarning uzunligi o'zaro bir-biriga yaqin bo'lsa, maqsadga muvofiq hisoblanadi.

5. Tomonlar orasidagi burchaklar qiymati 180° ga yaqin bo'lishi, ya'ni yo'l cho'zinchoq bo'lishi kerak.

Teodolit yo'li tomonlari orasidagi burchaklar 1 daqiqali yoki 0,5 minutli teodolitlar bilan to'la qabulda (6.8 ga qaralsin), yarim qabullar orasida limb holatini 90° ga o'zgartirib, o'lchab chiqiladi. Har bir tomon uzunligi o'lchov lentasi yoki ikkilangan tasvirli dalnomer bilan ikki marta — to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchab chiqiladi. Birdaniga qiyalikda o'tgan tomonlar og'ishning burchagi o'lchab boriladi. Tomonlar uzunligini bevosita o'lchash imkoni bo'lmasa (daryo, jar va h.k. orqali o'tsa), uni borib bo'lmas masofani aniqlash usulida topiladi (10.3- shaklga qarang). Teodolit yo'lining chekli nisbiy xatosi qiymati yo'lning vazifasiga, uning shakliga va joy sharoitiga qarab belgilanadi. Bu qiymat, odatda, $\frac{1}{1000}$ dan $\frac{1}{2000}$ gacha bo'ladi. Aholi punktlari s'yomkasini bajarishda aniqlikka yuqoriroq talab qo'yiladi (s'yomka masshatblari 1:500 — 1:5000 bo'lganda). Ayrim vaqtlarda aniqligi oshirilgan (1:3000 — 1:4000) teodolit yo'llari quriladi.



10.2- shakl.

Tedolit yo'llari topografik s'yomkalar uchun s'yomka asosini sifatida ham ishlatiladi. Teodolit yo'llarining chekli uzunligi (perimetri) asosan s'yomka masshtabiga bog'liq — masshtab qancha yirik bo'lsa, yo'l shuncha kalta bo'lishi kerak. Masalan, s'yomka masshtabi 1:2000 bo'lganda yo'l uzunligi 2—3 km atrofida bo'lishi kerak.

Geodezik asos punktlarida, direksion burchak va koordinatalarni teodolit yo'liga uzatish maqsadida bajarilgan o'lchash ishlari **teodolit yo'lini bog'lash** deb ataladi.

Ochiq teodolit yo'li ikkita geodezik asos punktlari oralig'ida o'tkaziladi (10.2- shakl). Shaklda *N* va *K* nuqtalari yo'lning boshlang'ich va oxirgi bog'lash nuqtalari hisoblanadi. Bu punktlardan eng kamida bittadan punkt (*A* va *B*) larga qarab yo'nalishlar (direksion burchaklar α_{AN} va α_{KB}) ma'lum bo'lishi kerak.

Teodolit yo'lini geodezik tayanch punktlar N, K, A va B larga bog'lash uchun N va K nuqtalarida yo'l bo'yicha o'ng tomonda joylashgan β_N va β_K burchaklar o'lchanadi. Tekshirish uchun har bir nuqtada bu burchaklarni 360° ga to'ldiruvchi burchaklari ham o'lchanadi.

Bunga bevosita bog'lash deyiladi. Agar teodolit yo'lini faqat bitta nuqtasigina geodezik punktga bog'lansa, o'lchashda yo'l qo'yilgan xato yo'lning hamma nuqtalariga bir xil ta'sir etadi, ya'ni ular teng surilgan bo'ladi. Shuning uchun yo'l eng kamida geodezik asosning ikkita punktiga bog'lanishi kerak.

Teodolit yo'lida burchaklar va tomonlar uzunligini o'lchash natijalari quyida keltirilgan dala o'lchash jurnaliga (11- jadval) yoziladi.

11- jadval

Nuqtalar №		Limb doirasidan olingan sanoqlar	Burchakning hisoblangan qiymati	Burchakning o'rtacha qiymati	O'lchangan tomonlar uzunligi, m	Og'ish burchagi, ″
stansiya	kuzatilgan					
1	2	3	4	5	6	7
			DO' (doira o'ng)			
	1	212°22,5			186,67	+3°50'
			144°52,0		(1—2)	(1—2)

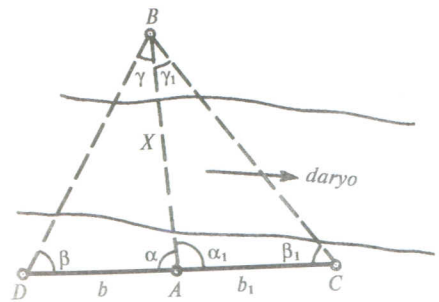
11- jadvalning davomi

1	2	3	4	5	6	7
	3	67°30,5'			186,61 (2—1)	
2			DCH (doira chap)	144°51,5'	186,64	
	1	116°50'				
			144°51'			
	3	331°59'				

10.2. Borib bo'lmas masofalarni aniqlash

Yuqorida aytib o'tilganidek, teodolit yo'lining biron-bir tomoni, masalan, daryoni kesib o'tgan bo'lsa, uni bevosita o'lchab chiqish imkoniyati bo'lmaydi va bunda borib bo'lmas masofani aniqlash usuli qo'llaniladi. Masalan, teodolit yo'lining AB tomoni daryodan o'tgan bo'lsin (10.3- shakl).

Uning uzunligini topish uchun daryo yoqasi bo'ylab lenta bilan o'lchanishi qulay bo'lgan AD=b chizig'i olinib, uchlari yog'och qoziqlar bilan joyda mahkamlanadi va ularning orasi o'lchash lentasi bilan mumkin qadar aniq o'lchanadi. Bu chiziqqa bazis deyiladi. ADB uchburchakda imkoni bo'lsa hamma burchaklar teodolit bilan o'lchanadi. Agar uchburchakda faqat α va β burchaklari o'lchansa, γ burchak $\gamma=180-(\alpha+\beta)$ formulasi orqali hisoblab topiladi.



10.3-shakl.

Shunda sinuslar teoremasiga asosan 10.3- shakldan yozish mumkin:

$$AB = x = \frac{\sin\beta}{\sin\gamma} \cdot b, \qquad (10.1)$$

bu yerda: $AD = b$ — bazis tomonning uzunligi.

Topilgan qiymatni tekshirish uchun joyda qo'shimcha bazis b_1 va burchaklar α_1 va β_1 o'lchanadi (10.3- shakl), shunda tomon uzunligi quyidagi formula bilan topiladi:

$$AB = x = \frac{\sin\beta_1}{\sin\gamma_1} \cdot b_1, \qquad (10.2)$$

Tomon uzunligi x ni anqlash uchun uchburchak shunday tanlanishi kerakki, bazis va aniqlanadigan tomon qarshisidagi burchaklar qiymati 30° dan kichik va 120° dan katta bo'lmasin, shunda tomon uzunligi aniqroq topiladi.

x qiymatlari orasidagi farq 1:1 000 dan katta bo'lmasligi kerak. Bu shart bajarilsa, qiymatlarning o'rtachasi olinadi.

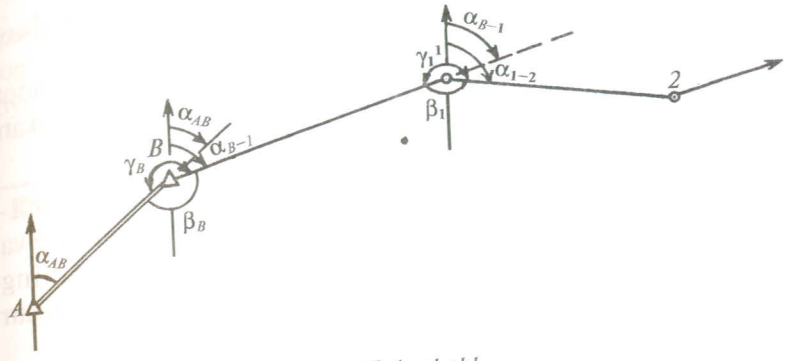
10.3. Teodolit yo'li tomoniga direksion burchakni uzatish

Teodolit yo'li tomoniga direksion burchakni uzatish quyidagi uch usul bilan amalga oshiriladi:

1. Astronomik o'lchash (masalan, quyoshni kuzatish yo'li bilan joydagi chiziq haqiqiy azimutini topish) yoki maxsus giroteodolit asbobi bilan bevosita chiziqning haqiqiy azimuti o'lchanib, unga meridianlar yaqinlashishi uchun tuzatma kiritiladi. Bu usul aniq hisoblanadi, lekin u ancha murakkab va maxsus asboblarni talab qiladi.

2. Maxsus bussol yordamida chiziqning magnit azimuti o'lchanadi va unga magnit milining og'ishi hamda meridianlar yaqinlashishiga tuzatmalar kiritiladi. Bu usuldan kichik yer uchastkalarini s'yomka qilishda foydalaniladi.

3. A va B nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqning direksion burchagini nuqtalarning ma'lum koordinatalari orqali hisoblash va uni joyda belgilangan B—1 chiziqqa uzatish (10.4- shakl). Amalda bu usul ko'proq qo'llaniladi, shuning uchun uni batafsil ko'rib



10.4- shakl.

chiqamiz. AB chizig'ining direksion burchagi α_{AB} A va B nuqtalarining koordinatalari berilgan bo'lsa, teskari geodezik masalani yechish orqali topiladi. 1—2 chizig'ining direksion burchagi $\alpha_{1\text{-}2}$ ni hisoblash uchun joyda B va 1- nuqtalarda gorizontal burchaklar β_B va β_1 o'lchanishi kerak (10.4- shakl). Yo'l bo'yicha bu burchaklar o'ng burchaklar hisoblanadi. Direksion burchak chiziqning hamma nuqtalarida o'zgarmas bo'lishiga asoslanib, boshlang'ich direksion burchak α_{AB} ni A nuqtasidan B ga ko'chiramiz (10.4- shakl) va ushbu shaklga asoslanib quyidagilarni yozamiz:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_{e-1} &= \alpha_{Ae} + 180 - \beta_e \\ \alpha_{1-2} &= \alpha_{e-1} + 180 - \beta \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad (10.3)$$

(10.3) formuladan ko'rinishicha, keyingi chiziqning direksion burchagi orqadagi chiziqning direksion burchagiga 180° ni qo'shib, undan o'ng tomonda yotgan burchakning ayrilganiga teng.

Agar chiziqlar orasidagi o'ng burchaklar o'rniga chap tomondagi burchaklar γ_B va γ_1 o'lchangan bo'lsa, yana o'sha 10.4-shaklga asosan (10.3) formula o'rniga quyidagilarni yozamiz:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_{B-1} &= \alpha_{AB} + \gamma_B - 180 \\ \alpha_{1-2} &= \alpha_{B-1} + \gamma_1 - 180 \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad (10.4)$$

ya'ni, keyingi chiziqning direksion burchagi orqadagi chiziqning direksion burchagiga tomonlar orasidagi o'lchangan chap burchakni qo'shib, yig'indidan 180° ni ayirilganiga teng.

10.4. To‘g‘ri va teskari geodezik masalalarni yechish

Teodolit yo‘li nuqtalari koordinatalarini hisoblashda, inshoot loyihasini joyga ko‘chirishda va boshqa maqsadlarda to‘g‘ri va teskari geodezik masalalarni yechishga to‘g‘ri keladi.

To‘g‘ri geodezik masalada AB chizig‘ining A nuqtasi koordinatalari x_A va y_A (10.5- shakl) chiziqning direksion burchagi α va gorizontal quyilishi d lardan foydalanib, B nuqtasining koordinatalari x_B va y_B topiladi. Masalani yechish uchun berilgan qiymatlar: x_A va y_A; α va d. Topish kerak: x_B va y_B larni.

Keltirilgan 10.5- shaklda AB chizig‘i oddiy holatda, koordinatalar sistemasining birinchi choragida, uning direksion burchagi shimoli-sharq yo‘nalishi bo‘yicha olingan bo‘lib, qiymati rumb qiymatiga teng bo‘ladi.

Shakldan quyidagilarni yozamiz:

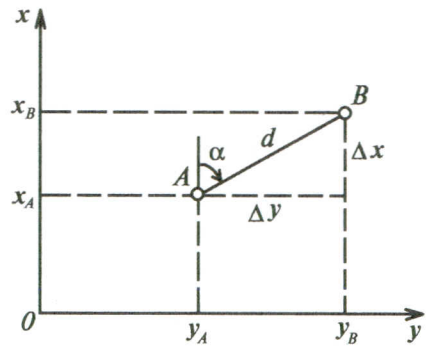
$$\left.\begin{aligned} x_B &= x_A + \Delta x \\ y_B &= y_A + \Delta y \end{aligned}\right\}, \qquad (10.5)$$

bu yerda: Δx va Δy koordinatalar orttirmasi deyiladi.

AB chizig‘ining gorizontal qo‘yilishi d va direksion burchagi a qiymatlari berilganini hisobga olib, shakldagi to‘g‘ri burchakli uchburchakdan quyidagilarni topamiz:

$$\left.\begin{aligned} \Delta x &= d\cos\alpha \\ \Delta y &= d\sin\alpha \end{aligned}\right\} \qquad .(10.6)$$

Ushbu formula bo‘yicha hisoblanadigan Δx va Δy ishoralari



10.5-shakl.

*cos*α va *sin*α larning ishorasiga yoki rumb burchaklarining nomiga bog‘liqdir. Koordinata orttirmalarining ishorasi 12- jadvaldan foydalanib aniqlanadi.

12- jadval

Choraklar	Direksion burchaklarning qiymati	Rumblarning nomi	Orttirmalar ishorasi	
			Δx	Δy
I	0°—90°	SH—SHq	+	+
II	90°—180°	J—SHq	—	+
III	180°—270°	J—G'	—	—
IV	270°—360°	SH—FS	+	—

(10.6) formulalar bo‘yicha Δx va Δy qiymatlari trigonometrik funksiyali kalkulyatorda hisoblansa, koordinata orttirmalarining ishoralarini kalkulyator beradi yoki koordinatalar orttirmasini hisoblash jadvallari bo‘yicha bajariladigan bo‘lsa, α qiymatidan rumb qiymati r ga ma’lum formulalar bo‘yicha o‘tib, rumb nomiga qarab, yuqoridagi jadvaldan Δx va Δy ishoralari aniqlanadi. Shuni hisobga olib, (10.6) formulani quyidagicha yozamiz:

$$\left.\begin{aligned} \Delta x &= d\cos r \\ \Delta y &= d\sin r \end{aligned}\right\}. \qquad (10.7)$$

(10.6) formulani (10.5) ga qo‘yib topamiz.

$$\left.\begin{aligned} x_B &= x_A + d\cos\alpha \\ y_B &= x_A + d\sin\alpha \end{aligned}\right\}. \qquad (10.8)$$

Teskari geodezik masalada AB chizig‘ining uchlari koordinatalari x_A va y_A; x_B va y_B lar berilgan bo‘lib, ushbu chiziqning direksion burchagi α va uzunligi d hisoblab topiladi.

(10.5) formuladan yozamiz:

$$\left.\begin{aligned} \Delta x &= x_B - x_A \\ \Delta y &= y_B - y_A \end{aligned}\right\}. \qquad (10.9)$$

10.6- shakldan AB chizig'ining direksion burchagi α_{AB} quyidagiga teng:

$$tg\alpha_{AB} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}. \quad (10.10)$$

Bu formula bo'yicha hisoblangan natural qiymatdan foydalanib, trigonometrik jadval yoki kalkulyator bo'yicha rumb burchagi topiladi va Δy hamda Δx ishoralariga qarab rumbdan direksion burchakka o'tiladi.

Chiziq uzunligini hisoblash uchun (10.7) formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$d = \frac{\Delta x}{\cos r} = \frac{\Delta y}{\sin r}. \quad (10.11)$$

Bundan tashqari, chiziq uzunligi d 10.5- shakldagi uchburchakdan quyidagicha topilishi mumkin:

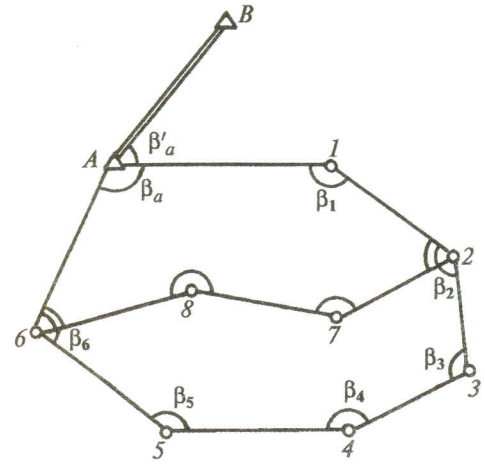
$$d = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}. \quad (10.12)$$

10.5. Yopiq poligon nuqtalarining koordinatalarini hisoblash

Teodolit yo'llarini matematik ishlab chiqish ular nuqtalarining koordinatalarini topish maqsadida bajariladi. Hisoblash ishlarining ko'pligi va murakkabligi o'lchash jurnalidagi chiqarilgan yarim qabullardagi burchak qiymatlar va ular bo'yicha burchakning hisoblangan o'rtacha qiymatini qayta tekshirish vazifasini qo'yadi. Shuning uchun dala hisoblash ishlarini qayta tekshirishga katta e'tibor beriladi. Jurnalning (11- jadval) 5- va 6- ustunlarida yozilgan burchak va chiziqlarning tekshirilgan o'rtacha qiymati siyoh bilan yozib chiqiladi.

Bu yerda yopiq poligon va uning nuqtalariga uchlari bilan bog'langan ochiq poligon teodolit yo'llarini matematik ishlab chiqish ko'rib chiqiladi. Misolda olingan yopiq poligon va uning diagonal yo'li 10.6- shaklda berilgan.

Burchak bog'lanmasligi qiymatini aniqlash va burchaklarni tenglash. Dala jurnalida hisoblangan qiymatlar tekshirib chiqilgandan keyin burchaklar o'rtacha qiymati jurnaldan koordinatalar hisoblash vedomostining (13- jadval) 2- ustuniga



10.6- shakl.

ko'chirib yoziladi va hamma burchaklar qiymati yig'indisi topilib, o'sha ustunning ostiga yoziladi. Yopiq poligonda burchaklar bog'lanmasligi qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$f_\beta = \sum_1^n \beta_a - \sum_1^n \beta_n. \quad (10.13)$$

Bu yerda f_β — burchaklar bog'lanmasligi; $\sum_1^n \beta_a$ — o'lchangan burchaklar yig'indisi; $\sum_1^n \beta_n$ — burchaklarning nazariy yig'indisi.

Yopiq poligon burchaklarining nazariy yig'indisi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\sum_1^n \beta_n = 180^\circ (n-2). \quad (10.14)$$

Bu yerda: n — o'lchangan burchaklar soni.

Bizning misol uchun (10.13) va (10.14) formulalardan foydalanib, $f_\beta = -02'$ ni topamiz (hisoblash tartibi 13- jadval ostida berilgan).

Teodolit yo'lidagi burchak bog'lanmasligi qiymati cheki quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$f_{\beta\,reki} = 1'\sqrt{n}. \quad (10.15)$$

Yopiq poligon nuqtalarining koordinatalarini hisoblash vedomosti

13- jadval

№	Ichki burchaklar (o'ng)		Direksion burchaklar	Rumblar	Poligon tomon goriz. quyil. uzum. (m)	Orttirmalar (m)								Koordinatalar (m)			
						Hisoblangani				Tuzatilgani							
	Olchangan	Tuzatilgan				±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	±	x	±	y
1	2	3	4	5	6		7		8		9		10		11		12
B	$\beta' a$=29°80'		227°08'	—	—												
A	128°20'	128°20'												+	4100,00	+	2500,00
	+0,5'		76°16'	SHSHq 76°16'	221,28	+	52,55	+	214,95	+	52,45	+	214,95				
1	97°55,5'	97°56												+	4152,45	+	2714,95
			158°20'	JSHq:-21°40'	254,78	—	236,78	+	94,06	—	236,90	+	94,06				
2	174°26,5'	174°27'												+	3915,55	+	2809,
			163°53'	JSHq: 16°07'	165,92	—	159,40	+	46,04	—	159,48	+	46,04				

13- jadvalning davomi

1	2	3	4	5	6		7		8		9		10		11		12
3	107 00'	107°00'					—10							+	3756,07	+	2855,05
	+0.5'		236°53'	JG':56°53'	201,91	—	110,31	—	169,11	—	110,41	—	169,11				
4	156°31.5'	156°32'					—12							+	3645,66	+	2685,94
			260°21'	JG':80°2-1'	259,25	—	43,42	—	255,59	—	43,54	—	255,59				
5	104°47'	104°47'					—09							+	3602,12	+	2430,35
	+0.5'		335°34'	SHG': 24°26'	191,00	+	173,90	—	78,99	+	173,81	—	78,99				
6	130°57.5'	130°58'					—18							+	3775,93	+	2351,36
			24°36'	SHSHq:-24°36'	356,60	+	324,25	+	148,63	+	324,07	+	148,64				
A														+	4100,00	+	2500,00

$\Sigma \beta a$=899°58′
$\Sigma \beta a$=900°00′
$f\beta$=–02′

Σd=1650,74 Σ +550,70 Σ +503,68 Σ +550,33 Σ +503,69
Σ —549,91; Σ —503,69; Σ —550,33; Σ —503,69;
$fx = +0,79$ $fx = -0,01$ 0 0

$$\Sigma \beta_n = 180(n-2) = 180(7-2) = 900°$$

$$fd = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{(0,79)^2 + (0,01)^2} = 0,79;$$

$$f\beta_{cheki} = 1'\sqrt{n} = 1\sqrt{7} = 02,6'$$

$$\frac{fd}{\Sigma d} = \frac{0,79}{1651}; \frac{1}{2089} < \frac{1}{2000}.$$

Bizning misol uchun (1015) formuladan:

$$f_{\beta\,chekli} = 1'\sqrt{n} = 1'\sqrt{7} \approx 02,6'.$$

Agar o'lchangan burchaklarning bog'lanmaslik qiymati ushbu formula bo'yicha hisoblangan qiymatdan katta bo'lsa, hisoblash natijalari qayta tekshiriladi, kerak bo'lsa, burchaklarni qayta o'lchab xatolik topiladi va tuzatiladi. Bog'lanmaslik yo'l qo'yarli, ya'ni $f_\beta \le f_{\beta chekli}$ bo'lsa, u hamma o'lchangan burchaklarga teng va o'zining ishorasiga teskari ishora bilan tarqatib beriladi, ya'ni:

$$v_\beta = \frac{-f_\beta}{n}. \qquad (10.16)$$

Ushbu formula bo'yicha tuzatmalarni hisoblashda hamma burchaklar teng aniqlikda o'lchangan deb qabul qilinadi. Amalda bog'lanmaslik kamdan-kam holatda burchaklar soni n ga qoldiqsiz bo'linadi.

Shu sababli ayrim burchaklarga boshqalariga qaraganda kattaroq tuzatma berishga to'g'ri keladi. Qisqa tomonlar orasidagi burchaklar uzun tomonli burchaklarga qaraganda kattaroq xatolik bilan o'lchanishini hisobga olib, ularga kattaroq tuzatma beriladi. Burchaklar qiymatini yaxlit minutlarga keltirish hisobi bilan ham tuzatma tarqatilishi mumkin. Bunda tomonlar uzunligi kalta bo'lsa, yo'l aniqligining pasayishiga olib keladi. Tarqatib berilgan tuzatmalar yig'indisi bog'lanmaslik xatosi qiymatiga teskari ishora bilan teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\sum_1^n v_\beta = -f_\beta. \qquad (10.17)$$

Tarqatilgan tuzatmalar burchak qiymatlari ustiga yoziladi (2-ustunga qaralsin) va ularning ishorasi hisobga olinib, tuzatma kiritilgan burchaklar qiymati 3- ustunga yoziladi. Tuzatilgan burchaklarning yig'indisi (3- ustun) nazariy yig'indiga teng bo'lishi kerak.

Poligon tomonlarining direksion burchaklari va rumbini hisoblash. Nuqtalar koordinatalarini hisoblash uchun to'g'ri geodezik masalani yechish talab qilinadi. Buning uchun har bir tomonning direksion burchagini hisoblab chiqish kerak bo'ladi. Poligon boshlang'ich tomonining direksion burchagi ma'lum

bo'lsa, tomonlar orasidagi tuzatilgan ichki burchaklar orqali qolgan barcha tomonlarining direksion burchaklari (10.3) yoki (10.4) formulalar bo'yicha hisoblab chiqariladi. Misolimizda olingan poligon uchun yo'l bo'yicha o'ng tomondagi burchaklar o'lchanganini hisobga olib, quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_2 &= \alpha_1 + 180 - \beta_2 \\ \alpha_3 &= \alpha_2 + 180 - \beta_3 \\ &\cdots \\ \alpha_7 &= \alpha_6 + 180 - \beta_7 \\ \alpha_1 &= \alpha_7 + 180 - \beta_1 \end{aligned}\right\}.$$

Bu yerda $\alpha_{A-1}=\alpha_1$, $\alpha_{6-A}=\alpha_7$.

Ushbu tenglamalarni ketma-ket bir-biriga qo'shib borib, o'lchangan n burchaklar uchun quyidagi tenglamani yozamiz:

$$\alpha_1 = \alpha_1 + 180(n-2) - \sum_1^n \beta.$$

Bundan β burchaklar tenglanganini hisobga olib, 180(n—2)=Σβ deb yozilsa, quyidagi tenglik kelib chiqadi:

$$\alpha_1 = \alpha_1,$$

ya'ni, yopiq poligonda boshlang'ich direksion burchak va tomonlar orasidagi tenglangan burchaklar orqali ketma-ket ularning direksion burchagi hisoblab borilsa, oxirida boshlang'ich tomon direksion burchagi takroran kelib chiqadi. Bu esa direksion burchaklarni hisoblash nazorati bo'lib xizmat qiladi.

Yuqoridagi 10.6- shaklda berilgan *B* va *A* geodezik punktlar koordinatalaridan (10.10) formula bo'yicha *BA* tomon direksion burchagi $\alpha_{BA}=227°08'$ topilib, bog'lash chap burchagi qiymati $\beta'_a = 29°08'$ va (10.4) formula orqali poligonning boshlang'ich tomoni A-1 direksion burchagi α_{A-1} ni quyidagicha topamiz:
$\alpha_{A-1} = \alpha_{BA} + \beta'_a - 180° = 227°08' + 29°08' - 180° = 76°16'$.
Poligonda o'ng burchaklar o'lchangani uchun keyingi tomonlar direksion burchaklarini yuqoridagi formulalardan topamiz:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{A-1} + 180° - \beta_1 = 76°16' + 180° - 97°56' = 158°20';$$

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180° - \beta_2 = 158°20' + 180° - 174°27' = 163°53'$$

va hokazo. Nazorat hisoblash:

$$\alpha_{A-1} = \alpha_{6-A} + 180° - \beta_a = 24°36' + 180° - 128°20' = 76°16'.$$

Demak, hisoblashlar to‘g‘ri.

Hisoblangan direksion burchaklar 13- jadvalning 4- ustuniga yoziladi. Hisoblash ishlari trigonometrik funksiyali kalkulyatorda bajarilsa, ish osonlashadi.

Oddiy kalkulyatorda hisoblash ishlarini bajarish uchun trigonometrik funksiyalar jadvali yoki maxsus ishlab chiqilgan «Koordinatalar orttirmasi jadvali»dan foydalanish mumkin. Buning uchun hamma burchaklar gradus va minutlarda hisoblanishi kerak va qo‘shimcha koordinatalar hisoblash vedomostining 5- ustuni «Rumblar» ham to‘ldirilishi kerak. Poligon har bir tomonining direksion burchagi bo‘yicha rumb nomi va uning qiymati (2.1) dagi formulalar orqali hisoblanib, jadvalning 5-ustuniga yoziladi.

Jadvalning 6- ustuniga «poligon tomonlarining gorizontal quyilishi» burchak o‘lchash jurnalidan tomonlar uzunligining o‘rtacha qiymatlari ko‘chirib yoziladi. Bunda poligonning qaysi tomoni qiya chiziq bo‘lib, uning og‘ish burchagi o‘lchangan bo‘lsa, (7.8) formula bo‘yicha tuzatma hisoblanadi va chiziq uzunligiga kiritilib, natija jadvalning 6- ustuniga yoziladi. Bizning misolimizda poligonning 3 — 4 tomoni uzunligi $D = 202{,}18$ m, og‘ish burchagi $\nu = 2°45'$ bo‘yicha hisoblangan tuzatma $\Delta D = 0{,}27$ m bo‘lgani uchun chiziqning gorizontal quyilishi $d = D - \Delta D = 202{,}18 - 0{,}27 = 201{,}91$ m ga teng bo‘ladi.

Koordinata orttirmalarini hisoblash. Koordinata orttirmalari yuqorida keltirilgan (10.6) yoki (10.7) formulalarning biri bilan hisoblanadi.

Olingan misolda poligon 1—2 tomoni uchun (10.6) formula bo‘yicha trigonometrik funksiyali kalkulyatordan foydalanib, vedomostning 4 va 6- ustunlaridan α va d qiymatlarini olib topamiz:

$$\Delta x = d\cos\alpha = 254{,}78 \cdot \cos 158°20' = -236{,}78 \text{ m},$$

$$\Delta y = d\sin\alpha = 254{,}78 \cdot \sin 158°20' = +94{,}06 \text{ m}.$$

Xuddi shu chiziq uchun orttirmalarni oddiy kalkulyator va trigonometrik funksiyalar jadvalidan foydalanib, 5- ustundan rumb burchagini olib hisoblaymiz:

$$\Delta x = d\cos r = 254{,}78 \cdot \cos 21°40' = -236{,}78 \text{ m},$$

$$\Delta y = d\sin r = 254{,}78 \cdot \sin 21°40' = +94{,}06 \text{ m}.$$

Bu yerda orttirmalar ishorasini rumb nomidan (qaysi chorakda joylashganiga qarab) aniqlaymiz. Olingan rumb qiymati II chorakda joylashgani uchun Δx va Δy ishoralari tegishlicha «—» va «+» bo‘ladi (12- jadvalga qaralsin). Hisoblangan orttirmalar vedomostning 7 va 8- ustunlariga yoziladi. Xuddi shu tartibda poligonning qolgan tomonlari uchun ham koordinata orttirmalari hisoblab topiladi.

Koordinata orttirmalarining xatosini aniqlash va ularni tenglash. Yopiq poligonda koordinata orttirmalarining algebraik yig‘indisi nazariy jihatdan nolga teng bo‘lishi kerak, ya’ni:

$$\left.\begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_n &= 0 \\ \sum_1^n \Delta y_n &= 0 \end{aligned}\right\}. \qquad (10.18)$$

Amalda esa burchak va tomonlar uzunligini o‘lchashda yo‘l qo‘yilgan xatolar ta’siri natijasida (10.18) formula sharti bajarilmaydi, ya’ni:

$$\left.\begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_n &\neq 0 \\ \sum_1^n \Delta y_n &\neq 0 \end{aligned}\right\}. \qquad (10.19)$$

Shuni hisobga olib, koordinata orttirmalari xatosi uchun yozamiz:

$$\left.\begin{aligned} fx &= \sum_1^n \Delta x_a - \sum_1^n \Delta x_n \\ fy &= \sum_1^n \Delta y_a - \sum_1^n \Delta y_n \end{aligned}\right\}, \qquad (10.20)$$

bu yerda: $\sum_1^n \Delta x_a$ va $\sum_1^n \Delta y_a$ — koordinata orttirmalarining amaliy yig‘indisi (13- jadval 7 va 8-ustunlarining tegishli algebraik yig‘indisi).

(10.18) formula hisobga olinsa, (10.20) quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\left.\begin{aligned} fx &= \sum_1^n \Delta x_a \\ fy &= \sum_1^n \Delta y_a \end{aligned}\right\}. \qquad (10.21)$$

Olingan misolimizda ushbu formula bo‘yicha hisoblangan fx va fy qiymatlari vedomostning 7 va 8- ustunlari ostiga yozilgan.

Hisoblangan orttirmalar bog'lanmaslik qiymati yo'l qo'yarli yoki yo'qligi tekshiriladi. Buning uchun *fx* va *fy* lar bo'yicha poligon perimetridagi bog'lanmaslik absolyut qiymati *fd* quyidagi formuladan topiladi:

$$fd = \sqrt{fx^2 + fy^2}. \qquad (10.22)$$

Absolyut bog'lanmaslik *fd* ning poligon perimetriga nisbati, ya'ni $fd : \sum_1^n d$ perimetrdagi nisbiy bog'lanmaslik deyiladi. Ko'pincha nisbiy bog'lanmaslik surati birga teng oddiy kasr bilan ifodalanadi:

$$\frac{fd}{\sum_1^n d} \le \frac{1}{N}, \qquad (10.23)$$

bu yerda: $N = \sum_1^n d : fd$ bo'ladi.

Perimetrdagi nisbiy bog'lanmaslik qiymati tomonlar uzunligini o'lchash sharoiti yaxshi (qulay) bo'lganda 1:2 000 dan katta bo'lmasligi kerak, ya'ni:

$$\frac{fd}{\sum_1^n d} \le \frac{1}{2000}. \qquad (10.24)$$

O'rtacha o'lchash sharoiti uchun 1:1 500 va noqulay sharoit uchun esa 1:1 000 dan oshmasligi kerak.

Bizning misolimizda $fx = +0{,}79$ va $fy = -0{,}01$ bo'lgani uchun (10.22) formuladan $fd = 0{,}79$ bo'ladi.

13- jadval 6- ustundagi hamma qiymatlarni qo'shib topamiz:

Bu qiymatlarni (10.24) formulaga qo'yib aniqlaymiz:

$$\frac{0{,}79}{1651} = \frac{1}{2089};\ \frac{1}{2100} < \frac{1}{2000}.$$

Demak, orttirmalar bog'lanmaslik qiymati bizning misolimizda yo'l qo'yarli chegarada ekan.

Agarda ushbu shart (10.24) bajarilmasa, bog'lanmaslik xatosi orqali quyidagi formuladan direksion burchak topiladi, $\operatorname{tg}\alpha = fy : fx$ va unga yaqin direksion burchakli poligon tomoni uchun hisoblashlar tekshiriladi, bo'lmasa tomon uzunligi joyda qayta o'lchanadi.

Yuqoridagi misolda *fx* va *fy* qiymatlari koordinata orttirmalariga tomonlar uzunligiga proporsional ravishda teskari ishora bilan tarqatib beriladi.

Orttirmalar uchun tuzatmalar quyidagicha proporsional hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} \nu_{\Delta x} &= \frac{-fx}{\sum_1^n d} d_i \\ \nu_{\Delta y} &= \frac{-fy}{\sum_1^n d} d_i \end{aligned}\right\}, \qquad (10.25)$$

bu yerda: d_i – tuzatma beriladigan tomonning uzunligi.

Hisoblangan tuzatmalar qiymatining kasr qismini ikki xonagacha yaxlitlab yoki santimetrda ifodalab tegishli orttirma qiymati ustiga yoziladi (7 va 8- ustunlarga qaralsin).

Tuzatmalarning to'g'ri hisoblab tarqatilganini tekshirilganda: tuzatmalar yig'indisi bog'lanmaslik xatolari *fx* va *fy* larga teskari ishora bilan teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\left.\begin{aligned} \sum_1^n \nu_{\Delta x} &= -fx \\ \sum_1^n \nu_{\Delta y} &= -fy \end{aligned}\right\}. \qquad (10.26)$$

Har bir tuzatma tegishli orttirma qiymatiga algebraik qo'shilib, natija 13- jadvalning 9 va 10- ustunlariga yoziladi. Tuzatilgan orttirmalarning yig'indisi (9 va 10- ustunlar) yopiq poligon uchun nolga teng bo'lishi kerak. Shundan keyin boshlang'ich nuqtaning berilgan koordinatalari va tuzatilgan orttirmalar qiymati orqali (10.5) formula bo'yicha nuqtalar koordinatalari hisoblanadi, ya'ni:

$$\left.\begin{aligned} x_{i+1} &= x_i + \Delta x \\ y_{i+1} &= y_i + \Delta y \end{aligned}\right\}, \qquad (10.27)$$

bu yerda: i – poligon nuqtalarining tartib raqami: 1, 2, 3, ... *n*.

Yopiq poligonda nuqtalar koordinatasi ketma-ket hisoblab borilganda oxirida boshlang'ich nuqta koordinatalari takroran kelib chiqadi. Bu esa hisoblashlar tekshiruvi bo'ladi.

Olingan misolimizda *A* nuqtaning koordinatalari takroran kelib chiqishi jadvalning 11 va 12- ustunlarida ko'rsatilgan.

10.6. Ochiq poligon (diagonal yo'l) nuqtalarining koordinatalarini hisoblash

Ochiq poligon teodolit yo'lida burchak va orttirmalarni tenglash yopiq poligonga o'xshab bajarilsa ham bog'lanmaslik-larni hisoblash o'z xususiyatiga ega. Hisoblash ishlari quyidagi tartibda bajariladi:

1. 14- jadvalning 1- ustuniga poligon nuqtalarining tartib raqami, yo'lning boshlang'ich va oxirgi uchi tayanch nuqtalari bilan birga yoziladi. Jadvalda olingan misolda 1- va 2- nuqtalar yo'lning boshlang'ich, 6 va *A* nuqtalar esa oxirgi uchining tayanch nuqtalari hisoblanadi (10.6- shakl). 1—2 va 6—A tomonlarning direksion burchaklari α_b va α_{ox} hamda 2- va 6- nuqtalar koordinatalari 13- jadvalda hisoblangan va ular boshlang'ich qiymatlar deb olinib, 14- jadvalga yozilgan.

2. Jadvalning 2-ustuniga yo'l bo'yicha o'ng burchaklar yoki chap burchaklar, misolda o'ng burchaklar, dala o'lchash jurnalidan olib yoziladi va ular yig'indisi $\sum_1^n \beta_a$ olinib ustun tagiga yoziladi.

3. „Direksion burchaklar" ustuniga (4- ustun) boshlang'ich 1 — 2 va oxirgi 6 — *A* tomonlar direksion burchaklari α_b va α_{ox} 13- jadval 4- ustunidan olib yoziladi.

4. Burchaklar xatosi (10.13) formula bo'yicha hisoblanadi. Lekin bunda $\sum_1^n \beta_n$ — burchaklar nazariy qiymati quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_б + n \cdot 180^\circ - \alpha_{ox} \qquad (10.28)$$

bu yerda: α_b va α_{ox} — yo'lning boshlang'ich va oxirgi tomonlarining berilgan direksion burchaklari; n — yo'lda o'lchangan burchaklar (2- ustunga yozilgan) soni.

Yuqoridagi (10.28) formula yo'l bo'yicha o'ng burchaklar o'lchangan vaqtda ishlatiladi. Agar chap tomondagi burchaklar o'lchangan bo'lsa, formula quyidagicha bo'ladi:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_{ox} + n \cdot 180^\circ - \alpha_b \,, \qquad (10.29)$$

14- jadval

Ochiq poligon (diagonal yo'l) nuqtalarining koordinatalarini hisoblash vedomosti

№	O'ng burchakla		Direk-sion bur-chak-lar	Rumb-lar	Poligon tomon goriz. quyil. m his.	Orttirmalar (m)						Koordinatalar (m)			
						Hisoblangani			Tuzatilgani						
	O'l-chan-gan	Tuza-til-gan				±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	x	y
1	2	3	4	5	6		7		8		9		10	11	12
1															
	-0,5'		158°20'												
2	88°42,-	88°42'												3915,55	2809,0-
	5'		249°38'	JG':69°3-8'	144,26	—	50,2-0	—	135,24	—	50,1-2	—	135,30		1
3	124°12'	124°12'							—08					3865,43	2673,7-
		5'	305°26'	SHG' 54°34'	159,50	+	92,4-8	—	129,95	+	92,5-7	—	130,03		1

14- jadvalning davomi

1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11		12
														+	3958,00	+ 2543,68
8	258°55'	258°55'				+18		−15								
•	−0,5'		226°31'	ЖG':46°31'	264,85	182,25	-	192,17	-	182,07	-	192,32				
6	21°55,5'	21°55'												+	3775,93	+ 2351,36
			24°36'													
A																

$\Sigma d = 568,61; \Sigma\Delta x_a = -139,97; \quad \Sigma\Delta y_a = -457,36;$

$\Sigma\beta_a = 493°45'$
$\Sigma\beta_H = 493°44'$
$f\beta = +01'$

$\Sigma\Delta x_H = (-139,62); \quad \Sigma\Delta y_H = (-457,65);$
$fx = -0,35 \qquad fy = +0,29$

$\Sigma\beta_H = \alpha_b + 12 \cdot 180° - \alpha_{ox} =$
$158°20' + 4 \cdot 180° - 24°36 = 493°44'$

$\Sigma\Delta x_n = 3775,93 - 3915,55 = -139,62$
$\Sigma\Delta y_n = 2351,26 - 2809,01 = -457,65$

$fd = \sqrt{(0,35)^2 + (0,29)^2} \approx 0,45;$

$f\beta_{chekli} = 2'\sqrt{n} = 2'\sqrt{4} = 04'$

$$\frac{fd}{\sum d} = \frac{0,45}{568,61} = \frac{1}{1260} < \frac{1}{1000}.$$

Bizning misolimizda yo'ldagi o'ng burchaklar o'lchangani uchun bog'lanmaslik (10.28) formula bo'yicha hisoblanadi. Bu formulaga qo'yiladigan qiymatlar 14- jadvalning 4- ustunidan olinadi:

$$\sum_1^n \beta_n = \alpha_b + n \cdot 180° - \alpha_{ox} = 158°20' + 4 \cdot 180° -$$

$$24°36' = 853°44'.$$

(10.28) va (10.29) formulalari bilan hisoblangan natijalarda ortiqcha 360° (bitta davr) paydo bo'lishi mumkin va bunda natijadan 360° ayirib tashlanishi kerak bo'ladi. Shunga ko'ra yuqoridagi misoldagi natijani quyidagicha yozamiz:

$$\sum_1^n \beta_n = 853°44' - 360°00' = 493°44'.$$

Shunday qilib, burchaklar bog'lanmaslik qiymati (10.13) formula bo'yicha quyidagiga teng bo'ladi:

$$f\beta = \sum_1^n \beta_a - \sum_1^n \beta_n = 493°45' - 493°44' = +01.$$

Chekli xato diagonal yo'l uchun quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$f\beta_{chekli} = 2'\sqrt{n} = 2'\sqrt{4} = 4',$$

bu yerda: n — o'lchangan burchaklar soni.

Hisoblangan xato cheki qiymatini o'lchangan burchaklar xatosi bilan solishtirib, o'lchash xatosi olingan misolda yo'l qo'yiladigan chegarada ekanligini ko'ramiz.

Burchaklar xatosi yopiq poligondagiga o'xshash tarqatiladi va burchaklar qiymati tuzatilib, 3- ustunga yoziladi.

5. Tomonlar direksion va rumb burchaklari yopiq poligonga o'xshash hisoblanadi. Direksion burchaklar to'g'ri hisoblanganligining isboti bo'lib, oxirgi tomonning oldindan ma'lum bo'lgan direksion burchagining takroran kelib chiqishi xizmat qiladi (bizning misolimizda 4- ustundagi 6-*A* tomonining direksion burchagi 24°36 ').

6. Tomonlarning uzunligi o'lchash jurnalidan olinib, 6- ustunga yoziladi. Bunda qiya chiziqlar o'lchangan bo'lsa, ularning gorizontal quyilishi hisoblab olinadi.

7. Yo'l tomonlarining orttirmasi yopiq poligonga o'xshash (10.6) yoki (10.7) formulalarning biri bilan hisoblanadi va 7,8- ustunlarga yoziladi.

8. Orttirmalar bog'lanmaslik xatosi ochiq poligonda quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} f_X &= \sum_1^n \Delta x_a - \sum_1^n \Delta x_n \\ f_Y &= \sum_1^n \Delta y_a - \sum_1^n \Delta y_n \end{aligned}\right\}. \qquad (10.30)$$

Bu yerda: $\sum_1^n \Delta x_n$ va $\sum_1^n \Delta y_n$ — orttirmalar nazariy yig'indisi bo'lib, quyidagi formulalardan topiladi:

$$\left.\begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_n &= x_{ox} - x_b \\ \sum_1^n \Delta y_n &= y_{ox} - y_b \end{aligned}\right\}, \qquad (10.31)$$

bu yerda: x_b, y_b va x_{ox}, y_{ox} — yo'l boshlang'ich va oxirgi tayanch nuqtalarining koordinatalari.

Bizning misolimizda 2 va 6- nuqtalar tayanch nuqtalar bo'lib, koordinatalari 13- jadvalning 11 va 12- ustunlaridan olinib, 14- jadvalning tegishli ustunlariga yoziladi.

Yuqoridagi (10.30) va (10.31) formulalardan foydalanib, 14-jadvalda olingan, misol uchun, *fx, fy, fd* va $fd{:}\sum_1^n d$ qiymatlarni hisoblash jadvalning pastki qismida keltirilgan. Diagonal yo'l asosiy (yopiq) teodolit yo'li nuqtalari orasida o'tkazilganligi uchun unda yo'l qo'yilgan xatolar ta'sirida orttirmalar bog'lanmaslik mutlaq qiymati birmuncha kattaroq bo'ladi va nisbiy qiymati $fd{:}\sum_1^n d \le 1{:}1\,000$ shartni qanoatlantirishi kerak. Bizning misolimizda u 1:1 260 < 1:1 000 bo'lgani uchun (hisoblash 14- jadval ostida keltirilgan) orttirmalar xatosi yo'l qo'yarli chegarada ekanligi tasdiqlandi. Orttirmalarni bog'lash xuddi yopiq poligonga o'xshash bajariladi. Bog'langan (tuzatilgan) orttirmalar va boshlang'ich nuqtaning (misolimizda 2- nuqta) koordinatalari bo'yicha keyingi nuqtalarning koordinatalari yopiq poligonga o'xshash ketma-ket hisoblab chiqiladi. Hisoblashlar oxirida yo'l oxirgi tayanch nuqtasining berilgan koordinatalari kelib chiqishi kerak. Olingan misolda diagonal yo'lning oxirgi tayanch nuqtasi 6- nuqta bo'lib,

koordinatalari 13- jadvaldan olingan. Demak, uning koordinatalari 14- jadvalda quyidagicha takroran hisoblanadi (10.7- shaklga asosan):

$$x_6 = x_8 + \Delta x = 3958{,}00 - 182{,}07 = 3775{,}93 \text{ m};$$

$$y_6 = y_8 + \Delta y = 2543{,}68 - 192{,}32 = 2351{,}36 \text{ m}.$$

Bu esa hisoblash to'g'ri ekanligini bildiradi. Hisoblangan koordinatalar 14- jadvalning 11 va 12- ustunlariga yoziladi.

BALANDLIK TARMOQLARI

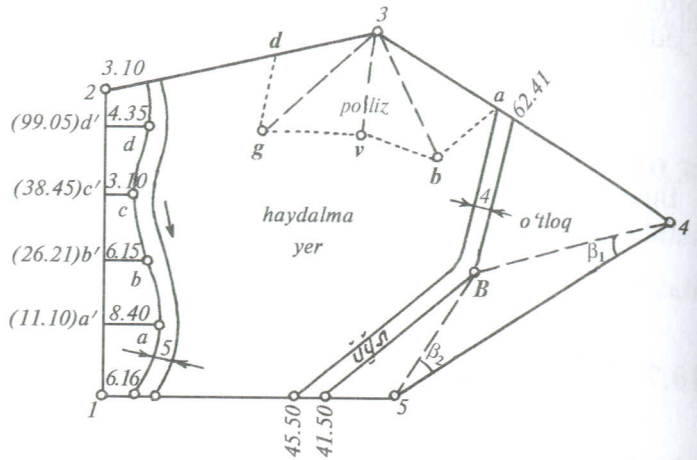
10.7. IV klass va texnik nivelir tarmoqlarini loyihalash va ularni joyda mahkamlash

IV klass va texnik nivelirlash balandlik tarmoqlari 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 va 1:500 masshtablardagi topografik s'yomkalarni bajarish uchun I, II, III va IV klass davlat nivelir tarmoqlarini zichlash maqsadida quriladi. Balandlik tarmoqlarining zichligi va aniqligi relyef kesimi balandligi, topografik s'yomka masshtabi hamda kelgusida shu hududda bajariladigan muhandislik-geodezik, yer tuzish va boshqa ishlarni ta'minlashni ko'zda tutishi kerak. Yirik masshtabli s'yomkalarda balandlik asosni qurish odatda III, IV klass nivelirlash va texnik nivelirlash orqali amalga oshiriladi.

IV klass nivelirlash yo'lining uzunligi 50 km dan oshmasligi kerak. Bunda IV klass nivelirlash faqat bir yo'nalishda bajariladi va nivelir yo'li yoki poligoni bo'yicha xatosi quyidagi absolyut qiymatdan oshmasligi kerak: $f_h = 20\sqrt{L}$, mm, bu yerda L-nivelir yo'li uzunligi yoki poligon perimetri, km da.

S'yomka asosi punktlari balandligini aniqlash uchun hamda zichlash balandlik tarmog'ini hosil qilib, 1:5000, 1:2000, 1:1000 va 1:500 masshtablardagi s'yomkalarni ta'minlash uchun texnik nivelirlash tarmog'i quriladi. Odatda bu tarmoq o'zidan yuqori klass nivelir yo'lining eng kamida uchta punktiga bog'lanishi kerak. Texnik nivelirlash tarmog'iga zichlash planli tarmoq punktlari kiritilishi kerak. Yo'l faqat bir yo'nalish bo'yicha nivelirlashadi. Noiloj hollarda osma (muallaq) texnik nivelir yo'li qurishga ruxsat etiladi. Bunda nivelirlash to'g'ri va teskari yo'nalishda bajarilishi kerak.

Texnik nivelirlash yo'llari yoki poligonlarida nivelirlash xatosining absolyut qiymati quyidagidan oshmasligi kerak:



11.1- shakl.

talardan perpendikulyarlar tushiriladi va tegishli kesimlar oldingiday o'lchanadi (1—*b'*; 1—*c'*; 1—*d'* va *b*—*b'*; *c*—*c'*; *d*—*d'*) qiymatlar oshib boradi, shaklga qaralsin).'

Qutbiy koordinatalar usuli. 11.1- shaklda boshlang'ich yo'nalishga 3—4 tomon, bosh nuqtaga esa 3- nuqta qabul qilinsa, *a, b, v, g, d* nuqtalarni s'yomka qilish uchun 3- nuqtaga teodolit o'rnatiladi, gorizontal doira sanog'i 0°00′ ga to'g'rilanib, ko'rish trubasi 4- nuqtaga qaratiladi. Limb mahkamlanadi va alidada bo'shatilib truba *b*- nuqtadagi reykaga qaratiladi va limbdan sanoq olinadi, ipli dalnomer bilan masofa o'lchanadi. Keyin truba *v*- nuqtaga qaratilib xuddi oldingiday o'lchashlar bajariladi va hokazo. Oxirida truba 4-nuqtaga qayta qaratiladi va gorizontal doiradan olingan sanoq tekshiriladi, u 0°00′ bo'lsa, limb doirasi qo'zg'almagan bo'ladi. Bu nuqtalarni planga tushirishda transportirdan foydalanish uchun limbdan olingan sanoqlar 5′ ga yaxlitlanib olinadi. Nuqtalargacha bo'lgan masofa ipli dalnomerda o'lchanishi uchun 1:5 000 masshtabdagi s'yomka uchun qiymati 150—200 m dan oshmasligi kerak, 1:10 000 masshtab uchun esa 250 m gacha olinadi. O'lchash natijalari maxsus jadvalga yoziladi.

Kesishtirish usuli. Teodolit s'yomkasida bu usul nisbatan kam qo'llaniladi. Kesishtirish usuli ikkita — burchak va chiziq kesishtirishlarga bo'linadi. Burchak kesishtirishda teodolit yo'li nuqtalarida teodolit bilan turib s'yomka qilinadigan nuqtaga (11.1- shaklda yo'l burilish nuqtasi *B*) qarab burchaklar o'lchanadi. S'yomka

3. Loyihani tuzish.

4. Loyihasi tuzilgan nivelir yo'llari bilan joyda tanishib chiqish.

IV klass va texnik nivelir yo'llari 1:10 00—1:25 000 masshtabdagi topografik kartalarda loyihalanadi. Bunday kartaga dastlab ilgari qurilgan planli va balandlik tarmoqlar punktlari, keyin yangi loyihalanayotgan tarmoq punktlari tushiriladi. Yangi loyihalanayotgan IV klass va texnik nivelirlash tarmoqlarini joyda ilgari qurilgan tarmoq punktlariga ulashda quyidagilar hisobga olinishi kerak:

1. Loyihalanayotgan har bir yo'lning boshlang'ich va oxirgi uchlari shu klassdagi yoki undan yuqori klassdagi ilgari qurilgan tarmoq punktlariga bog'lanishi kerak.

2. Loyihalanayotgan IV klass va texnik nivelirlash yo'llarini ilgari qurilgan yo'llar bilan bog'lash bu yo'l punktlaridan birini qurilayotgan yo'lga qo'shib olish bilan amalga oshiriladi.

3. Loyihalanayotgan yo'llar yoqalab 3 km gacha masofada joylashgan punktlar yo'lga qo'shib olinadi.

IV klass va texnik nivelirlash yo'llarini loyihalashda bu yo'llar o'tadigan joy trassasiga quyidagi talablar qo'yiladi: trassalar mumkin qadar nishabi kichik bo'lgan joylarda olinishi kerak; trassalar jarlik, daryo va boshqa to'siqlarni kesib o'tmasligi kerak.

Nivelirlash uchun qulay trassalar bo'lib grunt yo'llar, shosse, dala yo'llari va shunga o'xshashlar xizmat qiladi. Loyihalanayotgan nivelir yo'llarida o'rnatiladigan nivelir belgilarining o'rni quyidagi shartlarga javob berishi kerak: yer qatlami mavsumiy muzlaydigan mintaqalarda belgi o'rni relyefning balandroq hamda grunti qumloq va yer osti suvlarining sathi 3—4 m dan kam bo'lmagan joylar tanlanishi kerak. Ko'chki, karst, o'pirilish va shunga o'xshash hodisalarga duchor bo'lgan joylarda belgi o'rnatilishi man etiladi. Nivelir yo'llarida o'rnatiladigan belgilar konstruksiyasi quyidagi talablarga javob berishi kerak: belgi grunt muhitida uzoq muddatga saqlanishni ta'minlaydigan materialdan iborat bo'lsin; uzoq vaqt davomida belgi qo'zg'almay turishi kafolatlansin. Belgilarni tayyorlash uchun asosiy material bo'lib beton, temir-beton plitalar va metall quvurlar xizmat qiladi. Nivelir belgilari sifatida ishlatiladigan grunt reper, devoriy reper va markalar turlari 9.6. va 9.7- shakllarda berilgan.

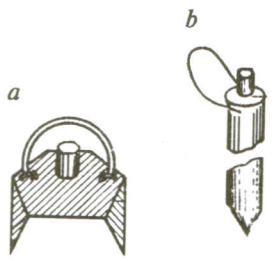
Devoriy reper va markalar 3—4 yil ilgari qurilgan imorat va inshootlar devorida, yerdan 0,4—0,6 m balandlikda o'rnatilishi kerak.

10.8. IV klass nivelirlashni bajarish

IV klass nivelirlash o'rtadan nivelirlash usulida bajariladi. Stansiyada o'rnatilgan nivelirdan reykalargacha masofalar qiymati o'rtacha 100 m; vizirlash nurining yer sirtidan balandligi 0,2 m dan kam bo'lmasligi; nivelirdan reykalargacha masofalarning stansiyadagi farqi 5 m gacha, nivelir yo'lining seksiyasidagi farqi 10 m dan oshmasligi kerak.

Vizirlash sharoiti yaxshi hollarda va nivelir trubasining kattalashtirishi 30^x bo'lsa, reykalargacha masofalarni 150 m gacha olish mumkin. Nivelirlashda reykagacha masofa qadamlab o'lchanadi va u reykadan o'rtadagi ip hamda dalnomer iplaridan biri bo'yicha olingan sanoqlarning ayirmasini hisoblab tekshirib boriladi (16- jadvalga qaralsin).

Nivelirlash H-3, H-3K va shu aniqlikdagi boshqa nivelirlar hamda PH-3 shashkali nivelir reykalari yordamida bajariladi (bu nivelir va reykalarning tuzilishi VIII bobda ko'rib chiqilgan). Nivelirlash uchun dalaga chiqishdan avval nivelir va reykalarni sinchiklab ko'zdan kechirish, tekshirish va sinashlarni yo'riqnoma ko'rsatmasi asosida bajarish zarur. Nivelirlashda reykalar metall boshmoq (10.7- *a* shakl), kostil (10.7- *b* shakl) yoki yerga qoqilgan yog'och qoziqda o'rnatiladi. Stansiyada nivelir o'rnatilib, ishchi holatga keltiriladi, ko'rish trubasi navbati bilan orqadagi va oldingi reykalarga qaratilib sanoqlar olinadi. Har bir sanoq olishdan avval, agar silindrli adilakli nivelir olingan bo'lsa, adilak pufakchasining holatiga qaraladi va u o'rtadan siljigan bo'lsa, o'rta holatga elevatsiya vinti bilan keltiriladi.



10.7-shakl.

Olingan nivelir reykalari turiga qarab nivelirlash stansiyasida o'lchash quyidagi tartibda bajariladi. Ikki yoqli (qora va qizil) reykalar olingan bo'lsa:

1) orqadagi reykaning qora tomonidan o'rta ip va dalnomer yuqori ipi bo'yicha sanoqlar;

2) oldingi reykaning qora tomonidan o'rta ip va dalnomer yuqori ipi bo'yicha sanoqlar;

3) oldingi reykaning qizil tomonidan o'rta ip bo'yicha sanoq;

4) orqadagi reykaning qizil tomonidan o'rta ip bo'yicha sanoq.

Olingan sanoqlar nivelirlash jurnalining tegishli qator va ustunlarida yoziladi (16- jadval). Bu jadvalda birinchi stansiyada sanoq olish va jurnalga yozish tartib raqami qavslarda berilgan.

IV klass nivelirlash jurnalining nusxasi
(qora va qizil tomonli reykalar)
Yo'l: 606 grunt reperdan 227 grunt repergacha.
Sana: Boshlandi: Tugatildi: Ob-havo:

16- jadval

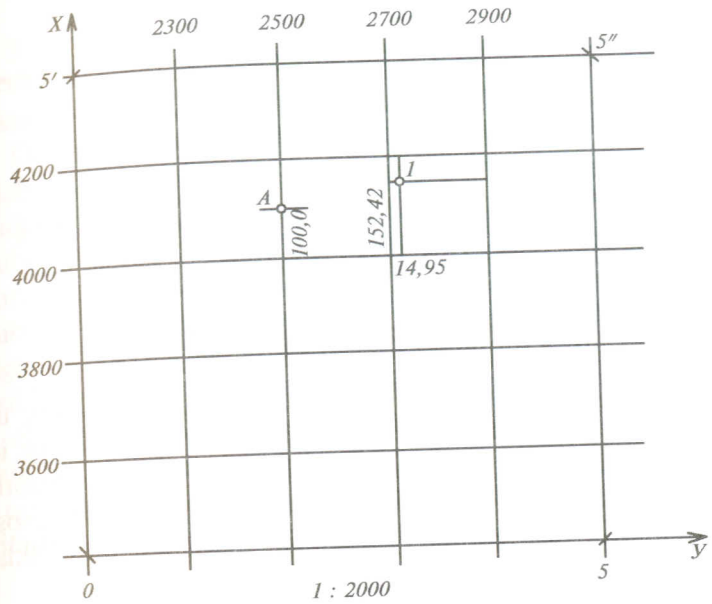
Shtativ № reyka №	Orqadagi va oldindagi reykalargacha dalnomer bo'yicha masofa	Reykadan sanoqlar		Nisbiy balandlik (mm)	O'tacha nisbiy balandlik (mm)
		orqadagi	oldindagi		
1	2	3	4	5	6
1 grunt reper 606 2—1	 375 (7) 372 (8)	1185 (1) 1560 (2) 6247 (6) 4787 (9)	1058 (3) 1430 (4) 6217 (5) 4787 (10)	 +130 (11) +30 (12) +100 (14)	+130 (13)
2 1—2	260 263	1005 1265 6052 4787	1209 1472 6159 4687	—207 —107 —100	—207
3 1—2	 311 313	617 928 5615 4687	798 1111 5848 4787	—183 —283 +100	—183
.... Bet bo'yicha yig'indilar	.... Σ3506(21)	.... Σ42012(15) -43472(16) -1460(19)	.... Σ43472(16)	.... -1460(17) -730(20)	.... -730(18)

16- jadvalning davomi

. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
32		1544	615	+929	+930
1—2	380	1924	995	+1030	
grunt	380	6711	5681	-101	
reper		4787	4686		
227					
606- grunt reperdan 22 7grunt repergacha seksiya bo'yicha hisob					
29010:10x2-=5802 m= -5,8 km n=32 shtat.	Σ29010(21)	Σ414508(15) Σ402784(16) +11724(19)	Σ402784(16)	Σ+11724(17) +5862(20)	Σ+5862(18)

Umumiy nisbiy balandlik h=+5862 mm.

Stansiyada kuzatish natijasidan 16- jadval 3- grafasida orqadagi reykadan o'rta ip bo'yicha sanoq (2) va yuqoridagi dalnomer ipi bo'yicha sanoq (1) lar yoziladi. Tegishlicha 4- grafaga oldingi reykadan o'rta va yuqoridagi iplardan sanoqlar (4) va (3) yoziladi. Shu grafalarga oldingi reyka tomonidan sanoq (5), keyin orqa reykadan sanoq (6) olib yoziladi. O'rta ipdan sanoqlar 200 mm dan kam bo'lmasligi kerak. Hamma sanoqlar olinib yozilgandan keyin nazorat hamda nisbiy balandlikni hisoblashga o'tiladi. Jurnalning 2- grafasida nivelirdan orqadagi va oldingi reykalargacha masofalar, o'rta ip va yuqoridagi iplardan sanoqlar ayirmalari olinib, (2)—(1) va (4)—(3) yoziladi. Reykalar nollarining farqi (6)—(2)=(9) va (5)—(4)=(10) hisoblanadi hamda reykalarni qora tomoni va qizil tomoni bo'yicha nisbiy balandlik qiymatlari (2)—(4)=(11) va (6)—(5)=(12) topiladi. (10)—(9) va (11)—(12) ayirmalari topiladi, ular o'zaro teng bo'lishi kerak (14). Agar (10)—(9) va (11)—(12) ayirmalar o'zaro farq qilsa hisoblashlarda xato borligini bildiradi. Agar farq (14) reykalar nollari ayirmasidan ±5 mm dan farq ortiq chiqsa, kuzatish qayta takrorlanadi. Reykalar nollarining odatda 100 ga teng. Shuning uchun qora tomon bo'yicha nisbiy balandlikda qizil tomon bo'yicha nisbiy balandlikdan 95 dan 105 mm gacha farq qilishi mumkin. Jurnalning har bir sahifasi oxirida va yo'l oxirida nazorat hisoblash bajariladi. Yo'l uzunligi km da hisoblanadi, buning uchun jurnal 2- ustunidagi qiymatlarning (7), (8) va h.k. yig'indilari olinadi (21) va u 10 ga bo'linib 2 ga ko'paytiriladi, yo'l uzunligi m da topiladi. Orqadagi va oldingi reykalardan o'rta ip bo'yicha sanoqlar yig'indisi olinadi, ya'ni, Σ(2)+Σ(6)...=(15) va Σ(4)+(5)...=(16) hamda



11.4- shakl.

shakl). Nol bilan belgilangan chiziqchadagi nuqtaga chizg'ichning nol nuqtasini tutashtirib, u qog'ozning chap qirrasiga parallel holda o'rnatiladi va birinchi hamda oxirgi teshikchalarning yo'nilgan qirrasi bo'yicha 0 va 5′ bilan belgilangan chiziqchalar chiziladi.

So'ngra chizg'ichning nol nuqtasini 5 nuqta bilan tutashtirib, chizg'ich diagonal yo'nalishi bo'yicha qo'yiladi va chizg'ichning yo'nalgan uchini 5′ chiziqcha bilan kesishtiriladi. Natijada 0, 5, 5′ raqamlar bilan belgilangan to'g'ri burchakli uchburchak uchlari topiladi. So'ngra chizg'ichning nol nuqtasini 5 nuqta bilan tutashtirib, u qog'oz o'ng qirrasiga parallel qo'yilib, oxirgi teshikcha qirrasidan 5 ″ chiziqcha chiziladi. Chizg'ich nol nuqtasi qog'ozdagi 0 nuqtaga qo'yilib, diagonal 0 — 5 ″ bo'yicha yo'naltiriladi va chizg'ich uchi yo'nalgan qirrasi bilan 5 ″chiziqcha kesishtiriladi.

Shunday qilib, burchak uchlari 0, 5, 5 ″ nuqtalardan iborat ikkinchi to'g'ri burchakli uchburchak hosil bo'ldi. 0, 5, 5′ va 0, 5′, 5 ″ uchburchaklar qo'shilib, tomonlari 50×50 sm, uchlari 0, 5′, 5 ″, 5 nuqtalardan iborat kvadratni tashkil etadi. Bajarilgan ishlar to'g'riligini tekshirish uchun chizg'ichning nol nuqtasi 5′ nuqta bilan tutashtirilib, qog'ozning yuqori qirrasiga parallel qo'yilsa, uning oxirgi teshigi yo'nilgan qirrasi bilan 5 ″ nuqta tu-

TEODOLIT S'YOMKASI. PLAN VA KARTALARDA YUZANI HISOBLASH

11.1 Teodolit s'yomkasining mohiyati

Teodolit s'yomkasi dala o'lchash ishlaridan boshlanib, uni bajarishda dastlab s'yomka asosi — geodezik punktlar oralig'ida s'yomka tarmog'i barpo qilinadi va u asosda joydagi tafsilotlar s'yomka qilinadi. Teodolit s'yomkasi deyilishiga sabab, asosiy o'lchash ishlari — gorizontal burchaklar va og'ish burchaklari geodezik asbob — teodolit bilan bajarilishidir.

Teodolit s'yomkasini bajarishda yopiq ko'pburchaklar (poligonlar) tarmog'i (10.1- *a* shakl) yoki ochiq ko'pburchaklar tarmog'ini hosil qiluvchi teodolit yo'llari (10.1- *b* shakl) s'yomka tarmog'i bo'lib xizmat qiladi. Bu yo'llar burilish uchi nuqtalarining o'rni joyda mahkamlanadi va koordinatalari aniqlanadi.

Katta bo'lmagan yer bo'laklarini s'yomka qilishda esa yopiq ko'pburchak (poligon) yoki ochiq ko'pburchaklar (10.2- shakl) s'yomka asosi vazifasini bajaradi.

Poligon o'rta qismida joylashgan tafsilotlarni s'yomka qilish uchun poligon o'rtasidan qo'shimcha yo'l o'tkazilsa, unga **diagonal yo'l** deyiladi (2, 6, 7 va 5 nuqtalar, 10.1- *a* shakl).

O'lchashlarni bajarishdan avval yo'llar burilish nuqtalarining o'rni joyda yog'och qoziqlar, yog'och ustunlar (7.2 ga qaralsin) va boshqalar bilan mustahkamlanadi. Nuqtalar mustahkamlangandan keyin tomonlar orasidagi burchaklar, tomonlarning uzunligi hamda ularning og'ish burchaklari (tomonlar uzunligi gorizontal quyilishini hisoblash uchun) o'lchanadi.

Shunday qilib, teodolit s'yomkasini bajarish quyidagi bosqichlardan tashkil topadi:

1. Teodolit yo'li (poligon) nuqtalarini joyda mustahkamlash.
2. Poligon yoki ochiq yo'lda tomonlar uzunligini va gorizontal burchaklarni o'lchash.

3. Joy tafsilotlarini s'yomka qilish.

O'lchashlar natijasi maxsus jurnalga yozib boriladi (11- jadval). Tafsilotlar s'yomkasi asosida abris chiziladi.

Dala o'lchash natijalari kameral sharoitda (xonada) matematik ishlab chiqiladi va teodolit yo'li nuqtalarining koordinatalari topiladi. Sifatli qalin chizma qog'oz (vatman) olinib, tegishli masshtabda unga teodolit yo'li (poligoni) nuqtalari hisoblab topilgan koordinatalari bo'yicha tushiriladi. Planga olish abrisidan foydalanib, yo'l tomonlariga tayangan holda tafsilotlar tegishli shartli belgilar bilan qog'ozga tushiriladi va teodolit s'yomkasining plani hosil qilinadi.

Shunday qilib, yer bo'lagining teodolit s'yomkasi natijasida ushbu joyning faqat tafsilot va predmetlari tasvirlangan plani hosil qilinadi. Teodolit s'yomkasi, asosan, yirik masshtablarda bajariladi va yer, o'rmon tuzish ishlarida keng qo'llaniladi.

11.2. Joy tafsilotlarini s'yomka qilish

Yer bo'lagining chegaralari va o'rta qismi bo'ylab teodolit yo'llari o'tkazilgandan so'ng tafsilotlarni s'yomka qilish boshlanadi, ko'pincha teodolit yo'llarini o'tkazish bilan bir vaqtda tafsilotlar ham s'yomka qilinib boriladi. S'yomka qilinadigan joydagi tafsilotlar shakliga, chegaralarining murakkabligiga, uzoq yoki yaqinligiga qarab quyidagi usullardan biri qo'llaniladi.

To'g'ri burchakli koordinatalar (perpendikulyarlar) usuli. Bu usul teodolit yo'li tomoni yaqinida joylashgan yo'l, daryo, imorat va shunga o'xshashlarni s'yomka qilishda qo'llaniladi. Teodolit yo'lining tomoni abssissa o'qi, nuqtasi esa bosh nuqta va s'yomka qilinadigan inshoot nuqtasidan abssissaga tushiriladigan perpendikulyar chiziqlar uzunligi ordinata deb olinadi.

Masalan, 11.1- shaklda berilgan 1—2 chiziqning 1- uchi koordinata boshiga, 1—2 chiziq esa abssissa o'qiga qabul qilinadi. Uning yaqinida joylashgan daryoni s'yomka qilishda, burilish nuqtalari *a, b, c, d* lar o'rni quyidagicha topiladi.

1—2 chiziq bo'ylab lenta tarang tortib qo'yiladi va unga *a* nuqtadan perpendikulyar tushiriladi. Hosil bo'lgan 1 — *a* kesim lenta bo'yicha aniqlanadi, *a*—*a* esa ruletka bilan o'lchanadi. Lentani 1 — 2 chiziq bo'yicha birin-ketin qo'yib, unga keyingi *b, c* va *d* nuq-

$f_h = 50\sqrt{L}$, mm; bu yerda L — yo'l uzunligi yoki poligon perimetri, km da. Agar 1 km uzunlikdagi nivelir yo'lda nivelir stansiyalarining soni 25 dan oshib ketsa, xato quyidagicha hisoblanishi mumkin: $f_h = 10\sqrt{n}$ mm, bu yerda n—stansiyalar soni. S'yomkalar masshtabiga, relyef kesimi balandligiga va relyef murakkabligiga qarab yuqori klass nivelirlash tarmog'ining punktlari orasida o'tkaziladigan texnik nivelirlash yo'llari uzunligi quyidagi 15- jadvalda berilgan qiymatlardan oshmasligi kerak.

15- jadval

Texnik nivelirlash yo'li agarda:	**Texnik nivelirlash yo'li uzunligi (km) relyef kesimlarida**		
	0,25 m	0,5 m	1 m va ortiq
Yuqori klass punktlari orasida o'tkazilgan bo'lsa	4,0	8,0	16
Yuqori klass punktlari va tugun nuqtalar orasida	3,0	6,0	1
Ikki tugun nuqta orasida	2,0	4,0	8

IV klass davlat nivelirlash yo'li har 5 km da doimiy grunt, qoya yoki devoriy reperlar bilan mahkamlab chiqilgan bo'ladi. Topografik s'yomkalar uchun nivelirlash yo'llari har 1—2 km oraliqda doimiy va vaqtinchali belgilari qo'yilib qo'shimcha mahkamlab chiqiladi. 1:5 000 masshtabdagi s'yomka uchun har 10—15 kv km ga 1 ta balandlik tarmog'ining reperi, 1:2 000 masshtab uchun 5—7 kv km ga 1 ta reper to'g'ri kelishi kerak. Yirik masshtabli s'yomkalarni bajarish uchun nivelir tarmog'ini qurish loyihasi planli tarmoqlarni loyihalash bilan birga olib boriladi. Planli tarmoqning har bir punkti uchun balandlik ham topilishi kerak, shuning uchun dastlab planli tarmoq loyihasi tuziladi va keyin balandlik tarmoqni loyihalashda planli punktlar nivelir yo'liga qo'shib olinadi. Masalan, planli tarmoq poligonmetriya usulida hosil qilinsa, nivelir yo'llari poligonmetriya tomonlari bilan qo'shiladi. Nivelir tarmog'ini loyihalashda ishlar quyidagi tartibda bajariladi:

1. Ushbu joyda ilgari bajarilgan nivelirlash ishlari to'g'risida ma'lumotlar to'plash.

2. Ishlar bajariladigan joyga chiqib tanishib chiqish.

tegishli aniqligini ta'minlash uchun o'lchanayotgan nuqtadagi burchak 40° dan kichik va 140° dan katta bo'lmasligi lozim.

Burchaklar o'rniga nuqtagacha bo'lgan masofalar (yo'nalishlar uzunligi) o'lchansa, chiziq kesishtirish deyiladi. Bunda chiziqlar uzunligi o'lchash asbobi (masalan, lenta) uzunligidan katta bo'lmasligi kerak. 11.1- shaklda *B* nuqtasini s'yomka qilish uchun β_1 va β_2 kestirma burchaklari yoki 4-*B* va 5-*B* kestirma chiziqlar uzunligi o'lchanishi kerak.

Tafsilotlarni s'yomka qilish ish bajaruvchidan tajriba va e'tiborni talab qiladi.

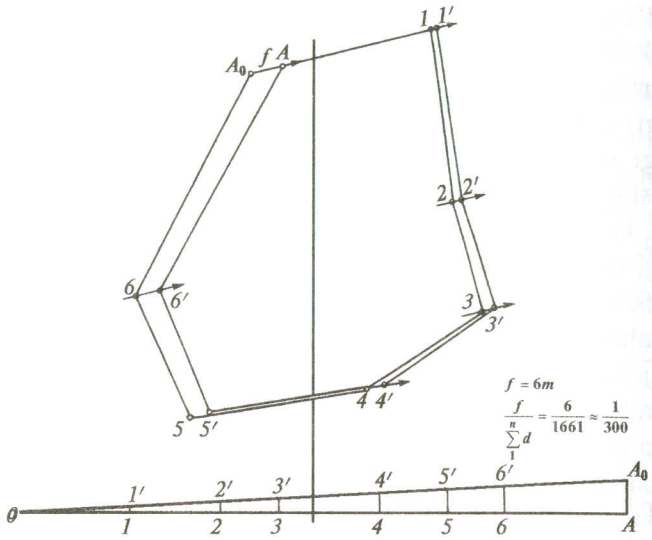
Bunda har bir s'yomka qilinadigan nuqtani o'lchashda yo'l qo'yilgan xato faqat ushbu nuqta uchun ta'sir etadi va nuqtadan nuqtaga uzatilmaydi. Shu sababli ularning to'g'riligini ta'minlash uchun sinchiklab o'lchash va ko'z bilan solishtirib borish zarur. S'yomka vaqtida joydagi qishloq xo'jalik yer turlarini to'g'ri aniqlash va abrisda ko'rsatib borish muhim ahamiyatga ega.

11.3. Poligonni tomonlar rumbi va uzunligi bo'yicha chizish

Poligonni tomonlar rumbi bo'yicha chizish uchun chizadigan qog'oz varag'ining o'rta qismida yuqoridan pastga qarab tikka chiziq tortiladi. Bu varaqda poligon boshlang'ich nuqtasi (bizning misolimizda *A* nuqta) ning o'rni shunday tanlab olinadiki, keyingi nuqtalar tushirilganda poligon varaqning mumkin qadar o'rtasida joylashsin.

13- jadvalning 5- ustunidagi *A*—1 tomon rumbi SHSHq: 76°16′ qiymati bo'yicha planga quyidagicha tushiriladi.

Transportirning markazidagi 0 nuqta chiziqning o'rta qismida belgilangan nuqta bilan tutashtiriladi, bunda rumb I va II chorakларda berilgan bo'lsa, transportir yoyi o'ng tomonga, III va IV choraklarda bo'lsa, chap tomonga qo'yiladi. Berilgan rumb choragiga qarab burchak qiymati shimoldan sharqqa yoki janubdan sharqqa qarab qo'yilib nuqta bilan belgilanadi. Misolda rumb qiymati SHSHq: 76°16′ shimoldan sharqqa qarab qo'yiladi va belgilangan nuqta transportir markazi qo'yilgan nuqta bilan chizg'ich yordamida tutashtiriladi. Chizg'ich o'ziga parallel surilib, qog'ozda belgilangan *A* nuqtasi ustiga ko'chiriladi va chiziq chiziladi. Bu chiziqda *A* nuqtasidan boshlab berilgan masshtabda tomon uzunligi



11.2- shakl.

o'lchab qo'yiladi va 1- nuqta o'rni planda topiladi. Xuddi shu tarzda 2, 3, ..., 6 nuqtalar o'rni planga tushiriladi va oxirida 6—*A* chizig'i tushirilib, *A* nuqtasining o'rni takroran topiladi. Yo'l qo'yilgan o'lchash va chizma ishlari xatolarining ta'siri ostida poligon oxirgi tomonining (6—*A*) rumbi va masofasi bo'yicha topilgan A_0 oldingi *A* nuqta ustiga tushmaydi va poligon A_0A kesim miqdoriga yopilmay qoladi (11.2- shakl). A_0A kesimi poligonning chiziq bog'lanmaslik mutlaq qiymati deyiladi. Uning poligon perimetriga bo'lgan nisbati surati birga teng kasr bilan ifodalanadi va chiziq bog'lanmaslik nisbiy qiymati deyiladi. U 1:300 dan oshmasligi kerak. Agar xato bu chekdan oshib ketsa, planni tomonlarning rumbi bo'yicha yasash ishlari qayta tekshiriladi. Bu ham natija bermasa, dala o'lchash va hisoblash ishlari qaytadan tekshiriladi. Xato yo'l qo'yarli bo'lsa, poligon grafik usulda bog'lanadi. Buning uchun poligonning hamma nuqtalarida (1, 2, 3, ..., 6) A_0A kesimiga parallel chiziqlar chiziladi va ulardan bog'lanmaslik yo'nalishi tomonga qarab tegishli tuzatmalar 1 — 1 ', 2 — 2 ', 3 — 3 ', ..., 6 — 6 ' o'lchab qo'yiladi (11.2- shakl). Har bir nuqtadagi tuzatma uning boshlang'ich nuqta *A* dan boshlab olinadigan masofasiga proporsional qiymatda hisoblanishi kerak. Buning uchun quyidagi tartibda tuziladigan chizmadan foydalaniladi. Poligon chizilgan varaqning quyi qismida poligon perimetri (misolimizda

1650,74 m) ni olib, plan masshtabidan maydaroq masshtabda chizamiz. 11.2- shaklda 0—*A* kesimi. *A* nuqtadan bog'lanmaslik kesimi A_0—*A* ga teng bo'lgan perpendikulyar chiziq chiqaramiz. Hosil bo'lgan A_0 nuqtani 0 nuqtasi bilan tutashtiramiz. Endi 0 nuqtadan boshlab 0 ga qarab 0—1, keyin (*A*—1)+(1—2), undan keyin (0—1)+(1—2)+(2—3) va hokazo chiziq uzunliklarini ketmaket o'lchab qo'yib, 1, 2, 3, ..., 6 nuqtalarni topamiz. O'z navbatida ularning har biridan perpendikulyar chiqarsak, hosil bo'lgan 1—1′, 2—2′, 3—3′, ..., 6—6′ kesmalar tegishli nuqtalardagi tuzatmalar (nuqtalar surilishi kerak bo'lgan qiymatlar) ga teng bo'ladi. Ularning har birini sirkul bilan o'lchab olib plandagi tegishli nuqtalardan o'tkazilgan yo'nalishlar bo'yicha qo'yiladi va 1′, 2′, 3′, ..., 6′ tuzatma kiritilgan nuqtalar o'rni topiladi. Ular chiziqlar bilan tutashtirilib, bog'langan (tuzatilgan) poligon hosil qilinadi. Xuddi shu tartibda diagonal yo'l ham bog'lanadi.

Poligonni rumblar bo'yicha chizishda rumb burchaklarini qog'ozda o'lchab qo'yish uchun transportir ishlatiladi. Geodezik transportirda burchak o'lchash aniqligi pastligi (5′ ga teng) uchun chizilgan poligon ham past aniqlikda bo'ladi.

Poligonni bog'lashda nuqtalar uchun tuzatmalar analitik yo'l bilan hisoblanishi va kiritilishi mumkin. Buning uchun *i* raqamdagi nuqtaning tuzatmasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$v_i = \frac{fd}{\sum_1^n d}(d_1 + d_2 + \ldots + d_i), \qquad (10.32)$$

bu yerda: $d_1+d_2+\ldots+d_i$ — tuzatma hisoblanadigan nuqtagacha bo'lgan masofa; *fd*— poligon bog'lanmaslik xatosi.

Bu formulada $fd:\sum_1^n d$ qiymati hamma nuqtalar uchun o'zgarmas bo'ladi. Hisoblangan tuzatma qiymati plan masshtabida tegishli nuqtada o'lchab qo'yiladi.

Teodolit s'yomkasi planini yetarli aniqlikda hosil qilish uchun poligonning har bir nuqtasi koordinatalari bo'yicha planga tushiriladi, bunda nuqtalar o'rni planda bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda topiladi.

11.4. Teodolit s'yomkasi planini koordinatalar bo'yicha chizish

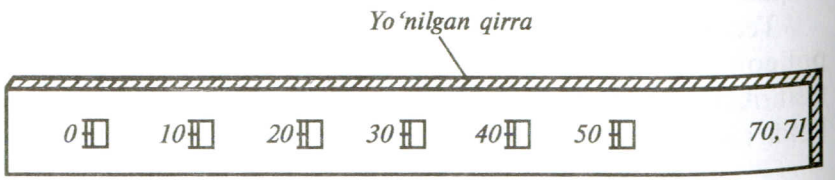
Poligonning shimoldan janub tomonga kattaligi nuqtalar abssissasining eng katta va eng kichik qiymatlari ayirmasi, g'arbdan sharqqa esa ordinatalar eng katta va eng kichik qiymatlarining ayirmasi bilan belgilanadi. Ularni plan masshtabiga keltirib, santimetrda hisoblasak, plan chiziladigan qog'oz varag'ining o'lchamini aniqlagan bo'lamiz.

Hisoblash asosida tanlab olingan vatman qog'ozida tomonlari 10×10 sm bo'lgan kvadrat kataklar yasaladi. Bu ish maxsus metall chizg'ich – Drobishev chizg'ichi yoki LBL chizg'ichi yordamida bajariladi. Ular bo'lmagan taqdirda kvadrat kataklarni kattaroq uzunlikdagi oddiy chizg'ich, ko'ndalang masshtab va sirkullardan foydalanib yasash mumkin.

Drobishev chizg'ichi metalldan yasalgan, uning o'rta qismida 6 ta to'g'ri burchakli teshiklar joylashgan bo'lib, ular har birining chap qirrasi, chizg'ichning uzunasiga bitta yon qirrasi va oxirgi uchi qirrasi yo'nilgan bo'ladi (11.3- shakl). Birinchi teshik yo'nig'ida perpendikulyar yo'nalishda shtrix chizilgan bo'lib, u 0 bilan belgilangan. Qolgan teshiklarning yo'nilgan qirralari noldan hisoblaganda, 10, 20, . . ., 50 sm va chizg'ich oxirgi uchi yo'nilgan qirrasi esa 70, 71 sm yozuvlar bilan belgilangan. Bunday chizg'ichdan foydalanish prinsipi katetlari 50 sm, gipotenuzasi esa 70, 71 sm ga teng to'g'ri burchakli uchburchakni yasashga ($50^2+50^2=70,\ 71^2$) asoslangan.

Ushbu chizg'ich yordamida qog'ozda kvadrat kataklarni yasash tartibini ko'rib chiqamiz.

Bunda dastlab qog'ozning pastki qirrasiga Drobishev chizg'ichi parallel qilib qo'yiladi, birinchi va oxirgi teshiklar yo'nilgan qirrasi bo'yicha qalam bilan ingichka qilib chiziqchalar chiziladi (11.4-



11.3- shakl.

hamma nisbiy balandliklar yig'indisi Σ(11)+Σ(12)...=(17) va o'rtacha nisbiy balandliklar yig'indisi olinadi Σ(13)...=(18). (15)-(16)=(19) farqi (17) ga teng bo'lishi kerak. Ularning teng emasligi yelkalar teng emasligini ko'rsatadi. O'rtacha nisbiy balandliklar yig'indisi (18), agarda yo'ldagi shtativlar soni juft bo'lsa, (17):2=(20) ga teng bo'lishi kerak.

Agar nivelir yo'lidagi shtativlar soni toq bo'lsa, reykalar nollari farqi oxirgi stansiyadagi ishorasi bilan (17) ga qo'ishiladi va natija 2 ga bo'linadi.

Nivelirlash tugatilgandan keyin ochiq yo'llar va poligonlar bo'yicha nivelirlash xatosi hisoblanadi va u quyidagi qiymatdan oshmasligi kerak: $fh_{cheki} = 20\sqrt{L}$ mm.

10.9. Texnik nivelirlashni bajarish

Texnik nivelirlash H-3, H-3K, H-10 seriyali nivelir asboblari va shashkali nivelir reykalari bilan bajariladi. Ular to'g'risida VIII bobda batafsil ma'lumotlar berilgan. Texnik nivelirlash yo'llari joyda doimiy hamda vaqtinchalik belgilar va yog'och qoziqlar bilan mahkamlanishi mumkin.

Texnik nivelirlash o'rtadan geometrik nivelirlash usulida bajarilib, nivelirdan reykalargacha masofa 120 m gacha, qulay sharoitda esa 200 m gacha olinishi mumkin. Vizir nurining yer sirtidan balandligi 0,2 m dan kam bo'lmasligi kerak. Nivelirdan reykalargacha masofalar qadamlab o'lchanadi va ularning stansiyadagi farqi 10 m dan, nivelirlash seksiyasida esa 50 m dan oshmasligi lozim. O'lchovchi kishi nivelirni qo'liga olib orqadagi reyka o'rnatilgan nuqtadan oldinga qarab kerakli masofani qadamlab o'lchab nivelirni o'rnatadi. Oldingi nuqtada reyka tutuvchi nivelirdan oldinga qarab shuncha masofani qadami bilan qo'yadi va reykani o'rnatadi.

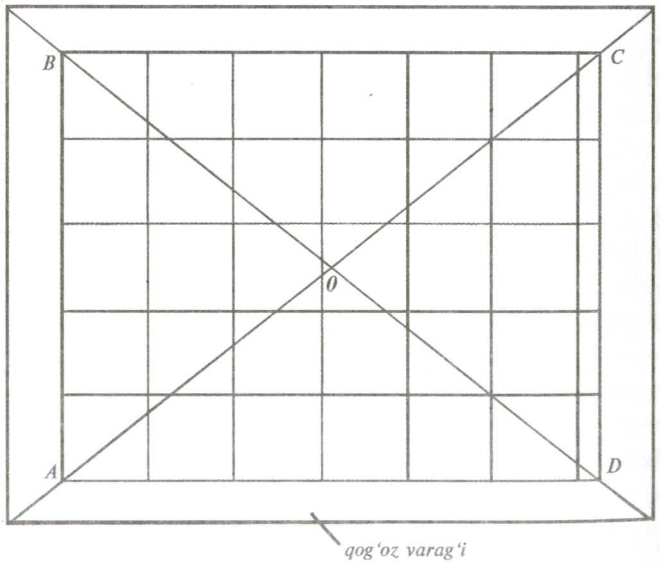
Texnik nivelirlash bir yo'nalishda reykalarni metall boshmoqlar yoki yog'och qoziqlarda o'rnatib bajariladi.

S'yomka tarmog'ini qurishda texnik nivelirlash IV klass nivelirlash tartibida va ketma-ketlikda bajariladi. Faqat bunda dalnomer iplaridan sanoq olinmaydi. Nivelirlash jurnalining shakli ham bir xil bo'lib, faqat texnik nivelirlashda dalnomer masofasi grafasida qadamlab o'lchangan masofalar yoziladi. Nivelirlash jurnalini ishlab chiqish IV klassga o'xshash bajariladi. Nivelir yo'lida yoki poligonidagi nivelirlash xatosi quyidagidan oshmasligi kerak: $fh_{cheki} = 50\sqrt{L}$, mm yoki $fh_{cheki} = 10\sqrt{n}$.

tashishi kerak. Tutashmaslik qiymati 0,2 mm dan oshmasligi kerak. Shundan keyin kvadratning to'rt tomoni chizg'ichning teshikchalari orqali 10 sm li bo'laklarga bo'lib chiqiladi va qarama-qarshi tomonlarda hosil bo'lgan nuqtalar chizg'ichning yo'nilgan qirrasi bilan tutashtirilib chiziqlar chiziladi va kvadrat kataklari to'ri hosil qilinadi. Kvadratlarning o'zaro tengligini tekshirish uchun ulardan birining diagonali sirkul bilan olinib, qolganlarining diagonali bo'yicha qo'yib chiqilganda ular teng bo'lishi yoki ularning farqi 0,2 mm dan oshmasligi kerak.

Bunday maxsus chizg'ich qo'l ostida bo'lmasa, oddiy yo'l bilan kvadrat kataklar to'rini hosil qilish mumkin. Buning uchun olingan qog'oz varag'ining qarama-qarshi burchaklaridan oddiy chizg'ich bilan diagonal chiziqlar o'tkaziladi. Ularning kesishgan nuqtasi 0 dan boshlab to'rtta burchaklarga qarab qabul qilingan uzunlikdagi kesimlar qo'yib chiqiladi va *A, B, C* va *D* nuqtalari topiladi (11.5- shakl). Bu nuqtalarni tutashtirib, to'g'ri burchakli to'rtburchak hosil qilinadi. *A* nuqtadan *B* nuqtaga qarab ko'ndalang masshtabdan sirkul yordamida aniq o'lchab olingan 10 sm ga teng kesim ketma-ket qo'yib chiqilib, nuqtalar belgilanadi.

So'ngra sirkulda olingan o'sha 10 sm li kesim *A* nuqtadan boshlab *D* nuqtaga qarab birin-ketin qo'yilib, nuqtalar belgilanadi.



11.5- shakl.

Xuddi shu tarzda *DC* tomon *D* nuqtadan, *BS* tomon esa *B* nuqtadan boshlab oldingiday kesimlarga bo'linadi. Qarama-qarshi tomonlardagi teng nuqtalardan chiziqlar o'tkazilib, 10×10 sm bo'lgan kvadrat kataklar hosil qilinadi. Ularning tengligini tekshirish yuqoridagi kabi bajariladi.

Kvadrat kataklar to'rini yasab bo'lingach, chiziladigan plan masshtabi va teodolit poligoni nuqtalarining koordinatalari qiymatidan kelib chiqib, kvadrat kataklar to'ri koordinata qiymatlari bilan belgilab chiqiladi. Bizning misolimizda teodolit poligoni nuqtalarining 13- jadvaldagi *x* va *y* qiymatlariga qarab 1:2 000 masshtab uchun 11.4- shakldagi koordinatalar to'ri sonlar bilan yozib chiqilgan. Poligon nuqtalarini koordinatalari bo'yicha planga tushirish boshlang'ich nuqta (13- jadvalda *A* nuqta) dan boshlanadi. Buning uchun ushbu nuqta koordinatalarining ishorasi va qiymatiga qarab nuqta joylashadigan kvadrat aniqlanadi. *A* nuqtasining koordinatalari $x = +4100{,}00$ m va $y = 2500{,}00$ m bo'lgani uchun nuqta joylashadigan kvadratning pastki chap uchi koordinatalari $x = 4000$ m va $y = 2500$ m bo'ladi. Demak, undan boshlab shimolga $4100 - 4000 = 100$ m, sharqqa $2500 - 2500 = 0$ m masshtabda o'lchab qo'yilsa, *A* nuqta topiladi (11.4- shakl).

Koordinatalari $x = +4152{,}42$ m va $y = +2714{,}95$ m bo'lgan 1-nuqta (13- jadval) pastki chap uchi koordinatalari $x = 4000$ m va $y = 2700$ m ga teng kvadratda joylashadi. Undan yuqoriga (shimolga) $4152{,}42 - 4000 = 152{,}42$ m va o'ng tomonga (sharqqa) $2714{,}95 - 2700 = 14{,}95$ m ni plan masshtabida o'lchab qo'yib (11.4- shakl) topilgan nuqtalardan kvadrat tomonlariga parallel chiziqlar chizilsa, ularning kesishishidan 1- nuqtaning plandagi o'rni hosil bo'ladi. Poligon qolgan nuqtalarining o'rni ham planda shu tartibda topiladi.

Planga nuqtalar to'g'ri tushirilganini tekshirish uchun birin-ketin tushirilgan ikki nuqta oralig'i masshtabda sirkul bilan o'lchanib, vedomostdagi (13 -jadval) chiziqning gorizontal quyilishi qiymati bilan solishtiriladi. Agar ular bir-biriga teng chiqsa, nuqtalar planga to'g'ri tushirilgan bo'ladi, aks holda, ular o'rnini planda qayta topiladi.

Tushirilgan har bir nuqta yoniga uning tartib raqami yoziladi. Aynan shu tarzda planga diagonal yo'l nuqtalari ham tushiriladi.

Plandagi teodolit yo'li nuqtalari chiziqlar bilan o'zaro tutashtirib chiqiladi va planda poligon hosil bo'ladi.

Shundan keyin joyda s'yomka qilingan tafsilotlar (11.1- shakl) planga yo'l nuqtalari va tomonlaridan tegishli o'lchangan qiymatlarni o'lchab qo'yib tushiriladi. Bunda dala s'yomkasida olib borilgan abrisdan foydalaniladi. Perpendikulyarlar usuli bilan s'yomka qilingan tafsilot nuqtalari esa planga sirkul, chizg'ichlar (oddiy va uchburchak) hamda ko'ndalang masshtab yordamida tushiriladi. Perpendikulyarlar uzunligi va ularning asosigacha o'lchangan masofalarni uchburchak va oddiy chizg'ichlar yordamida ko'ndalang masshtab va sirkul yordamida o'lchab qo'yib, tafsilot nuqtalari planga tushiriladi.

Qutbiy koordinatalar usulida s'yomka qilingan nuqtalarni transportir, sirkul va ko'ndalang masshtab yordamida o'lchab qo'yiladi. O'lchangan qutbiy burchaklarni qog'ozda yasash uchun transportir markazi teodolit o'rnatilgan nuqtaga, uning nol diametri esa joyda boshlang'ich yo'nalish qilib olingan tomon bilan tutashtirib olinadi. Har bir tushirilgan burchakni chegaralovchi yo'nalish bo'yicha teodolit o'rnatilgan nuqtadan boshlab tegishli masofalar masshtabda qo'yilib topilgan nuqtalar bo'yicha tafsilot chegarasi chizib ko'rsatiladi.

Burchak kesishtirish usuli bilan s'yomka qilingan nuqtalarni planga transportir va chizg'ich yordamida tushiriladi. Bunda burchaklar qaysi tomondan boshlab o'lchangan bo'lsa, transportir bilan o'sha tomondan o'lchab qo'yiladi.

Shunday qilib, planga chegaralari tushirilgan tafsilotlar tegishli topografik shartli belgilar jadvaliga asosan chizib chiqiladi.

Planning ramkasi va ramkadan tashqari yozuvlari ham xuddi shu shartli belgilar jadvalining talabi asosida bajariladi.

Yakuniy chizilgan plan rangli (qora, ko'k, jigar rang va yashil) tushda chizib chiqiladi.

11.5. Yuzani hisoblash usullari

Yer bo'laklarining xo'jalik ahamiyatiga, ularning shakliga, katta-kichikligiga, o'lchashda ishlatiladigan asboblar va kerakli ma'lumotlarning bor-yo'qligiga qarab yuzani hisoblashning quyidagi usullari qo'llaniladi:

1. **Analitik usul** — yuza joyda o'lchangan chiziqlar va burchaklar orqali geometriya, trigonometriya va analitik geometriya formu-

lalari bo'yicha hisoblanadi. Masalan, tomorqalar, qurilish maydonchasi yer bo'laklari, yakka imorat yoki inshoot bilan band maydonlarni hisobga olish va har xil maqsadlar uchun yer bo'laklarini ajratish uchun ularni oddiy geometrik shakllarga — uchburchak, to'g'ri burchakli to'rtburchak, ayrim vaqtlarda trapetsiyaga bo'lib olib, har birining yuzasi tegishli oddiy formulalar bilan hisoblanadi va ularning yig'indisini olib umumiy yuza topiladi.

Katta maydonlar, masalan, xo'jaliklar yeri ularning chegara nuqtalari koordinatalari bo'yicha hisoblanishi qulay bo'ladi va aniq natija beradi (11.6 ga qaralsin).

2. **Grafik usul** — maydonlar yuzasi plan va kartalar bo'yicha o'lchab aniqlangan chiziqlar uzunligi orqali hisoblanadi, ya'ni yer bo'laklari plan yoki kartada uchburchak, to'rtburchak yoki trapetsiyaga bo'linib, ularning asos va balandligi masshtabdan foydalanib o'lchanadi va tegishli formulalarga qo'yib hisoblanadi. Paletkalar yordamida yuza hisoblash ham shu usulga kiradi (11.7- ga qaralsin).

3. **Mexanik usul** — yuza plan yoki kartada maxsus asbob — planimetr yordamida o'lchanadi (11.8- ga qaralsin). Yuqorida ko'rib o'tilgan usullar xo'jaliklar ixtiyorida bo'lgan yerlar yuzasini hisoblashda, yer tuzishda, shuningdek, yerdan foydalanish chegaralarini aniqlashda, xo'jaliklararo yer tuzish ishlarini bajarishda va boshqalarda keng qo'llaniladi.

11.6. Burilish nuqtalari koordinatalari bo'yicha yuzani hisoblash

Biron-bir yer bo'lagining chegaralari bo'yicha teodolit yo'li o'tkazilib, burilish nuqtalarining koordinatalari topilgan bo'lsa, uning yuzasi tegishli formulalar yordamida hisoblab chiqilishi mumkin. Bu formulalar isbotini 11.6- shaklda keltirilgan oddiy 1, 2, 3, 4 to'rtburchak misolida ko'rib chiqamiz. Ushbu poligon yuzi P bilan belgilanib, uni shaklda hosil bo'lgan 1, 2, 2′, 1′; 2′, 2, 3, 3′; 3, 4, 4′, 3′ va 1, 4, 4′ 1′ trapetsiyalar yuzalarining algebraik yig'indisi sifatida hisoblash mumkin. Trapetsiya yuzini hisoblash formulasiga asosan poligon yuzi P uchun 11.6- shakldan yozamiz:

$$P = \frac{1}{2}(y_2 + y_3)(x_2 - x_3) + \frac{1}{2}(y_3 + y_4)(x_3 - x_4) - \frac{1}{2}(y_1 + y_2)(x_2 - x_1) - \\ - \frac{1}{2}(y_1 + y_4)(x_1 - x_4).$$

Bundan 2 ni umumiy maxraj qilib, qavslarni ochib, ishoralariga qarab tegishli qisqartirishlarni bajarib bo'lib, y bo'yicha qo'shiluvchilarni yig'ib, umumiy ko'paytuvchilarni qavsdan chiqarsak quyidagiga ega bo'lamiz:

$$2P = y_1(x_4 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_4) + y_4(x_3 - x_1).$$

Ushbu formuladan kelib chiqadigan qoidani n ta burchakli poligonga tadbiq qilib, umumiy ko'rinishda quyidagi formulani yozish mumkin:

$$2P = \sum_1^n y_i(x_{i-1} - x_{i+1}) , \qquad (11.33)$$

bu yerda: i =1, 2, 3, . . ., n — poligon nuqtalarining tartib raqami.

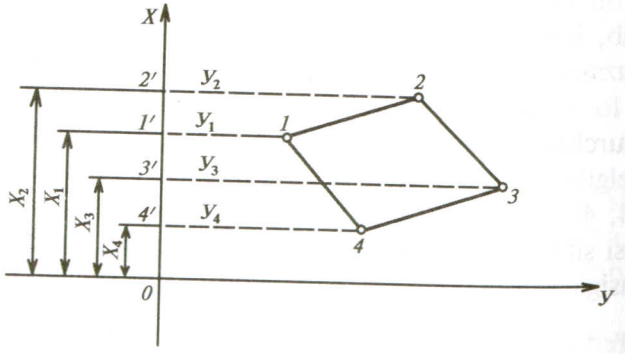
Agar poligon burilish nuqtalarini ordinata o'qiga proyeksiyalansa, yana o'sha 11.6- shaklga asosan yozamiz:

$$2P = x_1(y_2 - y_4) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_1 - y_3)$$

yoki ko'pburchakli poligon uchun:

$$2P = \sum_1^n x_i(y_{i+1} - y_{i-1}) . \qquad (11.34)$$

Ushbu formulaga asoslanib quyidagi ta'rifni yozish mumkin: poligonning ikkilangan yuzi har bir nuqta abssissasini oldingi va orqadagi nuqtalar ordinatalari ayirmasiga ko'paytirib, umumiy yig'indisini olishga barobardir. Hisoblash ishlarini tekshirib borish (11.33) va (11.34) formulalarning qavs ichidagi hadlari orqali amalga oshiriladi. Yopiq poligon uchun ushbu formulalardan quyidagini yozamiz:



11.6- shakl.

$$\sum_1^n (x_{i-1} - x_{i+1}) = \sum_1^n (y_{i+1} - y_{i-1}) = 0 . \qquad (11.35)$$

Bitta poligon uchun (11.33) va (11.34) bo'yicha hisoblangan yuza qiymatlari o'zaro teng chiqishi kerak. Hisoblashni osonlashtirish maqsadida koordinatalar qiymati 0,1 m gacha yaxlitlab yoziladi.

17- jadval

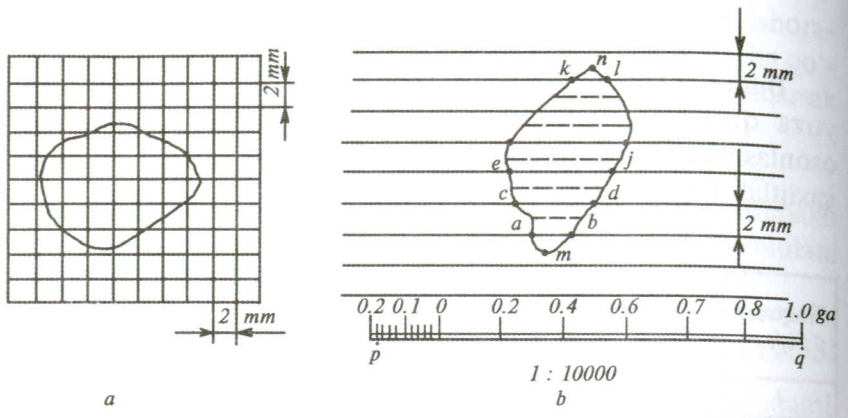
Nuqtalar t/r	Koordinatalar (m)		Ayirmalari (m)		Ko'paytmalari (m²)	
	x	y	$x_{i-1}-x_{i+1}$	$y_{i+1}-y_{i-1}$	$x_i(y_{i+1}-y_{i-1})$	$y_i(x_{i-1}-x_{i+1})$
1	2	3	4	5	6	7
A	+4100,0	+2500,0	-376,6	+363,6	+1490760	-941500
1	+4152,4	+2715,0	+184,5	+309,0	+1283092	+500918
2	+3915,5	+2809,0	+396,4	+140,0	+548170	+1113488
3	+3756,0	+2855,0	+269,9	-123,1	-462364	+770564
4	+3645,6	+2685,9	+154,0	-424,6	-1547922	+413629
5	+3602,0	+2430,4	-130,2	-334,5	-1204869	-316438
6	+3775,8	+2351,4	-498,0	+69,6	+262796	-1170997
-						
			+1004,8	+882,2	+3584818	+2798599
			-1004,8	-882,2	-3215155	-2428935
			0	0	+369663	369664
				2P = 369664 м²		
				P = 184832 м² = 18,48 га		

Hisoblash maxsus jadvalda mikrokalkulyator yordamida bajariladi. Murakkab va ko'p burilish nuqtalaridan tashkil topgan poligonlar yuzi kompyuterda maxsus dastur asosida hisoblanishi mumkin.

13- jadvalda topilgan koordinatalar bo'yicha poligon yuzasini hisoblash yuqoridagi 17- jadvalda keltirilgan.

11.7. Paletka yordamida yuzani hisoblash

Chegaralari egri chiziqdan tashkil topgan mayda konturlar yuzasini hisoblashda paletkalar qo'llaniladi. Paletkalar to'g'ri va egri chiziqli bo'ladi. To'g'ri chiziqli paletkalarga eng ko'p tarqalgan kvadrat va parallel paletkalar kiradi.



11.7- shakl.

Kvadrat paletka — oralari 1 yoki 2 mm dan shaffof selluloidda o‘zaro perpendikulyar o‘tkazilgan chiziqlardan iborat. Perpendikulyar chiziqlar kesishib kvadratlar to‘rini (tomonlari 1×1 yoki 2×2 mm) hosil qiladi (11.7- *a* shakl).

Ayrim vaqtda paletkani to‘g‘ri burchakli kataklardan ham yasash mumkin. Berilgan shakl yuzasi uning ichida joylashgan paletka butun kataklari soniga to‘lamas kataklar sonini ko‘z bilan chamalab aniqlab qo‘shib, bitta katak qiymatiga ko‘paytirib topiladi.

Misol, 1:1 000 masshtabdagi planda olingan shakl yuzasi, paletka katagining tomonlari 2×2 mm bo‘lsa, 11.7- *a* shaklga asosan quyidagicha hisoblanadi. Bitta kvadratning tomonlari olingan masshtabda 2×2 m bo‘lsa, maydoni 4 m^2 ga teng. Butun kataklar soni 14 ta, butun bo‘lmagan kataklar sonini chamalab hisoblasak, ular 7 ta chiqadi, jami esa 21 ta katakni tashkil etadi. Shunda umumiy yuza quyidagiga teng $21 \times 4\ m^2 = 84\ m^2$ bo‘ladi.

Paletkalar yordamida planda kattaligi 2 sm^2 dan ortiq bo‘lgan yuzalarni hisoblash tavsiya etilmaydi. Butun bo‘lmagan kataklar sonini ko‘z bilan chamalab hisoblash o‘lchash aniqligini pasaytiradi.

Yuzalarni parallel chiziqli paletkalar bilan aniqlash uchun shaffof selluloid varaqchasiga 2 mm oraliqdan parallel chiziqlar chiziladi (11.7- *b* shakl).

Yuzalarni bu paletka bilan quyidagicha hisoblanadi. Yuzasi hisoblanadigan shaklga paletka shunday qo‘yiladiki, uning eng chetdagi *m* va *n* nuqtalari parallel chiziqlar orasiga to‘g‘ri kelsin (11.7- *b* shakl).

Shunda shaklning butun yuzi parallel chiziqlar yordamida bir xil balandlikka ega trapetsiyalarga bo‘linadi. 11.7- *b* shaklda *ab*, *cd*, *ej*, ..., *kl* chiziqlar bilan trapetsiyalarning o‘rtacha asosi, uziq chiziqlar bilan esa trapetsiyalarning asoslari ko‘rsatilgan. Shunda trapetsiyalar yuzasi yig‘indisi yoki hisoblanadigan shakl yuzi quyidagicha topiladi:

$$P = ab \cdot h + cd \cdot h + ej \cdot h + \ldots + kl \cdot h.$$

Trapetsiyalar balandligi *h* bir xil bo‘lgani uchun bu formulani quyidagicha yozamiz:

$$P = h\,(ab + cd + ej + \ldots + kl).$$

Demak, yuza qiymatini topish uchun o‘rta chiziqlar uzunligi yig‘indisini olib, *h* balandlikni — parallel chiziqlar orasidagi masofaga ko‘paytirish kerak bo‘ladi.

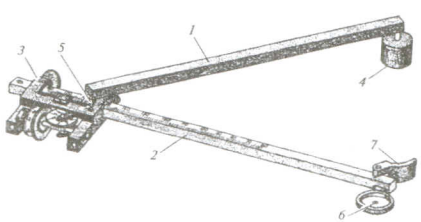
Hisoblashni osonlashtirish uchun o‘rta chiziqlar yig‘indisi sirkul bilan ketma-ket o‘lchanib, uning ikkita oyoqchalari ninasi orasida yig‘iladi. Buning uchun *ab* kesim sirkulda olinadi va uni o‘zgartirmasdan chap ninasi *d* nuqtasiga, o‘ng ninasi esa chap nina bilan bitta gorizontal chiziqda joylashtiriladi. Shundan keyin chap ninasini ko‘tarib suriladi va *c* nuqtasi bilan tutashtiriladi. Natijada sirkulda *ab*+*cd* chiziqlar yig‘indisi hosil bo‘ladi. Xuddi shu tartibda keyingi chiziqlar uzunligi sirkulda o‘lchab topiladi. Oxirigacha sirkulda yig‘ilgan kesim uzunligini ko‘ndalang masshtabga qo‘yib umumiy uzunlik topiladi va balandlik *h* ga ko‘paytirib yuza topiladi.

Hisoblash ishlarini osonlashtirish maqsadida paletka ostiga maxsus shkala chizilib, uning bo‘laklari qiymati tegishli masshtab uchun hisoblab yozib qo‘yiladi (chiziqli masshtabga o‘xshash). 1:10 000 masshtab uchun shkala asosining qiymatini hisoblaymiz. Parallel chiziqlar orasi 2 mm bo‘lsa, berilgan masshtabda shkalaning har bir sm li bo‘lagi 0,20 ga ni tashkil qiladi, ya’ni $20 \times 100 = 0{,}2$ ga. Aniqlikni oshirish uchun shkalaning chap tomondagi bir bo‘lagi (1 sm) 10 bo‘lakka bo‘lib qo‘yiladi (11.7- *b* shakl). Bunday paletka bilan planda yuzasi 10 sm^2 dan katta bo‘lmagan tafsilotlar maydoni o‘lchanadi. Sirkulda olingan *ab*, *cd*, *ej*, ... *kl* kesimlari yig‘indisi *pq* bo‘lsa, yuzasi 1,18 ga ni tashkil qiladi.

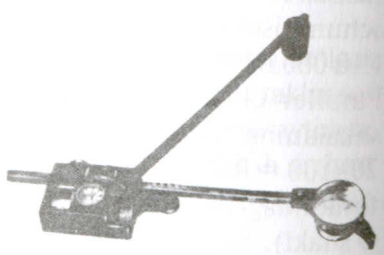
11.8. Planimetrning tuzilishi va uni tekshirishlari

Mexanik usulda plan va kartalarda konturlar yuzasi planimetr yordamida aniqlanadi. Chiziqli, qutbli va elektron planimetrlar mavjud bo'lib, hozirgi paytda ko'p qo'llaniladigani qutbli planimetrdir.

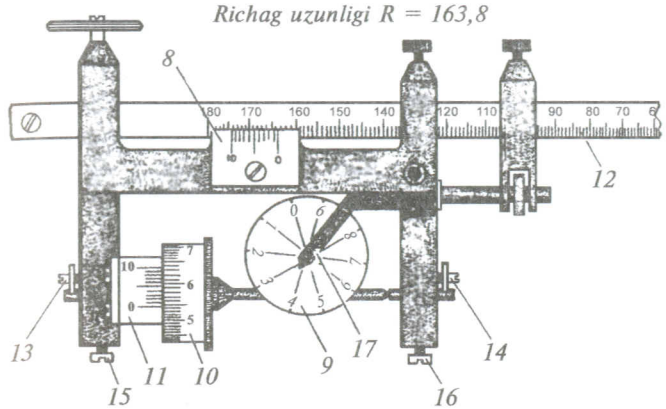
Qutbli planimetr (11.8 va 11.9- shakllar), asosan, qutb richagi (*1*), aylantirish richagi (*2*) va karetka (sanoq olish mexanizmi) (*3*) dan tashkil topgan. Qutb richagining bir uchida qutb – nina bilan yukcha (*4*), ikkinchi uchida esa sharsimon boshli shtift (*5*) joylashgan. Shtift karetkadagi chuqurlikka joylashtiriladi. Yuk ostidagi nina (qutb) taxta yoki stolga yozilgan plan yoki kartaga sanchib qo'yiladi. Aylantirish richagining bir uchida metall gardishga olingan lupa o'rnatilgan bo'lib, uning ostki sirtiga aylantirish indeksi — nuqta (*6*) qo'yilgan. Shakl yuzasi aniqlanayotgan paytda aylantirish nuqtasi shaklning chegarasi bo'yicha dasta (*7*) yordamida sekin yurgiziladi. Aylantirish richagida shkala (*12*), (11.10- shakl) tushirilgan bo'lib, u orqali richagning uzunligi vernyer (*8*) yordamida aniqlanadi (11.10- shakl). Karetkada sanoq olish mexanizmi joylashgan bo'lib, u gorizontal doira — siferblat (*9*), hisob g'ildiragi (*10*) va hisob g'ildiragidan sanoq olish moslamasi vernyer (*11*) dan iborat. Siferblat 10 ta teng bo'lakka, hisob g'ildiragining silindrik sirti 100 ta teng bo'lakka bo'lingan. Vernyer *11* da esa hisob g'ildiragining 9 ta bo'lagiga teng oraliq 10 ta teng bo'lakka bo'lingan.



11.8- shakl.



11.9- shakl.



Sanoq **u** = 3548

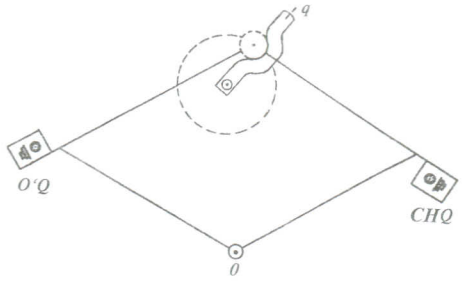
11.10- shakl.

Sanoq olish mexanizmidan olingan sanoq to'rtta raqamdan iborat bo'lishi kerak. 11.10- shaklda keltirilgan sanoqda birinchi raqam siferblatdan — 3 (ko'rsatkich *17* joylashgan oraliqning kichik raqami), ikkinchi va uchinchi raqamlar hisob g'ildiragidan — 54 (vernyerning nol shtrixigacha bo'lgan to'liq bo'laklar soni), to'rtinchi raqam esa vernyerdan — 8 (vernyerdagi hisob g'ildiragining biron-bir shtrixi bilan tutashgan shtrix raqami) olinadi. Demak, sanoq: 3548.

Ish boshlashdan oldin hamma geodezik asboblar singari planimetr ham tekshirilib, zarur hollarda tuzatiladi.

Ishga yaroqli planimetrlar quyidagi shartlarni qanoatlantirishi kerak.

1. Hisob g'ildiragi o'z o'qida erkin va vernyerga tegmasdan aylanishi kerak. Bu shartni tekshirish uchun aylantirish richagi qo'lga olinib, barmoq bilan hisob g'ildiragi aylantirib yuboriladi, shunda g'ildirak o'z inersiyasi bilan uzoq (bir necha soniya) aylanib turishi kerak. Buning uchun vernyer bilan hisob g'ildiragi orasi qog'oz qalinligidan oshmasligi, g'ildirak o'qini tutib turgan (*13* va *14*) vintlar (11.10- shakl) yetarli buralgan bo'lishi kerak. Agar shart bajarilmasa, (*15* va *16*) vintlar bo'shatilib, vernyer bilan hisob g'ildiragi orasi to'g'rilanadi va (*13*, *14*) vintlar yetarli darajada buraladi. Keyin (*15*, *16*) vintlar mahkamlanib, tekshirish takrorlanadi.



11.11- shakl.

2. Hisob g'ildiragining gardishiga tushirilgan rifelli shtrixlar yo'nalishi aylantirish richagining o'qiga parallel bo'lishi kerak. Tekshirish uchun qutb nuqtasi 0 o'zgartirilmasdan biron shakl, masalan, doira chegarasi ikki qutb holatida: o'ng qutb (O'Q) va chap qutb (CHQ) da aylantirib chiqiladi (11.11- shakl). Aylantirish xatosining ta'sirini kamaytirish uchun ma'lum radiusli maxsus ninali chizg'ichdan foydalaniladi. Aylantirishda planimetrning ikkala richagi orasidagi burchak 90° atrofida bo'lishi kerak. Qutbning o'ng va chap holatida olingan sanoqlar ayirmalari $\Delta u_{o'}$ va Δu_{ch} bir-biridan uch bo'lakdan ortiq farq qilmasligi kerak. Agar bu shart bajarilmasa, hisob g'ildiragi gardishidagi rifelli shtrixlar yo'nalishining holati tuzatgich vint yordamida to'g'rilanadi. Shundan keyin tekshirish yana takrorlanishi kerak.

11.9. Planimetrning bo'lak qiymatini aniqlash

Planimetrning bo'lak qiymati deb, planimetrning kichik bir bo'lagiga (vernyer bo'lagiga) planda yoki joyda to'g'ri keladigan c yuzaga aytiladi.

Planimetrning bo'lak qiymati c ma'lum bo'lsa, shakl yuzasi P quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$P = c\,\Delta u\ , \qquad (11.36)$$

bu yerda: Δu — planimetrdan aylantirish boshida va oxirida olingan sanoqlar ayirmasi.

Planimetr bo'lagining qiymati c quyidagi ifodadan topiladi:

$$c = \frac{P_n}{\Delta u}, \qquad (11.37)$$

bu yerda: P_n — planda olingan geometrik shaklning (kvadrat, doira va h.k.) ma'lum yuzasi.

Amalda planimetr bo'lagining qiymati c ni topish uchun planda yuzasi ma'lum bo'lgan shakl, masalan, kvadrat tanlab olinib, uning chegarasi bo'yicha aylantirish nuqtasi qutbning $O'Q$ va CHQ holatlarida ikki martadan aylantirib chiqiladi. Bunda aylantirish richagining uzunligi aniqlangan bo'lib, u o'zgarmay turishi kerak. Sanoqlar va hisoblashlar quyidagi 18- jadvalda keltirilgan.

18- jadval

Planimetr PP-M № 170; $R = 163{,}5$; $P_n = 300$ ga; M 1:10 000.

Sanoqlar, u_1 u_2 u_3	**Sanoqlar ayirmasi,** u_2-u_1 u_3-u_2	**Sanoqlar ayirmasining o'rtachasi,** $\Delta u_{o'r}$	**O'ng va chap qutblardan o'rtachasi,** Δu	**Planimetr bo'lagining qiymati,** $C = \frac{P_n}{\Delta u}$
2516	3152	O'ng qutb (O'Q)		
5668	3150			
8818		3151		
			3150,5	
		Chap qutb (CHQ)		$C = \frac{300}{3150{,}5} = 0{,}0952\ ga$
1111	3151			
4260	3149	3150		
7411				

Plandagi shakllar yuzasini hisoblash qulay bo'lishi uchun planimetr bo'lagining qiymatini yaxlit songa keltirib olish kerak. Agar misolimizda planimetr bo'lagining qiymatini $c_1 = 0{,}0952$ ga va unga mos richag uzunligini $R_1 = 163{,}5$ deb olsak, planimetr bo'lagining qiymati yaxlit son $c_2 = 0{,}1$ ga bo'lishi uchun richag uzunligi R_2 ning qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

$$R_2 = \frac{c_2}{c_1} \cdot R_1\ ,$$

ya'ni:

$$R_2 = \frac{0{,}1}{0{,}09522} \cdot 163{,}5 = 171{,}7.$$

Endi aylantirish richagining uzunligi R_2 qiymatga keltirilib, planimetrning bo'lak qiymati yana aniqlab ko'riladi.

11.10. Planimetr yordamida yuzani aniqlash va bog'lash

Plan yoki karta stolga (taxtaga) tekis qilib yoyib qo'yiladi. Planimetrning qutbi shunday joylashtirilishi kerakki, shakllar aylantirib chiqilayotganda richaglar orasidagi burchak 30° dan kichik, 150° dan katta bo'lmasligi va sanoq olish mexanizmi plandan tashqariga chiqmasligi kerak.

Shakl chegarasida boshlang'ich nuqta belgilab olinib, aylantirish nuqtasi shu nuqtaga qo'yiladi va sanoq u_1 olinadi. Keyin shakl chegarasi bo'ylab aylantirish nuqtasi tekis, bir tezlikda soat mili yurishi bo'yicha yurgizilib, boshlang'ich nuqtaga qaytib kelinganda u_2 sanog'i olinadi. Keyin yana ikkinchi marta aylantirib, boshlang'ich nuqtaga kelinganda u_3 sanog'i olinadi. Bunda ikki marta aylantirish natijasida olingan u_1, u_2, u_3 sanoqlarning ayirmalari teng yoki farqi shakl yuzasi 200 bo'lakkacha bo'lsa, 2 dan; 200 dan 2000 bo'lakkacha bo'lsa, 3 dan; 2000 bo'lakdan ortiq bo'lsa, 4 dan ko'p bo'lmasligi kerak. Sanoqlar ayirmalari ushbu shartni qanoatlantirsa, ayirmalarning o'rtacha qiymati hisoblanadi. Aks holda o'lchash qaytadan bajariladi.

Agar u_2 sanog'i u_1 sanog'idan yoki u_3 sanog'i u_2 sanog'idan kichik bo'lsa, unda sanoqlar ayirmasi olinayotganda kichik sanoqqa 10000 qo'shib olinishi kerak.

Natijalar maxsus hisoblash jadvaliga yozib boriladi (19- jadval).

19- jadval

Planimetr PP-M № 1410, $R = 171{,}7$; $c = 0{,}1$ ga; M 1:10 000

Shakllar	Sanoqlar	Sanoqlar ayirmasi	Sanoqlar ayirmasi o'rtachasi	O'lchangan yuza-si, ga	Tuzatma, ga	Tuzatilgan yuza, ga
I	5820 9159 2502 3129 6474 9816	 3339 3343 3345 3342	O'Q CHQ 3342,2	334,22	+0,58	334,80
II	1667 4011 6354 8196 0541 2888	 2344 2343 2345 2347	O'Q CHQ 2344,8	234,48	+0,40	234,88
III	6544 8837 1131 5527 7824 0120	 2293 2294 2297 2296	O'Q CHQ 2295,0	229,5	+0,40	229,90
				798,20	1,38	799,58

Shakllarning yuzasi aniqlanib bo'lingandan keyin ularning yig'indisi $\sum P_a$ umumiy yuzaning amaliy qiymati deb olinib, u analitik usulda topilgan va nazariy qiymat deb qabul qilingan $\sum P_n$ bilan solishtiriladi. Bunda o'lchash xatosi quyidagicha topiladi:

$$f_p = \sum P_a - \sum P_n . \qquad (10.38)$$

Xatoning chekli qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$f_{P_{chekli}} = 0{,}7c\sqrt{n} + 0{,}05\frac{M}{10000}\sqrt{P}\ \text{ga}. \qquad (10.39)$$

Bu yerda: c — planimetrning bo'lak qiymati; n — yuzasi aniqlangan shakllar soni; M — plan masshtabining maxraji, P — umumiy yuzaning yaxlitlangan qiymati, ga.

Agar o'lchash xatosining qiymati xatoning chekli qiymatidan ko'p bo'lmasa, ya'ni $f_p \le f_{p\,chekli}$ bo'lsa, o'lchash xatoligi f_p teskari ishora bilan o'lchangan yuzalar qiymatiga proporsional tarqatiladi va yuzalarning tuzatilgan qiymati hisoblanadi.

Umumiy yuzaning amaliy qiymati $\sum P_a = 798{,}20$ ga.

Umumiy yuzaning nazariy qiymati $\sum P_n = 799{,}58$ ga.

O'lchash xatosi $f_p = -1{,}38$ ga.
Chekli xato $f_{p\,chekli} = 1{,}53$ ga.
O'lchangan yuzalarga tuzatmalar quyidagicha hisoblanadi:

$$v_i = \frac{-f_p}{\sum P} P_i, \qquad (10.40)$$

bu yerda: v_i — i sonli shakl yuzasiga tuzatma; $-f_p$ — o'lchash xatosining teskari ishoradagi qiymati; $\sum P$ — umumiy yuzaning yaxlit qiymati; P_i — i sonli shakl yuzasining yaxlit qiymati.

Planimetrning afzalligi shundan iboratki, uning yordamida ma'lum matematik shakl (doira, ko'pburchak, to'rtburchak, uchburchak) ko'rinishida bo'lmagan shakllar (ekin maydonlari, ko'llar, yaylovlar va h.k.) yuzasini yetarli aniqlikda o'lchash mumkin.

TAXEOMETRIK S'YOMKA

12.1 Taxeometrik s'yomka va uning mohiyati

Taxeometriya — grekcha so'z bo'lib, tez o'lchash degan ma'noni anglatadi. Taxeometrik s'yomka deganda gorizontal va vertikal s'yomkalarni bir vaqtning o'zida taxeometr deb ataluvchi asbob bilan bajarish tushuniladi.

Taxeometr asbobi o'rnatilgan nuqtaga stansiya deyiladi va undan har bir s'yomka qilinadigan tafsilot va relyef nuqtasiga qarab bir vaqtda gorizontal burchak (biron-bir boshlang'ich yo'nalishga nisbatan), vertikal burchak va dalnomer bilan (oddiy doiraviy taxeometrlarda ipli dalnomer bilan) masofa o'lchanadi.

Taxeometrik s'yomkada qutbiy koordinatalar usuli bilan nuqtalarning plandagi o'rni va trigonometrik nivelirlash usuli bilan esa ularning balandligi topiladi. O'lchash natijalarini ishlab chiqib yer bo'lagining yirik masshtabli topografik plani tuziladi.

Taxeometrik s'yomka, asosan, relyefi notekis, maydoni uncha katta bo'lmagan, eni tor va bo'yiga cho'zilgan tafsilotlari murakkab bo'lgan joylarda qo'llaniladi.

Taxeometrik s'yomkada o'lchash shart-sharoitlarini to'la ta'minlay oladigan eng oddiy taxeometr bo'lib vertikal doiraga ega bo'lgan teodolit asbobi xizmat qiladi. Bunday asbobga **teodolit-taxeometr (doiraviy taxeometr)** deyiladi.

12.2. Taxeometrik s'yomka uchun ishlatiladigan geodezik asboblar

Taxeometrik s'yomka hozirgi kunda, asosan, oddiy geodezik asbob — teodolit-taxeometr (doiraviy taxeometr) yordamida bajariladi. S'yomka jarayonida kerakli o'lchashlarni amalga oshirish uchun mazkur asbobning gorizontal va vertikal doiralari hamda ko'rish trubasidagi ipli dalnomer chiziqlari xizmat qiladi.

Gorizontal doira yordamida s'yomka qilinadigan har bir nuqtaga (bundan keyin piket nuqta deyiladi) qarab, qutbiy gorizontal burchakni, vertikal doira yordamida vertikal (og'ish) burchakli va ipli dalnomer bilan piket nuqtagacha masofani o'lchash (6.8), (6.10) va (7.6) mavzularda batafsil bayon etilgan va kerakli formulalar keltirilgan. O'lchangan vertikal burchak va dalnomer masofasi bo'yicha nisbiy balandlikni hisoblash esa (8.10) mavzuda to'la-to'kis yoritilgan.

Hozirgi kunda ishlab chiqarishda keng qo'llanilayotgan hamda yangi ishlab chiqarilayotgan texnik aniqlikdagi va aniq teodolitlarning barchasi doiraviy taxeometrlar bo'lib xizmat qila oladi (2T30П, 3T30П, 4T30П, 4T15П, 2T5K va boshqalar).

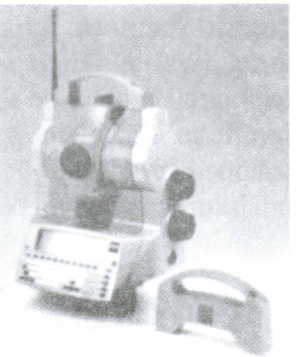
Keyingi yillarda taxeometrik s'yomkani bajarishda har xil tipdagi taxeometrlarning shunday turlari ishlatilmoqdaki, ular yordamida nuqtalarning nisbiy balandligi va masofaning gorizontal quyilishi avtomatik ravishda reykadan olingan sanoq sifatida aniqlanadi.

Bunday prinsipda o'lchaydigan taxeometrlarga *TД* – nisbiy balandlik va masofaning gorizontal quyilishini gorizontal o'rnatiladigan reyka orqali aniqlash imkonini beruvchi ikkilangan tasvirli avtoreduksiyali taxeometr; *TH* – truba ko'rish maydonida ko'rinadigan nomogramma (egri chiziqlar) va vertikal o'rnatilgan reyka bo'yicha nisbiy balandlik *h* va gorizontal masofa *d* ni o'lchashni ta'minlaydigan nomogrammali taxeometr; *TЭ* – elektrooptik (elektron) taxeometr, gorizontal va vertikal burchaklarni hamda masofani o'lchab natijalarni avtomatik ravishda yozib hisoblab boradigan asboblar kiradi.

Hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan elektron taxeometrlar o'lchash-hisoblash sistemasidan tashkil topgan, unga ixcham masofa o'lchash elektron dalnomeri, gorizontal va vertikal burchaklarni o'lchab, natijasini tablo (monitor) ga chiqarib va birdaniga xotiraga yozib qayd qilib boruvchi elektron taxeometr, natijalarni dastlabki ishlab chiqish uchun kichik kompyuterlar kiradi.

Hozirgi zamon elektron taxeometrlarini takomillashtirish asbobning o'zida o'rnatiladigan va tashqi yodda saqlaydigan modullar bilan jihozlashga qaratilgan. Hozirgi elektron taxeometrlar tasnifiga ko'ra sistemali hamda kundalik s'yomkalarda ishlatiladigan taxeometrlarga bo'linadi va bir-biridan aniqligi hamda avtomatlashtirilgan darajasiga qarab farq qiladi. Sistemali taxeometrlarga Elta

S10, S20 (Germaniya), TRS-Sustem-1000 (Shveytsariya) va boshqalar kiradi. 12.1- shaklda berilgan Elta S10 sistemali taxeometrlar bilan burchak o'lchash aniqligi 1″, masofa o'lchash aniqligi esa 1 mm + 2rrt. U motorlashtirilgan bo'lib, quyidagi imkoniyatlarga ega: o'lchash jarayonini to'la avtomatlashtirish, foydalanuvchi tomonidan dastur ishlab chiqib undan foydalanish, mo'ljalni (qaytargichni) avtomatik to'la doira bo'ylab qidirish va avtomatik ravishda o'lchash, o'lchash natijalarini xotiraga yozib olish, taxeometrni masofadan turib radiomodem orqali boshqarish va hokazo.



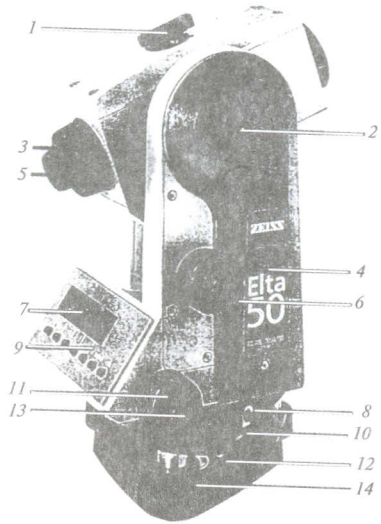
12.1- shakl.

Kundalik ishlatiladigan o'rta aniqlikdagi taxeometrlar TS 600 (Shveytsariya), Elta R55 (Germaniya), hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan taxeometrlar bo'lib, burchak o'lchash aniqligi 3 — 5″, chiziq o'lchash aniqligi esa 3mm + 3rrt dan 5mm + 5rrt gacha. Ularning konstruksiyasida quyidagilar ko'zda tutilgan: o'lchangan natijani xotirasiga yozish, asbobga kiritilgan standart dastur, o'lchash jarayonlarini dastur asosida boshqarish hamda joyda standart geodezik mashqlarni bajarish va boshqalar.

Elta R55 taxeometri (12.2- shakl) taglikdagi ko'targich vintlar (*14*), gorizontal doira alidadasining mahkamlagich vinti (*13*) va qaratgich vinti (*11*), tregerda o'rnatilgan doiraviy adilak (*10*), tregerni mahkamlagich vinti (*8*), klaviatura (*9*), displey (*7*), qarash trubasini mahkamlagich vinti (*6*) va qaratgich vinti (*4*), qarash trubasi okulyari (*5*) va fokuslash vinti (*3*), asbob balandligini o'lchash uchun belgi (*2*) va trubani qaratish kollimatori (*1*) dan iborat.

Taxeometr displeyi ikki betdan iborat bo'lib, birinchisida o'lchashlar va hisoblashlar, ikkinchisida esa nuqtalar tartib raqami, kodi va yodlash manzili beriladi. Xohlagan daqiqada bir betdan ikkinchi betga o'tish mumkin. Klaviaturadagi *ON* va RN_r knopkalarni bosib, nuqtalar raqami va kodini kiritishga tayyorlanadi.

Funksional klavishlarni „←“ va „→“ ga ketma-ket bosib, kerakli pozitsiyalarga o'tiladi.



12.2- shakl.

Nuqtalar koordinatalari interfeys porti orqali yoki asbob klaviaturasi orqali qo'lda kiritilishi mumkin.

Burchak o'lchash aniqligi 5″, masofa o'lchash aniqligi 5 mm + 3 rr, truba kattalashtirishi 26ˣ, burchak gradus, daqiqa, soniyada o'lchanadi, kompensatorning ishlash chegarasi ±2′40″, bitta prizma bilan masofa o'lchash 1,3 km gacha, uchta bilan – 1,6 km, o'lchashga sarflanadigan vaqt 3 s.

Taxeometrda joylashtirilgan dastur quyidagilarni ta'minlaydi: asbobni balandlik bo'yicha bog'lash, asbobni ma'lum nuqtaga bog'lash, teskari kesishtirish, qutbiy kesishtirish, perpendikulyar uzunlikni aniqlash, vertikal tekislikda nuqta o'rnini aniqlash, nuqtalar orasidagi masofani aniqlash, obyektlar balandligini aniqlash, rejalash ishlarini bajarish va boshqalar.

Klaviaturasi 7 ta klavishdan iborat, ular har xil funksiyalarni bajaradi. Yodga yozishi – taxminan 1400 satrga mo'ljallangan yodlash hajmiga ega. Tok bilan ta'minlash akkumulyator batareyasidan amalga oshiriladi. Taxeometrning ish xususiyatlari: gorizontal va vertikal doiralarni elektron skanerlash, masofalarni fazani solishtirish usulida elektron-optik o'lchash, vizirlash chizig'i yo'nalishida asbob o'qini kompensator bilan vertikal holga

keltirish, kollimatsiya va kompensator xatolariga avtomatik tuzatma kiritib borish, ma'lumotlarni kiritish va chiqarish interfeysi, grafik rejimda ishlaydigan displey (128×32 piksel), oddiy foydalanadigan va oson o'zlashtirish imkonini beradigan foydalanuvchi interfeysi, asbobga kiritilgan unumli amaliy dastur, o'lchash va hisoblash natijalarini doimiy va ishonchli nazorat qilish hamda aniq maslahat berish tizimi hisoblanadi.

12.3. Taxeometrik s'yomka asosi. Taxeometrik yo'llar

Taxeometrik s'yomkani bajarish uchun joyda mavjud geodezik asos punktlari va s'yomka asos nuqtalari zichligi shunday darajaga yetkazilishi kerakki, ular oralig'ida 20- jadvalda ko'rsatilgan talablarni ta'minlagan holda taxeometrik yo'llarni o'tkazish mumkin bo'lsin. Taxeometrik yo'l dastlab mavjud topografik kartada, joydagi geodezik asos punktlari orasida loyihalanadi. Joyga chiqib loyihalangan yo'l nuqtalarining o'rni tanlanadi. So'ngra tanlangan nuqtalarning joydagi o'rni qoziq qoqib mahkamlanadi.

20- jadval

S'yomka masshtabi	Yo'lning maksimal uzunligi, m	Chiziqlar maksimal uzunligi, m	Yo'ldagi tomonlar maksimal soni
1:5 000	1200	300	6
1:2 000	600	200	5
1:1 000	300	150	3
1:500	100	100	2

Taxeometrik yo'lda tomonlar orasidagi gorizontal burchak to'la qabul usulida, vertikal burchaklar DO' va DCH da to'g'ri va teskari yo'nalishda, tomonlar uzunligi esa ipli dalnomerda (lenta, ruletkada) to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchanib jurnalga yoziladi (21-jadval). O'lchash natijalari shu joyda hisoblanib nazorat qilib boriladi. Bunda ikkita yarim qabulda o'lchangan gorizontal burchak qiymati 1 'dan, vertikal doira nol o'rni (NO') esa doimiy bo'lishi farqi 1 ' dan oshmasligi kerak. To'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchangan masofa farqi 1:400 dan katta bo'lmasligi lozim. Masofa

gorizontal quyilishi va nisbiy balandlik o'lchangan masofa hamda vertikal burchak bo'yicha maxsus taxeometrik jadvallardan olinadi yoki (8.10) da berilgan formulalar bo'yicha kalkulyatorda hisoblanadi.

To'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchab topilgan nisbiy balandlik qiymatlari farqi har 100 metr masofa uchun ±4 sm dan katta bo'lmasligi kerak.

12.4. Tafsilotlar va relyefni s'yomka qilish

Tafsilotlar va relyef s'yomka qilish ishlari taxeometrik yo'lni o'tkazish bilan bir vaqtda olib borilishi mumkin.

Taxeometrik s'yomkani bajarishda belgilangan s'yomka masshtabi va relyef kesimi balandligidan kelib chiqib quyidagi 21- jadvalda (jadval qisqartirib berildi) keltirilgan shartlar ta'minlanishi kerak.

21- jadval

S'yomka masshtabi	Kesimi balandligi, m	Piket nuqtalar orasidagi eng katta masofa, m	Asbobdan reykagacha eng katta masofa, m	
			relyef s'yomkasida	tafsilotlar s'yomkasida
1:2 000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
1:5 000	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150

S'yomka taxeometrik yo'lni hosil qilish bilan bir vaqtda olib borilsa, stansiyada bajariladigan o'lchash ishlari quyidagi tartibda olib boriladi:

1. Taxeometr yo'l nuqtalaridan birida o'rnatilib ishchi holatga keltiriladi va asbob balandligi o'lchanib, reykada belgilab qo'yiladi.

2. DO' va DCH holatlarida taxeometrik yo'lning gorizontal burchagi, yo'l orqadagi va oldingi nuqtalariga qarab vertikal burchak va dalnomerda masofalar o'lchanadi. O'lchashlar natijasi taxeometrik s'yomka jurnaliga yozib boriladi (22- jadval).

3. DCH holatda gorizontal doira sanog'i nolga qo'yilib alidada mahkamlanadi, limb esa bo'shatilib ko'rish trubasi taxeometrik yo'lning oldingi nuqtasiga qaratiladi.

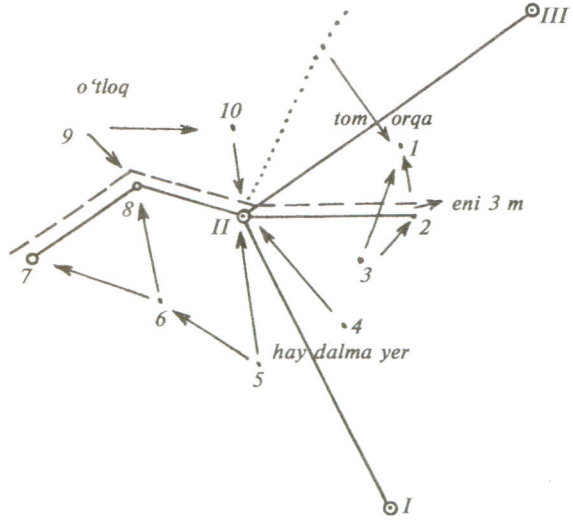
4. Limb mahkam qoldirilib alidada bo'shatiladi va truba piket nuqtada o'rnatilgan reykaga qaratilib, undan dalnomer iplari, gorizontal va vertikal doiralar bo'yicha sanoqlar olinadi.Vertikal doiradan sanoq olishda truba reykada belgilangan asbob balandligiga qaratiladi. Reyka navbatdagi piket nuqtaga qo'yiladi, alidada bo'shatilib, truba unga qaratiladi va oldingiga o'xshash sanoqlar olinadi, keyin navbatdagi nuqtaga o'tiladi va h.k.

5. S'yomka oxirida truba yana boshlang'ich yo'nalishga, yo'lning oldingi nuqtasiga qaratiladi, shunda gorizontal doiradan olingan sanoq nol yoki undan 2 ' dan ortiq farq qilmasligi kerak. Tafsilotlar chegarasini s'yomka qilishda dalnomer iplari reykaning o'rta qismiga (asbob balandligiga yaqin qismiga) qaratilib masofa o'lchanadi.

Shunda truba vizir o'qining og'ish burchagi o'lchanayotgan chiziq og'ish burchagiga yaqin bo'ladi.

Relyefi tekis joylarda s'yomka bajarishda nisbiy balandliklar gorizontal nur yordamida o'lchanishi mumkin. Buning uchun ko'rish trubasida o'rnatilgan silindrli adilakdan foydalaniladi. Ko'rish trubasi piket nuqtada o'rnatilgan reykaga qaratilib, adilak pufakchasi trubaning qaratish vinti yordamida o'rtaga keltiriladi va reykadan sanoq olinadi. Nisbiy balandlik qiymati ma'lum $h = i - b$ formulasi orqali hisoblanadi (i – asbob balandligi, b – reykadan olingan sanoq).

S'yomka jarayonida taxeometrik jurnalni to'ldirishdan tashqari kroki ham chizib boriladi (12.3- shakl). Krokida stansiya, undan



Taxeometrik s'yomka jurnali. Stansiya II; $H_{II} = 450{,}65$ m; $i = 1{,}55$; NO' = 0°00'

22- jadval

Kuzatilgan nuqtalar t/r	Sanoqlar			Burchaklar		Kuzatish balandligi l (m)	Masofaning gorizontal qo'yilishi	h(m)	h(m)	Balandlik H (m)	Izoh
	Dalnometr bo'yicha	Gorizontal doira bo'yicha	Vertikal doiar bo'yicha	Gorizontal (chap)	Vertikal						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				DO'							
I	115,5	0°10′	−1°22′		+1°22′	l =2,0	115,5	+2,71	+2,26		
				242°33′							
III	130,2	243°43′	+2°01′		−2°01′	*l=i*	130,2	−4,61	−4,61		
				DCH							
I	115,7	173°12′	+1°23′		+1°23′	l =2,0	115,7	+2,76	+2,31		
				242°33′							
III	130,4	55°45′	−2°00′		−2°00′	*l=i*	130,4	−4,55	−4,55		
III		0°00′									
1	34,5	2°40′	−2°05′		−2°05′	*l=i*	34,5	—	−1,27	449,38	—
2	34,0	34°25′	+0°06′		+0°06′	*l=i*	34,0	—	+0,04	450,69	yo'l
3	25,5	85°55′	+1°07′		+1°07′	*l=i*	25,5	—	+0,48	451,13	—

orqada (I nuqta) va oldinda (III nuqta) joylashgan yo'l nuqtalari hamda piket nuqtalari o'rni chizma ravishda ko'rsatilib tartib raqami yoziladi. Bundan tashqari qiyaliklar yo'nalishi, relyefi murakkab joylarda uning taxminiy shakli gorizontallar chizib ko'rsatiladi. Qo'shni stansiyalardan turib s'yomkani bajarishda ular orasida s'yomka qilinmagan joylar qolmasligi kerak. Tekshirish uchun qo'shni stansiyalardan turib s'yomka qilingan joyda ikki stansiyadan bir-birini qoplab tushadigan nuqtalar olinadi va ularning planli o'rni hamda balandligi o'lchanadi, ular yaqin atrofda tushirilgan piket nuqtalarga mos kelishi kerak.

12.5.Taxeometrik s'yomka natijasini ishlab chiqish

Yuqorida keltirilgan 22- jadvaldagi natijalar 2T30P teodolitda o'lchab olingan. Shuni hisobga olib taxeometrik yo'l nuqtalari orasidagi vertikal burchaklar qiymati jadvalning 4- ustunidagi sanoqlar bo'yicha quyidagi formulalar orqali hisoblangan:

$$\text{NO'} = 1/2\ (L + R),$$

$$\nu = \text{NO'} - R,$$

$$\nu = L - \text{NO'}.$$

Stansiyada orqadagi va oldindagi nuqtalar sanog'i bo'yicha hisoblangan NO' qiymati teng bo'lishi yoki farqi 1 'dan oshmasligi kerak.

Hisoblangan vertikal burchaklar qiymati jadvalning 6- ustuniga yozilgan. Masofalarning gorizontal quyilishi vertikal burchak *v*va qiya masofa D bo'yicha maxsus taxeometrik jadvallardan olinadi yoki kalkulyatorda quyidagi

$$\Delta D = D \sin^2 \nu$$

formula bo'yicha qiya masofaga tuzatma hisoblanadi va u o'lchangan qiya masofa D dan ayrilib gorizontal quyilishi topiladi. Vertikal burchak qiymati 3° dan oshmasa, ΔD qiymati kichik bo'ladi va u hisobga olinmasligi mumkin. Stansiyadan har bir piket nuqtaga qarab nisbiy balandlik quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

$$h' = \frac{1}{2} D \sin 2\nu,$$

$$h = h' + i - l = \frac{1}{2} D \sin 2\nu + i - l. \quad (12.1)$$

21- jadvalda keltirilgan qiymatlar bo'yicha 1 nuqtaga qarab h' va h qiymatlari quyidagicha topilgan:

$$h' = \frac{1}{2} \cdot 115{,}5 \cdot \sin 2(+1°22') = +2{,}71 \text{ m}$$

$$\text{h} = 2{,}71 + 1{,}55 - 2{,}0 = +2{,}26 \ m,$$

jurnaldan i=1,55 va l=2,0.

Hisoblash trigonometrik funksiyali kalkulyatorda oson bajariladi. Hisoblash natijalari jadvalning 9 va 10- ustunlariga tegishli nuqtalar qatoriga yoziladi.

Koordinatalar hisoblash vedomostida (jadvalda) taxeometrik yo'l nuqtalari koordinatalari hisoblab chiqiladi. Gorizontal burchaklarni o'lchash xatosi va uning chekli qiymati (10.13) va (10.15) formulalar bo'yicha hisoblanib ular bog'lanadi.

Taxeometrik yo'l perimetridagi orttirmalar absolyut xatosining qiymati quyidagidan oshmasligi kerak:

$$f_{chekli} = \frac{\sum d}{400\sqrt{n}}, \quad (12.2)$$

bu yerda: Σd — yo'l perimetri; n — yo'l tomonlari soni.

Yo'l qo'yilgan xato qiymati xato chekidan kichik bo'lsa, u teskari ishora bilan tarqatilib orttirmalar tuzatiladi. So'ngra ular orqali nuqtalarning koordinatalari hisoblanadi. Taxeometrik yo'l nuqtalari balandligini hisoblash uchun jurnaldan (22- jadval) to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchangan nisbiy balandliklar o'rtacha qiymati olinib ularning xatosi quyidagicha topiladi:

$$fh = \sum h_{o'r} - (H_{ox} - H_b), \quad (12.3)$$

bu yerda: $\Sigma h_{o'r}$ — yo'l bo'yicha o'rtacha nisbiy balandliklar yig'indisi; N_b, N_{ox} — yo'l boshlang'ich va oxirgi nuqtalarining balandligi.

Nisbiy balandliklarning (12.3) formula bo'yicha hisoblangan xatosi quyidagi chekdan oshmasligi kerak:

$$fh_{chekli} = 0{,}04 \frac{\sum d}{\sqrt{n}} \text{ (sm)}, \quad (12.4)$$

bu yerda: n — yo'l tomonlari soni.

Nisbiy balandliklar xatosi (12.4) bo'yicha hisoblangan qiymatdan oshmasa, ular teskari ishorasi bilan nisbiy balandliklarga tarqatilib tuzatiladi va nuqtalar balandligi quyidagicha topiladi:

$$H_{III} = H_{II} + h_1,$$

$$H_1 = H_{II} - h_2,$$

h_1, h_2 — stansiyadan I va III nuqtalar nisbiy balandligi.

Yo'l nuqtalarining balandligi jurnaldagi tegishli stansiya balandligiga ko'chirib yoziladi.

Shundan keyin jurnalda piket nuqtalar balandligi Hp quyidagicha hisoblanadi:

$$H_p = H_{ct.} + h,$$

bu yerda: h — piket nuqta nisbiy balandligi.

$H_{ct.}$ — asbob o'rnatilgan nuqta (stansiya) balandligi.

22- jadvalda keltirilgan qiymatlar bo'yicha topamiz:

$$H_1 = H_{st.} + h_1 = 450{,}65 - 1{,}27 = 449{,}38,$$

$$H_2 = H_{st.} + h_2 = 450{,}65 + 0{,}04 = 450{,}69 \text{ va hokazo.}$$

12.6. Taxeometrik s'yomka planini tuzish

Planni tuzish quyidagi tartibda bajariladi:

1. Vatman qog'oziga koordinatalar to'ri chiziladi.
2. Taxeometrik yo'l nuqtalari tegishli koordinatalari bo'yicha planga tushiriladi.
3. Kroki va jurnaldan foydalanib, planga tushirilgan yo'lning har bir nuqtasidan transportir yordamida piket nuqtalar tushiriladi. Planga tushirilgan piket nuqtasining yoniga uning tartib raqami va balandligi yoziladi.
4. Planga tushirilgan tafsilot hamda relyef nuqtalari bo'yicha krokidan foydalanib tafsilotlar chiziladi va nuqtalar balandligi bo'yicha gorizontallar o'tkaziladi.
5. Planni tuzish quyidagi tartibda bajariladi:

1. Vatman qog'oziga koordinatalar to'ri chiziladi.
2. Taxeometrik yo'l nuqtalari tegishli koordinatalari bo'yicha planga tushiriladi.
3. Kroki va jurnaldan foydalanib, planga tushirilgan yo'lning har bir nuqtasidan transportir yordamida piket nuqtalar tushiriladi. Planga tushirilgan piket nuqtasining yoniga uning tartib raqami va balandligi yoziladi.

4. Planga tushirilgan tafsilot hamda relyef nuqtalari bo'yicha krokidan foydalanib tafsilotlar chiziladi va nuqtalar balandligi bo'yicha gorizontallar o'tkaziladi.

5. Plan qabul qilingan shartli belgilar asosida chiziladi, so'ngra uni joy bilan solishtirib ko'riladi va tushda chiziladi.

Yuqoridagi 1- va 2- bandlarda ko'rsatilgan ishlar tartibi (10.10) da batafsil bayon etilgan.

Piket nuqtalarini planga tushirish uchun stansiya (nuqta) ga transportir markazi qo'yilib, uning shkalasining noli qarash trubasi oriyentirlangan (22- jadvaldagi misolda II — III tomon) yo'nalishga tutashtiriladi. Taxeometrik s'yomka jurnalida yozilgan ushbu stansiyada (misolimizda II stansiya) piket nuqtalariga qarab gorizontal doiradan olingan sanoqlar birin-ketin transportirda qo'yib chiqiladi va topilgan nuqtalarga qarab tegishli masofa plan masshtabida qo'yilsa, piket nuqtalarning plandagi o'rni aniqlanadi.

Aniqlangan nuqtalar tafsilot nuqtalari bo'lsa (krokiga qaralasdi), ularni birlashtirib tafsilotlar konturi hosil qilinadi, agar ular relyef nuqtalari bo'lsa, yonlariga aniqlangan balandliklari yoziladi. Krokida ko'rsatilgan qiyaliklar yo'nalishi bo'yicha qabul qilingan kesim balandligida interpolyatsiya yordamida bir xil balandlikka ega bo'lgan nuqtalarning o'rni topiladi so'ngra ularni birlashtirib gorizontallar o'tkaziladi.

Maxsus shartli belgilar jadvali asosida tafsilotlar chiziladi.

XIII BOB.

MENZULA S'YOMKASI

13.1. Menzula s'yomkasi va uning mohiyati

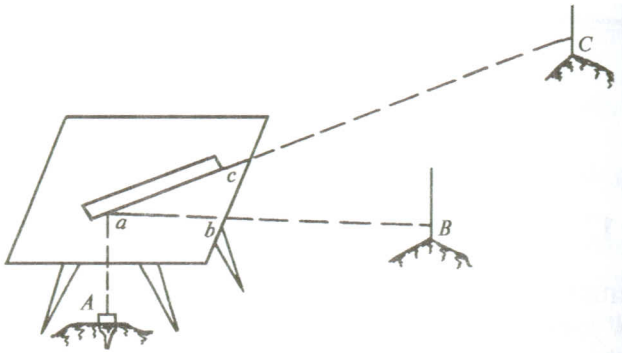
Menzula s'yomkasi topografik s'yomkaning bir turi bo'lib, bunda s'yomkaning dala va kameral ishlari menzula va kipregel yordamida bir vaqtda joyning o'zida bajariladi. Agar teodolit s'yomkasida gorizontal burchaklar joyda o'lchanib jurnalga yozib borilsa, bunday plan olishda gorizontal burchaklar o'lchanmay, aksincha, ular planda grafik usul bilan hosil qilinadi. Buning uchun vatman qog'ozining bir varag'i menzula taxtasining ustki tekisligiga mahkamlab qo'yiladi va bu taxta gorizontal holatda o'rnatiladi. Ko'pincha, menzula taxtasiga vatman qog'ozi sifatli qilib yelim bilan yopishtirilgan faner yoki alyumin varag'i qirg'oqlaridan mixchalar bilan qoqib mahkamlanadi. Bunday varaqqa planshet deb ataladi. Ushbu planshetga joydagi burchak tomonlarining gorizontal quyilishiga parallel bo'lgan chiziqlar chiziladi va ular orasida joydagi burchak hosil bo'ladi. Shuning uchun menzula s'yomkasini, ko'pincha, burchak chizib s'yomka qilish ham deyiladi.

Menzula s'yomkasida joydagi tafsilotlar bilan bir vaqtda relyef nuqtalari ham planshetga tushirilib, ularning balandligi o'lchab aniqlanadi va plandagi nuqta yoniga yoziladi. Bu balandliklar bo'yicha, so'ngra, interpolyatsiya o'tkazilib relyef shu joyning o'zida gorizontallar usuli bilan tasvirlab boriladi. Tafsilotlarni va joy relyefini planga olish, asosan, qutbiy koordinatalar usuli bilan bajariladi.

Menzula s'yomkasida abris kroki chizib borilmaydi, o'lchangan masofaning gorizontal quyilishi sirkul-o'lchagich bilan s'yomka masshtabida planshetga bir yo'la tushiriladi.

S'yomka jarayonida menzula taxtasi teodolit gorizontal doirasi limbining vazifasini bajaradi va shuning uchun u qo'zg'atilmasdan s'yomka oxirigacha gorizontal holatda turishi kerak. Alidada vazifasini esa kipregel deb ataluvchi geodezik asbob chizg'ichi bajaradi.

Joyda olingan *BAC* gorizontal burchagini menzula planshetida grafik yo'lda chizib hosil qilish 13.1- shaklda ko'rsatilgan. Menzula



13.1- shakl.

asbobi burchak uchi bo'lgan *A* nuqtaga o'rnatilgan, *B* va *C* nuqtalar joyda vexalar bilan belgilangan. Joydagi *AB* va *AC* tomonlar kipregel chizg'ichi qirrasi bo'yicha planshetga tushirilib *ab* va *ac* yo'nalishlar bilan ifodalangan.

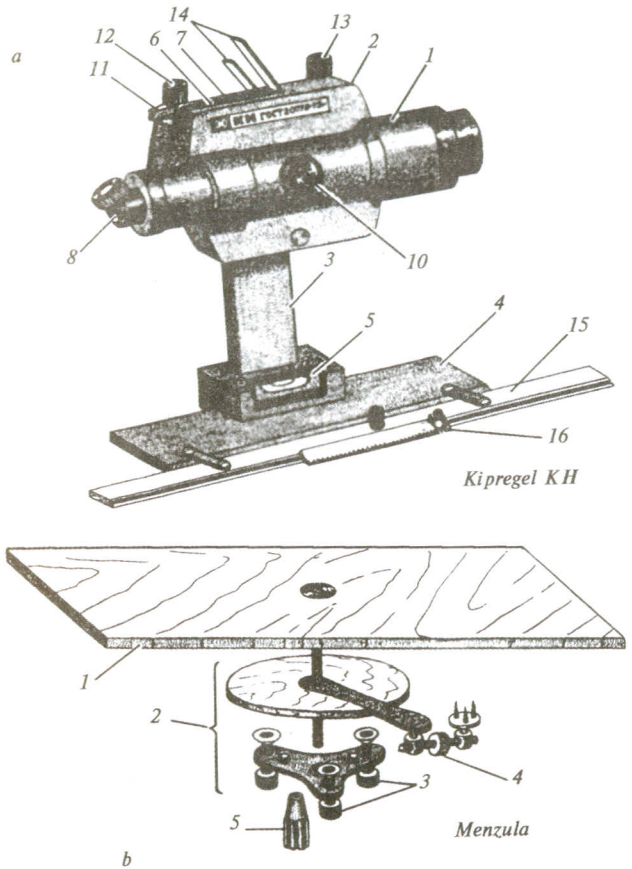
Menzula s'yomkasining boshqa s'yomkalardan afzalligi shundaki, bunda planga tushirilayotgan maydon (joy) hamma vaqt s'yomka bajaruvchining ko'z oldida bo'ladi, bu esa planni joy bilan taqqoslashga, joydagi tafsilotlar va relyefni planda aniq va mukammal tasvirlashga imkon beradi.

13.2. Menzula va uning jihozlari

Menzula va uning jihozlari yer uchastkasining topografik planini tuzish uchun ishlatiladi.

Menzula jihozlari (13.2- shakl) menzula, kipregel, oriyentirlash bussoli, markazlashtirish vilkasi, dalnomer reykasi va zont (soyabon)dan iborat.

Menzula (13.2- *b* shakl) planshet deb ataluvchi 60×60×3 sm o'lchamli kvadrat taxta (*1*) va taglik (*2*) dan tashkil topgan. Taglikdagi ko'targich vintlar (*3*) yordamida planshet gorizontal holatga keltiriladi. Taglik va planshet o'rnatgich vint (*5*) yordamida shtativga mahkamlanadi. Planshetni oriyentirlash paytida uni kichik burchakka burish uchun taglikda qaratish vinti (*4*) o'rnatilgan. Shovun osilgan vilka menzulani nuqta ustiga markazlashtirish



13.2- shakl.

uchun xizmat qiladi. Oriyentirlash bussolidan planshetni azimuti bo'yicha oriyentirlashda foydalaniladi.

Kipregel — menzula s'yomkasini bajarish vaqtida p (chizma qog'oz yopishtirilgan menzula taxtasi) ustiga q nuqtalarga vizirlash yo'nalishlarni chizish, masofa, nish landliklarni o'lchab nuqtalarning plandagi o'rnini belgilash moslashtirilgan geodezik asbob.

Hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan nomogrammali k KH amalda ko'p qo'llaniladi. Bu kipregelga to'g'ri tasvir b ko'rish trubasi o'rnatilgan. Shu sababli dalnomer reykasid simetrli bo'laklar qiymati to'g'ri yozilgan. Dalnomer reyka

nivelir reykasiga o'xshash shashkasimon santimetrli bo'laklarga bo'lingan va uning nol yozilgan uchini asbob balandligiga moslab ko'tarib-tushirish uchun surilma qilib yasalgan.

KH kipregeli, asosan, ko'rish trubasi (*1*), vertikal doira (*2*), kolonka (ustun) (*3*) va chizg'ich (*4*) dan tashkil topgan (13.2- *a* shakl). Ko'rish trubasidagi okulyar tirsagi (*8*) buklangan va kuzatish paytida uni burib ko'zga qaratiladi. Kuzatilayotgan nuqta yoki reyka tasvirini fokusga keltirish uchun trubaga kremalyer vint (*10*) o'rnatilgan. Ko'rish trubasi nuqtaga qaratilganda qimirlamasligi va aniq qaratilishi uchun mahkamlash vinti (richagi) (*11*) va qaratish vinti (*12*) ga ega. Ko'rish maydonidagi nomogrammalar (egri chiziqlar) bo'yicha reykadan sanoq olishdan oldin kolonka ustiga o'rnatilgan silindrli adilak (*7*) pufakchasi elevatsion vint (*13*) yordamida o'rtaga keltiriladi. Ko'rish trubasi bilan birga aylanadigan vertikal doira ustiga o'rnatilgan silindrli adilak (*6*) truba ko'rish o'qini gorizontal holatga keltirib, kipregeldan nivelir o'rnida foydalanishga imkon beradi. Silindrli adilaklar tepasiga o'rnatilgan oynachalar (*14*) orqali pufakcha holatini okulyar yonida turib kuzatish mumkin.

Kolonkaning pastki qismiga asosiy (kaltaroq va kengroq) chizg'ich (*4*) mahkamlangan bo'lib, u kipregelga taglik sifatida xizmat qiladi. Asosiy chizg'ich yoniga unga parallel harakatlanadigan yordamchi chizg'ich (*15*) birlashtirilgan. S'yomka paytida joydagi nuqta o'rnini planda belgilash uchun yordamchi chizg'ich ustida suriluvchi va uchiga nina o'rnatilgan masshtab chizg'ichi (*16*) dan foydalaniladi. Asosiy chizg'ich ustidagi silindrik adilak (*5*) yordamida planshet gorizontal holatga keltiriladi.

Dala ishlarini boshlashdan oldin kipregelni ko'rikdan o'tkaziladi, tekshiriladi va zarur hollarda tuzatiladi.

13.3. Menzula va kipregelni tekshirish hamda tuzatish

S'yomka ishlarini boshlashdan avval menzula va kipregelni tekshirish kerak. Menzula quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. O'rnatilgan menzula turg'un (mustahkam) bo'lishi kerak. Tekshirish uchun o'rnatilgan menzula taxtasiga kipregel qo'yilib, kipregelning ko'rish trubasi joydagi uzoq bir nuqtaga qaratiladi. Keyin menzula taxtasining okulyar tomonidagi cheti barmoq bilan

bir oz bosiladi. Bunda, albatta, nuqta tasviri ko'rish maydoniga siljiydi. Ammo barmoq taxta chetidan olingach, nuqta tasviri o'z o'rniga yana qaytib kelsa, shart bajarilgan hisoblanadi.

2. Menzula taxtasining ustki sirti tekis bo'lishi kerak. Bu shartni tekshirish uchun tekshirilgan oddiy chizg'ich yoki kipregel chizg'ichining qirrasi taxta ustida har xil yo'nalishda qo'yib chiqiladi. Shunda taxta sirti bilan chizg'ich qirrasi orasidagi tirqish kengligi 0,5 mm dan oshmasligi kerak.

3. Menzula taxtasining ustki sirti uning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak. Bunga ishonch hosil qilish uchun kipregel chizg'ichidagi tekshirilgan adilak yordamida menzula taxtasi gorizontal holatga keltiriladi. Keyin menzula taxtasi o'z o'qi atrofida aylantirilib, adilak pufakchasining holati kuzatiladi. Agarda pufakcha nol punktga nisbatan ikki bo'lakdan ortiq siljimasa, shart bajarilgan hisoblanadi.

Menzulani tekshirishda aniqlangan nosozliklar ustaxonada bartaraf qilinadi.

Kipregel quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Kipregel chizg'ichining yo'nilgan qirrasi to'g'ri, uning pastga qaragan tomoni esa tekis bo'lishi lozim. Buning uchun planshetda kipregel chizg'ichi qarama-qarshi yo'nalishlarda qo'yilib, yo'nilgan qirrasi bo'yicha to'g'ri chiziqlar chiziladi. Chiziqlar bir-birining ustiga to'g'ri tushsa, shart bajarilgan bo'ladi. Chizg'ich ostki sirtining tekisligi biron-bir tekis sirtga qo'yib tekshiriladi. Shartlar bajarilmagan taqdirda chizg'ich ishga yaroqsiz hisoblanadi va u almashtirilishi yoki maxsus ustaxonada tuzatilishi kerak.

2. Kipregel chizg'ichidagi silindrli adilak o'qi chizg'ichning ostki sirtiga parallel bo'lishi kerak. Bu shartni tekshirish uchun kipregel planshetga taglikdagi ikki ko'targich vint yo'nalishi bo'yicha qo'yilib, o'sha vintlar yordamida silindrli adilak pufakchasi nol punktga keltiriladi. Chizg'ichning yo'nilgan qirrasi bo'yicha qalam bilan chiziq chiziladi. Keyin kipregelni 180° ga aylantirib, chizg'ichning yo'nilgan qirrasini chiziqqa teskari yo'nalishda qo'yiladi. Shunda adilak pufakchasi o'rtada (nol punktda) qolsa yoki ikki bo'lakdan ortiq og'magan bo'lsa, shart bajarilgan hisoblanadi. Aks holda pufakcha og'ish yoyining yarmiga adilakning tuzatgich vintlari yordamida, qolgan yarmiga esa ko'targich vintlar yordamida qaytarilib nol punktga keltiriladi. Shundan keyin tekshirish takrorlanishi zarur.

3. Trubaning ko'rish o'qi truba aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak. Bu shartni tekshirish uchun uzoqda aniq ko'rinadigan birorta nuqta tanlab olinib, ko'rish trubasi shu nuqtaga to'g'rilanadi, ya'ni iplar to'rining vertikal ipi bilan bosh egri chiziq kesishgan nuqtasi kuzatilayotgan nuqta tasviriga tutashtiriladi va kipregel chizg'ichining yo'nilgan qirrasi bo'yicha planshetga chiziq chiziladi. Keyin ko'rish trubasi zenit orqali aylantirilib, kipregel 180° ga buriladi. Ko'rish trubasi yana o'sha nuqtaga to'g'rilanadi va chizg'ichning yo'nilgan qirrasi bo'yicha ikkinchi chiziq chiziladi. Agar ikkala chiziq ustma-ust tushsa yoki o'zaro parallel bo'lsa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda chizg'ich qirrasi ikkala chiziq hosil qilgan burchak bissektrisasi (burchakni ikkiga bo'luvchi chiziq) bo'yicha qo'yiladi. Shunda ko'rish maydonida kuzatilayotgan nuqta tasviri vertikal ip bilan bosh egri chiziq kesishgan nuqtadan siljigan bo'ladi. Bu siljish iplar to'ri prizmasini surish orqali bartaraf etilishi mumkin. Bunday kamchilikni ustaxonada tuzatiladi.

4. Trubaning aylanish o'qi chizg'ichning ostki sirtiga parallel bo'lishi kerak. Bu shartni teodolitning uchinchi shartiga o'xshash (6.7) tekshirib ko'riladi. Menzula biron-bir bino devoridan 20 — 30 m masofada o'rnatilib, planshet gorizontal holatga keltiriladi. Devorning balandroq qismida aniq ko'rinadigan M nuqta tanlab olinib, ko'rish trubasi shu nuqtaga to'g'rilanadi. Keyin ko'rish trubasi taxminan gorizontal holatga kelguncha pasaytiriladi va devorda o'sha nuqtaning proyeksiyasi m_1 (6.20- shakl))qalam bilan belgilanadi. Truba zenit orqali aylantirilib, kipregel 180° ga buriladi va yana avvalgidek M nuqta ikkinchi marta proyeksiyalanib, devorda m_2 nuqta belgilanadi. M nuqtaning proyeksiyalari — m_1 va m_2 nuqtalar bir-birining ustiga tushsa, shart bajarilgan bo'ladi. Aslida bu shartning bajarilishi asbob ishlab chiqarilgan zavodda ta'minlangan bo'ladi. Agarda shart bajarilmay qolsa, tekshirishni bir necha marta takrorlab, bunga ishonch hosil qilingach, asbob maxsus ustaxonaga yuboriladi.

5. Iplar to'rining vertikal ipi trubaning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak. Bu shartni tekshirish uchun uzoqdan yaxshi ko'rinadigan bitta nuqta tanlab olinib, ko'rish trubasi shu nuqtaga to'g'rilanadi. Bunda ko'rish maydonida iplar to'rining vertikal ipi bilan bosh egri chiziq kesishgan nuqta kuzatilayotgan

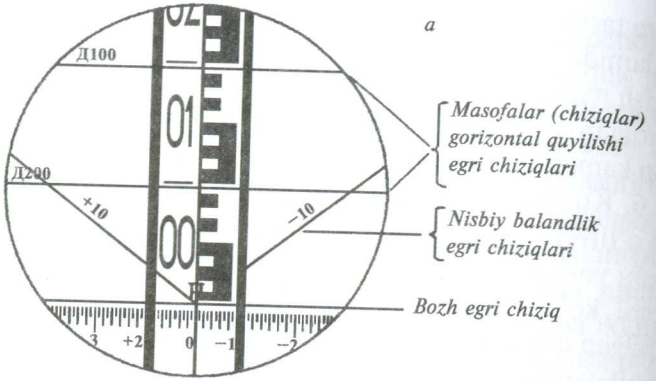
nuqta tasviriga tutashtirilgan bo'ladi. Ko'rish trubasi qaratish vinti yordamida sekin pastga buriladi. Agar kuzatilayotgan nuqta tasviri ko'rish maydonining yuqori chetiga vertikal ip bo'yicha siljisa, shart bajarilgan bo'ladi, aks holda iplar to'ri prizmasini burish yo'li bilan kamchilik bartaraf qilinadi. Tuzatish ustaxonada bajariladi.

6. Ko'rish trubasining kollimatsion tekisligi (ko'rish o'qi orqali o'tuvchi vertikal tekislik) chizg'ichning yo'nalgan qirrasidan o'tishi yoki unga parallel bo'lishi kerak. Ko'rish trubasi uzoqdagi yaxshi ko'rinadigan predmetga to'g'rilanadi va chizg'ichning yo'nilgan qirrasi uchlari yoniga tik qilib ikkita nina qadaladi. Keyin kuzatilayotgan nuqtaga shu ikki nina yo'nalishi bo'yicha qaraladi. Agar ninalar orqali o'tayotgan ko'rish nuri kuzatilayotgan nuqta orqali o'tsa, shart bajarilgan hisoblanadi. Aks holda, planshet burilib ninalar orqali o'tayotgan ko'rish nuri kuzatilayotgan nuqtaga to'g'rilanadi. Shunda trubadan qaralganda, ko'rish maydonida kuzatilayotgan nuqta tasviri siljigan bo'ladi. Bu siljishni bartaraf qilish uchun kolonka bilan chizg'ichni birlashtiruvchi vintlar bir oz bo'shatilib, kolonka burilib ko'rish trubasi nuqtaga to'g'rilanadi va bo'shatilgan vintlar mahkamlanadi. Biroq bu tuzatishni bajarmaslik ham mumkin, chunki s'yomka paytida o'lchash kipregelning faqat bir vaziyatida (masalan, DCH da) bajariladi va xatolik s'yomka aniqligiga ta'sir etmaydi.

KH kipregelining vertikal doirasida limbdagi gradusli bo'laklar 0 dan chapga +45 gacha, o'ngga —45 gacha yozib chiqilgan. Har bir gradusli bo'lak uzunroq chiziqchalar bilan oltita 10′ li bo'lakka, ular esa, o'z navbatida, qisqaroq chiziqchalar bilan ikkita 5′ li bo'lakka bo'lingan. Demak, limbning kichik bir bo'lagi qiymati 5′ ga teng. Limbdan sanoq vertikal chiziq (ip) bilan bosh egri chiziq kesishgan nuqtaga nisbatan olinadi (13.3- shakl). 13.3- *a* shaklda vertikal doiradan olingan sanoq $DCH = 0°00′$, 13.3- *b* shaklda esa sanoq $DCH = +3°43′$ ekanligi ko'rsatilgan.

Vertikal doira ko'rish trubasiga nisbatan o'ngda joylashgan paytda, ya'ni kipregelning DO' vaziyatida limb shkalasi ko'rish maydonining yuqori qismida ko'rinadi.

Vertikal doiraning nol o'rni (NO') deb trubaning ko'rish o'qi gorizontal holatda bo'lib, kolonka ustiga o'rnatilgan silindrli adilak pufakchasi o'rtada turgan paytda limbdan olingan sanoqqa aytiladi.



13.3- shakl.

la NO‘ qiymatini aniqlash uchun uzoqda aniq ko‘rina- yoki uchta nuqta tanlab olinadi va bu nuqtalarga ko‘rish ratilib, kipregelning ikki vaziyatida (DCH va DO‘ da) piradan *DCH* va *DO‘* sanoqlari olinadi. Albatta, har hdan oldin kolonka ustidagi adilak pufakchasi o‘rtaga kerak. Har bir nuqtaga qaratib olingan B_{ch} i $B_{o'}$ sanoqlari NO‘ qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

$$NO = \frac{DCH - DO'}{2}.$$

r nuqtaga qaratib olingan sanoqlar bo‘yicha aniqlangan atlari o‘zaro teng yoki 1,5′ dan ortiq farq qilmasligi kerak. o‘rtacha qiymati nolga teng yoki 1′ dan oshmasligi kerak.

Aks holda, NO‘ ning qiymati nolga keltiriladi. Buning uchun kolonka ustidagi silindrli adilak pufakchasi o‘rtaga keltirilib, ko‘rish trubasining qaratish vinti yordamida vertikal doirada NO‘ ning o‘rtacha qiymatiga teng sanoq qo‘yiladi. Keyin elevatsion vint yordamida vertikal doiradagi sanoq nolga keltiriladi. Shunda kolonka ustidagi silindrli adilak pufakchasi nol punktdan siljigan bo‘ladi. Adilakning tuzatgich vintlari yordamida pufakcha nol punktga keltiriladi.

NO‘ qiymati nolga keltirilganligiga ishonch hosil qilish uchun uning qiymatini yana ikki-uch marta aniqlab ko‘rish kerak.

13.4. KH kipregeli va unda o‘lchashlar ishlarini bajarish

KH nomogrammali kipregelida kuzatilayotgan nuqtaning nisbiy balandligi, nuqtagacha bo‘lgan masofaning (chiziq uzunligining) gorizontal quyilishi ko‘rish maydonidagi reyka tasviri ustiga tushib turgan nomogrammaning egri chiziqlari orqali avtomatik ravishda aniqlanadi (13.3- shakl).

Nomogrammada nol nuqtasi *H* belgisi bilan belgilangan, undan ikki tomonga qarab qiya egri chiziqlar chizilgan bo‘lib, ularga nisbiy balandlikning egri chiziqlari deyiladi. Ular ustiga +10 va −10 koeffitsiyent qiymatlari yozilgan. Kuzatilayotgan nuqta tepada joylashgan bo‘lsa, +10 koeffitsiyentli; pastda joylashgan bo‘lsa, −10 koeffitsiyentli egri chiziqlar ko‘rinadi.

Trubaning ko‘rish maydonida egri chiziqlarning tasviri joydagi qiyalik burchagiga qarab o‘zgaradi. Joy qiyaligi, ya’ni kuzatilayotgan yo‘nalish qiyaligi ± 6° gacha bo‘lganda ko‘rish maydonida reyka tasviri ustiga ± 10 koeffitsiyentli egri chiziq; qiyalik ± 6° dan ± 11° gacha bo‘lganda ± 20 koeffitsiyentli egri chiziq; qiyalik ± 11° dan ortiq bo‘lganda esa ± 100 koeffitsiyentli egri chiziq tushadi.

O‘lchash paytida yoniga qo‘shimcha reyka jipslashtirilgan surilma reyka qo‘llaniladi. Asosiy reykaning nol shtrixi qo‘shimcha reyka yordamida asbob balandligiga moslab ma’lum balandlikka ko‘tarib qo‘yiladi. Kuzatishda vertikal chiziq reykaning bo‘ylama o‘qiga, bosh egri chiziq reykaning nol shtrixiga to‘g‘rilanadi. Nisbiy balandlikni aniqlash uchun qiya egri chiziqning vertikal chiziq bilan kesishgan nuqtasi bo‘yicha reykadan sanoq l_h olinib, uni koeffitsiyent K_h ga ko‘paytiriladi, ya’ni: $h = K_h l_h$.

13.3- *b* shaklda $l_h = 126$ mm yoki 0,126 m; $K_h = +10$. Demak, $h = (+10) \cdot 0{,}126$ m $= +1{,}26$ m.

Masofaning gorizontal quyilishini topish uchun bosh egri chiziqdan yuqorida ikkita gorizontal chiziqlar chizilgan bo'lib, ular ustiga D 200, D 100 sonlari yozilgan. Bular masofaning gorizontal quyilishi egri chiziqlari deyiladi. Masofa 200 m gacha bo'lganda ikkala chiziq ham reyka tasviri ustiga tushib turadi. Biroq hisoblash qulay bo'lishi uchun D 100 koeffitsiyentli egri chiziqdan sanoq olingani ma'qul. Masofa 200 m dan ortiq bo'lganda (bunday masofalar s'yomka paytida kam uchraydi) reyka tasviri ustida D 200 koeffitsiyentli egri chiziq yotadi, unda shu chiziq bo'yicha sanoq olinadi. Masofaning gorizontal quyilishini aniqlash uchun reykadan egri chiziq bo'yicha olingan sanoq l_d egri chiziq koeffitsiyentiga ko'paytirilishi kerak, ya'ni: $d = K_d l_d$.

13.3- *b* shaklda D 100 egri chizig'idan olingan sanoq $l_d = 0194$ mm yoki 0,194 m; $K_d = 100$. Demak, masofaning gorizontal quyilishi $d = 100 \cdot 0{,}194$ m $= 19{,}4$ m.

13.5. Menzulani nuqtaga o'rnatish

Menzulani s'yomka asosi nuqtasiga avval taxminan, keyin aniq o'rnatiladi. Taxminiy o'rnatishda ko'zda chamalab planshet oriyentirlanadi, planshet sirti gorizontal holatga keltiriladi va s'yomka bajariladigan nuqtaning planshetdagi o'rni uning yerdagi o'rniga to'g'ri keltirilib, shtativ yerga mahkam o'rnashtiriladi.

Menzulani aniq o'rnatish uchun avval planshet markazlashtiriladi, ya'ni planshetda belgilangan nuqta joydagi nuqta ustiga vertikal chiziq (shovun chizig'i) bo'yicha to'g'ri keltiriladi. S'yomka 1:500, 1:1 000, 1:2 000 masshtablarda bajarilayotganda, planshet shovun osilgan vilka yordamida aniq markazlashtiriladi. 1:5 000 va undan mayda masshtabli s'yomkalarda planshet ko'zda chamalab markazlashtirilishi mumkin. Markazlashtirish aniqligi s'yomka masshtabi aniqligining yarmidan oshmasligi kerak.

Markazlashtirishdan keyin planshet aniq gorizontal holatga keltiriladi. Buning uchun kipregel chizg'ichini ikki ko'targich vint yo'nalishiga qo'yiladi va shu ikki ko'targich vint yordamida chizg'ichdagi silindrli adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi. Keyin chizg'ich uchinchi ko'targich vint yo'nalishiga qo'yiladi va shu vint yordamida adilak pufakchasi yana o'rtaga keltiriladi.

Tekshirish uchun kipregel chizg'ichi har xil yo'nalishlarda qo'yib ko'riladi, shunda adilak pufakchasi nol punktdan 2–3 bo'lakdan ortiq og'masligi kerak.

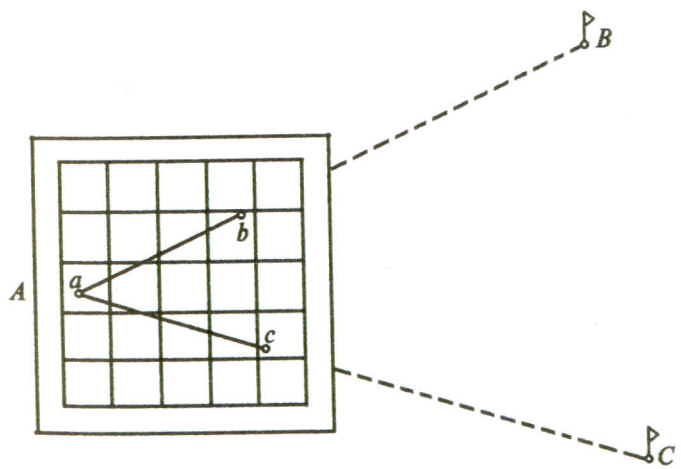
Planshetni oriyentirlash bussol yordamida yoki joyda va planshetda belgilangan nuqtalar orasidagi chiziq yo'nalishlari bo'yicha bajarilishi mumkin.

Planshetni bussol yordamida magnit meridiani bo'yicha oriyentirlash uchun magnit mili bo'shatilib, bussol planshet ramkasining bir tomoniga parallel qo'yiladi. Keyin planshet o'z o'qi atrofida sekin aylantirilib, magnit milining uchi bussolning nol shtrixiga to'g'rilanadi.

Planshetni joyda va planshetda belgilangan nuqtalar orasidagi chiziq yo'nalishlari bo'yicha oriyentirlash uchun menzulani *A* nuqtaga (13.4- shakl) o'rnatiladi. Planshet gorizontal holatga keltirilgandan keyin kipregel chizg'ichining yo'nilgan qirrasi *ab* chizig'i bo'yicha qo'yiladi. Planshet o'z o'qi atrofida sekin aylantirilib ko'rish trubasi *B* nuqtaga to'g'rilanadi.

Planshetning to'g'ri oriyentirlanganini tekshirib ko'rish uchun kipregel chizg'ichining yo'nilgan qirrasi *ac* chizig'i bo'yicha qo'yiladi. Shunda trubadan qaralganda *C* nuqtasining tasviri iplar to'ridagi vertikal chiziqda yotishi yoki unga juda yaqin bo'lishi kerak.

Planshetni chiziq bo'yicha oriyentirlash bussol bo'yicha oriyentirlashga nisbatan aniq bo'ladi. Odatda, oriyentirlashni aniq bajarish uchun planshetdagi uzun chiziqlar tanlab olinadi.



13.4- shakl.

13.6. Planshetni tayyorlash

Planshetni tayyorlash uchun yuqori sifatli (zichligi yuqori) vatman qog'ozidan foydalaniladi. Qog'ozni faner yoki alyumin varag'iga yopishtirishdan oldin uning bir tomoni suvda yengil ho'llanadi va shu holda bir oz ushlab turiladi. Yopishtirish uchun tuxum oqlig'i ajratib olinadi va unga oz miqdorda suv qo'shilib aralashtiriladi. Faner varag'ining yuziga bu suyuqlik surtib chiqiladi, qog'ozni ho'llangan tomoni bilan planshet ustiga yopiladi va markaz qismidan chetlariga tomon kaft bilan bosib tortiladi. Qog'oz planshetga jips yopishgach, fanerdan ortib qolgan chetlari varaqning orqa tomoniga buklanib yopishtiriladi. Shundan keyin bu planshet og'ir yuk ostiga qo'yilib, 1—2 kun presslanadi.

Tayyor bo'lgan planshetga Drobishev chizg'ichi yordamida kvadratlar to'ri (10×10 sm) chiziladi. Ular tayyorlangan s'yomka asosi nuqtalarining koordinatasiga qarab abssissa va ordinata qiymatlari bilan masshtabga qarab belgilab chiqiladi. Har bir s'yomka asosi nuqtasi hisoblangan koordinatalari bo'yicha masshtabda qo'yib chiqilib, planshetga tushiriladi. Tushirilgan nuqtaning yoniga suratida nuqtaning nomi (tartib raqami), maxrajda esa uning balandligi yozib qo'yiladi. Dala sharoitida planshetni kir bo'lishdan saqlash uchun uning usti shaffof qog'oz (kalka) bilan yopiladi. Shundan keyin planshet tayyor hisoblanadi va u menzula taxtasiga qirg'oqlari bo'yicha kalta mixlar bilan qoqib mahkamlanadi.

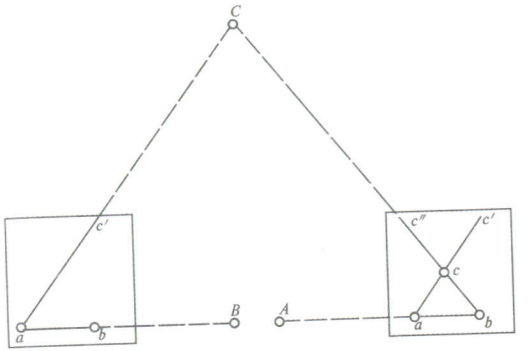
13.7. Menzulada to'g'ri va teskari kesishtirish

Joydagi ikki nuqta o'rni planshetga tushirilgan bo'lsa, menzulada to'g'ri va teskari kesishtirish usulini qo'llab, joydagi boshqa bir qancha nuqtalarning planshetdagi o'rnini topish mumkin.

To'g'ri kesishtirish. Faraz qilaylik, joyda belgilangan A va B nuqtalarining o'rni planshetda (a va b nuqtalari) berilgan bo'lsin (13.5-shakl), joydagi C nuqtaning o'rnini planshetda aniqlash talab qilinsin.

Bunda A nuqtaga menzula, B va C nuqtalarga esa vexalar o'rnatiladi. So'ngra, menzula ishchi holatiga keltiriladi va planshet ab chizig'i bo'yicha oriyentirlanadi.

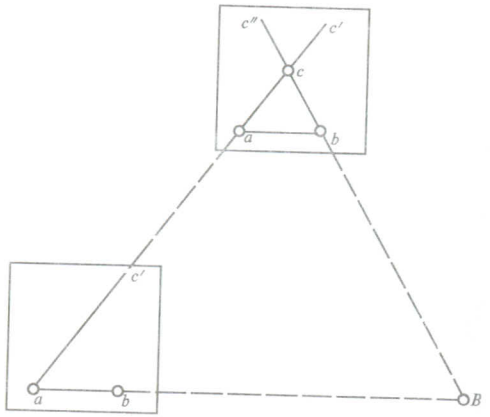
Planshet (menzula taxtasi) mahkamlanadi, kipregel chizg'ichining yo'nilgan qirrasi planshetdagi a nuqtaga qo'yilib, qarash



13.5- shakl.

trubasi joydagi C nuqtaga qaratiladi va planshetga kipregel chizg'ichi bo'yicha ac' chizig'i chiziladi. So'ngra menzula B nuqtaga olib o'tilib o'rnatiladi va planshet ba chizig'i bo'yicha oriyentirlanadi. Planshetni mahkamlab, kipregel chizg'ichining yo'nilgan qirrasini B nuqtaga qo'yiladi va truba joydagi C nuqtaga qaratiladi hamda chizg'ich bo'yicha bc'' chiziq chiziladi. Planshetga chizilgan ac' va bc'' chiziqlarining kesishgan nuqtasi c joydagi C nuqtasining planshetdagi o'rni bo'ladi.

Teskari kesishtirish (yon tomondan kesishtirish). Planshetda o'rni ma'lum bo'lgan ikki nuqtadan biriga, masalan, A nuqtaga menzula o'rnatilib, bunda to'g'ri kesishtirishda bajarilgan ishlarning aynan o'zi takrorlanadi va planshetda ac' chizig'i chiziladi (13.6-shakl). So'ngra menzulani C nuqtaga o'rnatiladi va menzula taxminan markazlashtiriladi, chunki bu nuqtaning planshetdagi o'rni c hozircha aniqlanmagan. Menzulani ishchi holatiga keltirib taxtasi $c'a$ chizig'i bo'yicha oriyentirlanadi va mahkamlanadi. Shundan keyin kipregel chizg'ichining qirrasi planshetdagi b nuqta bilan tutashtirilib truba joydagi B nuqtaga qaratiladi va chizg'ichning yo'nilgan qirrasi bo'yicha $c''b$ chizig'i chiziladi (13.6- shakl). Planshetda chizilgan ac' va $c''b$ chiziqlarining kesishgan nuqtasi c joydagi C nuqtaning planshetdagi o'rni bo'ladi. Shu holda planshetdagi c nuqtasi joydagi C nuqta ustiga to'g'ri kelsa yoki farqi masshtab aniqligining yarmidan oshmasa, yechilgan masala to'g'ri hisoblanadi. Aks holda planshetni aniqroq C nuqta ustiga markazlashtirib, B nuqtaga qayta qaratilib, c nuqtasining o'rniga aniqlik kiritiladi. Amalda bunday holat kam uchraydi.



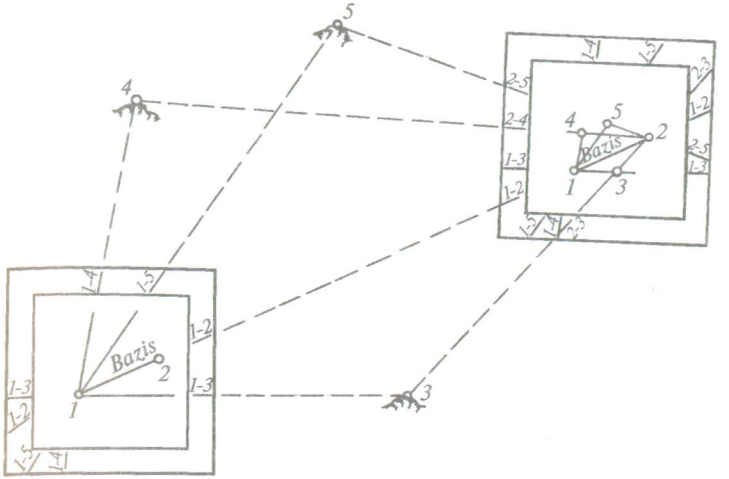
13.6- shakl.

To'g'ri va teskari kesishtirishda o'rni planshetga tushiriladigan nuqtada kesishadigan chiziqlar orasidagi burchak qiymati 40° dan kichik va 140° dan katta bo'lmasligi ta'minlanishi kerak.

13.8. Geometrik tarmoqni qurish

Tarmoqni qurishda tanlab olinadigan bazis chizig'ini s'yomka qilinadigan maydon o'rtasida joylashtirish kerak. Bazisning ikki uchidagi nuqtalardan atrofdagi joy yaxshi ko'rinishi lozim. Bazis chizig'ining uzunligi planshetda 5—10 sm uzunlikda bo'lishi kerak. Bazis uchi nuqtalari joyda mahkamlanib, uzunligi lenta bilan kamida 2 marta to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchanadi.

Geometrik shoxobcha nuqtalari joyda shunday tanlanishi kerakki, ularni tutashtiruvchi chiziqlar teng yoqli uchburchaklar hosil qilsin va har bir tanlab olingan nuqtadan kamida uchta qo'shni nuqta ko'rinsin. Bu nuqtalar qoziqlar bilan mahkamlanadi va har biriga vexa o'rnatiladi. Shundan keyin bazis uchi nuqtalaridan biriga, masalan, *1*- nuqtaga (13.7- shakl) menzula o'rnatilib ishchi holatiga keltiriladi va planshet bussol yordamida oriyentirlanadi. Planshetda o'sha *1*- nuqtaning o'rni belgilab olinadi. Bu nuqtaga kipregel chizg'ichining yo'nilgan qirrasi qo'yilib, truba bazisning *2*- nuqtasiga qaratiladi va chizg'ich bo'yicha *1*- nuqtadan bazis uzunligi plan masshtabida qo'yilib, *2*- nuqtaning o'rni planshetda topiladi.



13.7- shakl.

So'ngra chizg'ich qirrasi *1*- nuqtaga qo'yilib, truba joydagi *3*, *4* va *5* nuqtalarga qaratiladi va chizg'ich qirrasi bo'ylab planshetga chiziqlar chiziladi. Bu chiziqlarning davomi trapetsiya ramkasidan tashqarida 1 — 2 sm uzunlikda davom ettirilib, unga stansiya va qaratilgan nuqtaning nomi yoki tartib raqami yozib qo'yiladi. (13.7- shakl).

Yuqorida ko'rsatilgan ishlar kipregelning faqat DCH holatida bajariladi. Stansiyadan hamma yo'nalishlar chiqarib bo'lingandan keyin 1—2 yo'nalish bo'yicha planshet oriyentiri buzilmaganligini qayta tekshiriladi, ya'ni planshetdagi *1* va *2*- nuqtalar chizg'ich qirrasi bilan tutashtiriladi va trubaga qaraladi, shunda trubaning vertikal ipi *2*- nuqtadagi vexani to'sishi kerak. Agar shart bajarilmasa, kuzatishlarni qaytarish kerak. So'ngra menzula joydagi *2*- nuqtaga o'rnatiladi, ishchi holatiga keltiriladi va planshet 2—1 chizig'i bo'yicha oriyentirlanadi (13.7- shakl) va *1*- nuqtada bajarilgan ishlar takrorlanadi.

Shunda planshetdagi *1* va *2* bazis nuqtalaridan turib kesishtirish bilan topilgan *3*-, *4*- va *5*- nuqtalar planshetda vaqtincha doiracha belgisi bilan chizib qo'yiladi, doimiy belgilash uchun esa ularni uchinchi nuqtadan turib ham kesishtirib tekshirish kerak bo'ladi. Buning uchun menzula planshetga tushirilgan nuqtalardan biriga maqsadga muvofiq 90° ga yaqin burchak ostida kesishtirib

topilganiga o'rnatiladi, 13.7- shaklga ko'ra bu *4* nuqta bo'ladi. Planshet 4—1 yo'nalish bo'yicha oriyentirlanadi va 4—2 yo'nalish bo'yicha tekshiriladi. Buning uchun kipregel chizg'ichi bilan planshetdagi *4* va *2* nuqtalar tutashtiriladi va trubaga qaraladi, agar trubaning vertikal ipi *2* nuqtadagi vexaga to'g'ri kelgan bo'lsa, ishlar to'g'ri bajarilgan hisoblanadi. Shundan keyin *4*- nuqtaning o'rni planshetda sirkul bilan sanchib belgilanadi. Kipregel chizg'ichi *4*- nuqtaga qo'yilib truba joydagi *3* va *5*- nuqtalarga qaratiladi va yo'nalishlar chiziladi. Bu yo'nalishlar planshetdagi *3* va *5*- nuqtalar ustidan o'tsa, ular to'g'ri tushirilgan hisoblanadi va ularning o'rnini ham planshetga igna sanchib belgilanadi. Shu tarzda o'rni joyda tanlab mahkamlangan geometrik shoxobcha nuqtalari eng kamida uchta nuqta bo'yicha kesishtirib o'rni planshetga tushiriladi. Geometrik shoxobcha nuqtalarining balandligi trigonometrik nivelirlash usuli bilan aniqlanadi. Bunda nisbiy balandlik quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$h = d\,\mathrm{tg}\nu + i - l + 0{,}43\frac{d^2}{R}.$$

Chiziqning gorizontal quyilishi d planshetdan plan masshtabida o'lchagich sirkul yordamida o'lchab olinadi; i — har bir stansiyada o'lchab olinadigan asbob balandligi; l — vexalar balandligi, ruletkada o'lchab yoziladi.

Vertikal burchak ν har bir vexaga qarab kipregelning DO' va DCH holatida o'lchanadi (masalan, 13.7- shaklda *1* dan *3* ga qarab), keyin esa teskari yo'nalishda — *3* dan *1* ga qarab o'lchanadi.

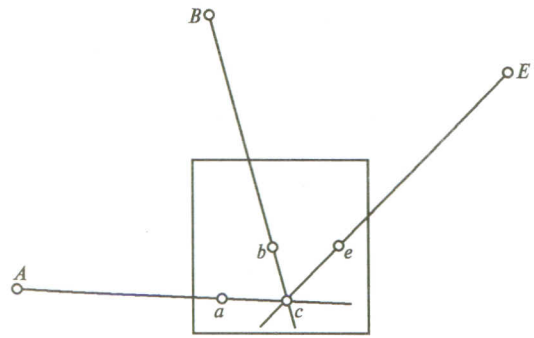
Yuqoridagi formula bo'yicha hisoblangan to'g'ri va teskari yo'nalishlar nisbiy balandligi o'zaro teng (faqat ishoralari qarama-qarshi bo'ladi) bo'lishi kerak yoki farqi nuqtalar orasidagi masofaning har 100 m ga ± 4 sm dan oshmasligi kerak.

13.9. O'tish nuqtalari

Geometrik tarmoq nuqtalarining zichligi olingan yer bo'lagi s'yomkasini to'la-to'kis bajarishni ta'minlay olmaydi. Shu sababdan, geodezik asos punktlaridan tashqari planshetda o'tish nuqtalari o'rnini ham topishga to'g'ri keladi va ular s'yomka nuqtalari bo'lib xizmat qiladi. O'tish nuqtalari bo'lmasa, geometrik shoxobchaning har bir nuqtasidan ma'lum radiusgacha joy s'yomka qilinadi. Masalan, 1:10 000 masshtab uchun menzula stansiyasidan 250—300 metrgacha uzoqlikda joylashgan nuqtalarni s'yomka qilish mumkin. Agar geometrik shoxobcha qo'shni nuqtalari orasi o'rtacha 1 km bo'lsa, ularning har biridan 250—300 m gacha joy tushirilsa, demak, ikki stansiya orasida 200—250 m gacha radiusdagi joyda s'yomka asosi nuqtasi yetishmay qoladi. Shuning uchun bu oraliqda qo'shimcha o'tish nuqtasini olishga to'g'ri keladi. O'tish nuqtalari ko'rish sharoiti qiyin joylarda — o'rmonlarda, shahar hududida va shunga o'xshash sharoitlarda ham olinishi kerak bo'ladi.

O'tish nuqtalari o'rnini aniqlashning bir qancha usullari mavjud: qutbiy usul; to'g'ri kesishtirish; teskari kesishtirish; stvor bo'yicha; uchta berilgan nuqta bo'yicha to'rtinchi nuqta o'rnini topish.

Bulardan eng oddiysi qutbiy koordinata usulidir. Bunda geometrik shoxobcha A punkti (13.8- shakl) planshetdagi o'rni a dan o'tish nuqtasi C ga qarab yo'nalish chizilib, u planshet chetlarida ham chizib qo'yiladi, ipli dalnomerda AC chizig'i uzunligi (gorizontal quyilishi) o'lchanadi va a nuqtadan qabul qilingan masshtabda o'lchab qo'yilib, c nuqta planshetga tushiriladi. Menzula bilan C nuqtaga o'tib planshet unda chizilgan ca yo'nalish bo'yicha oriyentirlanadi va geometrik tarmoqning ko'rinadigan boshqa nuqtalari, masalan, B va E bo'yicha tekshiriladi. Agar bunday nuqtalar ko'rinmasa, dalnomer bo'yicha A nuqtagacha bo'lgan masofa CA teskari yo'nalishda o'lchanib oldingisiga solishtiriladi. O'tish nuqtasining balandligini aniqlash uchun unga qarab DO' va DCH da vertikal burchak to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchanadi. So'ngra topilgan nisbiy balandlik qiymatlarining o'rtachasi olinadi.



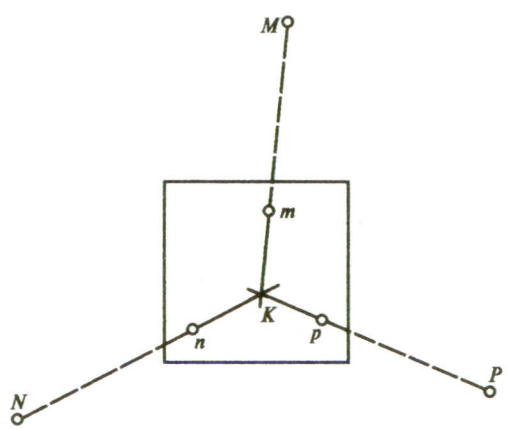
13.8- shakl.

O‘tish nuqtalari to‘g‘ri va teskari kesishtirish usuli bilan aniqlash (13.7) da ko‘rib chiqilgan va shuning uchun bu yerda u qayta takrorlanmadi.

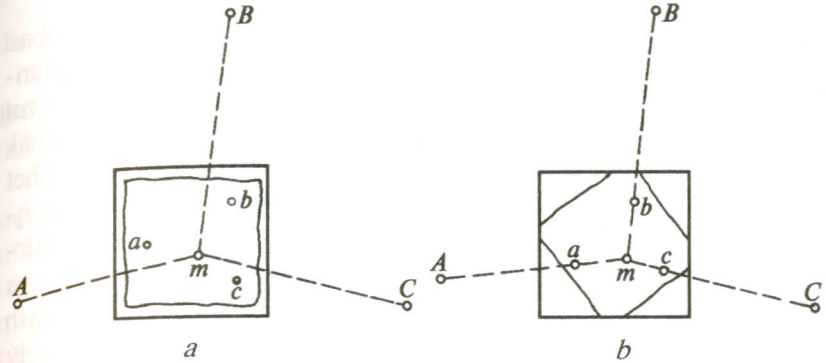
Joydagi uchta nuqta va ularning planshetdagi o‘rni yordamida joydagi to‘rtinchi nuqtada menzulani o‘rnatib, ushbu nuqtaning planshetdagi o‘rnini aniqlashga **Patenot masalasi** deyiladi.

Bu masalani analitik va grafik usullarda yechish mumkin. Quyida grafik usulda yaqinlashish yoki bussol bilan oldindan oriyentirlash yo‘li bilan yechishni ko‘rib chiqamiz.

Menzula joyda tanlangan *K* o‘tish nuqtasiga o‘rnatiladi (markazlash bajarilmaydi) va planshet bussol yordamida oriyentirlanadi. Kipregel chizg‘ichining qirrasi *n* nuqtaga qo‘yilib, truba joydagi *N* nuqtaga qaratiladi va *kn* chizig‘i chiziladi (13.9- shakl). Keyin chizg‘ich qirrasi *m* nuqtaga qo‘yilib, truba *M* nuqtaga qaratiladi va *km* chizig‘i chiziladi. Oxirida chizg‘ich qirrasi *p* nuqtaga qo‘yilib truba joydagi *P* nuqtaga qaratiladi va *kp* chizig‘i chiziladi. Agar planshet to‘g‘ri oriyentirlangan bo‘lsa, har uchala chiziq *k* nuqtasida kesishadi (13.9- shakl) va bu nuqta joydagi *K* nuqtaning planshetdagi o‘rni bo‘ladi. Aks holda, chiziqlar bir nuqtada kesishmay xatolar uchburchagini tashkil qiladi, bu esa planshetning yetarli aniqlikda oriyentirlanmaganini bildiradi. Uni tuzatish uchun planshet bir tomonga salgina burilib, ishlar qayta takrorlanadi. Agar bunda xatolar uchburchagi kattalashsa, demak, planshet teskari yo‘nalishda salgina burilib, oldingi ishlar qayta



13.9- shakl.



13.10- shakl.

takrorlanishi kerak. Shu yo‘l bilan, ya’ni ketma-ket yaqinlashish yo‘li bilan xatolar uchburchagi bartaraf etiladi.

Bolotov usuli. Joyda tanlangan *M* o‘tish nuqtasiga menzula o‘rnatilib, planshet oriyentirlanmasdan uning ustiga shaffof qog‘oz (kalka) mahkamlanadi. Kalkada ixtiyoriy *m* nuqtasi belgilanib, kipregel chizg‘ichining qirrasi unga qo‘yilib truba o‘rni planshetda ma’lum joydagi *A, B* va *C* nuqtalarga ketma-ket qaratiladi va kalka qog‘ozida *mA, mB, mC* yo‘nalishlar chiziladi (13.10- *a* shakl).

Kalka qog‘ozi bo‘shatilib, u shunday surilib joylashtiriladiki, unda chizilgan yo‘nalishlar bir vaqtning o‘zida planshetdagi *a, b, c* nuqtalardan o‘tsin: *mA—a* nuqtasidan, *mB—b* va *mC—c* nuqtalaridan.

Shu holatda kalkadagi *m* nuqtasining o‘rni planshetga igna sanchib belgilanadi (13.10- *b* shakl).

Bu nuqta joydagi *M* o‘tish nuqtasining planshetdagi o‘rni bo‘ladi. Shundan keyin kipregel chizg‘ichi *ma* chizig‘i bo‘ylab qo‘yilib, planshetni aylantirib truba *A* nuqtaga qaratiladi va u mahkamlanadi. Shunday oriyentirlangan planshetni qo‘shimcha *B* va *C* nuqtalari bo‘yicha tekshiriladi. O‘tish nuqtasi o‘rnini planshetda aniqlashning eng qulay va osoni — bu menzulaviy to‘g‘ri kesishtirish usulidir. Ko‘rib o‘tilgan usullarda o‘rni planshetga tushirilgan o‘tish nuqtalari balandligini eng kamida ikkita s’yomka asosi nuqtalariga qarab vertikal burchaklarni o‘lchab hisoblangan nisbiy balandliklar orqali topiladi.

O‘tish nuqtalari o‘rnini menzula yo‘li orqali topish. O‘rni planshetga tushirilgan nuqtaga menzula o‘rnatiladi. Planshet

oriyentirlanadi va o'tish nuqtasiga reyka o'rnatiladi. Kipregel trubasi reykaga qaratilib masofa (gorizontal quyilishi) o'lchanadi va u planshetda chizilgan yo'nalishda masshtab bo'yicha qo'yilib nuqta o'rni topiladi. Bu nuqtaga qarab DO' va DCH holatida vertikal burchak o'lchanadi. So'ngra menzula bu o'tish nuqtasiga o'rnatiladi va planshet orqadagi nuqtaga qarab oriyentirlanadi. Atrofdagi s'yomka asosi nuqtalari bu stansiyadan ko'rinsa, ular bo'yicha planshet oriyentirlangani tekshiriladi. Reyka orqadagi nuqtada o'rnatilib, masofa va vertikal burchak teskari yo'nalishda o'lchanadi va teskari yo'nalish nisbiy balandligi hisoblanadi. To'g'ri va teskari yo'nalish nisbiy balandligi farqi har 100 m masofa uchun ±4 sm dan oshmasa, ularning o'rtacha qiymati olinadi va nuqta balandligi hisoblanadi. Shu yo'l bilan tekshirilgan nuqta planshetda mahkamlanadi va yoniga balandligi yoziladi. Bu topilgan nuqtadan navbatdagi o'tish nuqtasi oldingi stansiyada bajarilgan ishlarni qaytarib planshetga tushiriladi va hokazo. Menzula yo'li s'yomka asosining ikki nuqtasi orasida o'tkazilib, bu nuqtalarga bog'lanadi. Bir necha tomondan (2—5) iborat menzula yo'lining uzunligi 1:5 000 masshtab uchun 800 m dan, 1:2 000 masshtab uchun esa 400 m dan oshmasligi kerak.

Menzula yo'lini s'yomka asosi nuqtalariga bog'laganda kelib chiqqan xatolik planshetda 0,8 mm dan oshmasligi kerak. Yo'l qo'yarli xato parallel chiziqlar usuli bilan tuzatiladi (11.3).

13.10. Menzula s'yomkasini bajarish

Menzula s'yomkasida tafsilotlar va joy relyefini planga tushirish s'yomka asosi bo'lib xizmat qiladigan nuqtalardan turib qutbiy koordinatalar usuli bilan bajariladi. S'yomka masshtabi 1:5 000 va undan mayda bo'lsa, menzula asbobi joydagi s'yomka asosi nuqtasi ustiga ko'z bilan chamalab, undan yirik masshtablarda esa vilka bilan markazlashtiriladi. Kipregel chizg'ichidagi silindrli adilak yordamida menzula taxtasi gorizontal holatga keltiriladi. Ish vaqtida adilak pufakchasi 2—3 bo'lakkacha markazdan surilgan bo'lsa, ishni davom ettiraverish mumkin. Planshetni asos nuqtalari bo'yicha oriyentirlaganda asbobdan olingan nuqtagacha masofa 300 m dan kam bo'lmasligi kerak. Menzuladan s'yomka qilinadigan tafsilot va relyef nuqtalarigacha masofa quyidagi formula bilan hisoblanadigan qiymatdan oshmasligi kerak:

$$d \le (2{,}5\sqrt{M})\ m$$

Bu yerda: M — s'yomka masshtabining maxraji. Chegarasi aniqmas tafsilotlar uchun bu masofa 1,5 barobar oshirilishi mumkin.

Tafsilotlari kichik maydonli va relyefi murakkab joylarda o'tish nuqtalari o'zaro yaqinroq olinib, asbobdan piket nuqtalargacha masofa mumkin qadar qisqaroq bo'lishi kerak. Bunda s'yomka ishlari ham tezlashadi. Tik qiyaliklar, chuqurliklar, jarlarning tik qirg'oqlari qarama-qarshi tomondan, ya'ni yaxshi ko'rinadigan tomondan turib s'yomka qilinadi.

Tafsilot va relyef nuqtalari faqat DCH holatida s'yomka qilinadi — chap qo'l kipregelni ushlasa, o'ng qo'l qalam va sirkulni ushlaydi. Piket nuqtalarining o'rni planshetda nina bilan sanchib belgilanadi. Tafsilot chegarasini s'yomka qilishda reyka birin-ketin tafsilot chegarasini burilgan nuqtalariga qo'yilib s'yomka qilinadi. Yopiq shakldagi chegarada s'yomka ishlari bir nuqtadan boshlanib, yana o'sha nuqtada tugatiladi. Tafsilot nuqtalari planshetga tushirilgandan keyin ularni birin-ketin o'zaro tutashtirib chegarasi hosil qilinib boriladi (orada adashib qoldirib ketmaslik uchun). Chegaraning to'g'ri chiziqli qismlari chizg'ich bilan tutashtiriladi. Har bir keyingi stansiyada s'yomka ishlari oldingi stansiyadan s'yomka qilingan joydan boshlanadi va shu bilan oldingi ishning to'g'riligi tekshiriladi.

Relyef nuqtalarining s'yomkasi tafsilotlar s'yomkasi bilan bir vaqtda olib boriladi. Tafsilotlar chegarasi bo'yicha olingan nuqtalarning balandligi relyefning faqat xarakterli nuqtalarida aniqlanadi.

Tafsilotlarni ushbu stansiyadan s'yomka qilib bo'lingandan keyin gorizontallar o'tkazish uchun yetmaydigan relyefning xarakterli nuqtalariga reyka qo'yilib, ularga qarab masofalarning gorizontal quyilishi va nisbiy balandlik o'lchab topiladi. Tekis relyefli joyda murakkab relyefli joyga qaraganda piketlar siyrakroq olinadi. Relyef xarakterli nuqtalari juda kam yoki o'zaro uzoq joylashgan joylarda piket nuqtalarning orasi quyidagi masofadan oshmasligi kerak:

$$d \le (80\sqrt{h})\ \text{м},$$

bu yerda: h — relyef kesimi.

Relyef kesimi 1 m va undan ortiq bo'lganda nuqta balandligi planshetda 0,1 m gacha yaxlitlab yoziladi, kesim 0,5 m bo'lganda 0,01 m gacha yoziladi.

Har bir stansiyada s'yomka ishlari tamom bo'lgandan keyin, shu stansiyada turib gorizontallar bilan relyef chiziladi. Agar stansiyadan qaysi bir bo'lakning relyefi yaxshi ko'rinmasa, menzula bilan o'sha yerga yaqinroq joylashgan nuqtaga o'tiladi va gorizontallar chiziladi.

Relyefi tekis bo'lgan joy bo'lagida berilgan relyef kesimida gorizontal tasvirlanmasa, u yerda yarim gorizontal chizishga to'g'ri keladi (relyef kesimining yarmi olinadi).

Agar joy uchastkasi bir nechta planshetda joylashsa, ularni tutash chegaralari bo'yicha tafsilotlar va relyefni tasvirlovchi gorizontallar o'zaro to'g'ri tutashishini ta'minlash uchun trapetsiya chegarasidan tashqariga 4 sm gacha joy qo'shimcha s'yomka qilinadi.

S'yomka paytida o'lchangan masofa, nisbiy balandlik va hisoblangan balandliklar jurnalga yozib boriladi.

Relyefi tekis joylarda bajarilsa, nuqtalar o'rni planga kipregel yordamida tushiriladi. Nuqtalar balandligi esa nivelir bilan o'lchab topiladi.

Kundalik ish oxirida planshetga tushirilgan nuqtalarning aniqlangan balandliklari — balandliklar kalkasiga, tafsilotlar konturi esa konturlar kalkasiga ko'chirib boriladi. Keyinchalik bu kalkalardan planshetni tush bilan chizishda uchraydigan ba'zi bir noaniqlikni tekshirishda foydalaniladi. Plan dastlab qalamda, so'ngra tekshirilib, xato joylari tuzatilgandan so'ng s'yomka qilingan barcha tafsilot, obyektlar va relyef shartli belgilar bilan tushda chiziladi. Planshet ramkasi va ramkadan tashqaridagi yozuvlar qo'yilgan talablarga muvofiq bajariladi.

13.11. Kombinatsiyalangan s'yomka usuli

Turli masshtabli va qiya aerosuratlardan joy planini tuzish uchun har bir aerosuratni transformatsiyalash kerak, ya'ni bitta masshtabli va gorizontal suratga keltirish kerak. Transformatsiya qilingan aerosuratlardan fotoplanlar yig'iladi.

Transformatsiyalash va fotoplanlarni yig'ish uchun har bir aerosurat to'rtta oriyentirlovchi (transformatsiyalovchi) nuqtalar bilan ta'minlanishi kerak. Bu nuqtalar joyda aniq tanib topiladigan va planli o'rni ma'lum kontur nuqtalaridir. Bu nuqtalardan ayrimlari koordinatalarini geodezik metodda aerosuratlarni joyda

bog'lash jarayonida topiladi. Qolgan nuqtalarning planli o'rnini aerosuratlar bo'yicha kameral sharoitda fototriangulyatsiya usulida topiladi. Tuzilgan fotoplanlar reproduksiyalarida (nusxalarida) dalada menzulaviy s'yomka usulida joy relyefi tasvirlanadi, konturlar esa deshifrovka qilinadi, daryolar, aholi yashash punktlari va boshqalar nomlari aniqlanib yoziladi.

Topografik kartalarni kombinatsiyalangan usulda tuzish quyidagi bosqichlardan iborat:

– uchib suratga olish va fotolaboratoriya ishlari;
– geodezik asos qurish. Aerosuratlarni planli bog'lash;
– fototriangulyatsiyani rivojlantirish;
– aerosuratlarni transformatsiyalash. Fotoplanlarni yig'ish;
– balandlik s'yomka asosini zichlash. Fotoplanlarda relyefni s'yomka qilish va konturlarni deshifrovka qilish;
– kartaning asl nusxasini chizish.

13.12. Fotosxema va fotoplanlarni tuzish

Fotosxemani yig'ish. Bitta yoki bir nechta marshrutlar planli aerosuratlari ishchi maydonlarini o'zaro (yonma-yon) qo'shishdan iborat. Fotosxema transformatsiya qilinmagan aerosuratlardan yig'ilgani uchun uning turli qismlarida masshtab birmuncha farq qiladi.

Fotosxemani kontur nuqtalari va boshlang'ich yo'nalishlar bo'yicha yig'ish mumkin. Birinchi usulda qo'shni aerosuratlarning to'sishgan qismi o'rtasida ikkita kontur nuqtalar tanlanadi va ular bo'yicha aerosuratlar qo'yiladi. Ingichka nina bilan nuqta ustki aerosuratdan ostkisiga teshib o'tkaziladi va ular tutashgani tekshirib ko'riladi. Suratlar yuk bilan qistirib qo'yilib o'tkir lanset (pichoq) bilan suratlarni to'sishi uchun o'rta qismidan qirqiladi va aerosuratlar markaziy qismini kartonga yopishtiriladi. Shunday qilib qolgan aerosuratlar yig'iladi. Boshlang'ich yo'nalishlar bo'yicha fotosxemani yig'ish ancha aniqroq natija beradi. Bunda har bir aerosuratda uni markaziy nuqtasi sanchib teshiladi (bosh nuqtadan $fk/50$ radiusli doirada) va boshlang'ich yo'nalishlar o'tkaziladi. Fotosxemaning (qo'shni aerosuratlar) boshlang'ich yo'nalishlarini tutashtirib yig'iladi, bunda aerosuratlarni yo'nalish bo'ylab to'sishgan qismida joylashgan biron-bir nuqta bir-biriga tutashguncha suriladi. Shundan keyin aerosuratlar qirqiladi, kartochka yopishtiriladi va fotosxema tayyorlanadi.

Fotoplanlarni yig'ish. Fotoplan deb, transformatsiya qilingan aerosuratlar ishchi maydonidan tuzilgan joyning fotografik tasviriga aytiladi. Fotoplanlarni planshetda mavjud transformatsiyalash nuqtalari va opoznaklar (o'rni aerosurat orqali joyda tanib olingan nuqta) bo'yicha yig'iladi. Bu nuqtalar transformatsiyalangan aerosuratlarda puanson bilan teshib belgilanadi.

Tayanch nuqtalar bilan teshib belgilangan nuqtalar tutashtirilib, aerosuratlar marshrutlar bo'yicha planshetda teriladi. Birdaniga to'silgan joylardagi nuqtalar sanchilib, ustki va ostki suratlarda bir-biriga to'g'ri kelishi tekshiriladi. Ustma-ust kelmaslik xatosi 0,8 mm dan oshmasligi kerak. Yakuniy qilib yig'ilgan aerosuratlar planshetga markaziy qismi bo'yicha kleylanadi va yuk bilan bostirib qo'yiladi, aerosuratlar bo'yiga va eniga to'sish yo'nalishlari bo'yicha qirqiladi. Keyin aerosuratlar planshetga yakuniy yopishtiriladi va trapetsiya jihozlanadi. Yig'ish aniqligini baholash uchun fotoplan korrekturadan o'tkaziladi. Transformatsiyalangan nuqtalar va opoznaklarda surilish hamda konturlarni qirqish chiziqlari bo'yicha tutashmasligi aniqlanadi. Fotoplanlar asl nusxasi ularda relyefni chizish va konturlarni deshifrovka qilish uchun noqulay bo'ladi. Shuning uchun ulardan reproduksiya (nusxa ko'chirish) yo'li bilan jilosiz qog'ozda nusxa tayyorlanib, alyuminiy varag'iga yopishtiriladi.

13.13. Topografik deshifrirlash

Deshifrirlash deb, aerosuratlarda joy obyektlarini nishon belgilariga qarab tanishga aytiladi. Maqsadga qarab topografik deshifrirlash, geologik, tuproq, qishloq xo'jaligi, o'rmon va boshqa deshifrirlash turlariga bo'linadi.

Topografik deshifrirlashda fotoplan yoki alohida aerosuratda nishon belgilariga qarab joy predmetlari va konturlari, ekinlar chegarasi va tafsilotlarning boshqa elementlari chizilib, tegishli shartli belgilarda ifodalanadi. Yirik masshtabli aerofotos'yomkada joyning ko'pchilik predmet va konturlari ularning tasviri bo'yicha kameral sharoitda aniqlanishi mumkin (bunga kameral deshifrirlash deyiladi). Bunda namunaviy aerosuratlarda joyning eng muhim va xarakterli elementlari tushirilgan albom-etalonlaridan foydalaniladi. Deshifrirlaydigan aerosurat va etalonda tasvirlangan u yoki bu obyekt solishtirib aniqlanadi.

Aerosuratda ajratilishi qiyin bo'lgan obyektlar mavjud: yer osti inshootlari, kichik ko'priklar va quvurlar, quduqlar va boshqalar. Bundan tashqari kartalarning ayrim elementlari — geografik nomlar, ma'muriy chegaralar, raqamli ma'lumotlar umuman tasvirlanmaydi. Shuning uchun kameral topografik deshifrirlash dala deshifrirlashi bilan to'ldiriladi, bu jarayonda aerosuratning fotografik tasviri bevosita joy bilan solishtiriladi. Deshifrirlashning asosiy alomatlari quyidagilar: obyektning shakli va o'lchami; tasvir tarkibi; obyektlar soyasi; tafsilotlar ayrim elementlari joylashishidagi o'zaro aloqa va boshqalar. Deshifrirlashning to'laligi va ishonchliligi asosan aerosuratlar sifatiga, s'yomka sharoitiga va aerosuratlarning tiniqligiga bog'liq.

Kombinatsiyalangan aeros'yomkada dala deshifrirlashni fotoplanda relyefni chizish bilan birga olib boriladi. Birdaniga mayda konturlar umumlashtiriladi (generalizatsiya qilinadi) va yangi paydo bo'lgan kontur va obyektlar s'yomka qilinadi. Bunda s'yomka asosi nuqtalaridan hamda aniq kontur nuqtalaridan foydalaniladi.

13.14. Fotoplanlarda relyefni s'yomka qilish

Fotoplanlarda relyefni chizishda s'yomka asosini geometrik nivelirlash (tekis hududlarda) yoki trigonometrik nivelirlashni bajarish bilan hosil qilinadi. Nivelirlash yo'llari nuqtalari aniq kontur chegaralarida yoki bunday nuqtalar joyda yon atrofda joylashgan aniq nuqtalardan o'lchab topishga qulay joylarda olinadi.

Fotoplan qandaydir kontur nuqtasida turtib uni fotoplanda tasvirlangan va o'rni joyda ko'rinadigan boshqa bir nuqtaga qarab oson oriyentirlanadi. Fotoplandagi gidrografik tarmoq va relyef elementlari jarlar qirrasi, jarlar, tepalar, chuqurlar va boshqalar tasvirlari relyefning chizish sifatini oshiradi va olinadigan piket nuqtalar sonini kamaytiradi. Fotoplanlarda relyefning s'yomkasi dastlab ochiq joylardan boshlanadi, keyin ko'rinmaydigan qismlari chizib to'ldiriladi.

Ayrim vaqtlarda relyef s'yomkasi aeros'yomkani bajargandan keyin tezda fotosxema yoki ayrim aerosurat bo'yicha bajariladi. Bunda har bir aerosurat va fotosxema masshtabini aniqlashga to'g'ri keladi. Bu masshtab yaxlit qiymatni tashkil etmaydi, va aerosurat turli qismida o'zgarib boradi. S'yomka ishlari yakunlangandan keyin gorizontallar va deshifrirlangan konturlar aerosuratlardan konturlar bo'yicha fotoplanga ko'chiriladi.

XIV BOB.

AEROSURATLARNI JOYDA TAYYORLASH

14.1. Aerosuratlarni joyda tayyorlash va undagi ishlar tarkibi

Qiya va har xil masshtabdagi aerosuratlardan joy planini tuzish uchun har bir aerosurat alohida transformatsiya qilinishi kerak, ya'ni u umumiy masshtabga va gorizontal holatga keltirilishi kerak. Shunday transformatsiyalangan aerosuratlardan fotoplanlar montaj qilinadi (yig'iladi). Transformatsiyalash va fotoplanlarni yig'ish uchun har bir aerosurat oriyentirlovchi to'rtta nuqtalar bilan ta'minlanishi kerak. Ulardan bir qismining o'rni aerosuratlarni joyda bog'lashda geodezik usullarda aniqlanadi, bunday nuqtalarga opoznaklar deyiladi. Nuqtalarning qolgan qismi planli o'rni kameral sharoitda aerosuratlar bo'yicha fototriangulyatsiya yo'li bilan aniqlanadi.

Aerosuratlarni bog'lash deb, aerosuratda tasvirlangan konturlarning xarakterli nuqtalari o'rnini joyda topib, ular koordinatalarini aniqlashdagi ishlar majmuasiga aytiladi.

Odatda opoznak nuqtalari sifatida aerosuratdan joydagi o'rni aniq topilishi oson bo'lgan chiziqli obyektlarni — yo'llar, daryolar, kanallar, ekinzor va boshqalar chegaralarining kesishgan nuqtalari tanlanadi. Opoznak nuqtalari orasidagi masofalar va ularning aerosuratdagi o'rni tuziladigan plan masshtabiga, relyef kesimli balandligiga, suratlarni fotogrammetrik ishlab chiqish usuli va boshqalarga asoslanib loyiha tuzishda tanlab olinadi. Aerosuratlarni planli hamda balandlik bo'yicha bog'lash quyidagi jarayonlardan tashkil topadi:

— aerosuratlarni bog'lash loyihasini tuzish;

— joyda kontur nuqtalarini tanlash va ular o'rnini aerosuratda tanib aniqlash;

— topilgan nuqtalar o'rnini aerosuratda nina bilan sanchib teshib belgilash va rasmiylashtirish;

— opoznaklar o'rnini joyda mahkamlash;

— opoznak nuqtalari koordinatalari va balandliklarini aniqlash uchun geodezik o'lchashlarni bajarish;

— opoznaklar koordinatalari va balandliklarini hisoblash.

14.2. Aerosuratlarni planli bog'lash

Aerosuratlarni bog'lashda dala ishlari joy bilan tanishib chiqishdan boshlanadi, bunda ushbu hududda joylashgan geodezik asos punktlari aniqlanib, opoznak nuqtalari bilan o'zaro ko'rinishi sharoitiga qarab geodezik bog'lash usuli tanlanadi.

Loyihalangan joy konturlarining aniq nuqtalari tanlanib, ular o'rni aerosuratdan topiladi va nina bilan sanchib belgilanadi. Bu sanchilgan nuqtalar aerosuratning orqa tomonida doiracha chizib belgilanadi va yoniga opoznak (nuqta) raqami yozib ko'rsatiladi. Bundan tashqari xuddi shu yerda opoznak nuqtasining joylashgan o'rni abrisi chizib ko'rsatiladi.

Opoznaklar o'rni joyda esa yog'och qoziq, temir parchasi yoki boshqa narsa bilan mahkamlanadi va atrofi ariqcha qazib belgilab qo'yiladi.

Opoznak nuqtalari koordinatalarini aniqlashda turli geodezik kestirmalardan foydalaniladi, ayrim vaqtlarda bog'lash uchun teodolit yo'li yoki triangulyatsiya zanjiri quriladi.

Agarda opoznak geodezik asos punktlariga yaqin joylashgan bo'lsa, uning koordinatalari qutbiy usulda aniqlanishi mumkin; bunda opoznakdan yaqin joylashgan geodezik punktgacha masofa o'lchanadi hamda qo'shni geodezik punkt va opoznak yo'nalishlari orasidagi tutash gorizontal burchak o'lchanadi.

Joydagi uchta geodezik punktlarda turib opoznakka qarab gorizontal burchaklar o'lchansa, ya'ni burchak kestirmalari bajarilsa, bunga to'g'ri geodezik kestirma deyiladi.

Aerosuratlarni bog'lashda teskari geodezik kestirma qo'llansa ish unumli bo'ladi. Bunda opoznak nuqtada turib joydagi to'rtta geodezik asos punktlariga qarab burchaklar o'lchanadi. Agarda opoznakdan faqat uchtagina punktlar ko'rinsa, bu punktlardan birida turib qo'shimcha burchak o'lchashga to'g'ri keladi. Bunga kombinatsiyalashtirilgan kestirma deyiladi.

14.3. Opoznak koordinatalarini qutbiy usulda aniqlash

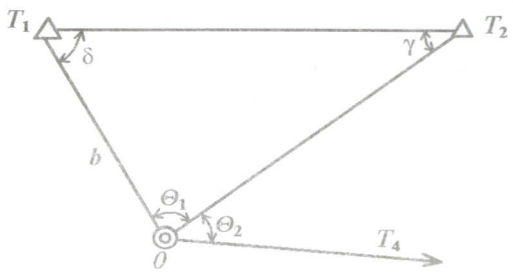
Agarda opoznak (aniqlanadigan nuqta) geodezik punkt yaqinida joylashgan bo'lsa bu usul qo'llanadi. Bu usulda opoznak nuqta bilan geodezik asos punkti orasidagi masofa va qo'shni punktga qarab yo'nalish bilan opoznak yo'nalishi orasidagi qo'shuvchi burchak o'lchanadi. Bunda aniqlashning nazorati bo'lmagani uchun masalani murakkablashtirib ikkinchi punktga qarab yana qo'shimcha burchak o'lchanadi, 14.1- shaklda θ_1 va θ_2 burchaklari opoznak nuqtasi 0 da turib hamda $T_1 0 = b$ masofa o'lchanadi. Shunda 0 opoznak nuqtasining koordinatalari quyidagi formulalar orqali hisoblanadi.

$$\left.\begin{aligned} x_0 &= x_{T_1} + b\cos(\alpha_{T_1T_2} + \delta),\\ y_0 &= y_{T_1} + b\sin(\alpha_{T_1T_2} + \delta). \end{aligned}\right\} \qquad (14.1)$$

Opoznak koordinatalari ishonchli aniqlanishi uchun uning o'rni tanlanayotganda θ_1 burchagining qiymati 90° ga yaqin bo'lishini ta'minlash kerak. Yuqoridagi formulalarda keltirilgan direksion burchak $\alpha_{T_1T_2}$ va (14.2) formuladagi masofa $S_{T_1T_2}$ lar qiymati tayanch punktlar T_1 va T_2 larning koordinatalari orqali teskari geodezik masalani yechib topiladi, ya'ni:

$$tg\alpha_{T_1T_2} = \frac{y_{T_2} - y_{T_1}}{x_{T_2} - x_{T_1}},$$

$$S_{T_1T_2} = \sqrt{(x_{T_2} - x_{T_1})2 + (y_{T_2} - y_{T_1})^2}.$$



14.1- shakl.

Shakldagi γ burchak qiymati sinuslar teoremasi bo'yicha quyidagicha topiladi:

$$\sin\gamma = \frac{b}{S_{T_1T_2}}\sin\theta_1. \qquad (14.2)$$

Qo'shimcha burchak δ esa quyidagiga teng:

$$\delta = 180° - (\theta_1 + \gamma).$$

Hisoblash ishlarini nazorat qilish uchun 0 va T_2 punktlar koordinatalari bo'yicha teskari masalani yechib α_{OT_2} direksion burchak topilib uni α_{OT_1} bilan ayirmasi olinsa o'lchangan θ_1 burchagi qiymatiga teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\alpha_{OT_1} - \alpha_{OT_2} = \theta_1, \qquad (14.3)$$

bu yerda:

$$\alpha_{OT_1} = \alpha_{T_1T_2} + \delta \qquad (14.4)$$

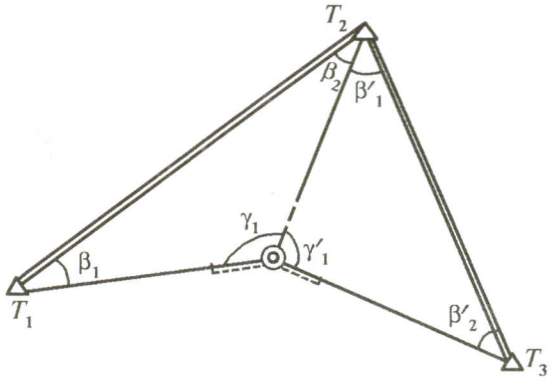
O'lchashlarni nazorati uchun esa yana bitta geodezik asos punkti kuzatilishi kerak (14.1- shaklda T_4 punkti).

14.4. Opoznak koordinatalarini to'g'ri geodezik kestirmadan aniqlash

Masalani analitik yo'lda yechishda koordinatalar ma'lum T_1, T_2 va T_3 boshlang'ich punktlarida turib, opoznak nuqta 0 ga qarab burchaklar o'lchanadi, 14.2- shakl. 0 nuqtasining koordinatalarini Yung formulalari orqali hisoblash mumkin.

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{x_A ctg\beta_2 - y_A + X_B ctg\beta_1 + y_B}{ctg\beta_1 + ctg\beta_2},\\ y &= \frac{y_A ctg\beta_2 + x_A + y_B ctg\beta_1 - x_B}{ctg\beta_1 + ctg\beta_2}. \end{aligned}\right\} \qquad (14.5)$$

Yung formulalari bo'yicha masalani yechishda opoznak 0 nuqtasining o'rni to'g'ri topilganini nazorat qilish uchun joyda β_1' va β_2' burchaklar qo'shimcha o'lchanadi (14.2- shakl). Shunda T_2 va T_3 punktlarining ma'lum koordinatalari va β_1', β_2' burchaklardan foydalanib (14.5) formula bo'yicha 0 nuqtasining koordinatalari ikkinchi marta hisoblanadi. Har ikki hisoblangan



14.2- shakl.

abssissa va ordinatalar qiymatlarining farqi topilib ular orqali mutlaq qiymat δ_0 quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi.

$$\begin{aligned} \Delta x' &= x' - x'', \\ \Delta y' &= y' - y'', \\ \delta_o &= \sqrt{(\Delta x')^2 + (\Delta y')^2}. \end{aligned} \qquad (14.6)$$

δ_0 chekli qiymati s'yomka masshtabiga bog'liq bo'lib u planda 0,2 mm dan oshmasligi kerak.

Opoznak nuqta 0 ning koordinatalarini aniqlash bo'yicha misol 23- jadvalda keltirilgan. Ushbu misoldagi boshlang'ich ma'lumotlar [4] dan olindi.

23- jadval

Punktlar №	β_1 / β_2 / γ	x	$\frac{\text{ctg}\beta_1}{\text{ctg}\beta_2}$ / $\text{ctg}\beta_1 + \text{ctg}\beta_2$	y
T_1	54°59,5'	11371,17	+0,255821	8552,42
T_2	75°36,0'	9946,57	+0,700395	7696,97
0	49°21,5'	9433,08	+0,956216	9415,67
T_2	47°37,2'	9946,57	+1,202014	7696,97
T_3	39°45,5'	7423,20	+0,912503	8913,89
0	92°37,3'	9433,14	+2,114517	9415,48
0	o'rtacha	9433,11		9415,58

Dalada bajarilgan o'lchashlar natijasining nazorati (14.6) formuladan jadvalda keltirilgan misol uchun quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta x' = x' - x'' = 9433,08 - 9433,14 = -0,06\ m,$$

$$\Delta y' = y' - y'' = 9415,67 - 9415,48 = +0,19\ m,$$

$$\delta_o = \sqrt{(\Delta x')^2 + (\Delta y')^2} = \sqrt{(-0,06)^2 + (0,19)^2} = 0,2\ m.$$

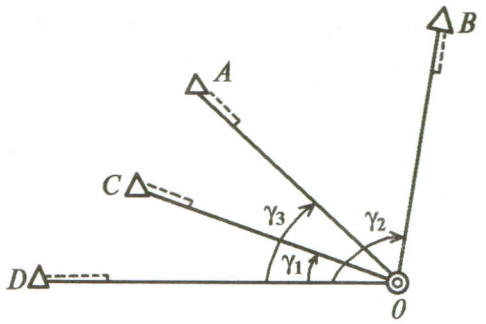
S'yomka masshtabi 1:1 000 va undan mayda bo'lsa, hisoblangan $\delta_o = 0,2$ m qiymat yo'l qo'yarli hisoblanadi.

14.5. Teskari geodezik kestirmadan opoznak nuqta koordinatalarini aniqlash

Teskari geodezik kestirmaning maqsadi noma'lum nuqta koordinatalarini uchta boshlang'ich punktlar koordinatalari va aniqlanadigan punktda o'lchangan γ_1 va γ_2 burchaklar orqali aniqlash (14.3- shakl)dan iborat. Masalani yechish nazorati uchun aniqlanadigan nuqtada turib to'rtinchi boshlang'ich punktga qarab γ_3 burchagini o'lchash zarur bo'ladi. Shunda bitta aniqlanadigan nuqtada turib har to'rttala boshlang'ich punktlarni ko'rish talab qilinadi. Bu masalani yechishning ko'pgina usullari mavjud. Quyida uni Kneyssel formulalari bo'yicha yechilishini ko'rib chiqamiz.

Faraz qilaylik, 14.3- shaklda berilgan 0 punkti koordinatalari x_0, y_0 ni D, C, B punktlari koordinatalari hamda o'lchangan burchaklar γ_1 va γ_2 bo'yicha aniqlash talab qilinsin.

Nazorat uchun boshlang'ich yo'nalish OD bilan to'rtinchi punkt A ga bo'lgan yo'nalish OA orasidagi γ_3 burchagi o'lchan-



14.3- shakl.

gan bo'lsin. Ushbu shaklda keltirilgan punktlar belgilariga asoslanib Kneyssel formulalarini quyidagicha yozamiz:

1. $\alpha = ctg\ \gamma_1$, $b = ctg\ \gamma_2$.

2. $x'_C = x_C - x_D$; $y'_C = y_C - y_D$; $x'_B = x_B - x_D$; $y'_B = y_B - y_D$.

3. $k_1 = ay'_C - x'_C$, $k_2 = ax'_C + y'_C$, $k_3 = by'_B - x'_B$, $k_4 = bx'_B + y'_B$.

4. $c = \dfrac{k_2 - k_4}{k_1 - k_3} = ctg\ (DO)$.

5. $y' = \Delta y = \dfrac{k_2 - ck_1}{c^2 + 1}$, $x' = \Delta x = c \cdot \Delta y$.

6. $y_0 = y_D + \Delta y$, $x_0 = x_D + \Delta x$.

7. Nazorat formulasi: $tg(OA) = \dfrac{y_A - y_0}{x_A - x_0}$, $\gamma_3^{his} = (OA) - (OD)$.

Yuqoridagi Kneyssel formulalaridan foydalanib misol yechishni quyida ko'rib chiqamiz.

14.3- shaklda berilgan boshlang'ich punktlar koordinatalari va o'lchangan burchaklar quyidagilarga teng:

Punktlar koord.	D	C	A	B
x	3474,75	3700,00	3724,55	4007,84
y	2279,12	2500,00	2130,23	2598,14

$\gamma_1 = 15°28'21''$

$\gamma_2 = 97°02'05''$

$\gamma_3^{o'lch.} = 29°27'19''$

Misolni yechish quyidagi 24- jadvalda keltirilgan. Nazorat uchun 0 nuqtasining topilgan va A punktining berilgan koordinatalari orqali direksion burchak (OA) hisoblanadi. Keyin γ_3^{his} burchak quyidagicha topiladi: $\gamma_3^{his} = (OA) - (DO)$ va bu qiymat $\gamma_3^{o'lch.}$ bilan solishtiriladi. Ular teng bo'lishi yoki farqi quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak: $\left|\gamma_3^{his.} - \gamma_3^{o'lch.}\right| < 6\ m_\beta$, bu yerda m_β — burchak o'lchashning o'rta kvadrat xatosi. Bizning misol uchun 24- jadvaldan topamiz. $29^0 27' 10'' - 29^0\ 27'\ 19'' = -0^0 00'\ 9''$; $|9''| < 6 \cdot 5''$, bu yerda $m_\beta = 5''$.

24- jadval

γ_1	15°28' 21''	x_c	3700,00	y_C	2500,00	k_1	+572,71	k_2	+1034,62		
a	3,6126226	x'_c	+225,25	y_C	+220,88	k_3	—572,46	k_4	+253,24		
γ_2	97°02'05'	x_B	4007,84	y_B	2598,14	$k_1 - k_3$	+1145,17	$k_2 - k_4$	+781,38		
b	—0,1233963	x'_B	+533,09	y'_B	+319,02	c=ctg(DO)	0,6823266	$k_2 - ck_1$	+643.84		
		x_D	3474,75	y_D	2279,12	c^2+1	1,4655696	$k_4 - ck_3$	+643,84		
		Δx	+299,75	Δy	+439,31						
		x_O	3774,50	y_O	2718,43						
				Nazorat hisobi							
$\gamma_3^{o'lch}$	29°27 19''	x_A	3724,55	y_A	2130,23					(OA)	265°08'46
γ_3^{his}	29°27 10''	$x_A - x_o$	—49,95	$y_A - y_o$	—588,20	tg(OA)				(OD)	235°41'36
									+11,775-775		

14.6. Aerosuratlarni balandlik bo'yicha bog'lash

Aerosuratlarni balandlik bo'yicha bog'lash planli bog'lashga o'xshash bajariladi. Aerosuratlarni stereoskopda sinchiklab kuzatib, ularda balandlik opoznaklar o'rni tanlanadi va bog'lash ishlari loyihasi tuziladi. Balandlik opoznaklarining bir qismi suv havzalari sohilida olinadi. Aerosuratlarda mavjud nivelir tarmog'ining punktlari hamda balandligi aniqlangan triangulyatsiya va poligonometriya punktlari belgilab olinib, ular orasida nivelir yo'llari tanlanadi va loyihada ko'rsatiladi. Joyga chiqib tanishish jarayonida ular yana bir bor aniqlab olinadi. Aerosuratlar bo'yicha tanlab nina bilan sapchib belgilangan opoznaklar o'rni joyda tanib topiladi. Ular uchun abris tuzilmaydi, faqat joylashgan o'rni yozib ko'rsatiladi. Relyefi tekis hududlarda opoznaklar balandligi geometrik nivelirlashdan topiladi (masalan, texnik nivelirlashdan). Tog'oldi va tog'li hududlarda esa trigonometrik nivelirlash usulida aniqlanadi. Bunday nivelirlash va uning natijalarini ishlab chiqish 8.10 da ko'rsatilgandek bajariladi.

Trigonometrik nivelirlash relyef kesimi balandligi 2 va 5 m bo'lgan stereofotogrammetrik s'yomkalarni ta'minlash uchun opoznaklar balandligini aniqlashda keng qo'llanadi. Bunda boshlang'ich punktlarga qarab opoznak nuqtadan teodolit bilan turib, DCH va DO' holatlarda vertikal burchaklar o'lchanadi, masofalar esa punktlar va opoznak ma'lum koordinatalari orqali teskari geodezik masalani yechib topiladi. Bu qiymatlar orqali quyidagi formuladan nisbiy balandlik hisoblanadi:

$$h = stgv + cs^2 + i - l, \qquad (14.7)$$

bu yerda: $c = \frac{1-k}{2R}$ (Yer egriligi va refraksiya uchun tuzatma);

s — boshlang'ich punkt va opoznak orasidagi masofa;

R — yer ellipsoidi egrilik radiusi;

k — refraksiya koeffitsiyenti (k=0,14).

S'YOMKA TARMOG'I YO'LLARI SISTEMASINI TENGLASH

15.1. Umumiy ma'lumotlar

O'lchangan miqdorlar ehtimoliy qiymatlarini hisoblab topishga **tenglash** deb ataladi. Tenglashdan asosiy maqsad, bu o'lchangan miqdorlar tarkibidagi xatoliklarni yo'qotish, ya'ni o'lchashlar natijalarini tuzatishdan iborat. Bunda tuzatmalar xatoliklarini bartaraf qilish va o'zining mutlaq qiymati bo'yicha o'lchashlari haqiqiy xatosiga yaqin bo'lish talab qilinadi. Shunday qilib, tenglashda o'lchangan qiymatlar (x_i) uchun aniqlangan tuzatishlar (v_i) bog'lanmasliklar (f_i) ni bartaraf etishi sharti qo'yiladi.

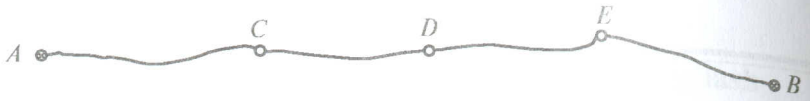
S'yomka tarmoqlari boshlang'ich tarmoq punktlariga bog'langan ayrim geodezik yo'llar, ya'ni ozod emas yo'llar tarmog'i hamda poligonlardan iborat ozod tarmoqlarni qurish yo'li bilan barpo etiladi. Ozod emas tarmoqlarni tenglashda boshlang'ich punktlar koordinatalari va boshlang'ich yo'nalishlar (teodolit yo'llarida) direksion burchaklari yoki boshlang'ich punktlar balandliklari (nivelir yo'llarida) ma'lum bo'lishi kerak.

Ozod va ozod emas yo'llar sistemasining tenglash turli usullari mavjud, ular keyingi mavzularda ko'rib chiqiladi.

15.2. Yakka nivelir yo'lini tenglash

A va B punktlari (15.1- shakl) orasida uzunligi L km ga teng nivelir yo'li o'tkazilgan. Bu nivelir yo'li C, D va E oraliq nivelir belgilari bilan mahkamlangan bo'lsin. Har ikkala boshlang'ich punkt A va B lardan eng uzoqda joylashgan D belgining balandligi ikki marta aniqlanishi mumkin.

$$\left.\begin{aligned} H'_D &= H_A + \Sigma h_1, \\ H''_D &= H_B + \Sigma h_2. \end{aligned}\right\}, \qquad (15.1)$$



15.1- shakl.

bu yerda: $\sum h_1$, $\sum h_2$ — A va B punktlardan D belgigacha o'lchangan nisbiy balandliklar yig'indisi.

(15.1) formulalar bo'yicha hisoblangan H'_D va H''_D qiymatlar o'zaro teng bo'lmaydi, ya'ni ular teng aniq emas hisoblanadi. Ushbu D belgisining tenglangan balandligini hisoblash uchun vaznli arifmetik o'rta formulasidan foydalanish mumkin, ya'ni:

$$H_D = \frac{H'_D \cdot P' + H''_D + P''}{P' + P''}, \qquad (15.2)$$

bu yerda: $P' = \frac{1}{n}$, $P'' = \frac{1}{L-n}$,

n — boshlang'ich punkt A dan D nuqtagacha masofa (km). Umuman olganda ikkita boshlang'ich punktlar orasida o'tkazilgan nivelir yo'lini (15.1- shakl) tenglash uchun o'lchangan nisbiy balandliklarga quyidagi formula bo'yicha hisoblanadigan tuzatmalar kiritilsa yetarli:

$$\vartheta_i = -\frac{fh\, l_i}{L}, \qquad (15.3)$$

bu yerda: fh — umumiy yo'lda nivelirlash xatosi bo'lib u quyidagicha hisoblanadi:

$$fh = \Sigma h - (H_B - H_A). \qquad (15.4)$$

l_i — yo'ldagi seksiya uzunligi, km da yuqoridagi formulalardan foydalanib, yakka nivelir yo'lini tenglash bo'yicha misol quyidagi 25- jadvalda yechib keltirilgan.

25- jadval

Punktlar	Seksiyalar uzunligi (km)	O'lchangan nisbiy balandlik, h (m)	Hisoblangan tuzatma ϑ (mm)	Tenglangan nisbiy balandlik h_T (m)	Tenglangan balandlik (m)
A					480,421
	0,9	+4,130	—2	+4,128	
C					484,549

25- jadvalning davomi

	1,5	+9,372	—3	+9,369	
D					493,918
	0,8	+1,801	—2	+1,799	
E					495,717
	2,3	+7,730	—5	+7,725	
B					503,442
Σ	5,5	+23,033	—12	+23,021	

$$fh = \Sigma h - (H_B - H_A) = 23,033 - (503,442 - 480,421) =$$
$$= +0,012\ \text{m} \quad \text{yoki} \quad +12\ \text{mm}.$$

Jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanib, (15.1) formulalar bo'yicha D nuqtasi tenglangan balandligini hisoblaymiz.

$$H'_D = 480,421 + 13,502 = 493,923\ m,$$

$$H''_D = 503,442 - 9,531 = 493,911\ m,$$

$$\textit{Vaznlar esa}: P' = \frac{1}{2,4} = 0,42; \quad P'' = \frac{1}{3,1} = 0,32.$$

Shundan keyin D nuqtasi tenglangan balandligini (15.2) formuladan topamiz.

$$H_D = 493,900 + \frac{23 \cdot 0,42 + 11 \cdot 0,32}{0,42 + 0,32} = 493,917 m.$$

H_D qiymatlari orasidagi 1 mm ga teng farqchani hisoblashdagi yaxshilash ta'siri deyish mumkin.

15.3. Bitta tugun nuqtali teodolit yo'llarini tenglash

Boshlang'ich punktlar A, B, C va EA, FB, HC tomonlarga tayangan bitta tugun nuqta M ga ega teodolit yo'llari (15.2- shakl)ni tenglash kerak bo'lsin. Bunda ko'rsatilgan punktlar va tomonlar yuqoriroq klassdagi tarmoqqa tegishli bo'lib, ularning koordinatalari va direksion burchaklari ma'lum.

Bu tarmoqdagi teodolit yo'llarining burilish burchaklari va tomonlari uzunligi joyda o'lchab topilgan. Teodolit yo'llari sodda usulda tenglanadi: dastlab burchaklar tenglanadi, keyin esa koordinatalar orttirmasi hisoblanadi va tenglanadi. Bunga alohida tenglash usuli deyiladi.

Burchaklarni tenglash tugun chiziqni tanlashdan boshlanadi, bunda tugun chiziq sifatida yo'llardan ixtiyoriy birinchi M tugun nuqtaga tutashgan tomoni qabul qilinishi mumkin. Bizning misolda *MN* yo'l tomoni qabul qilinadi (15.2- shakl). Misol [4] dan olibdi. Tugun chiziqqa boshlang'ich direksion burchaklardan boshlab har bir yo'l bo'yicha direksion burchak qiymatlari topiladi.

$$\alpha_i = \alpha_{i\,bosh.} + 180^\circ n_i - [\beta]_i, \qquad (15.5)$$

bu yerda: $\alpha_{i\ bosh.} = \alpha_{EA}, \alpha_{FB}, \alpha_{HC}$;

n_i — yig'indi $[\beta]i$ ga kiradigan burchaklar soni ($i = 1, 2, 3$).

Agarda yo'l bo'yicha chap burchaklar o'lchangan bo'lsa, (15.5) formula quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

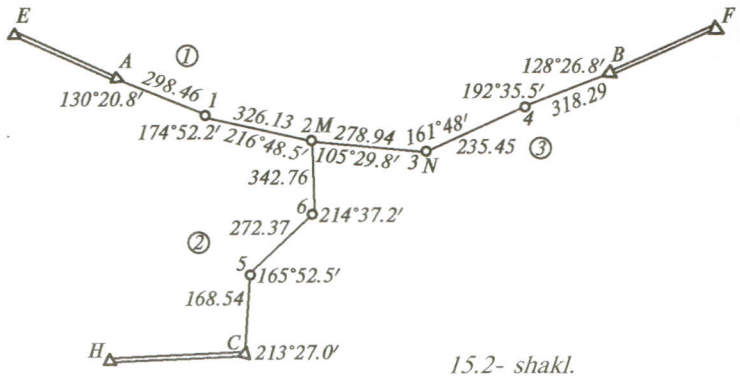
$$\alpha_i = \alpha_{i\ bosh.} + [\beta]'_i - 180^\circ n_i, \qquad (15.6)$$

bu yerda: $[\beta]'_i$ — o'lchangan chap burchaklar yig'indisi.

(15.5) va (15.6) formulalar bo'yicha hisoblangan tugun chiziq direksion burchagi qiymatlari 26- jadvalda berilgan. Har uchala yo'llar bo'yicha hisoblangan tugun tomon direksion burchagi qiymatlari $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ uchun ularning vaznlari quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$P_i = \frac{k}{n_i} \ (i=1,2,3), \qquad (15.7)$$

bu yerda: n_i — yo'ldagi burchaklar soni.



15.2- shakl.

Navbatda tugun chiziq MN ning tenglangan yakuniy direksion burchagi quyidagi vaznli arifmetik o'rta formulasi orqali topiladi:

$$\alpha = \frac{[P\alpha]}{[P]} = \alpha_o + \frac{[P\varepsilon]}{[P]}, \qquad (15.8)$$

bu yerda: α_o — topiladigan direksion burchak taqribiy qiymati.

ε_i — qoldiq quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\varepsilon_i = \alpha_i - \alpha_o \quad (i=1,2,3). \qquad (15.9)$$

Keltirilgan (15.7)—(15.9) formulalar bo'yicha hisoblangan natijalar 26- jadvalning tegishli grafalarida berilgan. Xuddi shu jadvalda tarmoqni 1,2,3 yo'llari bo'yicha burchaklar yig'indisidagi xatolar quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanib keltirilgan:

$$f_{\beta_i} = \alpha - \alpha_i \quad (i=1,\ 2,\ 3). \qquad (15.10)$$

Ushbu formula yo'lning o'ng tomondagi burchaklari uchun. Agar chap burchaklar o'lchangan bo'lsa:

$$f_{\beta_i} = \alpha_i - \alpha \quad (i=1,2,3). \qquad (15.11)$$

(15.8) formuladan direksion burchak α ning va (15.10), (15.11) dan burchaklar yig'indisidagi xatolarni hisoblash nazorati bo'lib quyidagi shart xizmat qiladi:

$$[pf_\beta] = 0. \qquad (15.12)$$

Hisoblangan f_β qiymatlari yo'l qo'yarli ekani tekshirilib, ma'lum formula $f_{\beta_{cheki.}} = 1'\sqrt{n}$ bo'yicha tegishli yo'llardagi har bir burchakka teskari ishorasi bilan teng bo'lib boriladi va burchaklar tuzatiladi. Keyin har bir yo'l tomonlarining direksion burchaklari tegishli formulalar (ular 10.3 da berilgan) orqali hisoblanadi. Hisoblangan direksion burchaklar va tomonlar uzunligi bo'yicha tegishli formulalar (10.4 da berilgan) orqali koordinatalar orttirmasi hisoblanib, yo'llar bo'yicha ular yig'indisi topiladi.

26- jadval

Yo'l №	α	ε	n	$P = \frac{K}{n}$, $K = 10$	$p\varepsilon$	f_β	pf_β
1	102°43,8′	+2,1′	3	3,3	+6,9	−1,2′	-4
2	42,2′	+0,5′	4	2,5	+1,2	+0,4′	+1
3	41,7′	0	3	3,3	0	+0,9′	+3
α_0=102°41,7′				9,1	+8,1		$[pf_\beta]$=0

$$\alpha_o = 102^\circ 41,7' + \frac{8,1'}{9,1} = 102^\circ 42,6'.$$

Koordinatalar orttirmasini tenglash xuddi burchaklarni tenglashga o'xshash tartibda bajariladi. Har bir yo'l bo'yicha boshlang'ich punktdan boshlab tugun nuqta M ga (15.2- shakl) qarab uning koordinatalari hisoblanadi. Bizning misolda

$$\left.\begin{aligned} x_i &= x_{i\ bosh.} + [\Delta x]_i, \\ y_i &= y_{i\ bosh.} + [\Delta y]_i. \end{aligned}\right\} \qquad (15.13)$$

formulalar bo'yicha hisoblangan M nuqtasining koordinatalari 27- jadvalda berilgan.

27- jadval

Yo'l №	x,m	ε_x; sm	$p\varepsilon_x$; sm	fx' sm	L,km	$P\frac{K}{L}$ $K=1$	fy' sm	$p\varepsilon_y$; sm	ε_y; sm	y, m
1	525,43	+19	30,4	-1	0,62	1,6	+17	+52,8	+33	770,57
2	525,65	+41	49,2	+21	0,80	1,2	-16	0	0	770,24
3	525,24	0	0	-2	0,85	1,2	-5	+13,2	+11	770,35
x_0=525,24			79,6			4,0		66,0		y_0=770,24

$$x = 525,24 + \frac{0,796}{4} = 525,44\ m; \quad y = 770,24 + \frac{0,66}{4} = 770,40\ m.$$

Ikkita kalta yo'llar bo'yicha orttirmalar xatosi yo'l qo'yarli cheki tekshiriladi.

$$fx_{1,2} = 525,43 - 525,65 = -0,22\ m; fy_{1,2} = 770,57 - 770,24 = +0,33\ m;$$

$$fL_{1,2} = \sqrt{0,22^2 + 0,33^2} = 0,40\ m; \frac{fL_{1,2}}{L_{1,2}} = \frac{0,40}{1426} = \frac{1}{3600};$$

$$fx_{2,3} = 525,65 - 525,24 = +0,31\ m; fy_{2,3} = 770,24 - 770,35 = -0,11\ m;$$

$$fL_{2,3} = \sqrt{0,31^2 + 0,11^2} = 0,42\ m; \frac{fL_{2,3}}{L_{2,3}} = \frac{0,42}{1650} = \frac{1}{3900}.$$

Navbatda tugun nuqtaning yakuniy tenglangan koordinatalari vaznli arifmetik o'rta formulasi bo'yicha hisoblanadi.

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{[Px]}{[P]} = x_o + \frac{[P\varepsilon x]}{[P]}, \\ y &= \frac{[Py]}{[P]} = y_o + \frac{[P\varepsilon y]}{[P]}. \end{aligned}\right\} \qquad (15.14)$$

Bu hisoblangan koordinatalar orqali har bir yo'l bo'yicha koordinatalar orttirmasining xatosi topiladi:

$$\left.\begin{aligned} fx_i &= x_i - x, \\ fy_i &= y_i - y. \end{aligned}\right\} \qquad (15.15)$$

Tugun nuqtaning tenglangan koordinatalarini hisoblash nazorati quyidagi shartlar asosida bajariladi:

$$[pfx] = 0, \quad [pfy] = 0. \qquad (15.16)$$

Yuqoridagi 27- jadvalda keltirilgan yo'llar orttirmalari xatosi teskari ishorasi bilan har bir tomon orttirmasiga uning uzunligiga proporsional ravishda bo'lib beriladi va tuzatilgan orttirmalar bo'yicha teodolit yo'llari burilish nuqtalarining koordinatalari oldingi mavzularda ko'rib chiqilgan yo'lda hisoblab topiladi.

Bu hisoblashlar 15.2- shakldagi tarmoq 1-yo'li uchun misol sifatida yechilib, natijalar quyidagi 28- jadvalda keltirilgan.

28- jadval

Nuq-talar №	Burchak-lar	Direk-sion bur-chaklar	Masofalar gorizontal qo'yilishi	Koordinatalar orttirmasi		Koordinatalar	
				Δx	Δy	x	y
1- yo'l							
A		92°48,3'					
B	138°23,8'					482,35	345,62
		134°24,1	298,48	-208,84	+213,25		
1	174°52,2'					273,51	558,79
		139°31,5'	326,13	-248,08	+211,70		
2	216°48,5'					25,44	770,40
3		102°42,5					
$[\beta]_a$ 530°04,5'			[S]=624,61	-456,92	+424,95		
$[\beta]_n$ 530°05,7'				-451,91	+424,78		
$f\beta$ = -0°01,2'							
$f\beta_{cheki}$ = -0°01,7'				fx=-0,01	fy=+0,17		

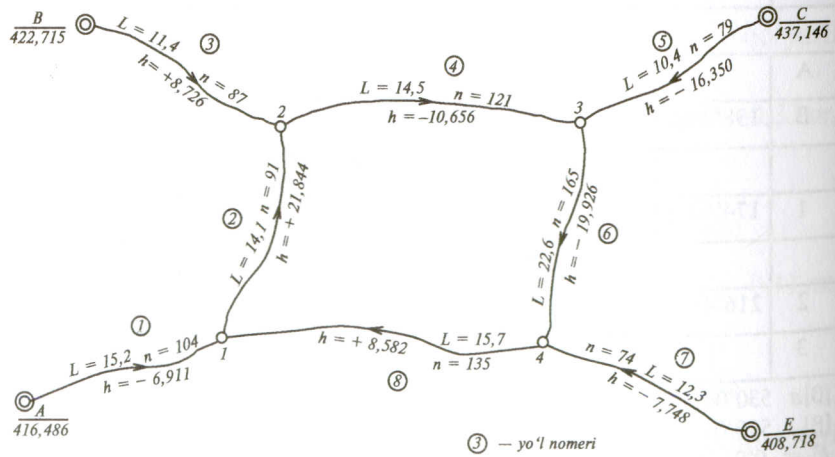
$$fx = \sqrt{(0{,}01^2 + (0{,}17)^2} = 0{,}17; \qquad \frac{fs}{[S]} = \frac{0{,}17}{624{,}61} = \frac{1}{3600}.$$

Tarmoqdagi qolgan yo'llar ham xuddi shunday ishlab chiqiladi va nuqtalar koordinatalari hisoblanadi.

15.4. Ko'p tugun nuqtali nivelir tarmog'ini ketma-ket yaqinlashish usulida tenglash

Quyidagi 15.3- shaklda keltirilgan ko'p tugun nuqtali nivelir tarmog'ida nivelirlash A, B, C, E tayanch markalardan boshlab 1, 2, 3, 4 tugun nuqtalar (reperlar)gacha va tugun nuqtalar orasida bajarilib har bir yo'l bo'yicha nisbiy balandliklar topilgan. Yo'llar bo'yicha nivelirlash natijalari — nisbiy balandliklar, nivelir yo'li uzunligi va undagi stansiyalar soni o'sha chizmada berilgan. Boshlang'ich asos punktlari III klass nivelirlash punktlaridan iborat bo'lib, tugun nuqtalargacha IV klass nivelirlash bajarilgan.

Tugun nuqtalarning balandliklari har bir boshlang'ich punkt balandligi va yo'l bo'yicha hisoblangan nisbiy balandliklar bo'yicha hisoblanib, quyidagi 29- jadvalda berilgan. Jadvalning 1- ustunida tugun nuqta (reper)ning raqami, 2- da ushbu nuqtaga eng yaqin tayanch punktlar (marka va reperlar) raqami yozilgan. 3- ustunda boshlang'ich punkt balandligi, 4- da alohida yo'lning nisbiy balandligi berilgan. Masalan, A markadan (15.3- shakl) 1- tugun nuqtagacha o'lchangan nisbiy balandliklar yig'indisi — 6,911 m, 2-



15.3- shakl.

tugun nuqtadan 1- gacha nisbiy balandlik — 21,844 va hokazo. 5- ustunda yo'ldagi stansiyalar soni, 6- da har bir yo'l bo'yicha nisbiy balandlik vazni hisoblanib, tugun nuqta uchun ularning yig'indisi topiladi. Olingan misolda vazn quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$P = \frac{k}{n}, \qquad (15.17)$$

bu yerda: k — ixtiyoriy koeffitsiyenti bo'lib, misolda vaznni birga yaqin qiymatga keltirish maqsadida $k = 100$ deb olingan;

n — yo'ldagi shtativlar soni. 7- ustunda bir butunga keltirilgan vaznlar quyidagi formula bo'yicha hisoblangan:

$$P' = \frac{P}{[P]}, \qquad (15.18)$$

bu yerda: P — har bir yo'l bo'yicha nisbiy balandliklar vazni;

[P] — tugun nuqtada tutashayotgan nivelir yo'llari vaznlarining yig'indisi.

(15.18) formula bo'yicha hisoblangan vaznlar P' ning tugun nuqtasidagi yig'indisi birga teng bo'lishi kerak. Shundan keyin tugun nuqtalar balandligi yaqinlashishini hisoblashga o'tiladi.

Birinchi yaqinlashishda hisoblash jarayonini qisqartish maqsadida tugun nuqta balandligini eng yaqin boshlang'ich punktlardan balandliklarni uzatish yo'li bilan topiladi (masalan, shtativlar soni eng kam bo'lgan boshlang'ich punktlardan). 15.3-shakldagi 1- tugun nuqta balandligini A markadan 1- yo'l nisbiy balandligi, B markadan 3 va 2 yo'llar nisbiy balandligi, E dan esa 7 va 8 yo'llar nisbiy balandliklari orqali hisoblab topilib, 29-jadvaldagi I yaqinlashish grafasida tegishli qatorlarga yozilgan. Har bir tugun nuqta uchun topilgan balandliklarning butun qismi bir xilligi uchun ular ikkinchi va uchinchi qatorlarda qoldirib ketilgan. Birinchi va undan keyingi yaqinlashishlarda vaznli o'rta balandliklar tugun nuqtada tutashadigan yo'llar bo'yicha, boshlang'ich balandlik qilib qo'shni punkt va tugun nuqtalarni eng oxirgi yaqinlashishdagi qiymatlari olinadi, keltirilgan vaznlar orqali quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$H_i = \frac{H_i'P_1' + H''P_2' + H_i'''P_3'}{P_1' + P_2' + P_3'}, \qquad (15.19)$$

bu yerda: Hi — tugun nuqtaning vaznli o'rta balandligi (i = 1, 2, 3);

H_i', H_i'', H_i''' — tugun nuqtaning tegishli yo'llardan aniqlangan taqribiy balandliklari;

P_1', P_2', P_3' — tugun nuqtada tutashadigan yo'llarning keltirilgan vaznlari, (15.18) formuladan topiladi.

Olingan yaqinlashishlar — balandliklarning vaznli o'rta qiymati jadvalning tegishli qatorida yoziladi. Masalan, 29- jadvalda 1- tugun nuqta balandligini I— yaqinlashishdagi vaznli o'rta qiymati quyidagicha topilgan (15.3- shakl):

$$H_1' = 416,486 - 6,911 = 409,575;$$

$$H_1'' = 422,715 + 8,726 - 21,844 = 409,597;$$

$$H_1''' = 408,718 - 7,748 + 8,582 = 409,552.$$

29- jadvaldagi P' qiymatlaridan foydalanib, (15.19) formuladan yozamiz.

$$H_1 = 409,000 + \frac{575 \cdot 0,34 + 597 \cdot 0,39 + 552 + 0,27}{0,34 + 0,39 + 0,27} = 409,577.$$

Aniqlanayotgan hamma tugun nuqtalar uchun navbatdagi ikkita yaqinlashishlarda vaznli o'rta balandliklar bir xil chiqsa hisoblashlar to'xtatiladi. Oxirgi yaqinlashishdagi vaznli o'rta balandlik yakuniy natija bo'ladi (29- jadvalda 1- tugun nuqta uchun IV yaqinlashishdagi balandlik 409,577 m yakuniy bo'ladi). Navbatda hisoblashlar nazorati va o'lchashlar aniqligini baholash bajariladi. Buning uchun tuzatmalar ϑ_i yakuniy balandlikdan har bir qatorda topilgan tugun nuqta balandligini ayirib topiladi. Masalan, yana o'sha 29- jadvaldan 1- tugun nuqta uchun topamiz.

$$\vartheta_1 = 409,577 - 409,575 = +2\ mm;$$

$$\vartheta_2 = 409,577 - 409,592 = -15\ mm;$$

$$\vartheta_3 = 409,577 - 409,558 = +19\ mm.$$

Natijalar jadvalning tegishli grafasida yoziladi. Quyidagi ko'paytmalar $P_i \cdot \vartheta_i$ va ular yig'indisi $[P_i\vartheta_i]$ topiladi. Nazariy jihatdan bu yig'indi nolga teng bo'lishi $[P_i\vartheta_i] = 0$ kerak, lekin hisoblashdagi yaxlitlashlar ta'sirida u noldan birmuncha farq qilishi mumkin, ya'ni quyidagi shart bajarilsa yetarli $[P_i\vartheta_i] < [P]$. Nivelirlash natijalari aniqligini baholash quyidagi formulalar orqali bajariladi:

29- jadval

Nuq-ta lar	Boshlang'ich tugunlar	Balandlik H,	Nisbiy balandlik, h	Stansiyalar soni, n	$P = \frac{K}{n}$; $K = 100$	$P' = \frac{P}{[P]}$;	Yaqinlashishlar I	II	III	IV	Tuzatmalar (mm)	Pv	Pv^2
1	A	416,486	-6,911	104	0,96	0,34	409,575	409,575	409,575	409,575	+2	+1,9	4
	2		-21,844	91	1,10	0,39	597	593	591	592	—15	—16,5	248
	4		+8,582	135	0,74	0,27	552	557	558	558	+19	+14,1	267
	Vaznli o'rta qiymat				2,80	1,00	409,577	409,577	409,577	409,577		-0,5	
2	B	422,715	+8,726	87	1,15	0,37	431,441	431,441	431,441	431,441	-5	-5,8	29
	1		+21,844	91	1,10	0,36	421	421	421	421	+15	+16,5	248
	3		+10,656	121	0,83	0,27	452	446	448	448	-12	-10,0	120
	Vaznlar o'rta qiymati				3,08	1,00	431,437	431,435	431,436	431,436		+0,7	
3	C	437,146	-16,350	79	1,26	0,47	420,796	420,796	420,796	420,796	-4	-5,0	20
	2		-10,656	121	0,83	0,31	778	779	780	780	+12	+10,0	120
	4		+19,826	165	0,61	0,22	796	801	802	802	-10	-6,1	61
	Vaznli o'rta qiymat				2,70	1,00	420,790	420,792	420,792	420,792		-1,1	
4	E	408,718	-7,748	74	1,35	0,50	400,970	400,970	400,970	400,970	+6	+8,1	49
	3		-19,826	165	0,61	0,23	964	966	996	966	+10	+6,1	61
	1		-8,582	135	0,74	0,27	995	995	995	995	-19	-14,1	267
	Vaznli o'rta qiymat				2,70	1,00	400,975	400,976	400,976	400,976		+0,1	1494

$$\mu = \sqrt{\frac{[Pv^2]}{N-t}} = \sqrt{\frac{1494}{8-4}} = 19\ mm; \qquad m_{km} = \frac{\mu}{\sqrt{K}} = \frac{19}{\sqrt{100}} = 1,19\ mm.$$

$$\mu = \sqrt{\frac{[P\vartheta^2]}{N-t}}; \qquad (15.20)$$

$$m_{km} = \frac{\mu}{\sqrt{K}}, \qquad (15.21)$$

bu yerda: N — tarmoqdagi yo'llar soni;

t — tugun nuqtalar soni;

m_{km} — uzunligi 1 km nivelir yo'lida nivelirlashning o'rta kvadratik xatosi.

Yuqoridagi (15.20) va (15.21) formulalar bo'yicha hisoblangan natijalar 29- jadval ostida keltirilgan.

15.5. Teodolit yo'llari tarmog'ini V.V. Popovning poligonlar usulida tenglash

Prof. V. V. Popov poligonlar usulida teodolit tarmog'i alohida-alohida, ya'ni dastlab burchaklar tenglanadi keyin esa burchaklarga bog'liq bo'lmagan holda — koordinatalar orttirmalari tenglashadi.

Ozod bo'lmagan teodolit tarmog'i ushbu usulda ozod tarmoqday tenglanadi, faqat bunda soxta yo'llar kiritiladi (ular chizmada uziq chiziqlar bilan ko'rsatiladi). Quyida ozod teodolit yo'llari tarmog'ini tenglashni misol asosida ko'rib chiqamiz.

Dastlab tarmoq chizmasini chizib, unda poligonlar va nuqtalar raqami, o'lchangan gorizontal burchaklar qiymati (0,1′ gacha yaxlitlab), tomonlar uzunligi, o'lchangan burchaklar xatosi va ularning chekli qiymati yozib ko'rsatiladi, (15.4- shakl). Misol [9] dan olingan.

Bunda yopiq poligon o'lchangan burchaklarining xatosi va uning chekli qiymati oldingi mavzulardan ma'lum formulalar bo'yicha hisoblab topiladi, ya'ni:

$$f\beta = \Sigma\beta_\alpha - \Sigma\beta_n,$$

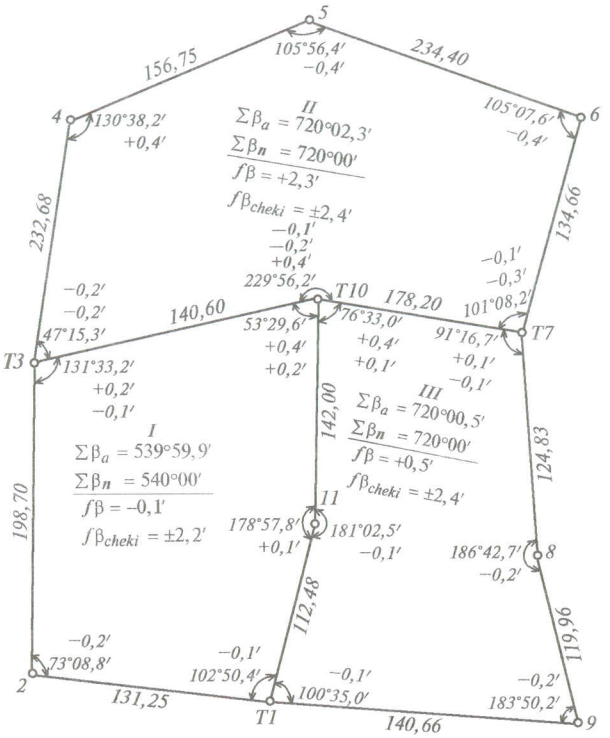
$$f\beta = \pm 1'\sqrt{n},$$

bu formulalarda n — poligon o'lchangan burchaklari soni;

$\Sigma\beta_\alpha$ — o'lchangan burchaklar yig'indisi;

$\Sigma\beta_n$ — burchaklar yig'indisining nazariy qiymati, u quyidagiga teng:

$$\Sigma\beta_n = 180\,(n-2).$$



15.4- shakl.

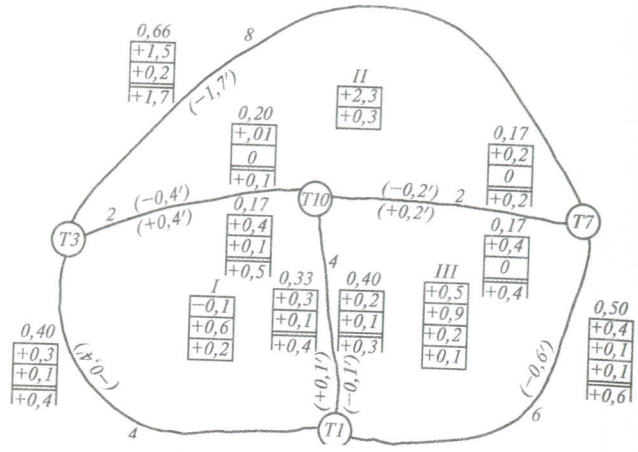
Shundan keyin tarmoqni tenglashga o'tiladi.

Gorizontal burchaklarni tenglash. Bu ish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

1. Bevosita chizmaning o'zida, (15.4- shaklda), gorizont shartini ta'minlash maqsadida (burchaklar yig'indisi 360°ga teng bo'lishi kerak) T10 ichki tugun nuqtasidagi burchaklar yig'indisi tuzatiladi. Bunda har uchala burchaklar yig'indisi 360°dan — 01,2′ ga farq qilgani tufayli, u teng uchga bo'linib, teskari ishorasi bilan har bir burchak yoniga +0,4′ dan (chizmada doirachada keltirilgan) yozib qo'yiladi (15.4- shakl).

2. Burchaklarni tenglash uchun tarmoq chizmasi tayyorlanadi, (15.5- shakl). Bu chizmada tugun nuqtalar orasida poligonlar chegaralari, tugun nuqtalar va poligonlar raqami va har bir yo'l uchun tomonlar soni yozib ko'rsatiladi.

3. Har bir poligon ichida poligondagi burchaklar xatosini yozish uchun uning o'rta qismida jadvalchalar chiziladi. Jadvalchalar ustida poligon raqami yoziladi.



15.5- shakl.

Poligonning har bir tomoni uchun jadvalchalar chiziladi: tashqi tomon uchun — bitta (tashqarida), ichki tomonlar uchun— ikkita, ular yo'lning har ikkala tomonida joylashtiriladi.

4. Quyidagi qoidaga asoslanib «qizil raqamlar» quyidagicha hisoblanadi: «qizil raqamlar» yo'li tomonlari soni poligondagi tomonlar umumiy yig'indisiga taqsimlanadi. «Qizil raqamlar»ni kalkulyatorda hisoblab, 0,01 gacha yaxlitlab qizil rangda ushbu poligon tashqi jadvalchalari ustida yozib qo'yiladi.

Hisoblashning nazorati bo'lib har bir poligon bo'yicha «qizil raqamlar»i yig'indisini bir butunga teng bo'lishi xizmat qiladi.

5. Chizma bo'yicha (15.5- shakl) burchaklarni tenglash xatolikning mutlaq qiymati eng katta bo'lgan poligondan boshlanadi. Buning uchun xatolik ushbu poligonning tashqi jadvalchalari ustida yozilgan «qizil raqamlar»ga ketma-ket ko'paytirilib, natijalar xatolik ishorasi bilan tegishli tuzatmalar jadvali ichiga yoziladi. Masalan, 15.5- shaklda keltirilgan misolda tenglash II poligondan boshlanadi (xatoligi +2,3 ga teng). Buning uchun quyidagi hisoblashlar bajariladi:

$$+2{,}3' \times 0{,}66 = +1{,}5',$$
$$+2{,}3' \times 0{,}17 = +0{,}4',$$
$$+2{,}3' \times 0{,}17 = +0{,}4'.$$

Nazorat: $+1{,}5' + 0{,}4 + 0{,}4' = +2{,}3'.$

6. Navbatdagi III poligonga o'tiladi.

Unda xatoning yangi qiymati hisoblanadi. Buning uchun III poligon xatosi +0,5′ bilan II poligondan tugun nuqtalar T10—

T7 orasidagi tomon uchun hisoblangan tuzatma yig'indisi topiladi. Shunda III poligondagi xatoning yangi qiymati quyidagicha bo'ladi: $f\beta = +0{,}5' + 0{,}4 = +0{,}9'$.

Xatoning yangi qiymati uning oldingi qiymati ostiga yoziladi. 15.5- shaklda III poligon markazidagi jadvalchaning ikkinchi qatoriga qaralsin. Shundan keyin bu xato ketma-ket III poligon tomonlari tashqarisidagi jadvalchalar ustida yozilgan «qizil raqamlar»ga ko'paytirilib, topilgan tuzatmalar xatolik ishorasi bilan jadvalchalar ichida yoziladi.

7. Keyin I poligonga o'tiladi va undagi xatoning yangi qiymati hisoblanadi; I poligondagi xatoning yangi qiymati quyidagiga teng bo'ladi: $f\beta = -0{,}1' + 0{,}3' + 0{,}4' = +0{,}6'$. Bu yerda 0,3′ III poligondan, +0,4′ esa II poligondan hisoblangan tuzatmalar (tegishli jadvalchalar ichida yozilgan). Xatolik, o'z navbatida, I poligon tomonlari tashqarisidagi jadvalchalar ustidagi «qizil raqamlar»ga ko'paytirilib, tuzatmalar topiladi va shu jadvalchalarga yoziladi.

8. Poligonlarda hisoblangan xatolarni tarqatib bo'lib qayta yana III poligonga o'tiladi va hisoblashlar yuqorida yozib o'tilgan tartibda poligonlardagi xatolarning yangi qiymatlari nolga teng bo'lguncha davom ettiriladi.

9. Har bir tuzatmalarning jadvalchalaridagi tuzatmalar algebraik yig'indisi topilib, jadvalcha ostida chizilgan qo'sh chiziqchalar tagida yoziladi.

10. Poligonlar har biri yo'lidagi burchaklar yig'indisiga tuzatmalar hisoblanadi — tomon uchun ichki jadvalchadagi qiymatlar yig'indisidan tashqi jadvalchadagi qiymatlar yig'indisini ayirish kerak. Masalan, II poligon T3—T7 tugun nuqtalar orasidagi yo'l uchun tuzatma quyidagiga teng: $0-(+1{,}7') = -1{,}7'$,

III poligon T10—T7 tomoni uchun tuzatma $+0{,}4-(+0{,}2') = +0{,}2'$;

II poligon tomoni T7—T10 uchun esa tuzatma

$+0{,}2 - (+0{,}4') = -0{,}2'$ bo'ladi.

Qolgan poligonlar tomonlari uchun ham tuzatmalar aynan yuqorida ko'rib o'tilgandek hisoblanadi. Hisoblangan tomonlar uchun tuzatmalar ularning o'rta qismida qavs ichida yozib qo'yiladi.

Tuzatmalarni hisoblash nazorati bo'lib ularning har bir poligon bo'yicha yig'indisi poligon boshlang'ich xatosiga teskari ishora bilan teng bo'lishidan iborat. Masalan, I poligonda tomonlar uchun hisoblangan tuzatmalar yig'indisi quyidagiga teng: (-0,4′)+

30- jadval

Nuqtalar №	Burchaklar		Masofalar gorizontal quyilishi	Koordinatalar orttirmasi		Koordinatalar		Tugun nuqtalar
	o'lchangan gorizontal	direksion		± Δx	± Δy	± x	± y	
T1—T3 nuqtalar orasidagi yo'l								
T1	(o'ng burch.)				+2	+1000,00	+1000,00	1-tugun nuqta
	-0,2;	267°30,0'	131,25	−5,72	−13,12			
2	78°08,8'				+2	+994,24	+868,90	
		14°21,4'	198,70	+192,50	+49,24			
T3	131°33,2					+1186,67	+918,16	3-tugun nuqta
		62°48,1'						
T10								
$f\beta = +0,1'$ $f\beta_{chekli} \pm 1,4'$	$\Sigma\beta a = 204°42,0'$		P=329,95	$\Sigma\Delta x = 186,78$ $fx = +0,11$ $fs = 0,12$	$\Sigma\Delta y = +36,12$ $fy = -0,04$ $\frac{fs}{p} = \frac{1}{2800}$			
T3—T10 nuqtalar orasidagi yo'l								
T3	(o'ng burch.)			−8	−5	+1186,67	+918,16	3- tugun nuqta
		62°48,1'	140,60	+64,27	+125,06			
T10	53°30,0'					+1250,86	+1043,17	10- tugun nuqta
		189°17,9'						
11								

$\Sigma\beta_a = 53°30,0'$ $P = 140,60$ $\Sigma\Delta x = +64,27$ $\Sigma\Delta y = +125,06$

$f_\beta = -0,2'$ $f_x = +0,08$ $f_y = +0,05$

$f\beta_{cheki} = \pm 1,0'$ $f_s = +0,09$ $\frac{f_s}{p} = \frac{1}{1500}$

+(+0,4′)+(+0,1′)= +0,1′, poligondagi boshlang'ich xato esa −0,1′ ga teng edi.

11. Poligon tomonlar uchun topilgan tuzatmalar har bir tomondagi burchaklarga teng bo'lib beriladi, bu qoidadan tugun nuqtalardagi burchaklar mustasno. Tugun nuqtalardagi har ikkala burchaklarga tuzatmani yarmidan beriladi. Tuzatmalar chizmada (15.4-shakl) berilgan har bir burchak qiymati ustida 0,1′ yaxlitlab yoziladi.

12. Teodolit yo'llari hamma tomonlarining direksion burchaklari boshlang'ich tomonning berilgan direksion burchagi va keyingi tomonlar orasidagi tenglangan burchaklar orqali tegishli formulalarda hisoblab chiqiladi. Bu natijalar nuqtalar koordinatalarini hisoblash vedomostiga yoziladi, (30- jadval).

13. Koordinatalar orttirmalari hisoblanadi (30- jadval).

$\Sigma\beta\alpha = 53°30,0'$ $P = 140,60$ $\Sigma\Delta x = +64,27$ $\Sigma\Delta y = +125,06$

$f\beta = -0,2'$ $fx = +0,08$ $fy = +0,05$

$f_{\beta_{cheki}} = \pm 1,0'$ $fs = 0,09$ $\frac{fs}{p} = \frac{1}{1500}$

15.6- shakldagi tarmoqning qolgan tugun nuqtalari (T3-T7; T7—T10; T7—T1) orasidagi yo'llar xuddi yuqoridagi jadvalda keltirilgan tartibda ishlab chiqiladi.

Koordinatalar orttirmalarini tenglash

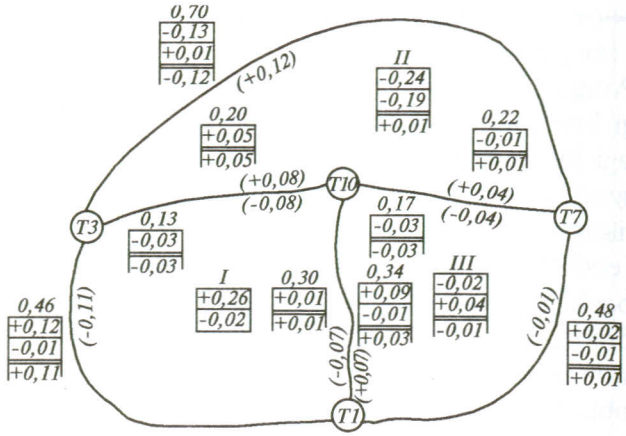
1. Koordinatalar orttirmalarini tenglash chizmasi chiziladi, 15.6- shakl va unda tugun nuqtalar raqami, poligonlar raqami, har bir bo'lak (yo'l)ning perimetri (km da) ko'rsatiladi.

Tenglashni boshlashdan avval yo'l uzunligi 0,25 km dan ortiq bo'lgan teodolit yo'llarida nisbiy xato hisoblanadi va *y* 1:2 000 dan katta bo'lmasligi kerak.

2. Chizmada har bir poligon o'rtasida orttirmalar xatosi jadvalchasi chiziladi (masalan, Δx uchun) va unga abssissa bo'yicha orttirmalar xatosi yoziladi (15.6- shakl).

3. Xuddi shu chizmada har bir yo'l uchun tuzatmalar jadvalchasi burchaklarni tenglashdagiga o'xshash (15.5- shakl) chizib joylashtiriladi.

4. Poligondagi har bir yo'l uchun «qizil raqamlar» (vaznlar) yo'l uzunligini poligon perimetriga bo'lib topiladi. Ular qiymati 0,01 aniqlikkacha hisoblanadi. Hisoblashning nazorati bo'lib ushbu



15.6- shakl.

poligonda ularning yig'indisi 1,00 ga teng bo'lishi xizmat qiladi. «Qizil raqamlar» ushbu poligon tomonlari tashqarisida joylashtirilgan tuzatmalar jadvalchasi ustida yoziladi.

5. Xatolik mutlaq qiymati eng katta bo'lgan poligondan tenglash boshlanadi. Ish tartibi aynan burchaklarni tenglash prinsipiga o'xshash olib boriladi. Tenglash natijasida poligondagi har bir yo'l tomonlari koordinatalarining orttirmalari yig'indisiga tuzatmalar topiladi va ular chizmada yozib ko'rsatiladi (qavslarda), 15.6- shakl.

Tuzatmalarni hisoblashning nazorati ularni har bir poligon uchun olingan yig'indisi shu poligondagi xatolikka teskari imorat bilan tengligi hisoblanadi. Masalan, 15.6- shakldagi II poligon uchun tuzatmalar yig'indisi quyidagiga teng (+0,12)+(+0,04)+(0,08) =+0,24 m, poligondagi xatolik esa fx = -0,24 m ga teng.

6. Hisoblangan har bir yo'l uchun tuzatma, yo'l tomonlari uzunligiga proporsional ravishda orttirmalarga kiritiladi, ular qiymati koordinatalar hisoblash vedomostiga yoziladi, (3- jadvalga qaralsin). Har bir poligondagi yo'llar tomonlari orttirmalari tarqatilgan tuzatmalar yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak.

7. Tuzatilgan orttirmalar orqali yo'l nuqtalari koordinatalari hisoblanadi.

Ordinata o'qi bo'yicha orttirmalar yig'indisida hisoblangan xatoliklar (f_y) aynan yuqorida ko'rib chiqilgan tarzda tenglanadi. Buning uchun alohida chizma chizilib, (15.6- shaklga o'xshash) yuqorida 1-bandda ko'rsatilgandek ma'lumotlar yozib chiqiladi va xuddi abssissa o'qi bo'yicha orttirmalarni tenglashga o'xshash ishlar bajariladi.

SFERIK ASTRONOMIYA ELEMENTLARI

16.1. Umumiy ma'lumotlar

Astronomiya qadimiy fanlardan biri bo'lib, butun koinot tuzilishi va undagi osmon yoritgichlarining harakati va taqsimlanishi qonuniyatlarini o'rganadi. Yer sirtidagi nuqtalar geografik koordinatalarini aniqlash maqsadida bajariladigan astronomik ishlar astronimiyaning ikkita bo'limiga — sferik astronomiya va amaliy astronomiyaga asoslanadi.

Sferik astronomiyada yoritgichlarning ko'zga ko'rinadigan harakatlari, ularning osmon sferasidagi o'rnini turli koordinatalar sistemasini qo'llab aniqlash usullari ko'rib chiqiladi.

Amaliy astronomiyada astronomik o'lchashlar usullari va uslubiyati, o'lchashlarni bajarish uchun asboblar hamda o'lchashlar natijasini ishlab chiqib osmon sferasida yoritgichlar koordinatalarini va yer nuqtalari geografik koordinatalarini aniqlash o'rganiladi. Astronomik ishlarning geodeziyadagi ilmiy va amaliy ahamiyatlarini quyida keltiramiz:

1. Astronomik kuzatishlar triangulyatsiya boshlang'ich punkti uchun geodezik koordinatalar qiymatini aniqlab beradi va unga asoslanib keyingi punktlar koordinatalari hisoblanadi.

2. Astronomik azimutlar, ularga shovun chizig'i og'ishi uchun tuzatma kiritilgandan so'ng triangulyatsiya va poligonometriyada burchaklarni o'lchash natijalarini nazorat qilishni ta'minlaydi va aniqligini oshiradi.

3. Astronomik kuzatishlar topografik s'yomka asosi bo'lib xizmat qiladigan yer nuqtalari koordinatalarini aniqlashni ta'minlaydi.

4. Teodolit yo'llar nuqtalarida aniqlangan astronomik azimutlarining burchak o'lchash ishlarini nazorat qilish va aniqligini oshirishni ta'minlaydi.

Yerning o'z o'qi atrofida bir tekis aylanishi g'arbdan sharqqa qarab 24 soat davomida to'la bir marta amalga oshadi. Yerning sutka davomida haqiqiy aylanishi tufayli kishiga osmon gumbazi va undagi

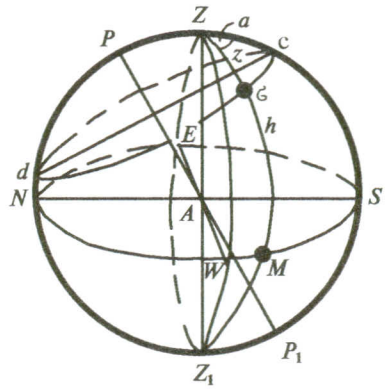
yoritgichlar sutka davomida Yer atrofida to'la bir marotaba aylanayotganday tuyuladi. Yer gumbazini yoritgichlar bilan birga ko'zga ko'rinarli sutkali harakati bo'yicha Yer ekvatori va meridianlari holatini tasavvur qilish mumkin. Shunday qilib, Yer sirtidagi nuqtalar o'rnini aniqlash va chiziqlarni oriyentirlash yoritgichlarni yerdan turib kuzatish orqali amalga oshiriladi.

16.2. Astronomiyada qo'llanadigan koordinatalar sistemalari

Yer sirtidagi nuqtalarning astronomik kengligi va uzoqligi hamda yo'nalishlar azimutini osmon yoritgichlarini kuzatish orqali topish uchun yoritgichlar o'rnini Yerga nisbatan hamda bir-biriga nisbatan bilish kerak bo'ladi. Yerdan osmon yulduzlarigacha bo'lgan masofalar o'ta uzoq bo'lgani sababli ularni aniqlashning imkoni yo'q, shunga ko'ra har bir yoritgichga yo'nalish aniqlansa kifoya. Bu maqsadda yoritgichlar o'rnini aniqlash imkonini beruvchi quyidagi yordamchi qurilmadan foydalanamiz. Ixtiyoriy radiusga ega sferani chizamiz; uning markazi kuzatuvchi turgan A nuqta bilan tutashgan deb faraz qilamiz. Hamma yoritgichlar to'g'ri chiziqlar bilan sfera markazidan uning ichki sirtiga proyeksiyalangan deb hisoblaymiz. Vazifa yoritgich proyeksiyasi o'rnini osmon sferasi deb ataluvchi shu sferada aniqlashdan iborat.

Buning uchun astronomiyada quyidagi koordinatalar sistemasi qo'llanadi: ufq koordinatalar sistemasi, birinchi ekvatorial koordinatalar sistemasi va ikkinchi ekvatorial koordinatalar sistemasi. Bulardan birinchi ikkita koordinatalar sistemasini ko'rib o'tamiz.

1. Ufq koordinatalar sistemasi. Quyidagi 16.1- shaklda yordamchi sferani chizamiz. Kuzatish nuqtasi A dagi shovun chizig'i sferani Z va Z_1 nuqtalari bilan kesishguncha davom ettiramiz. Bu nuqtalar tegishlicha zenit va nadir nuqtalari deyiladi. ZZ_1 chizig'iga perpendikulyar bo'lgan katta doira tekisligini birinchi asosiy doiraga qabul qilamiz; bu doiraga osmon ufqi yoki astronomik ufq deyiladi. Sfera markazidan Yerning aylanish o'qiga parallel bo'lgan chiziqni sfera bilan kesishguncha o'tkazamiz; bu chiziq Dunyo o'qi deb ataladi. Dunyo o'qi sferani P va P_1 nuqtalarida kesib o'tsin, ularga Dunyo qutblari deyiladi. Osmon sferasining katta doirasi $PZSP_1Z_1N$, Dunyo qutblari hamda kuzatish joyi



16.1- shakl.

zenitidan (A nuqta) o'tuvchi doira astronomik yoki osmon meridiani deyiladi. Bu meridianni yoritgichning sferadagi o'rnini aniqlashdagi ikkinchi asosiy doiraga qabul qilamiz.

Meridian tekisligida yotuvchi AN chizig'i shimol yo'nalishini, unga qarama-qarshi AS janub yo'nalishini ko'rsatadi; shunda N va S nuqtalari shimol va janub nuqtalari deyiladi. Zenit va nadir nuqtalaridan o'tuvchi va osmon meridiani tekisligiga perpendikulyar katta doira birinchi vertikal deyiladi; ushbu doirani ufq tekisligi bilan kesishgan W va E nuqtalari tegishlicha g'arb va sharq nuqtalari deyiladi.

Ufq koordinatalari sistemasida yoritgich σ o'rni quyidagilar bo'yicha aniqlanadi:

1) yoritgich zenit masofasi z ni belgilovchi Zσ katta yoyi bilan;

2) osmon meridiani PZP_1Z_1 tekisligi bilan vertikal $Z\sigma Z_1$ tekislik orasidagi ikki yoqli burchak a bilan ; unga yoritgich azimuti deyilib, astronomiyada u meridian janubiy qismidan soat yo'li bo'yicha o'lchanadi. Ayrim vaqtlarda z koordinatasi o'rniga balandlik h qabul qilinadi, bunda $h = 90\text{-}z$. Geodeziyada h og'ish burchagiga to'g'ri keladi. Agar azimutni meridian shimolidan hisoblaganda A bilan belgilasak, shunda

$$A = \alpha \pm 180 \qquad (16.1)$$

bo'ladi.

Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi natijasida A nuqtasidan ko'rinadigan osmon sferasidagi yoritgich uzluksiz o'z o'rnini o'zgartirib boradi va sutka davomida to'la bir marotaba aylanib chiqadi.

Yoritgichning sutka davomidagi ko'zga ko'rinadigan harakati kichik doira $cd\sigma$ bo'yicha amalga oshadi va unga sutka paralleli deyiladi. Shunday qilib kuzatish nuqtasi A uchun yoritgich σ koordinatalari z va a sutkaning har xil vaqtida turli qiymatga ega bo'ladi. Sutka davomida yoritgich ko'zga ko'rinadigan harakat qilib astronomik meridianni ikki marotaba c va d nuqtalarida kesib o'tadi. Yoritgichning meridiandan o'tishiga yoritgichning kulminatsiyasi deyiladi. Zenitga yaqin kulminatsiya yuqori kulminatsiya, uzog'i — quyi kulminatsiya deyiladi. Yoritgichlarning kulminatsiya daqiqalaridagi azimuti 0° yoki 180° ga teng.

2. Birinchi ekvatorial koordinatalar sistemasi.

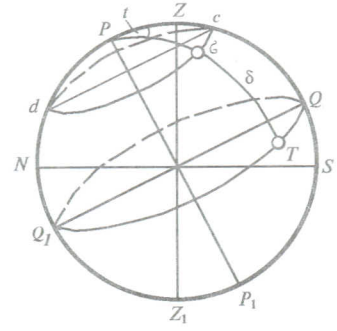
Yordamchi sfera olib, unda avvalgiga o'xshash nuqtalar va doiralarni chizamiz. Bundan tashqari tekisligi Dunyo o'qiga perpendikulyar katta doira QQ_1 ni o'tkazamiz (16.2- shakl). Bu doira astronomik yoki osmon ekvatori deyiladi va uni yoritgich σ sferadagi o'rnini aniqlash doiralaridan biriga qabul qilamiz. Koordinatani aniqlash ikkinchi doirasiga oldingiday astronomik meridian PZP_1Z_1 ni qabul qilamiz. Shunda yoritgich σ ning sferadagi o'rni quyidagilar bilan aniqlanadi:

1) yoritgichning og'ishi deb ataluvchi σT yoyi; u δ bilan ifodalanadi. Ekvatorga perpendikulyar va u bo'yicha yoritgichning og'ishi hisoblanadigan PT doiraga og'ish doirasi deyiladi;

2) astronomik meridian tekisligi va og'ish doirasi tekisligi ikki yoqli burchak t dir, unga soat burchagi deyiladi. Soat burchagi meridiandan boshlab, Yer aylanishiga teskari yo'nalishda 0° dan 360° gacha o'lchanadi. Sutkali harakat jarayonida yoritgich σ $c\sigma d$ paralleli bo'yicha yuradi; bu parallel nuqtalari astronomik ekvatordan bir xil masofada joylashadi, u esa og'ish δ ga teng. Shuning uchun yoritgich og'ishi δ sferaning sutkali harakatiga bog'liq emas. Soat burchagi 0° dan 360° ga o'zgaradi va bu o'zgarish Yerni sutkali aylanishiga proporsionaldir. Yerning aylanishi bir tekis bo'lishi uchun soat burchagi ham o'zgarishi bir xil bo'ladi, shunga ko'ra soat burchagini soat o'lchamida ifodalash qabul qilingan. Yoritgichning 360° ga aylanishi 24^h (soat)ga to'g'ri keladi, bundan:

1^h yoyning 15° ga mos;
1^m yoyning 15′ ga mos;
1^s yoyning 15″ ga mos keladi.

Ikkinchi ekvatorial koordinatalar sistemasida osmon sferasidagi yoritgich o'rni astronomik ekvatorga nisbatan o'lchanadigan og'ish δ va shu ekvator bo'yicha bahorgi tengkunlik nuqtasidan sharqqa qarab yoritgich astronomik meridianigacha o'lchanadigan yoy bilan aniqlanadi; bu yoyga tik ko'tarilish deyiladi. Ma'lumki, Yer Quyosh atrofida o'z orbitasi bo'yicha yiliga to'la bir marotaba aylanib chiqadi. Kuzatuvchiga esa Quyosh Yer atrofida aylanib chiqadiganday tuyuladi; shunga ko'ra sferik astronomiyada Quyoshning ko'zga ko'rinadigan harakati to'g'risida gap yuritiladi. Quyoshning ko'zga ko'rinadigan yillik harakati tekisligi osmon sferasi bilan kesishishiga ekliptika deyiladi. Eklptika tekisligi astronomik ekvatorga nisbatan taxminan 23,5° ga og'adi. Astronomik ekvatorning ekliptika tekisligi bilan kesishgan nuqtalariga bahorgi (21 mart) va kuzgi (23 sentyabr) teng kunlik nuqtalari deyiladi. Ekvatorial koordinatalar δ va α observatoriyalarda o'lchanib qiymatlari maxsus kataloglarda nashr etiladi.



16.2- shakl.

16.3. Vaqt va uni o'lchash

Yuqorida ko'rib chiqilganlardan ko'rinishicha, ufq koordinatalari z va a hamda ekvatorial koordinatalardan biri — soat burchagi t vaqtga bog'liq bo'lib, vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Yerning sutka davomidagi aylanishi tufayli yoritgichlarning ko'rinadigan o'rni o'zgarib boradi, shu bois astronomik o'lchashlarda kuzatish vaqti — lahzasi yozib ko'rsatiladi. Shunga ko'ra sferik astronomiyada vaqt, uning o'lchami va vaqtni o'lchash usullarini o'rganishga to'g'ri keladi. Yerning o'z o'qi atrofidagi harakatini aniqlash uchun bosh nuqtaga bahor tengkunlik nuqtasi va Quyosh markazi qabul qilingan. Bahor tengkunlik nuqtasiga nisbatan Yerning o'z o'qi atrofida aylanishlarini belgilab, yulduz vaqti o'lchov birligini, Quyoshga nisbatan belgilab esa quyosh vaqt o'lchov birligini olamiz.

1. **Yulduz vaqti.** Yulduzlarning ketma-ket ikki marotaba yuqori (yoki quyi) kulminatsiyalari vaqt oralig'iga yulduz sutkasi deyiladi.

Bunda sutkaning ushbu joydagi boshlanishiga (mahalliy yulduz vaqti) bahor tengkunlik nuqtasining yuqori kulminatsiyasi qabul qilinadi. Yulduz vaqti S bilan belgilanib, maxsus soatlar (yulduz xronometrlari) bilan o'lchanadi.

Har xil kuzatish joylarida yulduz sutkasining boshlanish lahzasi har xil bo'ladi, chunki bu lahza kuzatish joyi meridianidan bahor tengkunlik nuqtasining o'tish lahzasi bo'ladi. Shunga ko'ra bitta meridianda yotmagan nuqtalarda xuddi o'sha lahza uchun yulduz vaqti har xil bo'ladi.

Yer sirtidagi ikkita nuqta xuddi bitta fizik lahzada hisoblanadigan mahalliy yulduz vaqtlari farqi soniy qiymati bo'yicha ushbu nuqtalar uzoqliklari ayirmasiga teng, ya'ni:

$$\lambda_A - \lambda_B = S_A - S_B, \qquad (16.2)$$

bu yerda: λ_A, λ_B — A va B nuqtalarining uzoqliklari;

S_A, S_B — bitta fizik lahzada A va B nuqtalardagi mahalliy yulduz vaqti.

2. **Quyosh vaqti.** Quyosh bo'yicha vaqtni o'lchash birligi bo'lib haqiqiy Quyosh vaqti va o'rtacha Quyosh vaqti xizmat qiladi. Haqiqiy Quyosh sutkasiga Quyosh markazining berilgan joy meridianidagi ketma-ket ikki marotaba yuqori kulminatsiyalari orasidagi vaqtga aytiladi. Quyosh markazining yuqori kulminatsiyasi lahzasi haqiqiy yarim kun deyiladi. Haqiqiy vaqtni hisoblash boshi bo'lib haqiqiy yarim kun qabul qilinadi. Haqiqiy Quyosh vaqti haqiqiy Quyosh soati burchagiga son qiymati bo'yicha teng. Quyoshning ekliptikadagi notekis harakati va uning astronomik ekvatorga nisbatan og'ishi sababli haqiqiy sutkalar kalta va ayrimda uzun bo'ladi. Shu sababli bir tekis yurayotgan soat haqiqiy Quyosh vaqtini ko'rsata olmaydi. Bu noqulaylikni cheklash uchun o'rtacha Quyosh tushunchasi kiritilgan. O'rtacha Quyosh deb, ekvator bo'yicha bir tekis harakatda bo'lgan va yulduzlar orasidagi yillik o'z yo'lini haqiqiy Quyosh bilan bir vaqtda tugallaydigan nuqtaga aytiladi. O'rtacha Quyosh sutkasi deb, kuzatish joyi meridianidagi o'rtacha Quyoshning ketma-ket ikki marotaba yuqori kulminatsiyalari orasidagi vaqtga aytiladi. O'rtacha Quyosh sutkasi boshlanishiga o'rtacha Quyoshning quyi kulminatsiyasi — o'rtacha yarim tun qabul qilinadi.

O'rtacha Quyosh vaqtining soniy qiymati bo'lib, o'rtacha Quyoshning 12^h ga oshirilgan soat burchagi qabul qilinadi. Har xil uzoqliklardagi nuqtalar uchun aniq bir lahzada har xil vaqt

to'g'ri keladi. Shu sababli ushbu lahzada ushbu nuqta (joy)da aniqlangan vaqtga mahalliy yulduz vaqti yoki o'rtacha vaqt deyiladi. Mahalliy vaqtdan umumdavlat yoki aholi faoliyatida foydalanish noqulaydir. Yer sharining har xil joylaridagi vaqt o'zaro yaxlit soatlarga farq qilishi uchun poyas vaqti T_N kiritilgan. Shu maqsadda Yer sharining sirti o'zaro 15° uzoqlikdan o'tuvchi meridianlar bilan 24 ta poyas (bo'lak)ka taqsimlangan, bunda nol poyasining o'rta meridiani Grinvich orqali o'tadi (uzoqlikni hisoblash boshlang'ich nuqtasi). Har bir poyasi hududida vaqt bir xil hisoblanadi va u poyas o'rta meridiani vaqtiga teng bo'ladi. Grinvich meridianidagi mahalliy vaqt umumjahon vaqti deyiladi. Mahalliy vaqt T bilan, umumjahon vaqti esa T_0 bilan belgilanib, uni mahalliy vaqtga keltirish quyidagicha bajariladi.

$$T = T_0 + L, \qquad (16.3)$$

bunda g'arbiy uzoqlik manfiy ishora bilan olinadi. Poyas vaqti esa jahon vaqti bilan quyidagicha bog'langan:

$$T_N = T_0 + N, \qquad (16.4)$$

bu yerda: N — poyas raqami.

Dekret vaqti kun yorug'ligidan to'la foydalanish maqsadida soat mili oldinga 1 yoki 2 soatga surib qo'yiladi, ya'ni:

$$T_{dek.} = T_N + 1. \qquad (16.5)$$

Dekret vaqtini jahon vaqtiga quyidagicha keltiriladi:

$$T_0 = T_{dek.} - 1 - N. \qquad (16.6)$$

16.4. Joy predmeti haqiqiy azimutini Quyosh bo'yicha aniqlash

Dunyo qutbi P, zenit nuqta Z (16.3- shakl) va Quyosh S orasidagi yoylardan tashkil topgan PSZ sferik uchburchakni (16.3-shakl) ko'ramiz. Unda PS tomon og'ishni 90° gacha to'ldiruvchi

$$PS = 90° - \delta,$$

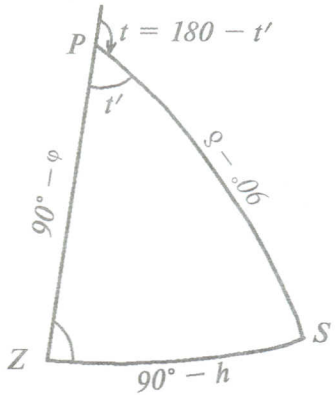
PZ tomon kenglik φ ni 90° ga to'ldiruvchi,

$$PZ = 90° - \varphi,$$

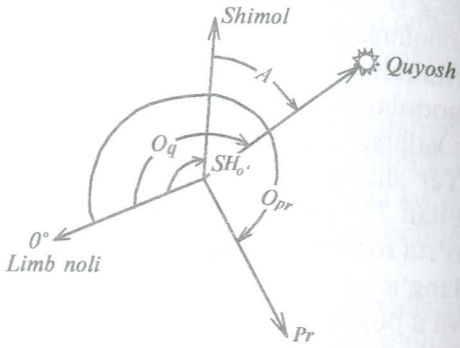
ZS tomon zenit masofa

$$ZS = 90° - h.$$

Kuzatish lahzasida Quyoshning og'ish qiymati maxsus jadvaldan



16.3- shakl.



16.4- shakl.

olinishi mumkin; kuzatish joyining kengligi karta bo'yicha olinadi; Quyosh balandligi h teodolitning vertikal doirasi yordamida o'lchanadi. Shunday qilib shakldagi sferik uchburchakning hamma tomonlari topiladi va ular orqali Quyosh azimuti A (16.3- shakl) quyidagi formuladan hisoblanishi mumkin:

$$cosA = \frac{\sin\delta - \sin\varphi \sinh}{\cos\varphi \cosh} = \frac{I}{II}. \qquad (16.7)$$

Quyosh sharqda kuzatilgan bo'lsa, uning azimuti to'g'ri yuqoridagi formuladan bevosita topiladi; agar Quyosh g'arbda kuzatilgan bo'lsa, formuladan A′ qiymat kelib chiqadi va undan A ga quyidagicha o'tiladi: A = 360°—A′. Quyosh bo'yicha teodolit gorizontal doirasidan sanoqni O_q, joy predmeti bo'yicha sanoqli O_{pr} va shimol o'rnini $SH_{o'}$ bilan belgilab, 16.4- shakldan yozamiz:

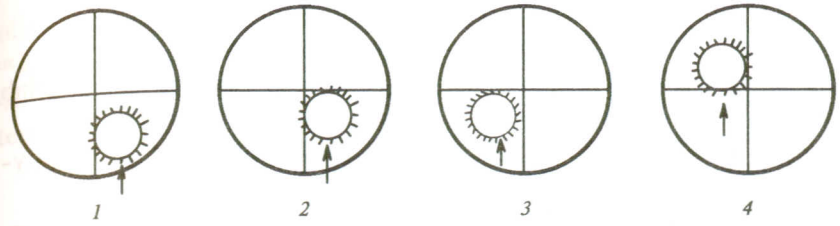
$$SH_{o'} = O_q — A; \qquad (16.8)$$

$$A_{pr} = O_{pr} — SH_{o'}. \qquad (16.9)$$

(16.8) formuladagi A qiymati (16.7) formula bo'yicha hisoblab olinadi.

16.5. Quyoshni kuzatish

Kuzatishga chiqishdan avval teodolitning tegishli shartlari tekshirib olinadi. Quyoshni kuzatishdan oldin teodolit qarash trubasining okulyariga qora rang oynali prizma kiydiriladi. Bundan



16.5- shakl.

tashqari kuzatish uchun aniq tekshirilgan va poyas vaqtiga qo'yilgan soat kerak bo'ladi. Kuzatishning tartibi quyidagicha. Teodolit azimut aniqlanadigan chiziq bosh nuqtasiga o'rnatilib, ishchi holatga keltiriladi. Qarash trubasi chiziqning oxirgi nuqtasiga qaratilib, gorizontal doiradan sanoq olinadi. Quyosh g'arbda kuzatiladigan bo'lsa, 16.5- shakl 1 holatda ko'rsatilganday truba Quyoshga qaratiladi, gorizontal doira va qarash trubasi mahkamlanadi. Qaratish vintlari yordamida truba o'sha shakldagi 2- holatga keltirilib, soatdan gorizontal va vertikal doiralardan sanoqlar olinadi; bu bilan yarim qabul yakunlanadi. Shundan keyin vertikal doirani boshqa holatiga o'tkazilib, 16.5- shakldagi 3- holatga keltirib mahkamlanadi va qaratgich vintlar bilan o'sha shakl 4- holatga keltirilib, yana soatdan gorizontal va vertikal doiralardan sanoqlar olinadi. Keyin truba qayta joy nuqtasiga qaratilib, gorizontal doiradan sanoq olinadi va shu bilan to'la qabul yakunlanadi. Bunday qabullar soni 2—3 tani tashkil qilishi mumkin. Natijalar quyida keltirilgan jurnalga yozib olinadi (31- jadval).

31- jadval

Kuzatilgan predmetlar	Vartikal doira	Soat ko'rsatkichi	Gorizontal doiradan sanoq	Vetrikal doiradan sanoq
Joy predmeti	DCH		20° 06 '00"	
Quyosh		$17^h\ 05^m$	146° 18' 00"	13° 10' 30"
Quyosh	DO'	$17^h\ 08^m$	326° 23'30"	—13° 11' 00"
Joy predmeti			200°05'30"	

16.6. Quyoshni kuzatish natijalarini ishlab chiqish

Quyoshni kuzatish jurnalidan quyidagi qiymatlar hisoblab topiladi:

— kuzatish vaqtining (soat ko'rsatkichlarining) o'rtacha qiymati T dek;

— Quyosh bo'yicha gorizontal doiradan yarim qabullarda olingan sanoqlar o'rtachasi (gradus qiymati birinchi yarim qabuldan olinadi);

— joy predmeti bo'yicha gorizontal doiradan yarim qabullarda olingan sanoqlar o'rtachasi (gradus qiymat birinchi yarim qabuldan olinadi);

— Quyosh markazining balandligi h.

Quyosh balandligi h yuqoridagi jadvalda berilgan vertikal doira sanoqlari bo'yicha oldingi mavzulardan ma'lum quyidagi formulalardan topiladi:

$$h = DCh — NO';$$
$$h = NO' — DO';$$
$$NO' = 0,5\ (DCH+DO').$$

Yuqoridagi jurnalda keltirilgan sanoqlardan topamiz:

$T_{dek.} = 17,12h$; $O_{pr} = 20°\ 05,8'$;

$O_q = 146°\ 20,8$; $h = 13°10,7'$.

Hisoblangan Quyosh balandligi qiymatiga astronomik refraksiya uchun quyidagi formula bo'yicha tuzatma r hisoblanadi:

$$r = 0,95\ ctg\ h. \qquad (16.10)$$

Tuzatilgan h qiymati quyidagicha topiladi:

$$h = h_{o'lch} — r. \qquad (16.11)$$

Bu formulalardan olingan misolimiz uchun topamiz:

$$r = 0,95 ctg 13°10,7 = 04';\ h = 13°10,7 - 04' = 13°06,7'.$$

Yuqoridagi jurnaldan topilgan $T_{dek.}$ dan (16.6) formuladan foydalanib jahon vaqtiga o'tamiz:

$$T_0 = T_{dek.} — 1 — N = 17,12^h — 1 — 4 = 12,12^h.$$

Olgan misolimizda kuzatish 4-poyasda 6- iyun 1990- yilda bajarilgan. Ushbu kunga 1990- yil Astronomik kalendarida dunyo vaqt $T_0 = 11,05^h$ uchun Quyoshning og'ishi $\delta = +15°\ 06'\ 15''$, og'ishning soatiga o'zgarishi — $38,3''$ berilgan. Kalendar jadvaldan

olingan Quyoshning og'ish qiymatiga vaqt farqi $12,12^h — 11,05^h = 1,07^h$ uchun tuzatma quyidagicha hisoblanadi: $—38,3'' \cdot 1,07 = —41''$. Shunda kuzatish lahzasi uchun Quyoshning og'ishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\delta = +15°\ 06'\ 15'' — 41'' = 15°05'34'' \approx +15°05,5'.$$

Kuzatish nuqtasining kengligi karta bo'yicha aniqlanadi va u bizning misolda 42° 05′ ga teng. Shunday qilib, parallaktik uchburchak uchun yakuniy qiymatlar quyidagilarga teng: $h = 13°06,7'$; $\varphi = 42°05'$; $\delta = +15°05,5'$. Ushbu qiymatlardan (16.7) formula bo'yicha Quyosh azimuti A hisoblanadi. Misolimizda Quyosh g'arbda kuzatilgani uchun A' topilib, undan $A = 360 — A'$ ga o'tiladi. Keyin (16.8) va (16.9) formulalar bo'yicha joy predmeti azimuti A_{pr} topiladi. Olingan misol uchun Quyosh azimuti A va yer predmeti azimuti A_{pr} ni hisoblash tartibi quyidagi 32- jadvalda keltirilgan:

32- jadval

Belgilar	Qiymatlar	Belgilar	Qiymatlar
δ	+15° 0,55'	$\sin\delta$	0,26036
I	13° 06,7'	$\sin\varphi$	0,67021
φ	42°05'	$\sin h$	0,22684
I	0,10833	$\cos\varphi$	0,74217
II	0,72282	$\cos h$	0,97393
$\cos A'$	0,41987	A'	81° 23,2'
O_q	146° 20,8'	O_{pr}	20° 05,8'
$A=360°—A'$	278° 36,8'	$SH_{o'}$	226° 44,0'
$SH_{o'}$	226° 44,0'	A_{pr}	153° 21,8'

XVII BOB.

YER SUN'IY YO'LDOSHLARINING «GPS» NAVIGATSIYA TIZIMI

17. Umumiy ma'lumotlar

Sun'iy yo'ldosh navigatsiyasi — bu odam, transport vositasi, yer obyekti va boshqalarni Yer sferoidi sirtidagi o'rnini tez, aniq topish bilan bog'liq bo'lgan maxsus kosmik hamda yer usti texnik vositalar, dastur ta'minoti va texnologiyalar kompleksi. Sun'iy yo'ldosh navigatsiya komplekslari «NAVSTAR» (AQSH) va «GLONASS» (Rossiya) orqali xalqaro amaliyotda harbiy, navigatsiya, muhandislik, qurilish va boshqa maqsadlarda qamrovli joy o'rnini aniqlash uchun «GPS» tizimi yaratilgan.

«GPS» tizimining ishlash mohiyati: koordinatalari vaqtning har daqiqasi uchun juda aniq ma'lum bo'lgan, baland orbitali Yer sun'iy navigatsiya yo'ldoshlari guruhigacha bo'lgan masofalarni o'lchash orqali turgan joy koordinatalarini aniqlashga asoslangan.

Har bir yo'ldosh navigatsiyasi tizimi uchta mustaqil kichik tizimlardan tashkil topadi: birinchisi, orbital kompleks bo'lib, baland orbitali Yer sun'iy yo'ldoshlaridan (ESY) tashkil topadi; ikkinchisi, ESY larni yerdan turib nazorat qilish kichik tizimi; uchinchisi, foydalanuvchilar kichik tizimi bo'lib, yer nuqtalari koordinatalarini aniqlovchi apparat-dastur vositalari kompleksi, ya'ni «GPS» priyomniklaridan iborat.

«GPS» apparatlaridan keng foydalanishning asosiy omillari quyidagilar:

— yer nuqtalari koordinatalarini aniqlashda tezkorlikning ta'minlanganligi (3 daqiqagacha);
— koordinatalarni uzluksiz aniqlab borish (har 0,5 s);
— priyomniklar hajmining ixchamligi va kichik vaznga egaligi;
— elektr quvvatini kam talab qilishi;
— foydalanishda soddaligi;
— yuqori aniqlikni ta'minlashi.

Yer nuqtalari koordinatalari xohlagan sistemada geografik yoki to'g'riburchakli koordinatalar sistemasida berilishi mumkin.

Hozirgi kunda yo'ldosh navigatsiya tizimlari geodeziya, kartografiya va kadastr ishlarida keng qo'llanmoqda. «GPS» priyomniklarining ishlash mohiyati — Yer sun'iy navigatsiya yo'ldoshlarini harakatdagi geodezik punktlar sifatida qabul qilib, ulardan tarqalayotgan radiosignalni yerdagi «GPS» priyomnikkacha yetib kelishga sarflangan vaqt orqali yo'ldoshlargacha masofalarni aniqlash va trigonometrik nisbatlar asosida koordinatalarni hisoblashdan iborat. Agarda foydalanadigan har qanday navigatsiya yo'ldoshining har daqiqadagi o'rni aniq ma'lum bo'lsa va ungacha bo'lgan masofani topish yechilgan bo'lsa, unda «GPS» ga asoslangan g'oya sodda bo'ladi.

Shunday qilib, eng kamida to'rtta navigatsiya yo'ldoshlarigacha (harakatdagi geodezik punktlar) masofalar orqali nuqta koordinatalarini topish teskari geodezik chiziq kestirmani yechishdan iborat.

17.2. «GPS» navigatsiya yo'ldoshlarigacha masofalarni o'lchash

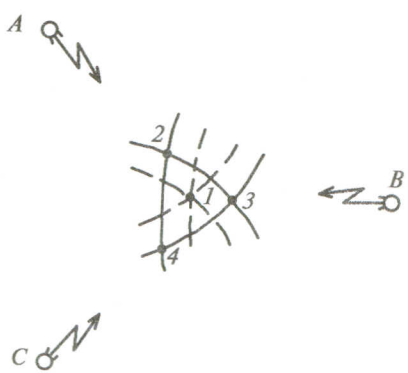
Navigatsiya yo'ldoshlarigacha masofani aniqlash mohiyati yo'ldoshdan uzatilgan radiosignalning Yerda joylashgan priyomnikkacha yetib kelishiga sarflangan vaqtni o'lchab, u orqali masofani aniqlashga asoslangan.

Radioto'lqinlarning fazoda o'ta katta tezlikda tarqalishini (300 000 km/soniyaga yaqin) hisobga olib, yo'ldoshdan signalning chiqishi va uni Yerda priyomnik qabul qilishi daqiqalarini aniq belgilash talab qilinadi. Har ikkala vaqtlarni, ya'ni radiosignalni yo'ldoshdan uzatilish vaqtining va Yerdagi priyomnik signalni qabul qilish vaqti, farqi (vaqtlarni bir-biriga nisbatan surilishi) shu radiosignal tarqalish vaqtini tashkil qiladi va u yo'ldoshgacha masofani beradi. Bundan ko'rinishicha, uzatish va qabul qilish tizimida vaqtni aniqlaydigan juda aniq va mukammal soatlarni ishlatishga to'g'ri keladi.

Shu maqsadda har bir navigatsiya yo'ldoshda 4 ta eng aniq atom soatlari komplekti (ular o'lchami katta va juda qimmatbaho bo'ladi) joylashtiriladi. Aksincha, «GPS» priyomniklarida esa aniqligi past va arzonbaho kvars soatlari o'rnatiladi.

Eng mushkul masala bu yo'ldoshdan signal uzatilgan vaqtini aniq belgilab olishdan iborat. «GPS» tizimlarida bu masala yo'ldoshdan signal chiqishi va uni priyomnikda qabul qilinishini sinxronlashtirish bilan yechiladi. Buning uchun ular aniq bir vaqtda bir xil bo'lgan kodni chiqaradi. Bu kodlar maxsus murakkablashtirilgan (ularni solishtirish ishonchli bo'lishi uchun) bo'lib, ularni psevdo-ehtimoliy kodlar deyiladi. Radiosignallarning tarqalish vaqtini, ya'ni ushbu yo'ldoshgacha masofani aniqlash uchun yo'ldoshdan signalni qabul qilib uni priyomnikning aynan psevdo-ehtimoliy kodi bilan solishtiriladi. Birinchi kodning ikkinchisiga nisbatan surilishi navigatsiya yo'ldoshidan «GPS» priyomnikigacha radiosignalning yetib kelish vaqtini belgilaydi. «GPS» priyomnikning aniq bo'lmagan soati bo'yicha o'lchangan vaqt orqali aniqlangan masofaga «soxta masofa» deyiladi. Agarda shunday aniq o'lchanmagan masofani bir xil qiymatga o'zgartib (masalan, kamaytirib) borilsa, oxirida shunday nuqta topiladiki, undan har uchala navigatsiya yo'ldoshlarigacha bo'lgan masofalar aniq kelib chiqadi. 17.1- shaklda 2,3 va 4 bilan uchta aniq o'lchanmagan vaqtlar orqali taqribiy topilgan nuqtalar, 1 bilan esa yo'ldoshlargacha masofalarni bir xil qiymatga kamaytirib borib topilgan aniq nuqta ko'rsatilgan. Xuddi o'sha shaklda A, B, va C bilan navigatsiya yo'ldoshlari o'rni berilgan.

«GPS» priyomniklari kompyuterlarining dastur ta'minoti shunday tuzilganki, ularga bir nuqtada kesishmaydigan o'lchashlar natijalari berilganda (17.1- shakl) eng kamida to'rtta noma'lumli



17.1- shakl.

tenglamalar (uch o'lchamli fazoda)ni yechib, birdan-bir aniq nuqta 1, to'rtta navigatsiya yo'ldoshlarigacha aniq masofalarni beruvchi nuqta topiladi; shu yo'l bilan priyomnik soati yurishidagi xatolik to'g'rilanadi. Uch o'lchamli fazoda nuqta o'rnini aniq topish uchun eng kamida to'rtta navigatsiya yo'ldoshlarigacha noaniq o'lchanadigan to'rtta masofalar (soxta masofalar) zarur bo'ladi.

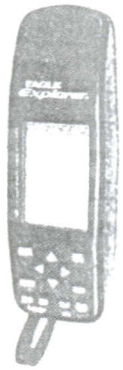
«GPS» tizimlarida navigatsiya yo'ldoshlari joy nuqtasi koordinatalarini aniqlash uchun asos (harakatdagi geodezik tarmoq punktlari) bo'lgani uchun yo'ldoshlar orbitasi va ular har birini shu orbitadagi o'rni (efemeridlari) xohlagan vaqt daqiqasi uchun aniq ma'lum bo'lishi zarur. Shu sababli har bir «GPS» priyomnigi o'z kompyuterlari xotirasida «kalendar»ni, ya'ni uzluksiz yangilab boriladigan ma'lumotnoma (spravochnik)ni saqlaydi, u bo'yicha xohlagan orbital kompleks yo'ldoshining har bir vaqt daqiqasidagi aniq o'rnini bilish mumkin. Navigatsiya yo'ldoshlari nazariy orbitadagi o'rnidan bir muncha og'ib turishini yerdagi nazorat kuzatish stansiyalarida aniqlab boriladi. Orbitalar uchun aniqlangan tuzatmalar yo'ldoshlarga qayta jo'natiladi va ular orqali bort kompyuterlari xotirasidagi ma'lumotlar yangilab boriladi. Navigatsiya yo'ldoshlari har daqiqada Yerga o'z orbitasi uchun kiritilgan tuzatmani uzatib boradi va u orqali «GPS» priyomnigi kalendari yangilab boriladi.

17.3. «GPS» priyomniklari

«GPS» priyomniklari bir kanalli va ikki kanalli bo'ladi.

Bir kanalli priyomniklar tejamkor, arzon bo'lib, «muvaqqat vaqt rejimi»da kuzatish talab qilinmaganda, ya'ni uzluksiz kuzatish hamda priyomnik o'rnatilgan obyekt tezligini o'lchash talab qilinmaganda qo'llaniladi. Priyomnik o'rnatilgan nuqtaning koordinatalarini hisoblashdan oldin u ketma-ket to'rtta yo'ldoshlargacha bo'lgan masofalarni o'lchashi kerak. Bitta nuqtaning koordinatalarini aniqlash uchun 2—30 soniya vaqt sarflanadi.

Ikki kanalli priyomniklar quyidagi prinsipda ishlaydi. Priyomnikning bitta kanali bitta yo'ldoshgacha o'lchangan vaqt orqali masofani hisoblab chiqquncha ikkinchi kanal navbatdagi yo'ldosh bilan radio aloqa bog'lab o'lchashga tayyorlanadi. O'lchash natijasini dastlabki ishlab chiqishni tugatib, birinchi kanal shu zahoti



17.2- shakl.

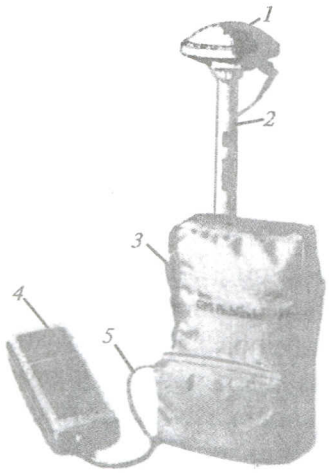
navbatdagi yo'ldoshni o'lchashga, ya'ni «topishga» va «eshitishga» o'tadi. Shu vaqtda ikkinchi kanal navbatdagi yo'ldoshni ko'zatishga tayyorlanadi va h.k.

Ko'p kanalli priyomniklar (to'xtovsiz kuzatuvchi). Bunday priyomniklar bir vaqtning o'zida 4 ta va undan ortiq yo'ldoshlarni kuzatadi. Muhandislik geodezik ishlarni bajarishda ko'p kanalli priyomniklar — 4, 6, 8, 10, 12, 12 va 24 ta kuzatish kanallari bo'lgan priyomniklar ishlatiladi. Bu priyomniklar koordinatalarni uzluksiz real vaqt rejimida aniqlashdan tashqari ular bir lahzada fazoda ko'ringan ishchi guruhidan signallarni qabul qilib ularni ishlab chiqish imkoniyatiga ega. Koordinatalarni hisoblash aniqligi va ishlatish maqsadiga ko'ra priyomniklar quyidagi klasslarga bo'linadi.

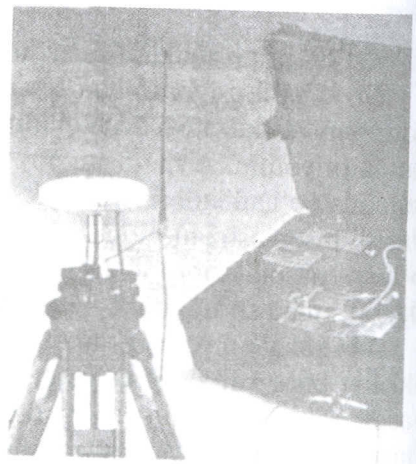
Navigatsiya klassiga doir koordinatalarni hisoblash aniqligi 150—200 m ga teng; ular ixcham va arzon (17.2- shakl).

Kartografiya va geoaxborot tizimi (GAT) ga doir nuqtalar koordinatalarini o'lchash aniqligi 1—5m gacha; ular ham nisbatan arzon (17.3- shakl).

Geodezik klassga doir nuqtalar koordinatalarini o'lchash aniqligi 1 sm gacha (17.4- shakl). Bu klassdagi priyomniklar ancha



17.3- shakl.



17.4- shakl.

qimmat tursa ham ular avtomatik rejimda nuqtalar koordinatalarini 1—3 sm kinematik rejimda va 1 sm gacha aniqlikda statik rejimda o'lchash imkonini beradi va har qanday geodezik ishlarni bajarish aniqligini ta'minlaydi.

17.4. «DGPS» tayanch stansiyalardan foydalanib geodezik o'lchamlarni bajarish

Tayanch stansiyalar bilan ishlash rejimida differensial (nisbatan) pozitsionirlash uslubidan foydalanib, kartografiya GAT klassi aniqligidagi priyomniklar yordamida geodezik klass aniqligidagi o'lchash (1 sm gacha) ishlarini bajarish mumkin. Bunga «Differential GPS»—«DGPS» nomi berilgan. Differensial pozitsionirlash texnologiyasi bir xil rusumdagi priyomniklar bilan bitta lokal yer bo'lagidagi nuqtalar koordinatalarini topish aniqligi bir xil bo'lishiga asoslangan. Agar «DGPS» priyomnik (tayanch stansiya) koordinatalari ma'lum nuqtada o'rnatilgan bo'lsa, bu etalon koordinatalar bilan «GPS»da topilgan koordinatalar farqini aniqlab uni tuzatma qilib radiokanal orqali «GPS» mobil priyomniklariga uzatish mumkin.

Tayanch «DGPS» stansiya koordinatalari va balandligi aniq bo'lgan punktga o'rnatilgandan so'ng ma'lum vaqt davomida qo'zg'almas stansiyadan turib joy nuqtalariga o'rnatiladigan mobil priyomniklar bo'yicha uzluksiz ma'lumotlar yig'iladi.

Hozirgi kundagi geodezik priyomniklar s'yomkalarni «kinematik s'yomka» rejimida bajaradi. Bunda reykachilarni nuqtadan-nuqtaga o'tishi rejimida ularning koordinatalari geodezist tomonidan har daqiqada tugmachani bosish bilan magnit ifodalovchisi (nositel)ga yozib olinadi. Bu texnologiyada tayanch DGPS stansiyadan 10 km gacha bo'lgan masofadagi nuqtalar koordinatalari aniq o'lchab topiladi. Bunda mobil GPS priyomniklar sifatida nisbatan arzon bir chastotali priyomniklar qo'llanishi mumkin.

17.5. Joyning yer yuzi — kosmik topografik s'yomkasi

Joyning yer yuzi — kosmik topografik s'yomkalari hozirgi kunda yo'ldosh navigatsiya tizimlari «NAVSTAR» (AQSH) va «GLONASS» (Rossiya) texnologiyalaridan foydalanib, 1942-yil koordinatalar sistemasida (prof. F.N. Krasovskiy, Ellipsondi va

Gauss-Kryuger to‘g‘riburchakli proyeksiyasi asosida) bajarilmoqda. Bunda yer nuqtalari balandligi 1971- yil Boltiq balandliklar sistemasida topiladi. Kartografik va GAT aniqlik darajasidagi «GPS» tizimi «Dathfinder Pro XL» (17.3- shakl)dan foydalanib joyning topografik s’yomkasi bir nechta texnologik sxema bo‘yicha bajarilishi mumkin. Ochiq joy topografik s’yomkasini bajarish texnologiyasida s’yomkani planli balandlik asosi punkti bo‘lib davlat geodezik tarmog‘i yoki zichlash geodezik punktda o‘rnatilgan differensial baza (asos) «DGPS» stansiyasi xizmat qiladi. S’yomka jarayonida ko‘chma «GPS» priyomniklari piket nuqtalarda qo‘yilib, yo‘ldoshlar turkumigacha bo‘lgan «soxta masofalar»ni o‘lchash orqali aniqlangan nuqta koordinatalariga «DGPS» baza stansiyasi tegishli tuzatmalarni aniqlab ko‘chma priyomniklarga qayta yuboradi (retranslyatsiya qiladi). Shu tarzda radiusi 10 km gacha bo‘lgan joyni detsimetr aniqlikdagi topografik s’yomka bilan qoplash mumkin. Bu texnologiyada muhandislik maqsadlar uchun zarur yirik masshtabli topografik s’yomkalarni bajarish hamda joyning raqamli modelini (JRM) tuzish imkoni to‘la ta’minlanadi.

S’yomkani bajarish uchun kerakli reykachilar (piket nuqtalarda ko‘chma «GPS» priyomniklarini o‘rganuvchilar) soni tashkilotda mavjud «GPS» priyomniklar soni bilan chegaralanadi. S’yomka ishlari xohlagan ob-havo sharoitida: yomg‘ir, qor, tuman, chang-to‘zonda va qorong‘uda bajarilishi mumkin. Topografik s’yomkani real vaqt rejimida (ya’ni, harakatda) bajarish maqsadida ishni boshlashdan avval ko‘chma priyomniklarning insializatsiyasi (boshlang‘ich ma’lumotlarni kiritib qo‘yishi) amalga oshiriladi. Bu ish kontrolyor moslamasi yordamida bajariladi va buning uchun bajariladigan o‘lchashlar o‘lchov birligi hamda koordinatalar sistemasi tanlanadi. Reykachilar (ko‘chma priyomnik bilan yuruvchilar) oldindan belgilab olingan yo‘nalishlar bo‘yicha harakat qilishadi, bunda ular oddiy taxeometrik s’yomkaga o‘xshash joyning xarakterli nuqtalarida (relyefning xarakterli nuqtalari, tafsilotlar chegara nuqtalari va h.k.) priyomnikni ketma-ket qo‘yib nuqtalarni qayd etib borishadi. Joy nuqtalarini displeyda ko‘ringan koordinatalari tugmachani oddiy bosish bilan ma’lumotlarni magnit ifodalovchisi (nositel)ga yozib boriladi. Joy haqidagi ma’lumotlarni magnit ifodalovchida raqamlar ko‘rinishida qayd etilishi keyingi navbatda kameral sharoitda olingan natijalarga aniqlik kiritish, topografik planni avtomotizatsiyalashgan yo‘l bilan plotterda tayyorlash hamda joyning raqamli modelini (JRM) avtomatizatsiyalashgan loyihalashga tayyorlash imkonini beradi.

Dastlab s’yomka asosi tarmog‘ini qurib olish texnologiyasi ko‘rinishi yomon (yopiq) sharoitlarda (shaharlar va o‘rmonzor hududlarda) qo‘llanadi. Bunda dastlab shahar ochiq ko‘chalari yoki o‘rmon daraxtlari qirqilib, ochilgan yo‘llar bo‘yicha s’yomka asosi tarmog‘i punkt (nuqta)lari mahkamlanib ularning koordinatalari va balandligi topiladi. Shundan keyin ushbu punkt va nuqtalardan foydalanib, topografik s’yomka kombinatsiyalashtirilgan usul, ya’ni an’anaviy taxeometrik s’yomka va «GPS» s’yomka usullarida amalga oshiriladi.

TOPOGRAFIK PLAN VA KARTALARNI YANGILASH

18.1. Topografik plan va kartalarning eskirishi va ularni yangilash

Topografik plan va kartalar vaqt o'tishi bilan eskiradi, chunki ularda joydagi predmet va tavsilotlarni s'yomka kunidagi holati tasvirlanadi. Vaqt o'tishi bilan joyda qat'iy o'zgarishlar sodir bo'ladi: yangi bino va inshootlar quriladi, yangi muhandislik kommunikatsiyalari, yo'llar, kanallar va boshqalar quriladi. Planlarning eskirishi tezligi asosan s'yomka masshtabiga hamda s'yomka obyektining geografik o'rniga bog'liq. S'yomka masshtabi qancha yirik bo'lsa, plan shuncha tez eskiradi.

Masalan, qurilishga ajratilgan yer bo'lagi yer usti va yer osti muhandislik kommunikatsiyalari va inshootlari tasvirlangan 1:500 masshtabdagi topografik plani ushbu qurilish tugallanishi bilanoq o'z mazmunini (yangiligini) yo'qotadi, chunki qurilgan bino va inshoot bilan birga yangi kommunikatsiyalar o'tkaziladi, yon-atrofda mavjud tarmoqlar kengaytiriladi, yer bo'lagi obodonlashtiriladi. Bular esa joyning mavjud konturlari va relyefi o'zgarishiga sabab bo'ladi, demak, joyning mavjud plani o'z aktualligini yo'qotadi.

Turarjoy, fuqarolik va sanoat qurilishi sohalarining tez rivojlanishi joy predmet va tafsilotlari hamda relyefining hozirgi kungi holati aniq tasvirlangan yirik masshtabli topografik planlarni yetkazib berishni taqozo etmoqda.

Plan va kartalarning eskirganlik darajasi ularni bevosita joyda tekshirish yo'li bilan aniqlanadi. Joyning aerosuratlari mavjud bo'lsa, planni tuzatish va unga joriy o'zgarishlarni kiritish kameral sharoitda amalga oshiriladi. Agarda tekshiriladigan maydonni yarmidan ortiqrog'idagi asosiy tafsilotlarda o'zgarishlar ro'y bergan bo'lsa, planni to'g'rilash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas hisoblanadi, demak, hududning s'yomkasini qayta bajarish kerak bo'ladi.

Tuman yoki viloyatlarda joyni ilgarigi yillardagi kartografik materiallari bo'lishini hisobga olib yangilash uchun ulardan foydalanish maqsadida quyidagilarni aniqlash kerak bo'ladi:

— topogeodezik ishlarning bajarilgan vaqti va bajargan korxona, foydalanilgan me'yoriy hujjatlar;

— s'yomka asosini qurish usuli, koordinatalar va balandliklar sistemasi, relyef kesimi balandligini;

— topografik materiallar sifati — kontur nuqtalarining o'zaro planda joylashishi aniqligi, relyefning gorizontallar bilan to'g'ri tasvirlanganligini;

— s'yomka asosi punktlarining joyda saqlanganligini;

— planning eskirish darajasini.

Topografik materiallar planli holatining sifati nazorat o'lchamlarni joyda bajarib tekshiriladi. Buning uchun eski planda tasvirlangan binolar tanlab eni va uzunligi o'lchanadi, tasvirlangan turarjoylar, ishlab chiqarish binolari orasidagi masofalar joyda o'lchanib, plandagi qiymati bilan solishtiriladi. Relyefni tasvirlash sifati planni joy bilan ko'zda chamalab solishtirish bilan aniqlanadi.

Shaharlar planlarini hozirgi kun (yangi) darajasida ta'minlashda qurilgan bino, inshoot va muhandislik kommunikatsiyalarning 1:500 va 1:1000 masshtablarda bajarilgan ijroviy s'yomkalari katta o'rin tutadi. Bu s'yomkalar bino va inshootlarni foydalanishga topshirishdan oldin sifatli darajada bajarilishi kerak bo'ladi.

Shaharning asosiy topografik plani sifatida 1:2 000 masshtabdagi hozirgi kun darajasida tuzilgan topografik plan tavsiya etiladi.

Shunday qilib, plan va kartalarning eskirish darajasini aniqlab, ular mazmunini muntazam yangilab yoki tiklab turish uchun joyda paydo bo'lgan predmet va tafsilotlarni planga tushirish va yo'q bo'lganlarini undan o'chirib (chiqarib) borish kerak bo'ladi.

18.2. Plan va kartalarni yangilash texnologiyasi va unda foydalanadigan materiallar

Plan va kartalarni yangilash quyidagicha bajarilishi mumkin:

— ular mazmunidagi joriy o'zgarishlarni s'yomka materiallardan, yangi qurilgan bino va inshootlarni ijroviy s'yomkasidan hamda dala tekshirishlari materiallaridan va aerofotos'yomkadan foydalanib kameral sharoitda tuzatish va zarur bo'lsa, dala tekshirishlarini bajarish;

— ularni dalada taxeometrik s'yomka yoki menzula s'yomkasini bajarish yo'li bilan yangilash.

Yangilashda bajariladigan ishlar tarkibi quyidagicha:

— kameral tayyorgarlik ishlari;

— joy bilan tanishish — rekounossirovka;

— yo'qolgan obyekt va konturlarni plandan o'chirish;

— yangi konturlarni s'yomka qilish uchun, zaruriyat bo'lsa, qo'shimcha s'yomka asosini qurish;

— yangi paydo bo'lgan obyekt va konturlarni s'yomka qilish;

— s'yomka natijalarini planga tushirish va bajarilgan ishlar kalkasini tuzish;

— yangilash natijalarini tekshirish va rasmiylashtirish (planni tuzatish, texnik hisobotni tuzish, dala o'lchash jurnallarini va abrislarni tartibga keltirish).

Kameral tayyorgarlik ishlari — yangilanadigan plan va kartalarni tanlab ajratishdan boshlanadi. Agar yangilanadigan kartadagi hudud uchun yangi bajarilgan aerofotos'yomka materiallari bo'lsa, tayyorgarlik ishlari jarayonida yangilanadigan plan yoki karta aerosuratlar bilan solishtiriladi. Joydagi tafsilotlarda o'zgarish yuz bergan bo'lsa, ular qalamda yangilanadigan kartaga tushiriladi, yo'q bo'lgan konturlar esa kartadan o'chiriladi. Bu kiritilgan o'zgarishlar dala deshifrirlash paytida yana bir tekshirib ko'riladi va yakuniy kartaga tushiriladi.

Joy bilan tanishish (rekognossirovka) — planlarni yangilashda dala ishlarining boshlanishi bo'lib, u ancha mas'uliyat bilan bajarilishi talab etiladi. Bunda yangilanadigan plan yoki karta olinib tanlangan marshrut bo'yicha yurib plan joy bilan solishtiriladi. Bunda birdaniga aerosurat bo'yicha kameral sharoitda aniqlangan yangi konturlar hamda yo'q bo'lganlari joyda tekshiriladi.

Joy bilan tanishish jarayonida quyidagi ishlar birdaniga bajarib boriladi:

— mazmuni o'zgargan konturlar nomi o'chirilib, yangisi qalamda yozib qo'yiladi;

— s'yomka qilinadigan konturlar shakli o'zgargan bo'lsa, qalam bilan chamalab chegaralari tushiriladi, keyingi bosqichda esa u aniq o'lchab s'yomka qilinadi;

— s'yomka asosini hosil qilishda tanlangan nuqtalar o'rni planda qalam bilan belgilanadi;

— yangi paydo bo'lgan bino inshoot va konturlarni s'yomka qilish usullari tanlanadi.

Yo'qolgan konturlarni planda o'chirish — joy bilan tanishib chiqib yo'qolgan konturlarni aniqlagandan keyin amalga oshiriladi.

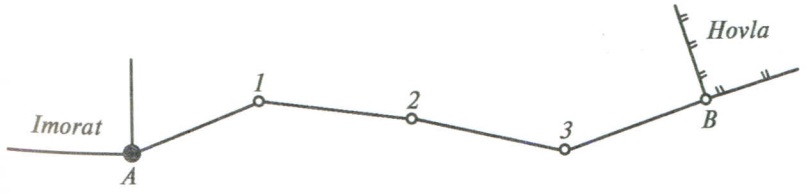
Yangi konturlarni s'yomka qilish uchun s'yomka asosi sifatida yangilanadigan planda aniq tasvirlangan va o'rni joyda ma'lum xarakterli joy nuqtalari: yo'l va ariqlarning kesishgan nuqtalari, kapital binolar burchaklari, alohida daraxt va boshqalar xizmat qiladi. Bu tanlab olingan nuqtalar orasida teodolit, taxeometrik va menzula yo'llari o'tkazilib ulardan s'yomka asosi sifatida foydalaniladi. Aniq tanlab olingan mustahkam nuqtalar koordinatalari plandan grafik usulda o'lchab topiladi. Teodolit yo'llarida burilish burchaklari to'la qabulda, tomonlar uzunligi esa lenta bilan bir marotaba o'lchanadi, o'lchangan masofa ipli dalnomer bilan o'lchab tekshiriladi.

Yo'l boshlang'ich tomonining magnit azimuti o'lchab topiladi. Kameral hisoblash ishlarida yo'l bo'yicha tomonlar orttirmalarining yig'indilari topilib, ular orqali yo'l bog'lovchi tomonining direksion burchagi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$tg\alpha' = \frac{\Sigma\Delta y'}{\Sigma\Delta x'},$$

bu yerda: $\Sigma\Delta y'$, $\Sigma\Delta x'$ — yo'l tomonlarining hisoblangan orttirmalari yig'indisi. Bog'lovchi tomon gorizontal quyilishi ikki marotaba topiladi: birinchi marotaba teodolit yo'lida o'lchashlar natijasini ishlab chiqib S′, ikkinchi marotaba A va B nuqtalarining plan bo'yicha topilgan koordinatalari bo'yicha S (18.1- shakl). S′ va S qiymatlari quyidagi formulalar bo'yicha topiladi:

$$\left.\begin{aligned} S' &= \frac{\Sigma\Delta y'}{\sin\alpha'} = \frac{\Sigma\Delta x'}{\cos\alpha'}, \\ S &= \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{x_B - x_A}{\cos\alpha}. \end{aligned}\right\} \qquad (18.2)$$



18.1- shakl.

Bu formulalardagi α qiymati teskari geodezik masalani yechib topiladi:

$$tg\alpha = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}. \qquad (18.3)$$

Chiziq uzunligi S′ va S orasidagi farq planda 0,6 mm dan oshmasligi kerak. Agar bu shart bajarilsa, koordinatalar o'qi burilish burchagining qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\delta_\alpha = \alpha - \alpha'.$$

Bu qiymat orqali yo'l tomonlarining yakuniy direksion burchaklari quyidagicha hisoblanadi:

$$\alpha = \alpha' + \delta_{\alpha'}$$

ular orqali tomonlar koordinatalarining orttirmasi hisoblanadi.

Joy predmetlariga nisbatan yo'l nuqtalari koordinatalarini katta qiymatiga surilishiga yo'l qo'ymaslik uchun A va B nuqtalari orasidagi masofa 1:2 000 masshtab uchun 0,6 km dan, 1:5 000 uchun esa 1,2 km dan oshmasligi kerak.

Yangi konturlarni s'yomka qilish joyda saqlanib qolgan geodezik asos nuqtalari hamda yangi qurilgan s'yomka asosi nuqtalaridan turib oldingi mavzularda ko'rilgan usullarda amalga oshiriladi.

18.3. Plan va kartalarni yangilash usullari

Topografik plan va kartalarni yangilashni aerofotos'yomka materiallari bo'yicha amalga oshirish tavsiya etiladi. Buning uchun dala ishlari loyihasi tuzilib, unda hudud uchun mavjud planli materiallar hisobga olinadi va yangitdan aeros'yomka qilinadigan joylar aniqlanadi. Fotoplanlar va aniqlangan fotosxemalar mavjud bo'lsa, kameral deshifrirlash yo'li bilan planlarda yo'qolgan konturlarni o'chirish va yangi paydo bo'lgan konturlar, binolar, inshootlar va boshqalarni aniqlash amalga oshiriladi. Shundan keyin yangi paydo bo'lgan kontur va obyektlarni planga tushirish dala deshifrirlashda tegishli geodezik asboblar bilan o'lchab bajariladi. Aerofotos'yomka ishlarini bajarish imkoni bo'lmagan holatlarda, planlarni yangilash dala tekshirish ishlari natijasi hamda o'zgargan joylarning s'yomkasini bajarish yo'li bilan amalga oshiriladi. Dalaga chiqib tekshirish ishlarini boshlashdan avval quyidagi tashkilotlarda mavjud plan va materiallar topilib o'rganiladi:

— Davlat arxitektura-qurilish nazorati, tumanlar arxitekturalari, vodoprovod, kanalizatsiya, obodonlashtirish va ko'kalamzorlashtirish idoralarida;

— turarjoy va kommunal-xo'jalik qurilishini loyihalash boshqarmalari va texnik inventirizatsiyalash byurosida.

Keyin dala tekshirish ishlari mavjud planlarni joy bilan solishtirib chiqishdan boshlanadi. Bunda plan yoki undan olingan nusxaga joy konturlari va relyefida bo'lgan o'zgarishlar chizma ravishda tushiriladi.

Joyda yo'qolgan konturlar, bino va inshootlar planda yoki uning nusxasida o'chiriladi.

Joyda yangi paydo bo'lgan bino, inshoot va konturlar s'yomkasi gorizontal va vertikal s'yomkalar usulida, ushbu masshtabdagi s'yomka uchun qo'yilgan talablarni hisobga olgan holda bajariladi. Tafsilotlar kam miqdorda o'zgargan joylarda joriy o'zgarishlar tafsilotlarni aniq va mustahkam nuqtalardan turib masofalarni o'lchab s'yomka qilinadi. Joriy o'zgarishlar va yangi qurilgan obyektlarning s'yomkasi natijalari abrisga tushiriladi.

Joriy o'zgarishlar s'yomkasining materiallari ishlab chiqilgandan keyin ular planshetlar asl nusxasiga tushiriladi, bunda yo'qolgan konturlar va relyef planshetlar asl nusxasidan o'chirib tashlanadi.

Planshetga tushirilgan yangi tafsilot va relyef korrektura va nazoratdan o'tkazilgandan keyin chiziladi, planshetning orqa tomonida o'zgartirish kiritilgan joylar shtrix bilan chizib belgilanadi va yozib qo'yiladi. Agarda tafsilot va relyefda o'zgarishlar katta bo'lsa planshetning yangi originali tayyorlanishi maqsadga muvofiq. 1:5 000 masshtabdagi planshetlarda konturlar va relyeflarning o'zgargan joylari mavjud tafsilot nuqtalaridan turib menzula bilan s'yomka qilinadi, bino va inshootlar o'lchamlari (gabaritlari) esa bevosita o'lchab aniqlanadi, bunda plan dalada chizib tayyorlanadi.

Tafsilot va relyefning hozirgi kundagi holati tasvirlangan 1:2000 masshtabdagi topografik plan maydaroq masshtablardagi (1:5 000, 1:10 000) planlarni yangilash uchun hamda yirikroq masshtablardagi (1:500, 1:1 000) planshetlarni dalada tekshirib chiqish zaruriyatini aniqlash uchun xizmat qiladi.

Odamlarning xo'jalik faoliyatini yuritishlari oqibatida joy konturlari va relyefi katta darajada o'zgargan bo'lsa, planning asl nusxasini tuzatish texnik sabablarga ko'ra imkonsiz yoki iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmay qoladi, bunda joyning topografik s'yomkasini yangitdan bajarishga to'g'ri keladi.

MUHANDISLIK TADQIQOTLAR

19.1. Muhandislik inshootlar tadqiqoti turlari

Muhandislik inshootlar bajarilgan kompleks tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan va tasdiqlangan loyiha bo'yicha quriladi. Loyihalash, odatda, ikki bosqichda: loyiha topshiriq va ishchi chizma bosqichlarida bajariladi. Shunga ko'ra muhandislik tadqiqotlar ham ikki bosqichda bajariladi: topshiriqni ishlab chiqish uchun zarur dastlabki tadqiqotlar va loyihaning ishchi chizmalarini tuzish uchun zarur yakuniy tadqiqotlar. O'z navbatida tadqiqotlar ikkiga bo'linadi: iqtisodiy va texnik tadqiqotlar.

Iqtisodiy tadqiqotlar jarayonida hududda joylashgan ishlab chiqarish kuchlari, transport aloqalari, xomashyo va energetik resurslari o'rganib chiqilib, inshootni qurish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi haqida xulosa beriladi.

Texnik tadqiqotlar maqsadi—tanlangan hududda obyektni qurish texnik imkoniyatlari mavjudligini va uning asosiy ko'rsatkichlarini aniqlashdir. Bu tadqiqotlar topografik-geodezik, muhandislik-geologik, gidrologik, tuproq-grunt, metereologik va boshqalarga bo'linadi.

Topografik-geodezik tadqiqotlarda qurilish ko'zda tutilgan hududda joyni yaxshilab o'rganish, geodezik asosni rivojlantirish, s'yomka va trassalash ishlarini bajarish, geologik nuqtalarni, gidrometrik stvor va boshqalarni geodezik punktlarga bog'lash va planga tushirish ishlari bajariladi.

Muhandislik-geologik tadqiqotlarda hududning geologik qurilishi, ayrim geologik qatlamlarning qalinligi va yuk ko'tarish kuchi aniqlanadi. Bunda yer osti suvlari va ularning chuqurligi, rejimi, tarkibi va sifati sinaladi. Tadqiqotlar jarayonida geologik s'yomkalar, burg'ulash ishlari va boshqalar bajariladi.

Gidrologik tadqiqotlar suv oqimlari va suv havzalarida kuzatish kompleks ishlari: daryo va ko'llardagi suv sathlarini, tezligini, oqim yo'nalishlarini, suv chuqurligini, nishabligini aniqlashni olib boradi.

19.2. Muhandislik - geodezik tadqiqotlar tarkibi

Muhandislik - geodezik tadqiqotlar qurilish obyektlarni loyihalashni topografik - geodezik materiallar va ma'lumotlar bilan hamda boshqa turdagi muhandislik tadqiqotlar (iqtisodiy, gidromeliorativ, muhandislik-geologik va boshqalar)ni geodezik ta'minlashi kerak.

Muhandislik - geodezik tadqiqotlarni bajarish uchun texnik topshiriq, tadqiqotlar dasturi, smeta hujjatlari tuzilishi va rasmiylashtirilishi zarur. Texnik topshiriq asosida tadqiqotlarni bajaruvchi tashkilot muhandislik tadqiqotlar dasturini tuzib, unda bajariladigan ishlar turlari, hajmi, ishlar uslubi, ishlarni bajarish ketma-ketligini ishlab chiqadi. Dasturda ishlarni bajarish muddatlari, ketma-ketligi va loyihalash uchun zarur materiallarni taqdim etish muddatlari buyurtmachi bilan kelishilgan holda ko'rsatiladi.

Muhandislik-geodezik tadqiqotlar tarkibiga quyidagilar kiradi:

— qurilish hududi uchun oldingi yillarda bajarilgan topo-geodezik ishlar materiallarini yig'ish va tahlil etish;

— planli va balandlik s'yomka asosini qurish;

— 1:500 ÷ 1:10 000 masshtablar qatoridagi topografik s'yomkalarni (yer usti va aerokosmik) bajarish, shu jumladan, yer usti va yer osti inshootlar s'yomkasi;

— 1:500 ÷ 1:10 000 masshtablar qatoridagi oldingi yillarda tuzilgan topografik planlarni yangilash;

— joy raqamli modelini tayyorlash;

— chiziqli inshootlar o'qini trassalash (joyda o'tkazish) va uni joyda mahkamlash;

— muhandislik-geologik qazilmalarning geofizik nuqtalarini bog'lash;

— gidrometeorologik tadqiqotlarda geodezik ishlarni bajarish;

— geologik xavfli jarayonlarni (ko'chki, karst, suv omborlari sohillarining yemirilishi va h.k.) o'rganish uchun geodezik ishlar;

— foydalanishda bo'lgan korxonalar, binolar va inshootlarni qayta qurish va texnik qayta jihozlashni loyihalash uchun geodezik ishlar, shu jumladan, yer osti va yer usti inshootlar s'yomkasi; foydalanishda bo'lgan avtomobil yo'llari va gidromeliorativ tarmoqlarning s'yomkasi.

Muhandislik obyektlarni qurishdagi geodezik ishlar hajmi, tarkibi va aniqligi, obyekt ularni yerda joylashtirishda va qurishda loyiha parametrlarini qurilish me'yoriy talablari darajasida ta'minlash kerak. Yirik va murakkab muhandislik inshootlarni qurishda geodezik o'lchashlarni bajarish loyihasini ishlab chiqish talab etiladi.

Bunday loyihada quyidagi geodezik ishlarni bajarish asoslab chiqilishi kerak:

— qurilish obyektida geodezik rejalash tarmoqlarini qurish;

— qurilish maydonchasidagi binolar, chiziqli inshootlar va ular elementlarini hamda vaqtinchali bino va inshootlarni rejalash ishlari;

— bino va inshootlarni rejalash uchun ichki rejalash geodezik tarmog'ini qurish va batafsil rejalash ishlari;

— bino va inshootlarni qurish jarayonida bajariladigan geodezik nazorat o'lchashlar va ijroviy s'yomkalarni bajarish;

— bino va inshootlar va ular konstruksiyalari deformatsiyasini geodezik usulda kuzatish ishlari.

19.3. Muhandislik inshootlarni loyihalash bosqichlaridagi tadqiqotlar

Muhandislik-geodezik tadqiqotlar tarkibi va hajmi nafaqat ishlar bajariladigan hududning tabiiy sharoiti va loyihalanadigan obyekt xususiyatiga, balki ma'lum darajada loyihalash bosqichlariga: texnik-iqtisodiy asoslash (TIA), muhandislik loyiha (ML), ishchi hujjatlar (IH) yoki ishchi loyiha (IL) lariga ham bog'liq.

Yuqorida keltirilgan muhandislik - geodezik ishlar tarkibi ma'lum darajada loyihalashning barcha bosqichlariga tegishlidir, shu bilan birga tegishli bosqichlarda bajariladigan geodezik ishlar o'ziga xos xususiyatlarga ham ega, jumladan:

— muhandislik-geodezik ishlarni dastlabki loyihalash bosqichida (TIA) ishlar katta hududlarda bajariladi va shu sababli joy haqidagi ma'lumotlarni aerokosmik usullarda yig'ishni, aerokosmik suratlarni maxsus asboblarda kameral ishlab chiqib joyning nisbatan maydaroq masshtablardagi (1:2000-1:10000) topografik planlarini va joyning raqamli modelini ishlab chiqish zarur bo'ladi;

— loyihalashning har bir keyingi bosqichida oldingi

bosqichlarda bajarilgan tadqiqot ishlari materiallari keng qo'llaniladi. Bunda loyihalanayotgan obyektni qulay joylashtirishni ta'minlash maqsadida o'rganiladigan joy maydoni qisqarib boradi, topografik s'yomkalar masshtabi yiriklashadi va JRM batafsillanadi; shu sababli topografik - geodezik ma'lumotlarning katta qismi yer usti usullarida yig'iladi;

— qurilisholdi tadqiqot ishlarida muhandislik-geodezik tadqiqotlar asosan yer usti usullarda bajariladi va loyihalanadigan obyekt chegaralari va o'qlari joyda belgilanib mahkamlanadi. Chiziqli inshootlar trassasi tadqiqotini bajarishda, odatda, dala tadqiqot ishlari jarayonida quyidagilar bajariladi:

— dalada trassalash ishlari va trassani joyda mahkamlash;

— trassani davlat geodezik tarmoq punktlariga planli va balandlik bo'yicha bog'lash;

— trassa yoqalab joy s'yomkasini bajarish;

— boshqa turdagi tadqiqot ishlarini geodezik ta'minlash (muhandislik-geologik, gidrogeologik va boshqa ishlar).

Dalada trassalashda trassa o'qi bo'yicha teodolit yoki taxeometrik yo'llar o'tkazib, trassaning burilish uchi nuqtalari o'rni joyda mahkamlanadi, qurilish ishlari chegarasidan tashqarida ishchi reperlar o'rnatiladi, trassa o'qi piketlarga bo'linib doiraviy egrilar bosh nuqtalari o'rni joyda mahkamlanadi, trassa bo'yicha piketlar, oraliq nuqtalar va ko'ndalang qirqimlar nuqtalari nivelirlab chiqiladi.

Prinsipial yangi texnologiyalar va tizimli avtomatizatsiyalashgan loyihalash (TAL) usullariga o'tish qurilish obyektlarida bajariladigan muhandislik-geodezik tadqiqotlar texnologiyasini tubdan o'zgartirishni talab qiladi. Shu jumladan, chiziqli inshootlarni TAL darajasida loyihalashni ta'minlash uchun muhandislik-geodezik tadqiqotlar quyidagi xususiyatlarga ega bo'ladi:

— muhandislik-geodezik va boshqa tadqiqotlar turlari trassani raqobatli variantlarda joylashtirish mumkin bo'lgan turli tor enli joylarda bajarilishi mumkin;

— dalada yig'iladigan ma'lumotlar hajmi qat'iy oshadi, bu esa hozirgi zamon yuqori unumli ma'lumotlar yig'ish usullarini va tegishli texnik vositalarni: aerokosmik usullar, yo'ldosh navigatsiya tizimi, elektron taxeometriya, yer usti fotogrammetriya, muhandislik-geologik tadqiqotlarning geofizik usullarini qo'llashni talab etadi;

— dala va kameral tadqiqot ishlarining nisbati qat'iy o'zgaradi— kameral sharoitda topografik-geodezik va boshqa ma'lumotlarni hozirgi zamon avtomatizatsiyalash va hisoblash texnikasi vositalarini keng qo'llash asosida yig'ish;

— muhandislik -geodezik tadqiqotlarning an'anaviy materiallari bo'lmish topografik plan va kartalar bilan bir qatorda TAL darajasida loyihalashni ta'minlash uchun ushbu hudud uchun topografik ma'lumotlarning elektron varianti — joyning raqamli modeli ham beriladi;

— chiziqli inshootlarni kameral sharoitda trassalash yirik masshtabli topografik planlar bo'yicha bajariladi, bunda trassaning bo'ylama va ko'ndalang profillarini kompyuterda loyihalashni bajarish maqsadida boshlang'ich ma'lumotlar JRM dan foydalanib olinadi.

CHIZIQLI INSHOOTLAR TRASSASINI NIVELIRLASH

20.1. Trassa o'qini joyda o'tkazish

Yo'llar, kanallar, quvur o'tkazgichlar, elektr uzatish liniyalari va shunga o'xshash chiziqli inshootlarni loyihalash va qurish maqsadida bajariladigan muhandislik-texnik nivelirlash oldindan joyda belgilab chiqilgan, trassa o'qi deb ataladigan (qurilishi mo'ljallangan inshoot o'qi) chiziq bo'yicha bajariladi. Bunda joyda bajariladigan geodezik ishlar majmuasi quyidagilardan iborat: berilgan yo'nalish va nishablik bo'yicha joyda chiziqni (o'qni) aniqlash; uni belgilash va mahkamlash; trassa burilish burchaklarini o'lchash; piketlarga bo'lish va ko'ndalang qirqim nuqtalarini belgilab chiqish; egrilarini bo'lish; trassa bo'ylab tor enli yer bo'lagini s'yomka qilish; trassa va poperechniklarni nivelirlash; trassani reperlarga bog'lash.

Berilgan yo'nalish bo'yicha chiziqni joyda belgilashda dastlab chiziqning boshlang'ich yo'nalishini karta bo'yicha qabul qilingan biron-bir yo'nalishga nisbatan (joyda o'tgan temir yo'l, avtomobil yo'li, kanal va hokazo) azimuti yoki orasidagi burchagi o'lchab olinadi.

Kartalar haqiqiy meridianlar bo'yicha oriyentirlab tuziladi, trassa o'qi esa joyda, ko'pincha teodolit va bussoldan foydalanib, magnit azimuti bo'yicha o'tkaziladi. Buning uchun kartadan olingan haqiqiy azimutdan magnit azimutiga o'tiladi, ya'ni ushbu hududga to'g'ri keladigan magnit milining og'ish burchagi va yo'nalishi olinib haqiqiy azimut qiymatiga tuzatma kiritiladi va magnit azimuti topiladi.

Trassaning bosh nuqtasida teodolit o'rnatilib, uning ko'rish trubasi trassa o'qining boshlang'ich magnit azimuti qiymati bo'yicha yo'naltiriladi. Bu yo'nalish bo'yicha asbobdan mumkin qadar uzoqroqda, har 250—350 m da bittadan vexa teodolit trubasi qo'yilib, chiziq joyda belgilab boriladi. Chiziqning davomini durbin yordamida belgilash ham mumkin. Yakuniy qidiruv ishlarida chiziqlarni joyda belgilash teodolit bilan olib boriladi.

Trassa o'qini berilgan nishablik bo'yicha joyda tanlab belgilash uchun berilgan nishablik qiymati i ga to'g'ri keluvchi vertikal burchak qiymati ν ma'lum formula ($\operatorname{tg}\nu = i$) bo'yicha hisoblanadi.

Trassaning boshlang'ich nuqtasida berilgan nishablik i bo'yicha hisoblangan vertikal burchak ν ni joyga ko'chirish uchun teodolit boshlang'ich nuqtaga o'rnatiladi va uning trubasi shunday yo'naltiriladiki, bunda vertikal doiradan olingan sanoq hisoblangan ν qiymatiga mos kelsin. Reykada asbob balandligi i ni ip bilan belgilab qo'yilib, reyka trassaning mo'ljaldagi yo'nalishi bo'yicha ma'lum masofada qo'yiladi va trubaning vertikal holatini o'zgartirmasdan reykaga qaratiladi, shunda ko'rish trubasi iplar to'rining markazi reykani ip bilan belgilab qo'yilgan joyga to'g'ri kelsa, reyka turgan nuqta joyda mustahkamlanadi, aks holda, reyka undagi belgi truba iplar to'ri markaziga to'g'ri kelguncha chapga yoki o'ngga suriladi. Bu shart amalga oshsa, teodolit va reyka turgan nuqtalarning tutashtiruvchi chiziq nishabligi berilgan nishablikka teng bo'ladi.

So'ngra teodolit reyka turgan nuqtaga o'rnatiladi, asbob balandligi i reykada belgilanadi va reyka trassa yo'nalishi bo'yicha ma'lum masofada qo'yiladi va xuddi oldingiga o'xshash navbatdagi nuqta o'rni topiladi va hokazo. Bunda topilgan burilish nuqtalari joyda mahkamlanadi, ular orasidagi masofa va burchaklar aniq o'lchab chiqiladi.

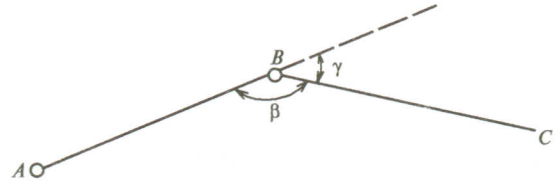
20.2. Trassaning burilish burchaklarini o'lchash va tomonlar direksion burchagini hisoblash

Trassa o'z boshlang'ich yo'nalishini o'zgartiradigan nuqtada (20.1- shaklda B nuqtasi) teodolit asbobi o'rnatilib, to'la qabul usulida β burchagi o'lchanadi. Lekin trassani joyda belgilash bilan bog'liq bo'lgan hisoblash ishlarida burilish burchagi φ qiymatidan foydalaniladi. Ushbu burchak qiymatiga qo'shimcha burilish chap yoki o'ng tomonga deb ko'rsatiladi. Shunga ko'ra o'ng va chap tomon burilish burchaklarini bir-biridan ajratish uchun ularni tegishlicha φ (o'ng) va φ' (chap) bilan belgilashga to'g'ri keladi.

20.1- shaklga asosan o'lchangan β burchagi orqali o'ng tomon burilish burchagi φ quyidagi formuladan hisoblab topiladi:

$$\varphi = 180 - \beta,$$

chap tomon burilish burchagi φ' esa quyidagiga teng bo'ladi:



20.1- shakl.

$$\varphi' = \beta - 180\ .$$

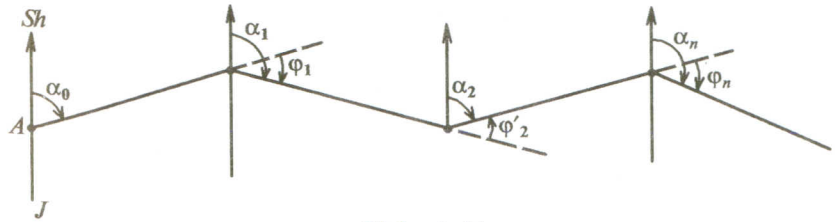
Agar trassa boshlang'ich tomonining direksion burchagi α_0 berilgan (20.2- shakl) va trassaning burilish burchaklari φ_1, φ'_2, φ_3,..., φ'_n teodolit bilan o'lchab topilgan bo'lsa, trassa qolgan tomonlarining direksion burchaklari α_1, α_2, α_3, ..., α_n shaklga binoan quyidagicha topiladi:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_1 &= \alpha_0 + \varphi_1 \\ \alpha_2 &= \alpha_1 - \varphi'_2 \\ \alpha_3 &= \alpha_2 + \varphi_3 \\ &\cdots \\ \alpha_n &= \alpha_{n-1} - \varphi'_n \end{aligned}\right\}. \qquad (20.1)$$

Ya'ni, oldingi tomon direksion burchagi orqadagi tomon direksion burchagiga o'ngga burilish burchagi φ ni qo'shishga yoki chapga burilish burchagi φ ni ayirishga teng.

(20.1) formulada birinchi qatorni ikkinchisiga, ikkinchisini uchinchisiga va hokazo ketma-ket qo'yib topamiz:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_2 &= \alpha_0 + \varphi_1 - \varphi'_2 \\ \alpha_3 &= \alpha_0 + \varphi_1 - \varphi'_2 + \varphi_3 \\ &\cdots \\ \alpha_n &= \alpha_0 + \sum_1^n \varphi - \sum_1^n \varphi' \end{aligned}\right\}$$



20.2- shakl.

yoki:

$$\alpha_n - \alpha_0 = \sum_1^n \varphi - \sum_1^n \varphi'. \qquad (20.2)$$

Bu formula trassa tomonlari direksion burchagini hisoblashni tekshirish formulasi bo'lib xizmat qiladi. Agar hisoblashlar to'g'ri bajarilgan bo'lsa, olingan (20.2) formulaning chap va o'ng tomonlari qiymati bir-biriga teng bo'lishi kerak.

O'lchangan burchaklar xatosi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$f\beta = \sum_1^n \varphi - \sum_1^n \varphi' - (\alpha_n - \alpha_0), \qquad (20.3)$$

bu yerda: α_0, α_n — trassa boshlang'ich va oxirgi tomonlarining direksion burchagi.

Ushbu formulani yechish uchun trassaning boshlang'ich va oxirgi tomonlari geodezik tarmoq punktlariga bog'lanib α_0 va α_n lar topilgan bo'lishi kerak.

Hisoblangan xato qiymati (10.15) formula bo'yicha topiladigan chekli qiymatdan oshmasligi kerak.

20.3. Doiraviy egri chiziqning bosh nuqtalarini rejalash va trassani joyda mahkamlash

AB yo'nalishining *BC* ga o'zgarishida quriladigan inshoot, masalan, avtomobil yo'li o'qi bu ikki tomonning o'zaro qo'shuvchi egri *AEC* (20.3- shakl) chizig'i bo'yicha o'tadi.

Bunday egri chiziq vazifasini har xil ko'rinishdagi egri chiziqlar bajarishi mumkin, bulardan eng oddiysi doiraviy egri chiziq hisoblanadi. Bunday egri chiziqni joyda rejalash uchun uning quyidagi elementlari ma'lum bo'lishi kerak: burilish burchagi φ; egri chiziqning doiraviy radiusi *R*; urinmalarning *AB=BC* uzunligi yoki tangens qiymati *T*; *AEC* egri chiziqning uzunligi — *AEC* = *K*; bissektrisa *BE* = *B*; domer *D*.

Burilish burchagi φ joyda trassani rejalashda o'lchangan β burchagi orqali hisoblanadi (20.2 ga qaralsin) yoki joyda bevosita teodolit bilan o'lchanishi mumkin, radius *R* esa joy sharoiti va inshootni qurish uchun qabul qilingan texnik me'yorlarga ko'ra belgilanadi.

Agarda φ va *R* ma'lum bo'lsa, qolgan elementlar 20.3- shaklga asosan quyidagi formulalar bo'yicha kalkulyatorda oson hisoblab topiladi:

$$T = R\ tg\frac{\varphi}{2}; \qquad (20.4)$$

$$K = \frac{\varphi \cdot R}{\rho''}; \qquad (20.5)$$

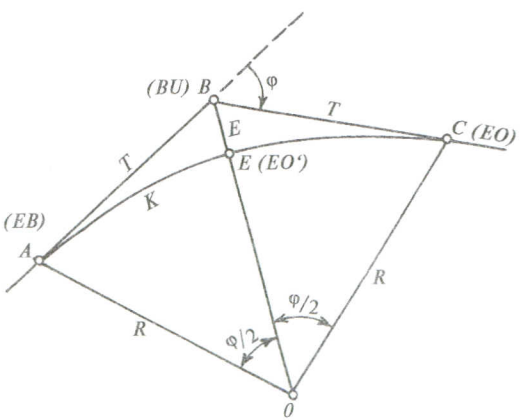
$$B = OB - OE = 2R\sin^2\frac{\varphi}{4} / \cos\frac{\varphi}{2}; \qquad (20.6)$$

$$D = 2T - K. \qquad (20.7)$$

Bu formulalardan ko'rinib turibdiki, berilgan φ uchun *T*, *K*, *B* egrining elementlari egrining radiusi *R* ga to'g'ri proporsionaldir. Yuqorida keltirilgan formulalar asosida doiraviy egri elementlarini hisoblash uchun maxsus jadvallar ham tuzilgan. Masalan, Ganshin va Xrenov, Vajevskiy jadvallari va hokazolar. Bu jadvallardan φ va *R* qiymatlari bo'yicha *T*, *K*, *B* tanlab olinadi. Misol, berilgan burilish burchagi φ = 39°15 ' va *R* = 100 m uchun yuqorida ko'rsatilgan formulalardan kalkulyator bilan hisoblab topamiz: *T* = 35,66 m; *K* = 68,50 m; *B* = 6,17 m; *D* = 2,82 m.

Doiraviy egri chiziqning bosh nuqtalariga: egri chiziqning boshi (EB), egri chiziqning o'rtasi (EO') va egri chiziqning oxiri (EO) qabul qilinadi.

Joydagi *B* nuqtada (20.3- shakl) teodolit o'rnatib, o'lchangan β burchagining yarmi o'lchab qo'yilib, bissektrisa yo'nalishi topiladi va u bo'yicha *Б* = 6,17 m lenta yoki ruletkada o'lchab qo'yilib *E* nuqtasi, egri chiziqning o'rtasi (EO') topiladi.



20.3- shakl.

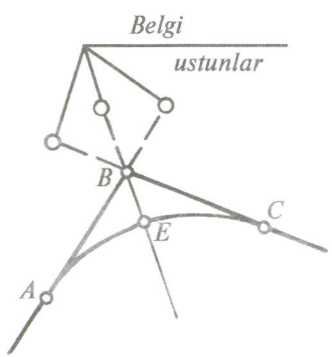
B nuqtasini har ikkala tomonlari, BA va BC bo'yicha $T = 35{,}66$ m kesimlarni o'lchab qo'yib tegishlicha egri chiziqning boshi (EB) va egri chiziqning oxiri (EO) nuqtalari joyda topiladi.

O'lchash natijalarini yozib borish va hisoblash uchun burchak o'lchash jurnali tutiladi va unga quyidagilar yoziladi: burilish burchagining tartib raqami; burilish burchagi uchining piketaj belgisi; burilish burchagining — o'ng yoki chap yo'nalishi; burilish burchagining qiymati; bussol yordamida o'lchangan tomonlarning magnit azimuti yoki rumbi; belgilab olingan radius qiymati; egri chiziq elementlarining qiymati.

Trassa burilish burchaklarining uchi joyda yerga chuqur o'rnatilgan yog'och ustun bilan mustahkamlanadi (uzunligi 50 sm, yo'g'onligi 7 — 10 sm) va nishon qoziq bilan belgilanadi.

Ustun ustiga balandligi 50 sm ga teng tuproq uyiladi va atrofida ariqcha kavlab o'raladi. Burilish uchi nuqtasidan bissektrisa yo'nalishi bo'yicha 2 m masofada yerga 1 m chuqurlikda yo'g'onligi 12 — 16 sm bo'lgan yog'och belgi ustuni ko'mib joylashtiriladi.

Bundan tashqari yer ishlari hududidan tashqarida, trassa o'qlari yo'nalishida qo'shimcha ravishda yana ikkita nuqta qoziq qoqib belgilab qo'yiladi (20.4- shakl). Burilish burchagi uchini joydagi doimiy predmetlarga bog'lab abrisi chizib qo'yiladi. Trassa o'qining uzun tomonlari shunday nuqtalarda belgi ustunlar bilan mustahkamlanadiki, uning har biridan orqadagi va oldingi yaqin belgi ustunlar ko'rinsin. Trassaning boshlang'ich va oxirgi nuqtalari joyda yerga ko'milgan yog'och ustunlar bilan mustahkamlanadi va atrofdagi mavjud doimiy predmetlarga bog'lanib abrisi chiziladi.



20.4-shakl.

Trassaga ikki turdagi — doimiy va vaqtinchali reperlar o'rnatiladi. Doimiy reper vazifasini kapital bino va inshootlar poydevorida yoki to'sinlarida o'rnatiladigan devoriy reperlar o'taydi. Bunday bino va inshootlar bo'lmagan joylarda do'ng joylar tanlab olinib, u yerlarga metall quvur yoki rels parchasidan tuproq reperlari o'rnatiladi. Bunday reperlar asosi yerning muzlash qatlamidan chuqurroqda joylashishi kerak. Doimiy reperlar har

15 km dan uzoq bo'lmagan oraliqda o'rnatiladi, vaqtinchalik reperlar esa har 2—3 km da, tog'li hududlarda ular har 1 km da o'rnatiladi.

20.4. Trassani piketlarga bo'lish. Ko'ndalang qirqim nuqtalarini joyda belgilash

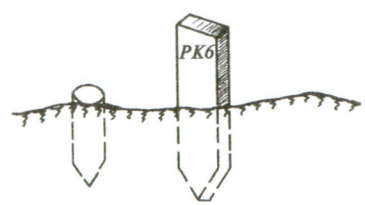
Trassa o'qi gorizontal quyilish bo'yicha har 100 m dan bo'laklarga bo'linib, ularni bosh va oxirgi nuqtasining o'rni qoziq qoqib belgilab qo'yiladi. Bu nuqtalarga piketlar deyiladi va ular *PK* belgi bilan ifodalanib, tartib raqami 0 dan boshlab trassa oxiriga qarab oshib boradi: PK0, PK1, PK2, ... Bunday belgilashda piketning tartib raqami trassaning boshidan ushbu piketgacha bo'lgan yuz metrlar soniga to'g'ri keladi.

Har qaysi piketning joydagi o'rniga yog'och qoziqlar yer yuzi bilan barobar qilib qoqiladi (20.5- shakl). Bu qoziqlar yoniga «qorovul qoziqlar» yer yuzidan 20 sm cha chiqib turadigan qilib qoqiladi. Ularga piketlarning tartib raqami yozib qo'yiladi.

Trassani piketlarga bo'lishda trassa o'qi bo'yicha uchraydigan relyefning xarakterli nuqtalari (relyefning o'zgargan nuqtasi, kanal, daryo, ko'l va boshqalar suvi sathining kesimi) hamda joyda mavjud inshootlar (yo'l, ko'prik va boshqalar) bilan kesishgan nuqtalari ham oraliq nuqta deb olinib, orqadagi yaqin piketdan ulargacha bo'lgan masofalar o'lchanadi va ularning qiymati qoziqlarga yozilib, qoziqlar qoqib chiqiladi.

Piketlarga bo'lishda masofa tekshirilgan 20 m li po'lat lenta yoki ruletkalar (30, 50 metrli) bilan o'lchanadi.

Lenta bilan qiyaliklar bo'yicha o'lchashda masofa gorizontal quyilishiga tuzatma hisoblanib, birdaniga joyda qo'yib boriladi. Burilish egri chiziq bosh nuqtalarining piketlash belgisi hisoblanadi. Bunda masofalar hisobi egri chiziq (yoy) bo'yicha olib boriladi, nuqtalarni o'lchab topish esa urinmalar (tangenslar) bo'yicha olib boriladi.



20.5- shakl.

Oldingi mavzuda olingan misoldagi egri uchun uning burilish nuqtasi PK1 +55,0 da joylashgan bo'lsin. Egrining bosh nuqtalarining

piket o'rni quyidagi ketma-ketlikda hisoblanadi (T, K, D qiymatlari o'sha misoldan olingan):

BU...PK1 + 55,0	
T...	35,66
EB...PK1 + 19,34	
+	
K	68,50
EO...PK1 + 87,84	

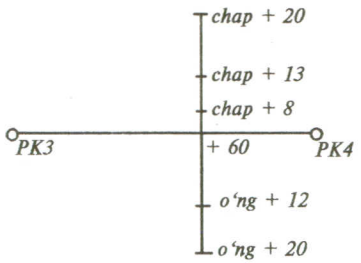
Bosh nuqtalar o'rnini hisoblash natijasi quyidagicha tekshiriladi:

BU...PK1 + 55,0	
T...	35,66
EB...PK1 + 90,66	
+	
D	2,82
EO...PK1 + 87,84	

demak, hisoblashlarning to'g'riligi tasdiqlandi.

Bizning misolda trassa o'qi bo'yicha navbatdagi PK2 ni joyda topish uchun EO nuqtasidan trassa davomida 100 — 87,84 = 12,16 m ni o'lchab, nuqta qoziq bilan mahkamlanadi. Trassani piketlarga bo'lish shu tarzda davom ettiriladi.

Trassaning tanlangan joylarida o'qqa ko'ndalang yo'nalishda ko'ndalang qirqim olinadi. Ko'ndalang qirqim trassa o'qiga perpendikulyar, ayrim hollarda qiya yo'nalishda olinadi. O'qdan o'ngga va chapga olinadigan ko'ndalang qirqim uzunligi inshoot turiga, joy relyefiga va boshqalarga qarab har xil bo'ladi. Umuman, ko'ndalang qirqim uzunligi har bir tomonga qarab 20 m dan kichik bo'lmaydi. Ko'ndalang qirqimning o'ng va chap tomonlarida olinadigan nuqtalar soni joy relyefi murakkabligiga bog'liq. Ko'ndalang qirqimni o'lchashda ularda yotgan hamma nuqtalar o'rni 20.6- shaklda ko'rsatilganday trassa o'qidan o'ng va chap tomonlarga masofalari o'lchanib, «o'ng» va «chap» deb yozib belgilanadi. O'lchangan nuqtalarda yer yuzasi bilan barobar qilib qoziqlar qoqiladi.



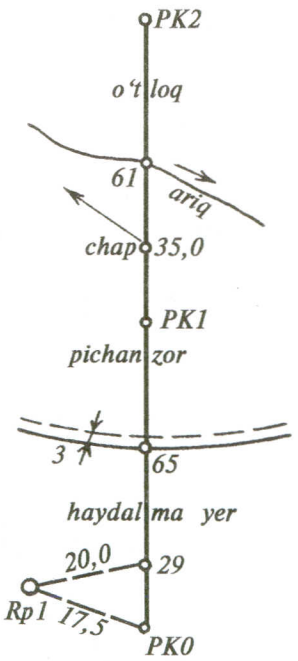
20.6- shakl.

20.5. Trassa bo'ylab tor enli joy s'yomkasini bajarish va piketlash daftarchasini yuritish

Trassani piketlarga bo'lish bilan bir vaqtda tor enli joydagi tafsilotlar ham s'yomka qilib boriladi. Avtomobil yo'llari uchun trassa o'qidan har ikki tomonga eni 50 m gacha joy tafsilotlari asbob bilan yoki ko'z bilan chamalab s'yomka qilinadi. Shunday qilib to'la 100 metr enli joydagi tafsilotlar: pichanzor, o'tloq, o'rmon, haydalma yer, botqoqlik, daryo, hovuz, quduq, bino va inshootlar, trassa o'qi bilan kesib o'tadigan mavjud temir va avtomobil yo'llar va boshqalar s'yomka qilinadi. S'yomka uchun (11.2) da ko'rib o'tilgan usullardan biri qo'llaniladi. S'yomka natijalari piketlash daftarchasida qayd etib boriladi. Odatda piketlash daftarchasi millimetrli qog'ozdan o'lchami 10×15 sm qilib yasaladi. Unda piketlar, oraliq nuqtalari, egri chiziq bosh nuqtalari va ko'ndalang qirqimlar ko'rsatilgan bo'ladi. S'yomka qilingan tafsilotlarning chegarasi, inshootlarning, trassa yoqalab joyda o'rnatilgan reperlarning o'rni shartli belgilar bilan ko'rsatiladi. Piketlash daftarchasi biron-bir ixtiyoriy masshtabda, masalan, 1:1 000 yoki 1:2 000 masshtabda chiziladi.

Piketlash daftarchasida trassa o'qi to'g'ri chiziq ko'rinishida, burilish nuqtalari mil belgisi bilan ko'rsatilgan bo'ladi. 20.7- shaklda piketlash daftarchasining bir beti ko'rsatilgan. Daftarcha o'lchamiga ko'ra 1:2 000 masshtabda uning bir betiga 2 ta piket oralig'i (200 m) sig'adi.

Tafsilotlarning shartli belgisi o'rniga ularning nomini yozish mumkin. Piketlash daftarchasida masshtab doimiy bo'lmasligi ham mumkin — tekis va tafsilotlar kam oddiy joyda masshtab kichik, aksincha, tafsilotlar ko'p murakkab joyda esa yirik olinishi mumkin.



20.7- shakl.

20.6. Doiraviy egri chiziqni joyda batafsil rejalash

Doiraviy egri chiziqning bosh nuqtalaridan tashqari ular oralig'ini qo'shimcha nuqtalar bilan (o'zaro bir xil masofada joylashadigan) joyda belgilab chiqishga egri chiziqni batafsil rejalash deyiladi. Bunday nuqtalar orasi egri chiziq radiusi qiymatiga, inshootning muhimligiga va xususiyatiga qarab 5, 10, 20 m dan bo'lishi mumkin. Batafsil rejalash inshootning bevosita qurish paytida bajariladi va quyidagi usullarda amalga oshiriladi: to'g'ri burchakli koordinatalar usuli, qutbiy usul, davom ettirilgan vatarlar usuli.

To'g'ri burchakli koordinatalar usuli. R radiusga ega doiraviy egri chiziqda berilgan P_1, P_2, P_3, nuqtalar o'rnini joyda topish kerak bo'lsin (20.8-shakl). Ular orasidagi yoy kesimlari qiymati k bo'lsin. Egri chiziqqa A nuqtada urinma bo'lib o'tgan AB chizig'i (tangens) abssissa o'qi, A nuqtani esa boshlang'ich nuqta deb qabul qilib, o'sha P_1, P_2, P_3, nuqtalarning egri chiziq ustidagi o'rning to'g'ri burchakli koordinatalar (x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3) bilan aniqlash mumkin. Shu maqsadda k yoyga to'g'ri keluvchi markaziy burchak qiymati φ ni topamiz:

$$\frac{\varphi}{k} = \frac{360^\circ}{2\pi R},$$

bundan:

$$\varphi = \frac{k}{R} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}. \qquad (20.8)$$

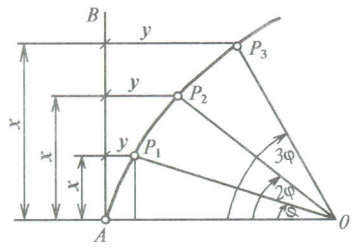
20.8- shakldan quyidagilarni topamiz:

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= R\sin\varphi;\ y_1 = R - R\cos\varphi = 2R\sin^2\frac{\varphi}{2} \\ x_2 &= R\sin 2\varphi;\ y_2 = R - R\cos 2\varphi = 2R\sin^2\varphi \\ x_n &= R\sin 3\varphi;\ y_3 = R - R\cos 3\varphi = 2R\sin^2\frac{3\varphi}{2} \end{aligned}\right\}. \qquad (20.9)$$

Bu koordinatalar bo'yicha nuqtalar o'rnini joydagi egri chiziqda topish uchun abssissa bo'yicha x_1, x_2, x_3 qiymatlari qo'yilib topilgan nuqtalardan perpendikulyar yo'nalishda y_1, y_2, y_3 lar o'lchab qo'yilib, P_1, P_2, P_3 nuqtalar o'rni topiladi (20.8- shakl).

Odatda egri chiziqni bo'lish uning bosh va oxirgi nuqtalaridan boshlanadi va egri chiziq o'rtasiga qarab olib boriladi. (20.9) formula bo'yicha hisoblanadigan koordinatalar amalda maxsus ishlab

chiqilgan doiraviy egri chiziqlarni bo'lish jadvallaridan olinadi. Bu jadvallarda abssissa qiymatlari o'rniga «abssissasiz egri» farqi beriladi. Bu holda urinma AB chizig'ida abssissa nuqtasini (x_1) topish uchun A nuqtadan B ga qarab k (egri kesimi) qiymati o'lchab qo'yilib, topilgan nuqtadan «abssissasiz egri» qiymati $(k-x)$ ni orqaga (A nuqtaga) o'lchab nuqta topiladi, undan esa perpendikulyar bo'yicha y_1 qiymat o'lchanib P_1 nuqtasi joyda topiladi.



20.8- shakl.

Qolgan P_2, P_3, nuqtalari ham shu tarzda topiladi. Egri chiziqda hosil bo'lgan P_1, P_2, P_3 nuqtalar o'rni bu usulda bir-biriga bog'lanmagan holda topiladi va aniqligi yetarli darajada ta'minlanadi. Bu usulni ko'proq ochiq joylarda qo'llash qulaydir.

Qutbiy usul. Uchi doiraning biror-bir A nuqtasida olingan urinma bilan kesuvchi orasidagi teng yoylarga ega bo'lgan burchaklar o'zaro teng bo'lib, markaziy burchakning yarmiga teng (20.9- shakl) ekanligiga asoslangan.

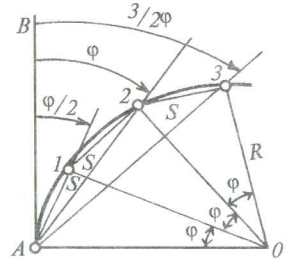
Ushbu shakldan ko'rinishicha, vatar uzunligi s quyidagiga teng:

$$S = 2\sin\frac{\varphi}{2}R, \qquad (20.10)$$

bundan:

$$\sin\frac{\varphi}{2} = \frac{S}{2R}. \qquad (20.11)$$

Agarda R va S qiymatlari berilgan bo'lsa, (20.11) formuladan foydalanib $\varphi/2$ burchak qiymatini topamiz. A nuqtada teodolit o'rnatib, gorizontal doira sanog'ini 0°00′ ga keltirib, limb bo'shatiladi va ko'rish trubasi B nuqtaga qaratiladi. Limb doirasi mahkamlanib, alidada bo'shatiladi va unda $\varphi/2$ burchak qiymati qo'yiladi. Topilgan yo'nalish bo'yicha A dan boshlab lenta bilan S qiymati o'lchab qo'yilib, 1 nuqta o'rni topiladi. Keyin doirada φ burchagi yana o'sha AB yo'nalishidan boshlab qo'yiladi. Lenta uchi joydagi 1 nuqtada qo'yilib, u truba vizir o'qi yo'nalishiga qarab tortiladi va S masofani vizir o'q bilan kesishgan joyida 2



20.9- shakl.

nuqta topiladi. Shu yo'l bilan 3 va hokazo nuqtalar joyda topilib qoziq bilan mahkamlanadi. Bu usulda nuqtalar bir-biriga nisbatan topib borilishi uchun xatolik oshib boradi.

20.7. Trassani nivelirlash. Nivelirlash jurnalini ishlab chiqish

Trassa o'qini joyga ko'chirib piket, oraliq, ko'ndalang qirqim nuqtalari va egri chiziq bosh nuqtalarini rejalab, mahkamlangandan keyin trassa nivelirlab chiqiladi. Nivelirlash uchun aniq nivelir (HB-1, H-3, H-3K va h. k.) yoki texnik nivelir (H-10, 2H-10Л va h.k.), bir juft 3 yoki 4 m li buklanma shashkali reyka olinadi. Reykalar bir (qora tomon) yoki ikki (qora va qizil) tomonli bo'lishi mumkin.

O'rtadan nivelirlash usulida har bir stansiyada natija tekshirib boriladi. Piketlar bog'lovchi nuqtalar hisoblanib, har ikkala qo'shni piketlar orasiga ulardan bir xil masofada nivelir o'rnatiladi. Asbob o'rnatilgan yer stansiya deb ataladi. Nivelir stansiyasi PK 0 va PK 1 orasida olingan bo'lsa, PK 0 ga orqadagi va PK 1 ga oldingi piket deyiladi. Bu piketlarda o'rnatilgan reykalarga tegishlicha orqadagi va oldingi reykalar deyiladi. Stansiyada dastlab piketlar nivelirlanadi va natija tekshiriladi, u to'g'ri chiqsa, navbatda oraliq nuqta nivelirlanadi.

Ikki tomonli (qora va qizil) reykalar bilan har bir stansiyada nivelirlash quyidagi tartibda olib boriladi:

— nivelirning ko'rish trubasini orqadagi reykaga qaratib, reykani qora tomonidan sanoq olinadi, a_{qor};

— nivelirning ko'rish trubasi oldindagi reykaga qaratiladi va reykaning qora tomonidan sanoq olinadi, b_{qor};

— oldindagi reykaning qizil tomonidan sanoq olinadi, b_{qiz};

— nivelirning ko'rish trubasi orqadagi reykaga qaratilib, reykani qizil tomonidan sanoq olinadi, a_{qiz}.

Bu sanoqlar orqali nisbiy balandlik qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$h = a_{qor} - b_{qor};$$

$$h = a_{qiz} - b_{qiz}.$$

Ikki marta hisoblab chiqarilgan qiymatlar o'zaro teng bo'lsa yoki ular orasidagi farq 4 mm dan oshmasa, nivelirlash natijasi

to'g'ri hisoblanadi. Agar shart bajarilmasa, stansiyada reykalardan sanoqlar qaytadan olinadi. Shundan keyin nivelirni o'rnidan qo'zg'atmasdan turib orqadagi reyka oraliq nuqtalarga birin-ketin qo'yilib uning qora tomoni bo'yicha har bir nuqtadan bittadan sanoq olinadi. Olingan sanoqlar nivelirlash jurnalining (33-jadval) 3, 4 va 5- ustunlariga, tegishli nuqtalar qatoriga yozib boriladi. Shu bilan ushbu stansiyada nivelirlash ishlari tugatiladi va nivelir bilan keyingi stansiyaga o'tiladi.

Nivelir PK1 va PK2 oralig'ida o'rnatilib, nivelirlash bundan oldingi stansiyadagiga o'xshash bajariladi. Iks (x) nuqtalar va ularni nivelirlash (8.3) da yozilgan tartibda bajariladi. Shu tarzda ketmaket olingan stansiyalarda nuqtalar nivelirlanib, trassa oxirigacha boriladi. Agar nivelirlash uchun bir tomonli reykalar olingan bo'lsa, har bir stansiyada reykalardan sanoq nivelirning ikki gorizontida (asbob balandligini o'zgartirib) olinadi.

Nivelirlashning har bir stansiyadagi nazorat hisoblash natijasi jurnalning (33- jadval) 6- ustuniga va bu qiymatlarning o'rtachasi 7- ustuniga yozib boriladi.

33- jadval

Trassani nivelirlash jurnali

Stansiyalar	Piketlar va masofalar	Peyka sanoqlari			Nisbiy balandlik h (mm)			Asbob gorizonti Hi (m)	Nuqtalar balandligi H (m)
		Orqadagi (a)	Oldingi (b)	Oraliq (c)	Hisoblangani	O'rtachasi	Tuzatilgani		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pen.14 PK 0	1464 6250	 0863 5651		 +601 +599	 +1 +600	 +601		410,755 411,356
2	PK 0 +75 PK 1	2984 7671	 0253 4940	 0254	 +2731 +2731	 +1 +2731	 +2732	414,34-0	411,356 414,086 414,088
3	PK 1 PK 2	2670 7460	 0660 5448		 +2010 +2012	 +2011	 +2012		414,088 416,100

33- jadvalning davomi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	PK 2 PK 3	2972 7657	 2392 7078		+580 +579	+1,5 +5797,5	+0581		416,100 416,681
5	PK 3 X	2759 7545	 0756 5541		+2003 +2004	+1,5 +2003,5	+2005		416,681 418,686
6	X PK 4	2899 7686	 0307 5092		+2592 +2594	 +2593	 +2594		418,686 421,280
7	PK 4 +60 Ko'nd.qir. O'ng+6,0 O'ng+10,0 Chap+3,0 Chap+10,- 0 PK 5	0381 5162	 2867 7649	 1847 2640 1980 1037 0354	 -2486 -2487	 -2486,5	 -2485	421,661	421,280 419,814 419,021 419,681 420,624 421,307 418,795
8	PK 5 rep.15	0208 4896	 1674 6359		-1466 -1463	-1464,5	-1463		418,795 417,332

$\Sigma_a = 70664$; $\Sigma_b = 57530$; $\Sigma h_h = +21036$; $\Sigma h_{o'rt} = +10518$

$\frac{70664 - 57530}{2} = +6567$ $\Sigma h_q = -7902$; $\Sigma h_{o'rt} = -3951$

$\Sigma h_{o'r} = +6567$

$$\frac{21036 - 7902}{2} = \Sigma + 6567;$$

$$fh = \Sigma h_{o'rt} - (H_{rep15} - H_{rep14}) = 6567 - (417{,}332 - 410{,}755) =$$
$$= 6567 - 6577 = -10 \text{ mm}.$$

$$fh_{chekli} = 50\sqrt{L} = 50\sqrt{1} = 50 \text{ mm}.$$

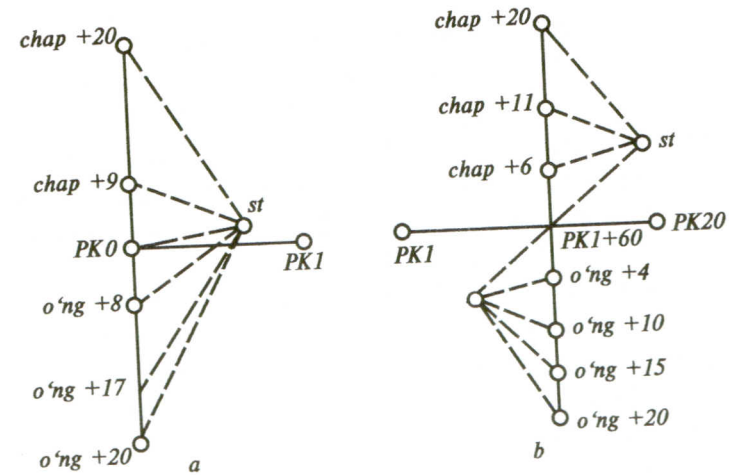
Jurnalning har bir beti to'lganda unda betma-bet tekshirish ishlari bajariladi. Buning uchun jurnalning har bir beti tagida 3, 4, 6 va 7- ustunlarda yozilgan sonlar yig'indisi topilib yoziladi. Yuqorida ko'rsatilgan ustunlar yig'indisini Σ_a, Σ_v, Σh_h va $\Sigma h_{o'rt}$ desak, u vaqtda tekshiruv natijasi quyidagi shartni ta'minlashi kerak:

$$\frac{\Sigma a - \Sigma b}{2} = \frac{\Sigma h_h}{2} = \Sigma h_{o'r}.$$

Nivelirlash jurnalida berilgan misol uchun betma-bet tekshirish natijasi jurnal betining ostida hisoblab keltirilgan.

Trassani nivelirlash bilan bir vaqtda ko'ndalang qirqim nuqtalari ham nivelirlab boriladi. Buning uchun, agar joy relyefi tekis bo'lsa, piketlarni nivelirlash stansiyasidan ko'ndalang qirqim hamma nuqtalari oraliq nuqtalar kabi nivelirlanadi (20.10-*a* shakl) va olingan sanoqlar jurnalning 5- ustuniga yozib boriladi (33- jadvalda 7- stansiyaga qaralsin). Aks holda (relyef notekis bo'lsa), ko'ndalang qirqim nuqtalari bir necha stansiyadan turib nivelirlanishi mumkin (20.10- *b* shakl).

Trassani nivelirlash natijasini tekshirish va nuqtalar (piketlar) balandligini davlat balandlik sistemasida hisoblash uchun trassaning boshi va oxiri joyda mavjud reper yoki markalarga bog'lanadi. Bunday tayanch punktlar yaqin orada joylashmagan bo'lsa, trassa ikki marta — to'g'ri va teskari yo'nalishlarda nivelirlanadi (teskari yo'nalishda faqat piketlar nivelirlanadi) va boshlang'ich



20.10- shakl.

deb qabul qilingan piket balandligi shartli qilib olinadi. Shunga ko'ra nivelirlash jurnalini ishlab chiqishda trassa bo'yicha nivelirlash xatosi quyidagi ikki usulda hisoblanishi mumkin:

1) agar trassaning bosh va oxirgi nuqtalari reperlarga bog'langan bo'lsa:

$$fh = \Sigma h_{o'r} - (H_{o.ren} - H_{b.ren}), \qquad (20.12)$$

bu yerda: $\Sigma h_{o'r}$ — trassa bo'yicha (reperdan-repergacha) o'lchangan nisbiy balandliklar o'rtacha qiymatlari yig'indisi; $H_{b.ren}$; $H_{o.ren}$ — boshlang'ich va oxirgi reperlarning balandligi;

2) trassa to'g'ri va teskari yo'nalishlarda nivelirlangan bo'lsa:

$$fh = \Sigma h_{to'g'.} - \Sigma h_{tes.}, \qquad (20.13)$$

bu yerda: $\Sigma h_{to'g'.}$; $\Sigma h_{tes.}$ — to'g'ri va teskari yo'nalishdagi o'rtacha nisbiy balandlik yig'indisi.

(20.12) va (20.13) formulalar bo'yicha hisoblangan nivelirlash xatosining chekli qiymati quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$fh_{chekli} = 50\sqrt{L} \text{ mm}, \qquad (20.14)$$

bu yerda: L — trassa uzunligi (reperdan-repergacha) km da olinadi.

33- jadvalda olingan misolda trassaning bosh va oxirgi nuqtalari rep.14 va rep.15 ga bog'langan. Shuni hisobga olib nivelirlash xatosini (20.12) formula bo'yicha hisoblaymiz:

$$fh = \Sigma h_{o'rt} - (H_{rep.15} - H_{rep.14}) = 6567 - (417{,}332 - 410{,}755) =$$
$$= 6567 - 6577 = -10 \text{ mm}.$$

$\Sigma h_{o'rt}$ qiymati 33- jadval 7- ustun tagida chiqarilgan; $H_{ren.14}$, $H_{ren.15}$ — reperlar balandligi berilgan. So'ngra (20.14) formula bo'yicha trassani nivelirlash xatosining chekli qiymatini hisoblaymiz: $fh_{chekl} = 50\sqrt{1} = 50$ mm. Bu yerda trassa uzunligi 0,5 km (P K 0 dan PK 5 gacha), PK 0 dan ren.14 gacha shartli 250 m, PK 5 dan ren.15 gacha 250 m deb hisoblasak, shunda umumiy masofa $L = 1$ km ga teng bo'ladi.

Misolda $fh < fh_{chekli}$ bo'lgani uchun nivelirlash xatosi $fh = -10$ mm teskari ishorasi bilan o'rtacha nisbiy balandliklarga teng tarqatilib, ularning ustiga yoziladi (33- jadvalning 7- ustuniga qarang). Odatda tuzatmalar yaxlit mm da tarqatib beriladi.

Har bir o'rtacha nisbiy balandlik unga berilgan tuzatma ishorasiga qarab tuzatiladi va natija 8- ustunga yoziladi.

(20.13) formula bo'yicha trassaning nivelirlash xatosi hisoblan-

sa, topilgan fh qiymatining yarmi olinadi va u teskari ishora bilan trassani to'g'ri yo'nalishda hisoblangan o'rtacha nisbiy balandliklarga tarqatib beriladi.

Boshlang'ich reperning berilgan balandligi va tuzatilgan nisbiy balandlik qiymati bo'yicha piket nuqtalarning (bog'lovchi nuqtalar) balandligi (8.2) da keltirilgan formulalar bo'yicha hisoblanadi. Olingan misol uchun:

$$H_{PK0} = H_{ren} + h_1;$$
$$H_{PK1} = H_{PKO} + h_2;$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$H_{PK\,n} = H_{PK\,n-1} + h_n.$$

Ushbu formulalar bo'yicha 33- jadvalning 10- ustunida yozilgan piket nuqtalarning balandligi hisoblangan.

Piket nuqtalar balandligi to'g'ri hisoblanganligini tekshirish uchun oxirgi piket balandligiga shu piket bilan reper orasidagi tuzatilgan nisbiy balandlik qo'shiladi, shunda ushbu reperning oldindan ma'lum bo'lgan (berilgan) balandligi kelib chiqishi kerak.

Bizning misolimizda bu quyidagicha bo'ladi:

$$H_{rep\,15} = H_{PK5} + h_8 = 418{,}795 + (-1{,}463) = 417{,}332 \text{ m},$$

ya'ni, ren.15 ning berilgan balandligi kelib chiqdi, demak, piketlar balandligi to'g'ri topilgan.

So'ngra oraliq va ko'ndalang qirqim nuqtalarining balandligi hisoblanadi. Oraliq yoki ko'ndalang qirqim nuqtalari qaysi stansiyada nivelirlangan bo'lsa, o'sha stansiyada asbob gorizonti (8.7) formula bo'yicha hisoblanadi. Bizning misolda 33- jadvalga ko'ra asbob gorizonti 2- va 7- stansiyalarda hisoblanadi. Masalan, 7-stansiyada asbob gorizonti quyidagicha hisoblanadi:

$$H_i = H_{PK4} + a_{qor.} = 421{,}280 + 0{,}381 = 421{,}661 \text{ m}.$$

Bu yerda: a_{qor} — PK4 dagi reykaning qora tomonidan olingan sanoq ($a_{qor} = 0381$).

Asbob gorizontidan foydalanib, ushbu stansiyada nivelirlangan oraliq va ko'ndalang qirqim nuqtalar balandligi quyidagicha topiladi.

$$H_{+60} = H_i - c = 421{,}661 - 1{,}847 = 419{,}814,$$
$$H_{o'ng+6} = H_i - c = 421{,}661 - 2{,}640 = 419{,}021 \text{ va h.k.}$$

bu yerda: c – tegishli oraliq yoki ko'ndalang qirqim nuqtasidagi reykadan olingan sanoq.

Hisoblab topilgan natijalar 33- jadvalning 10- ustuniga tegishli nuqtalar qatoriga yoziladi.

Shuni aytish kerakki, oraliq va ko'ndalang qirqim nuqtalarining balandligining to'g'ri yoki noto'g'ri hisoblanganligini yakuniy tekshirish imkoniyati yo'q, shuning uchun har bir hisoblash ishini sinchiklab, kerak bo'lsa takroran hisoblab ko'rish lozim.

Shu bilan nivelirlash jurnalini ishlab chiqish tugatilgan hisoblanadi va nuqtalarning topilgan balandligidan foydalanib, trassaning bo'ylama va ko'ndalang profillarini chizishga o'tiladi.

20.8. Trassaning bo'ylama va ko'ndalang profilini tuzish

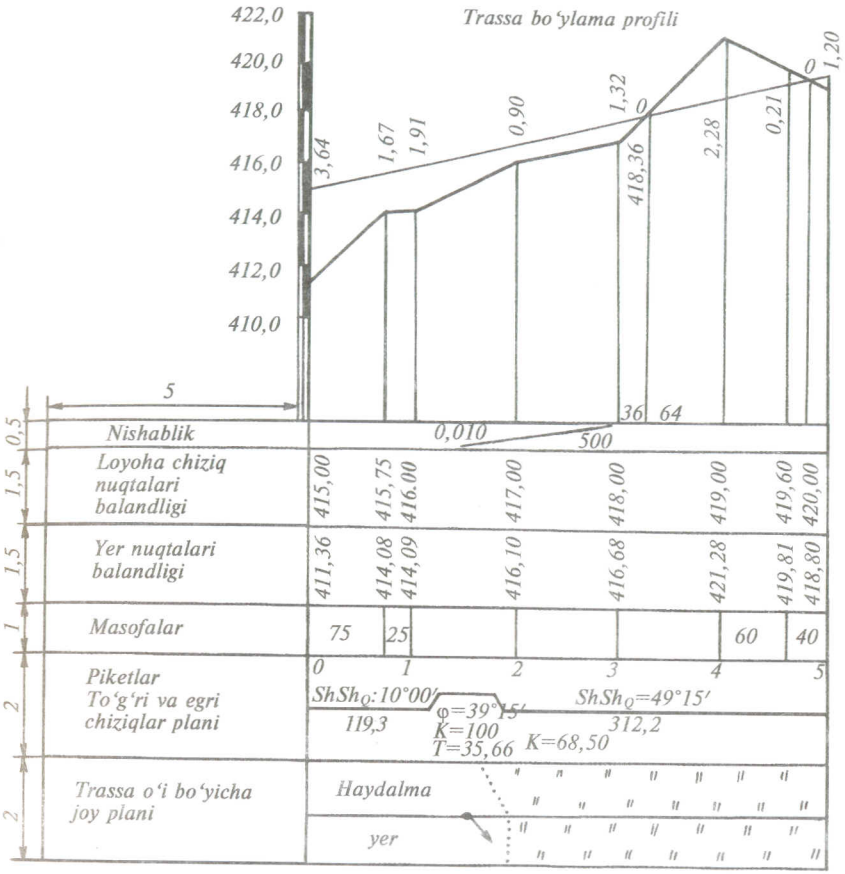
Trassaning bo'ylama va ko'ndalang profili nivelirlash jurnali va piketlash daftarchasi asosida millimetrovka qog'ozida chiziladi. Profil gorizontal va vertikal masshtablarda chiziladi. Gorizontal masshtab loyihalanayotgan inshoot turiga, trassa o'tgan joy xususiyatiga bog'liq bo'lib, asosan, yirik masshtabda (1:500-1:10 000) olinadi. Masalan, avtomobil yo'llarini qurish uchun muhim yo'nalishlarni qidirish ishlarida relyefi tekis joylarda 1:5 000, tog'li joylarda 1:2 000 va undan yirikroq; kanallarni loyihalashda 1:1 000 dan 1:5 000 masshtabgacha olinadi.

Profilga aniqroq ko'rinish berish uchun vertikal masshtabi gorizontal masofalar masshtabiga nisbatan 10 marta yirik (ko'pincha 1:100, 1:200) qilib olinadi.

Bo'ylama profilni chizish profil to'rini tuzishdan boshlanadi. Profil masshtabi va to'rining mazmuni quriladigan inshoot turiga, uning xususiyatiga va boshqalarga qarab har xil bo'ladi.

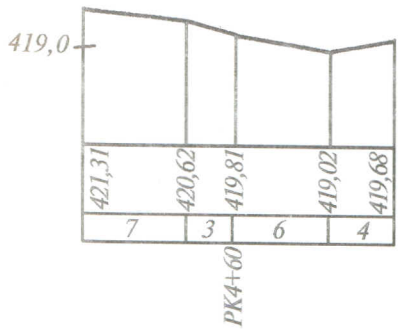
Quyidagi 20.11- shaklda keltirilgan profilda uning to'ri umumiy ko'rinishda berilgan bo'lib, qurilayotgan inshoot xususiyatiga qarab qo'shimcha qatorlar kiritilishi mumkin. Profil to'rini yasash uchun shaklda uning qatorlari o'lchami santimetrda keltirilgan. Ular bo'yicha chizilgan qatorlarga qatorlar nomi shaklda berilganday yozib chiqiladi.

Profil to'ri qatorlarini to'ldirish «Masofalar» qatoridan boshlanadi. Nivelirlash jurnalining (33- jadval) 2- ustunidan olingan



Masshtablar: gorizotal 1 : 5000
vertikal 1 : 200
ko'ndalang profil 1 : 500

Ko'ndalang profil



20.11- shakl.

piketlar va oraliq nuqtalari masofasi qabul qilingan gorizontal masshtab, misol, 1:5 000 da ketma-ket bu qatorga qo'yib chiqiladi va ularning o'rni topilib masofa qiymati yozib qo'yiladi. Piketdan piketgacha bo'lgan 100 m masofa odatda yozilmaydi. Ikki qo'shni piketlar orasida yozilgan oraliq nuqtalari masofasi yig'indisi 100 m ga teng bo'lishi kerak.

Topilgan har bir nuqta yoniga «Yer nuqtalari balandligi» qatorida jurnalning 10- ustunidan olingan balandlik sm gacha yaxlitlanib yoniga yozib chiqiladi (20.11- shaklga qaralsin). Profil to'rining yuqoridan birinchi gorizontal chizig'i shartli gorizont deyilib, uning balandligi jurnalda hisoblangan nuqtalar balandligiga qarab qabul qilinadi. Bunda chiziladigan profilning eng past nuqtasi ushbu gorizont chizig'idan 2—4 sm yuqorida bo'lishi hisobga olinadi.

Bizning misolimizda shartli gorizont balandligi 406,0 m deb qabul qilingan. Profilning eng past nuqtasi PK1 bo'lib, uning balandligi 411,36 m ga teng va u shartli gorizontdan 411,36—406,0 = 5,36 m yoki 1:200 vertikal masshtabda 2,5 sm cha yuqorida joylashadi.

Profilning vertikal shkalasi santimetrli bo'laklarga bo'linib, hisoblangan nuqtalar balandligi qiymatidan eng kichigi yaxlit metrda olinib, shkalaning 2 yoki 3- bo'lagiga yoziladi va keyingi bo'laklar qiymati vertikal masshtabdan foydalanib yozib chiqiladi. Misolimizda shkalaning ikkinchi bo'lagi eng kichik balandlik 410 m bilan yozilib 1:200 vertikal masshtabda keyingi bo'laklar belgilab chiqilgan (masshtabda 1 sm 2 m ga teng). So'ngra «Masofalar» qatoridagi har bir nuqtadan perpendikulyar chiziq yo'nalishida ushbu nuqtaning balandligi vertikal shkaladan foydalanib o'lchab nuqtalar bilan belgilanadi. Bu nuqtalarni chizg'ich yordamida to'g'ri chiziqlar bilan tutashtirib, profil chizig'i hosil qilinadi.

To'g'ri va egri chiziqlar qatoriga egri chiziqning hisoblangan boshlang'ich va oxirgi uchi qiymatlari gorizontal masshtabda qo'yiladi. Egrining boshi va oxiri orasidagi chiziq yoy ko'rinishda chiziladi va uning bo'rtig'i o'ng burilish uchun yuqoriga, chap burilish uchun pastga qaratib qo'yiladi.

Yoy ichiga egrining elementlari yoziladi. Trassa o'qi to'g'ri kesimlari ustida ularning rumbi, ostida esa kesim uzunligi yoziladi. Burilishdan keyingi to'g'ri chiziq azimuti (20.1) formula bo'yicha φ orqali hisoblanib, undan rumbga o'tiladi.

«Trassa o'qi bo'yicha joy plani» qatorida piketlash daftarchasidan foydalanib s'yomka qilingan trassa o'qi, joy va predmet taf-silotlari, burilish nuqtalari va boshqalar ko'rsatiladi.

Ko'ndalang profil ham millimetrovka qog'ozida, nivelirlash jurnalidan olinadigan qiymatlar bo'yicha gorizontal va vertikal masofalari bir xil yirik masshtabda (1:200 yoki 1:500) chiziladi. 20.11- shaklda bu profil keltirilgan.

20.9. Inshoot elementlarini bo'ylama profilda loyihalash

20.11- shaklda avtomobil yo'lining bo'ylama va ko'ndalang profillari berilgan. Bo'ylama profilda loyiha chizig'ini o'tkazish bilan bog'liq bo'lgan texnik shartlar maxsus qo'llanmalarda beriladi. Bulardan umumiylari quyidagilar:

1. Profilda qazilma va ko'tarma yuzalari taxminan bir xil bo'lishi kerak.

2. Loyiha chizig'ining nishabligi belgilangan qiymatdan oshmasligi kerak.

3. Qazilma chuqurligi va ko'tarma balandligi o'ta katta bo'lmasligi kerak va boshqalar.

Yuqoridagi shartlarni hisobga olib, profilga tushirilgan loyiha chizig'ining boshlang'ich va oxirgi nuqtalari balandligi profil vertikal shkalasidan aniqlab yoziladi. Masalan, 20.11- shaklda bu nuqtalar balandligi tegishlicha 415,0 va 420,0 m ga teng.

Bu qiymatlar «Loyiha chiziq nuqtalari balandligi» qatorida tegishli PK0 va PK5 nuqtalariga yoziladi.

Chiziq nishabligini hisoblashda ma'lum formuladan foydalaniladi. Ko'rib chiqayotgan misolimizda chiziq nishabligi quyidagicha hisoblangan:

$$i = \frac{H_o - H_b}{L} = \frac{420{,}0 - 415{,}0}{500} = 0{,}01,$$

bu yerda: L — loyiha chiziq uzunligi.

Profildagi loyiha chizig'ining boshqa har qanday nuqtasi uchun balandlik quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$H_i = H_{i-1} + i \cdot d, \qquad (20.15)$$

ya'ni, keyingi (i) nuqtaning loyiha balandligi oldingi ($i-1$) nuqtaning loyiha balandligiga chiziq nishabligini bu nuqtalar

orasidagi gorizontal masofaga ko'paytirib qo'shilganiga teng.

Misol: $H_{PK\,1} = H_{PK\,0} + i \cdot d = 415{,}00 + 0{,}01 \cdot 100 = 416{,}00$.

(20.11- shaklga qaralsin). Bu yo'l bilan nuqtalarning hisoblangan loyiha balandligi profilning tegishli qatoriga yoziladi. Profil har bir nuqtasining loyiha balandligidan yer balandligi ayrilib, musbat ishorali qiymat — loyiha chiziqning ustiga, manfiy ishoralisi esa chiziq ostiga yozib boriladi. Bu qiymatlarga ishchi balandliklar deyiladi.

Yer yuzasi chizig'ining (profil chizig'ining) loyiha chizig'i bilan kesishgan nuqtasiga nol ishlari nuqtasi deyiladi.

Nol nuqtasining orqadagi va oldingi yaqin profil nuqtalarigacha bo'lgan masofalari 20.12- shaklga ko'ra quyidagi formulalardan hisoblanadi:

$$x_1 = \frac{a}{a+b} d,$$

$$x_2 = \frac{a}{a+b} d.$$

Bu oddiy formulalarda a va b orqadagi va oldingi profil nuqtalaridagi ishchi balandlik, d esa bu nuqtalar orasidagi gorizontal masofa.

20.12- shakldagi 0 nuqta uchun x_1 va x_2 masofalarni hisoblaymiz:

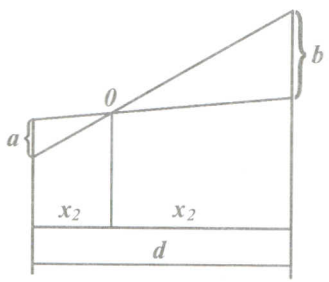
$$x_1 = \frac{1{,}32}{1{,}32+2{,}28} \cdot 100 = 36 \text{ м};$$

$$x_2 = \frac{2{,}28}{1{,}32+2{,}28} \cdot 100 = 64 \text{ м}.$$

Hisoblash ishlarining to'g'riligi quyidagicha tekshiriladi: $x_1 + x_2 = 36 + 64 = 100$ m. Nol ishlari nuqtasining balandligi quyidagicha topiladi:

$$H_0 = H_a + ix_1 = 418{,}0 + 0{,}01 \cdot 36 = 418{,}36 \text{ m},$$

bu yerda: H_a — nol ishlari nuqtasidan orqadagi eng yaqin nuqtaning loyiha balandligi.



20.12- shakl.

Hisoblab topilgan masofalar va balandlik 20.11- shaklda yozib ko'rsatilgan joylarda yoziladi. Hisoblangan balandlik H_0 ko'k balandlik deyiladi va ko'k rangda yozilishi kerak.

Chizib tugallangan profil tegishli rangdagi tushlar bilan tushlanadi. Bunda qizil ranglar bilan — trassa o'qi,

to'g'ri va egri chiziqlar, loyiha balandliklari, «nishablik» qatoridagi qiymatlar, loyiha chiziq va ishchi balandliklar (uyma va ko'tarma); qolgan hamma elementlar (suv manbalaridan tashqari) — qora rangdagi tush bilan tushlanadi.

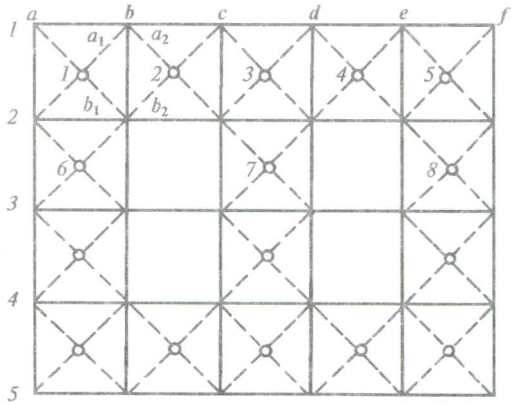
20.10. Yuzani nivelirlash

Yerlarga suv chiqarish, maydonlarni sug'orish, inshootlarni qurish va boshqa shu kabi maqsadlar uchun loyiha tuzish ishlari joy relyefi aniq tasvirlangan yirik masshtabli topografik planlarda bajariladi. Relyefi tekis bo'lgan joylarda bunday topografik planlar asosan yuzani nivelirlash orqali tuziladi.

Joy relyefning xarakteriga, uni planda tasvirlash aniqligiga, loyihalanadigan inshoot turiga va xususiyatiga hamda boshqa bir qancha shartlarga qarab nivelirlanadigan nuqtalar orasi yoki kvadratlar tomoni 10 dan 100 m gacha bo'lishi mumkin. Yuzani nivelirlash ikki usulda: kvadrat kataklar usuli va magistrallar usulida bajariladi.

Kvadrat kataklar usulida nivelirlanadigan maydon teodolit va o'lchov lentasi yordamida kvadratlarga bo'linadi. Plan masshtabi va quriladigan inshootning turiga qarab kvadrat tomonlari 10×10; 20×20; 40×40 m bo'lishi mumkin.

Bunday kvadrat kataklarni yasash uchun maydon avval tomonlari 100×100 yoki 200×200 m bo'lgan katta kvadratlarga bo'linadi va joyda ularning uchlari qoziqlar bilan mahkamlanadi. Buning uchun joyda 1*a* nuqtasini mahkamlab 1*a*—5*a* yo'nalish belgilab olinadi (olingan yer maydonining chegarasi yoqalab). Shu



20.13- shakl.

yo'nalishda lenta bilan kvadrat tomonining qabul qilingan uzunligi ketma-ket o'lchab qo'yilib, $2a$, $3a$, $4a$ va $5a$ nuqtalari joyda mahkamlanadi (20.13- shakl). Keyin $1a$ va $5a$ nuqtalariga teodolit o'rnatib, $1a - 5a$ va $5a - 1a$ yo'nalishlardan 90° li burchak yasab, $1a - 1f$ va $5a - 5f$ yo'nalishlar hosil qilinadi va ular bo'yicha kvadrat tomonining qabul qilingan qiymatini ketma-ket qo'yib chiqib, $1b$, $1c$, $1d$, $1e$, $1f$ va $5b$, $5c$, $5d$, $5e$, $5f$ nuqtalari topilib qoziqlar qoqib mahkamlanadi. Tashqi asosiy kvadrat ichida yotgan kvadratlar uchi $1b - 5b$, $1c - 5c$ va h.k. tomonlar bo'yicha vexadan vexagacha lenta bilan o'lchab topiladi va qoziqlar bilan mahkamlanadi, qoziqlarga tegishli kvadrat uchi nuqtasining tartib raqami $1a$, $1b$, $1c$, . . .; $2a$, $2b$, $2c$, . . . yozib qo'yiladi.

Asosiy kvadrat tomonlarining uzunligi 100 m bo'lsa, nivelir har bir bunday kvadrat o'rta qismida o'rnatilib, oldin asosiy kvadratlarning uchlari, keyin esa ichki kichik kvadratlar uchlari nivelirlanadi.

Nivelirlashda nuqtalarda o'rnatilgan reykadan olingan sanoqlar oldindan tayyorlab olingan chizmada tegishli nuqtalar yoniga yozib boriladi.

Stansiyada asosiy kvadrat uchlarini nivelirlash natijasini tekshirish uchun qo'shni stansiyalardan nivelirlangan ikkita bog'lovchi nuqtalar, masalan 20.13- shaklda $1b$ va $2b$ nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik sanoqlar bo'yicha hisoblanadi. Shakldagi a_1 va b_1 sanoqlar birinchi stansiyadan, a_2 va b_2 sanoqlar ikkinchi stansiyadan olingan. Bu sanoqlar orqali $1b$ va $2b$ nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik ikki marta topiladi:

$$h = a_1 - b_1;\ h = a_2 - b_2;$$

bulardan:

$$a_1 - v_1 = a_2 - b_2;$$

yoki:

$$a_1 + v = a_2 + b_1 \qquad (20.16)$$

yozish mumkin.

(20.16) formuladan ko'rinishicha, har bir kvadrat tomonida qarama-qarshi yotgan sanoqlar yig'indisi o'zaro teng bo'lishi kerak. Bu yig'indilar farqi 5 mm dan oshmasligi kerak.

Yuqorida ko'rib chiqilgan tartibda hamma asosiy kvadratlar uchining nuqtalari orasidagi nisbiy balandlik hisoblab chiqiladi. Dastlab, asosiy kvadrat uchlari $1a$, $1f$, $5f$, $5a$ orasidagi nisbiy balandliklar yig'indisi topilib, nivelirlash xatosi hisoblanadi.

Nazariy jihatdan yopiq poligonda nisbiy balandliklar yig'indisi $\Sigma h = 0$ bo'lishi kerak, amalda nol o'rnida kelib chiqqan qiymatga nivelirlash xatosi deyiladi va u quyidagi chekdan oshmasligi kerak:

$$fh_{\text{cheki}} = 6\sqrt{n},\ mm\ (n - \text{stansiyalar soni}). \qquad (20.17)$$

Ushbu qiymatdan oshmagan xatolik tarqatilib, nisbiy balandliklar bog'lanadi va asosiy kvadrat uchi nuqtalarining balandligi hisoblanadi. So'ngra $1a$ va $1f$ hamda $5a$ va $5f$ nuqtalar orasida joylashgan $1b$, $1c$, . . . va $5b$, $5c$, . . . nuqtalar balandligi hisoblanadi.

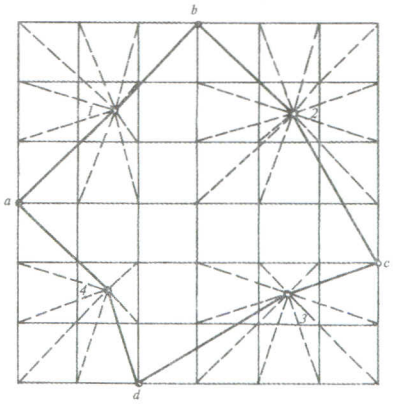
Asosiy kvadrat ichidagi nuqtalar nisbiy balandligi qatorlar bo'yicha, misol, $1b - 5b$ qatori bo'yicha olinib, bosh va oxirgi nuqtalarning hisoblangan balandligidan foydalanib tenglanadi va ular orasidagi nuqtalar balandligi hisoblanadi. Keyin $1d - 5d$ qatoriga o'tiladi va oldingi qatordagiga o'xshash hisoblashlar bajariladi va hokazo.

Tomonlari 10×10 yoki 20×20 m kataklarga bo'lingan maydonda kvadratlar uchlari bir yoki bir nechta stansiyadan turib nivelirlanadi (20.14- shakl).

Bu shaklda 1, 2, 3 va 4 nivelir stansiyalari; a, b, c va d stansiyalar orasida olingan bog'lovchi nuqtalar bo'ladi. Maydonni kvadratlarga bo'lish bilan bir vaqtda maydondagi tafsilotlar ham s'yomka qilinadi.

20.14- shaklda 1, 2, 3 va 4- stansiyalardan nivelirlangan bog'lovchi nuqtalar a, b, c va d yahlit chiziqlar bilan, oraliq nuqtalar sifatida nivelirlangani esa uzuq chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Bog'lovchi nuqtalar reykaning qora va qizil tomonlari, oraliq nuqtalar esa faqat qora tomoni bo'yicha nivelirlanadi.

Olingan sanoqlar chizmada tegishli nuqtalar yoniga yozib boriladi. Bog'lovchi nuqtalar orasida o'lchangan nisbiy balandlik qiymati qora va qizil sanoqlar bo'yicha hisoblanadi va bular o'zaro teng bo'lishi yoki farqi 3 — 4 mm dan oshmasligi kerak. Nisbiy balandlik qiymatlarining o'rtachasi olinadi. Shakldan ko'rinadiki, bog'lovchi nuqtalar yopiq yo'lni tashkil qiladi.

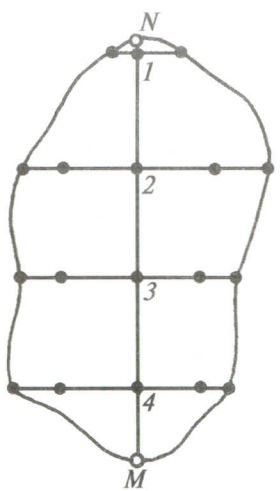


20.14- shakl.

Bu yopiq yo'lda o'rtacha nisbiy balandliklar yig'indisi quyidagi shartga javob berishi kerak, ya'ni $\Sigma h_{o'rt} = 0$. Amalda bu yig'indi noldan farq qiladi va unga nivelirlash xatosi deyiladi. Bu xato (20.17) formuladan topilgan qiymatdan oshmasligi kerak. Shart bajarilsa, xatolik nisbiy balandliklarga teskari ishora bilan bo'lib berilib, tuzatiladi. Boshlang'ich nuqta *a* ning balandligi berilgan bo'lsa, tuzatilgan nisbiy balandliklar orqali qolgan *b*, *c* va *d* lar balandligi hisoblanadi. Har bir stansiyada asbob gorizonti topilib, undan oraliq nuqtalardan olingan sanoqlar ayrilib, bu nuqtalar balandligi topiladi. Hisoblangan balandliklar alohida chizmada tegishli nuqtalar yoniga yoziladi.

Magistrallar usuli. Bu usul joy relyefi notekis, kichik maydonli va cho'zinchoq bo'lgan yerlarda qo'llaniladi. Buning uchun maydon o'rtasidan uzun tomoni bo'ylab magistral chiziq chiziladi. So'ngra bu chiziq har 20 m dan piketlarga bo'lib chiqiladi (20.15- shakl). Shundan so'ng har bir topilgan nuqtadan magistral chiziqqa perpendikulyar chiziqlar o'tkaziladi, ular ham 20 m dan piketlarga bo'lib chiqiladi va qoziqlar qoqiladi. Shundan keyin bu nuqtalar nivelirlanadi. Nivelirlash natijalari ishlab chiqilib, nuqtalar balandligi topiladi.

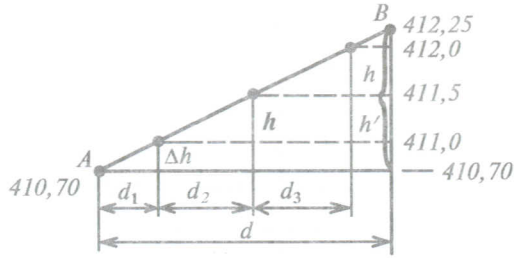
Joyni topografik planini tuzish uchun kvadratlar yoki magistral chiziqlar qog'ozda berilgan masshtabda chiziladi. Hosil bo'lgan kvadratlar uchi nuqtalari yoniga ularning hisoblab topilgan balandligi yoziladi. Bu balandliklar bo'yicha qabul qilingan relyef kesimi balandligida gorizontallar o'tkaziladi. Gorizontallarning o'rni interpolyatsiya qilinib topiladi. S'yomka qilingan tafsilotlar planga tushirilib, joyning topografik plani hosil qilinadi va shartli belgilarda chiziladi.



20.15- shakl.

Planda o'tadigan gorizontallar o'rnini topish uchun bir xil yo'nalishdagi qiyalikda joylashgan qo'shni kvadratlar uchi nuqtalari balandligi va relyef kesimi balandligiga qarab analitik yoki grafik usulda interpolyatsiya o'tkaziladi.

Analitik usulda agar ikki qo'shni *A* va *B* nuqtalari (20.16- shakl) balandligi



20.16- shakl.

(H_A =410,70 m; H_B=412,25 m va relyef kesim balandligi h =0,5 m berilgan bo'lsin; shu nuqtalar balandliklari oralig'ida kesim 0,5 m ga qoldiqsiz bo'linadigan qiymatlar aniqlanadi, bular 411,0; 411,50 va 412,0 m dir.

Plandagi *AB* chizig'i uzunligi 4 sm bo'lsa, *A* nuqtaga yaqin o'tadigan 411,0 gorizontal o'rnini (*A* va *B* nuqtalar oralig'ida) topish uchun 20.16- shakldan quyidagi nisbatni yozamiz:

$$\frac{h'}{\Delta h} = \frac{d}{d_1},$$

bundan:

$$d_1 = \frac{\Delta h}{h'} \cdot d, \qquad (20.17)$$

bu yerda: d_1 – balandligi kichik nuqtadan (*A* dan) unga yaqin gorizontalgacha (411,0 m) bo'lgan masofa; Δh – kichik nisbiy balandlik (H_A va unga yaqin gorizontal orasidagi nisbiy balandlik); h' – berilgan *A* va *B* nuqtalarining nisbiy balandligi; d – plandagi A va B nuqtalar orasidagi kesim (sm).

(20.17) formulani yechish uchun quyidagi qiymatlar hisoblanadi:

$$h' = H_B - H_A = 412{,}25 - 410{,}70 = 1{,}55 \text{ m};$$

$$\Delta h = 411{,}0 - 410{,}70 = 0{,}30 \text{ m};$$

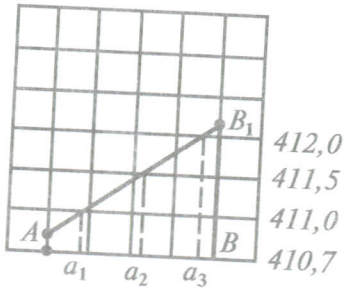
$$d = 4 \text{ sm}.$$

Shunda 411.00 m balandlikdagi gorizontalgacha masofa

$$d_1 = \frac{0{,}30}{1{,}55} \cdot 4 = 0{,}8 \text{ sm};$$

keyingi 411,5; 412,0 balandliklar uchun

$$d_2 = d_3 = \frac{0{,}5}{1{,}55} \cdot 4 = 1{,}3 \text{ sm};$$



20.17- shakl.

bu yerda: 0,5 — relyef kesimi balandligi.

Topilgan d_1, d_2, d_3 masofalar planda A va B nuqtalar orasida ketma-ket o'lchab qo'yilib, 411,0 m; 411,5 m; 412,0 m balandlikka ega gorizontallar o'rni topiladi.

Yuqoridagi hisoblashlarni aniq tasavvur qilish uchun 20.16-shaklga qaralsin.

Grafik usulda millimetrovka qog'ozining bir bo'lagi olinib, uning qirrasi interpolyatsiya qilinadigan A va B nuqtalarga tutashtirib qo'yiladi va bu nuqtalar qog'ozda belgilab olinadi. Hosil bo'lgan B nuqtasidan vertikal chiziq bo'yicha ixtiyoriy masshtabda (masalan, 1:100 da) uning balandligi qo'yiladi va B_1 nuqta topiladi. Bunda millimetrovka qirrasining balandligi A nuqta balandligiga teng deb olinadi (20.17- shakl). BB_1 chizig'ida o'sha masshtabdan foydalanib, AB oralig'idagi gorizontallar balandligi (yuqoridagi misolda 411,0; 411,50; 412,0 m) qo'yilib nuqtalar belgilanadi. Ulardan o'tuvchi millimetrovka gorizontal chiziqlarining AB_1 bilan kesishgan nuqtalari proyeksiyasi qog'oz qirrasiga tushiriladi va planga qo'yilib, a_1, a_2, a_3 nuqtalari belgilanadi. Bu nuqtalar tegishli gorizontallarning plandagi o'rni bo'ladi.

Ko'rib chiqilgan usullardan birida nuqtalar balandligi interpolyatsiya qilinib, gorizontal o'tuvchi nuqtalar o'rni planda topiladi va bir xil balandlikka ega bo'lgan nuqtalarni silliq egri chiziqlar bilan tutashtirib gorizontallar hosil qilinadi.

GEODEZIK REJALASH ISHLARI

21.1. Loyihani geodezik tayyorlash

Inshoot loyihasini joyga ko'chirish (rejalash) uchun asosiy hujjat bo'lib quyidagilar xizmat qiladi:

Bosh plan — 1:500 — 1:2 000 masshtabda tuzilib, unda topografik asosga barcha qurilish elementlari, bosh nuqtalar loyiha koordinatalari va boshlang'ich sathlar balandligi tushirilgan bo'ladi. Murakkab inshootlar uchun bosh plan bosh o'qlarni (shaharlar hududida — qurilish qizil chiziqlari), rejalash chizmalari, geodezik asos punktlariga bog'lash uchun zarur qiymatlar bilan to'ldiriladi.

Ishchi chizmalarda inshoot barcha qismlarining o'lchamlari va balandliklari ko'rsatilgan yirik masshtabdagi planlari, kesimlari, profillari va ko'ndalang qirqimlari beriladi.

Vertikal tekislash loyihasi — 1:1 000 — 1:2 000 masshtabda tuzilgan joy tabiiy relyefini gorizontal yoki qiya tekislik bilan alishtirish loyihasi. Loyihada kvadratlar to'ri yoki ko'ndalang qirqim bo'yicha qora, qizil (loyiha) va ishchi balandliklar berilib, yer massasini (tuproqni) surish yo'nalishlari ko'rsatilgan bo'ladi; yer osti yo'llar, kommunikatsiyalari, osma simlar plani va bo'ylama profillari 1:2 000 — 1:5 000 gorizontal masshtablarda, 1:200 — 1:500 vertikal masshtablarda beriladi.

Qurilish maydonchasining geodezik asosi punktlarining chizmasi, ular markazlari va belgilari chizmasi, koordinatalar va balandliklar katalogi bilan beriladi.

Loyihani joyga ko'chirish uchun geometrik asos bo'lib inshootni rejalash o'qlari xizmat qiladi, rejalash chizmasida unga nisbatan loyihaning barcha o'lchamlari beriladi. Bosh yoki asosiy o'qlar geodezik asos punktlariga bog'lanadi.

Chiziqli inshootlarning bosh o'qlari sifatida (to'g'onlar, ko'priklar, yo'llar, tonnellar va boshqalar) uning bo'ylama o'qlari xizmat qiladi; binolar loyihasida esa tashqi devorlar o'qlari; yakka

estikada va to'sin (kolonna)lar uchun — ular poydevorlari simmetriya o'qi.

Loyiha tekisliklar, sathlar va ayrim nuqtalarining balandligi shartli sathdan (binolarda birinchi qavat toza ochiq sathidan) beriladi va undan yuqoriga plyus, pastga esa minus ishora bilan ifodalanadi.

Inshoot loyihasini joyga ko'chirish uchun uni geodezik tayyorlash talab qilinadi va u quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1) geodezik punktlarga bog'lash uchun qiymatlari ko'rsatilgan rejalash chizmalarni tuzish; loyihani analitik hisoblash;

2) geodezik rejalash ishlari loyihasini ishlab chiqish.

Loyihani geodezik tayyorlash inshootni loyihalashning analitik, grafo-analitik, grafik usuliga bog'liq.

Analitik usulda loyiha qiymatlari matematik hisoblashlar yo'li bilan topiladi; bunda joydagi bino va inshootlar burchaklarining koordinatalari ularni geodezik punktlarga bog'lab aniqlanadi, loyiha elementlari o'lchamlarini esa texnologik hisoblashlardan va maydonchaning gorizontal planirovkasidan kelib chiqib qabul qilinadi. Inshootning bosh plani qabul qilingan loyiha yechimlar ko'rgazmali bo'lishi uchun xizmat qiladi. Ko'pincha grafa-analitik usul qo'llanadi, bunda loyihalash uchun boshlang'ich ma'lumotlarning bir qismi grafik usulda plandan o'lchab olinadi (binolar o'lchamlari, kontur nuqtalar koordinatalari), qolgan ma'lumotlar analitik usulda topiladi (loyihalanayotgan inshoot o'lchamlari, tayanch binolar burchagi koordinatalari).

Inshoot loyihasi joyda mavjud obyektlar bilan bog'liq bo'lmasa loyihalashning grafik usulini qo'llash mumkin, bunda planirovkaning asosiy masalalari planda grafik usulda yechiladi. Loyihani chiziq uzunligini hisoblash uning bosh nuqtalari koordinatalarini grafik aniqlash orqali bajariladi. Geodezik teskari masalani yechish yo'li bilan ayrim chiziqlarning uzunligi va direksion burchaklari aniqlanadi; geodezik punktlardan bosh o'qlarni qutbiy usulda joyga ko'chirish uchun qutbiy koordinatalar topiladi.

Grafik usulda loyihalash xatosi birinchi navbatda plan masshtabi va uning aniqligiga bog'liq va u quyidagiga teng:

$$\Delta = \delta M,$$

bu yerda: δ — plandagi chiziq uzunligi yoki koordinatalarni aniqlash xatosi;

M — sonli masshtab maxraji.

21.2. Rejalash ishlari tartibi va aniqligi

Loyihani joyga ko'chirish bo'yicha geodezik ishlarga inshootni rejalash deyiladi. Agarda geodezik s'yomkada joyda bajarilgan o'lchashlar asosida joyning plan va profillari tuzilsa, rejalashda esa teskari — uni qurish uchun loyiha plan va profillar bo'yicha inshootning xarakterli o'qlari va nuqtalari o'rni joyda topiladi. Shu sababli rejalash ishlarining uslubi s'yomka ishlari uslubidan birmuncha farq qiladi va ular aniqligi yuqoriroq bo'lishi kerak.

Inshootni rejalash umumiy tartibi quyidagicha. **Birinchi bosqichda** analitik hisoblash natijalaridan foydalanib, geodezik asos punktlaridan inshoot bosh o'qlarining o'rni joyda topilib mahkamlanadi. Bu bosqich asosiy rejalash ishlari bosqichi deyiladi.

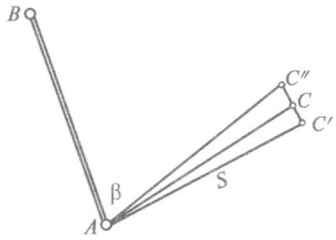
Bosh o'qlarni rejalab inshootning qurilish maydonchasida egallagan o'rni va uning yon-atrofdagi bino va konturlarga nisbatan fiyentirlanishi aniqlanadi. Rejalash ishlari bu turining aniqligi inshootni loyihalash usuli va loyihani geodezik tayyorlash xatosiga bog'liq bo'lib, bosh plan masshtabining grafik aniqligiga teng bo'lishi mumkin.

Rejalashning ikkinchi bosqichida inshootni batafsil rejalash bosh o'qlardan amalga oshiriladi. Qurilish ishlarining bosqichlariga asosan joyda bloklarning ko'ndalang va bo'ylama o'qlari, quyma qismlar o'rni rejalanadi; ko'ndalang qirqimlar, qurilish konstruksiyalari va boshqalarning xarakterli nuqtalari planli va balandli o'rni aniqlanadi. Batafsil rejalash inshoot elementlarini o'zaro joylashishni aniqlaydi va bu bosh o'qlarni rejalashga ko'ra aniq bajariladi.

Poydevorni qurish va qurilish konstruksiyalarini yig'ish ishlari tugatilgandan keyin rejalashning **uchinchi bosqichi**ga o'tiladi: montaj o'qlarini rejalash, mahkamlash va texnologik uskunalarni loyiha o'rniga qo'yish ishlari boshlanadi. Geodezik ishlarning bu bosqichi eng yuqori aniqlikdagi o'lchamlarni talab qiladi. Shunday qilib, geodezik rejalash ishlarini aniqlash bosqichdan-bosqichga oshib boradi.

21.3. Joyga loyiha burchak, chiziq va balandliklarni ko'chirish

Loyiha burchakni joyda qurish. Joyda loyiha burchak β ni qurish uchun berilgan boshlang'ich yo'nalish AB dan (21.1-shakl) boshlab u bilan β burchakni tashkil qiluvchi yo'nalishni topish kerak bo'ladi.



21.1- shakl.

A nuqtasida teodolit asbobini o'rnatib qarash trubasi B nuqtasiga yo'naltiriladi (limb sanog'ini nolga keltirib olib). Alidada bo'shatilib, loyiha burchakka teng sanoq limbda qo'yiladi. Qarash trubasining vizir chizig'i bo'ylab loyihada berilgan s masofada joyda nuqta belgilanadi. Xuddi shunday ish vertikal doiraning boshqa holatida bajariladi va ikkinchi nuqta joyda belgilanadi (21.1- shaklda C′ va C″ nuqtalar). Har ikkala nuqtalardan o'rtachasi C nuqtasi olinib mahkamlanadi va qurilgan BAC burchak loyiha burchakka qabul qilinadi.

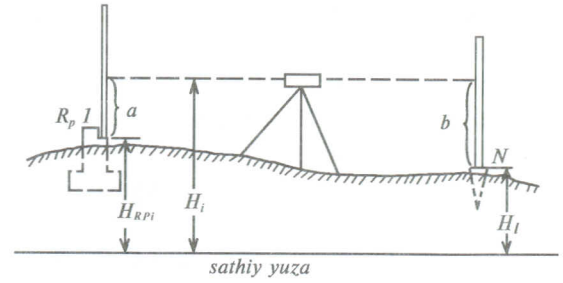
Joyda loyiha burchakni qurish aniqligi asbob xatosiga, o'lchovchining shaxsiy xatosiga va tashqi muhit ta'siri xatosiga bog'liq.

Loyiha chiziqni qurish. Joyda loyiha chiziqni qurish uchun boshlang'ich nuqtadan berilgan yo'nalish bo'yicha loyiha uzunligi o'lchab qo'yiladiki, uning gorizontal quyilishi loyiha qiymatiga teng bo'lsin. Chiziq uzunligiga tuzatma bevosita o'lchash jarayonida kiritilishi kerakligi uchun ish murakkablashadi. Shu sababli ko'pincha loyiha burchakli qurishga o'xshash (yuqoriga qaralsin) ish bajariladi.

Joyda loyiha masofa taqribiy o'lchab qo'yilib, uning uchi mahkamlanadi. Bu masofa yetarli aniqlikda komporlangan lenta yoki svetodolnomerda hamma kiritiladigan tuzatmalarni hisobga olgan holda o'lchanadi. Kameral ishlab chiqib mahkamlangan chiziq uzunligi aniqlanadi va u loyiha qiymat bilan solishtirib chiziqqa tuzatma topiladi. Tuzatma ishorasi hisobga olinib u chiziq oxirgi uchidan boshlab o'lchab qo'yiladi va nuqta yakuniy mahkamlanadi. Nazorat uchun qurilgan chiziq uzunligi joyda takroran o'lchab chiqiladi, u loyiha qiymatiga teng bo'lishi kerak.

Joyga loyiha balandliklarni ko'chirish. Loyiha (qizil) balandliklar yaqin (ishchi) reperdan asbob gorizonti orqali ko'chiriladi. Bunda dastlab toza pol sathidan olingan nuqtalar loyiha balandligi ishchi reperlar balandlik sistemasiga qayta hisoblab o'tqaziladi. Nivelirni ishchi reper bilan (R_{pi}) joyga ko'chiriladigan nuqta N o'rtasida (21.2- shakl) o'rnatilib asbob gorizonti aniqlanadi:

$$H_i = HR_{pi} + a, \qquad (21.1)$$



21.2- shakl.

bu yerda: H_{Rpi} — ishchi reper balandligi, a — undagi reykadan sanoq.

N nuqtasini loyiha balandlik H_l ga keltirib o'rnatish uchun reykadan olinishi kerak bo'lgan b sanoqni bilish kerak bo'ladi. Shuni hisobga olib, 21.2- shakldan yozamiz:

$$H_{Rpi} + a = H_l + b, \qquad (21.2)$$

bundan: $b = H_{Rp_1} + a - H_l.$

(21.3)

yoki (21.1) ni hisobga olib yozamiz:

$$b = H_i - H_l. \qquad (21.4)$$

(21.4) formuladan sanoq b ni hisoblab N nuqtasidagi reykani tushirib yoki ko'tarib undan sanoqni hisoblangan b qiymatga tenglashtiriladi. Shunda o'rnatilgan reykaning uchi loyiha balandlikni beradi va uni joyda qoziq qoqib belgilab qo'yiladi. Loyiha balandlikni joyga ko'chirish natijasini nazorat qilish uchun topilgan nuqta bilan reper nivelirlanib, uning amaldagi balandligi hisoblanadi va loyiha balandlik bilan solishtiriladi.

21.4. Rejalash asosini qurish

Muhandislik obyektlarni qurishdagi geodezik ishlar joyda markazi mahkamlangan geodezik punktlardan iborat geodezik rejalash tarmog'ini qurishdan boshlanadi. Bu tarmoq punktlari inshootning joydagi o'rnini aniqlash hamda qurilish jarayonida zarur bo'lgan o'lchashlarni kerakli aniqlikda bajarishni ta'minlashga xizmat qiladi.

Geodezik rejalash asosini joyda mavjud geodezik punktlariga bog'lab quyidagilarni hisobga olgan holda quriladi:

— qurilish maydonidagi inshootlar va muhandislik kommunikatsiyalarni loyihadagi va amalda joylashganiga qarab qurishni;

— rejalash asosi punktlari markazini qurilish jarayonida joyda saqlanishi va mustahkamligini ta'minlashni;

— qurilish hududida geologik jarayonlar, harorat — iqlim, dinamik va boshqa salbiy omillarning quriladigan rejalash tarmog'i punktlariga ta'sirini;

— qurilgan obyekt kelgusida foydalanish jarayonida, qayta qurishda va kengaytirishda geodezik rejalash tarmog'idan foydalanish mumkinligini. Muhandislik inshootni rejalash tarmog'i inshoot parametrlarini joyga ko'chirish va mahkamlash, batafsil rejalash ishlarini va ijroviy s'yomkalarni bajarish uchun quriladi. Inshoot turiga qarab qurilish maydonida rejalash tarmog'i qurilmalarni tartibga solish chiziqlari (masalan, avtomobil yo'llari, ko'priklar qurishda) yoki o'lchamlari odatda 50×50 m, 100×100 m va 200×200 m bo'lgan qurilish to'ri ko'rinishida quriladi.

Qurilishning balandlik asosi davlat nivelir tarmog'ining eng kamida 2 ta punktiga tayangan holda quriladi. Odatda planli va balandli tarmoqlar punktlari qo'shib olinadi. Muhandislik inshootlarni rejalash geodezik tarmoqlari triangulyatsiya, poligonometriya, trilateratsiya, kestirmalar va boshqa usullarda quriladi.

Rejalash geodezik asos punktlari qurilishni geodezik ta'minlash me'yoriy hujjatlari talabiga asosan joyda geodezik belgilar bilan mahkamlanadi. Qurilish ishlarini boshlashdan kamida 10 kun oldin rejalash geodezik asosni qurib bitkazish buyurtmachining vazifasiga kiradi.

Pudratchi tomonidan rejalash geodezik asosni qabul qilib olish dalolatnomasi tuzilib rasmiylashtiriladi, bunda pudratchi qabul qilib olingan geodezik asos punktlarini qurilish ishlari davomida saqlaydi, o'rni o'zgarmay turishni nazorat qiladi va u yiliga kamida ikki marotaba (bahor va kuz-qish fasllarida) qayta bajariladigan geodezik o'lchashlar orqali tekshirib boriladi.

Qurilish ishlari davomida rejalash ishlari inshoot o'qlarini va balandliklarni geodezik tarmoq punktlaridan ishchi chizmalarda ko'rsatilgan aniqlikda joyga ko'chirib berish maqsadida bajarib boriladi. Qurilish ishlarini boshlashdan avval ish bajaruvchi rejalash tarmoqlari punktlarining planli va balandlik holatlarini geodezik o'lchashlar orqali tekshirib olishi shart. Zarur holatlarda

(masalan, tonnellar, katta ko'priklar va boshqalar) tashqi rejalash geodezik asos punktlariga bog'lab ichki rejalash tarmoqlari quriladi.

Avtomobil yo'llari, kanallar, kirib kelish yo'llari va boshqalarni qurish uchun rejalash geodezik tarmog'ini barpo etishdagi geodezik o'lchashlar aniqligi quyidagicha qabul qilinadi:

— burchaklarni o'lchash aniqligi — 30″;

— chiziqlar uzunligini o'lchash — 1:2000;

— nisbiy balandliklarni o'lchash — 15 mm 1 km nivelirlash yo'li uchun.

Tonnellar, ko'priklar, aerodromlar, bino va inshootlarni qurishda bajariladigan geodezik ishlar aniqligi esa yuqoridagi qiymatlardan aniqroq bajarilishi kerak.

Rejalash tarmog'i ko'pincha mustaqil (lokal) tarmoq sifatida quriladi, uning asosiy tomoni rejalash bosh o'qiga parallel yoki qo'shib joylashtiriladi va u abssissa yoki ordinata o'qiga qabul qilinadi. Koordinatalar bosh nuqtasi shunday joylashtiriladiki, loyihaning hamma nuqtalari koordinatalari musbat qiymatlari bilan ifodalansin.

Rejalash ishlari uchun eng muhimi geodezik asos punktlarining o'zaro o'rni yuqori aniqlikda bo'lishidir, chunki ulardan inshoot loyihasi joyga ko'chiriladi.

Rejalash triangulyatsiyasi. Triangulyatsiya rejalash tarmog'i sifatida tonnellar, katta ko'priklar va gidrotexnik inshootlarni qurishda qo'llanadi. Tarmoq uchburchaklar yakka qatori yoki uzun tomonlari 0,5—2 km ni tashkil qiluvchi to'rtburchaklar ko'rinishida loyihalanadi. Tarmoqda kamida ikkita bazis tomonlari o'rtacha 1:200 000—1:300 000 aniqlikda o'lchanadi. Burchaklarni o'lchash o'rta kvadratik xatosi ±1—2″ ni tashkil qiladi. Triangulyatsiya qo'shni punktlarining o'zaro joylashishidagi xatolik ±1—2 sm ga teng. Talab qilinadigan aniqlikka qarab davlat triangulyatsiyasini u yoki bu klassiga tegishli kuzatish dasturi qabul qilinadi.

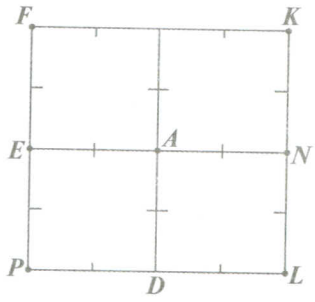
Qurilishning geodezik to'ri. Qurilishning geodezik to'ri sanoat va fuqaro qurilishi uchun asosiy rejalash tarmog'i bo'lib xizmat qiladi. U kvadratlar yoki to'g'ri burchakli to'rtburchaklar tizimini tashkil qilib, butun qurilish maydonchasini egallaydi va asosiy hamda to'ldiruvchi shakllarni tashkil qiladi. Sanoat obyektlari uchun asosiy shakllar tomonlari 100—200 m ni tashkil qiladi. Shahar va aerodromlar maydonchalari uchun—400 m. To'ldiruvchi shakllarni geodezik rejalash jarayonida tomonlari uzunligi 20 m gacha qilib quriladi.

To‘r punktlari (burchak uchi nuqtalari) mustahkamligi yetarli darajada ta’minlanadigan va foydalanish uchun qulay joylarda tanlanadi. To‘r tomonlari asosiy inshootlar o‘qlariga parallel qilib joylashtiriladi. Aniqlik bo‘yicha qurilish to‘ri inshootlar bosh o‘qlarini rejalash talablariga javob berishi kerak. Sanoat qurilishida to‘r tomonlarining o‘lchash aniqligi 1:8 000—1:10 000, fuqaro qurilishida esa 1:2 000 — 1:5 000 ga teng qabul qilinadi. S’yomka ishlari maqsadida qurilishi to‘ri punktlarining koordinatalari davlat koordinatalar sistemasida hisoblanadi, buning uchun to‘r punktlaridan biri davlat geodezik tarmog‘i punktiga bog‘lanadi.

Rejalash chizmalarini tuzish va geodezik o‘lchashlar qulay bo‘lishi uchun qurilish to‘ri punktlari koordinatalari shartli sistemada hisoblanadi. To‘r burchak nuqtalaridan biriga shartli koorrdinatalar yozib olinadi, bunda qolgan punktlar koordinatalari musbat ishorada bo‘lishi (kelib chiqish) hisobga olinadi. Bosh o‘qlar yo‘nalishi abssissa va ordinata o‘qlari yo‘nalishiga keltirib (tutashtirib) olinadi.

Qurilish to‘ri loyihasini joyga ko‘chirish geodezik punktlardan yoki joy predmet va kon turlaridan amalga oshiriladi. Dastlab bosh plan grafik aniqligida boshlang‘ich yo‘nalish qutbiy, burchak yoki chiziq kestirmalar yoki kontur nuqtalaridan chiziq o‘lchash yo‘li bilan joyda aniqlanadi. Nazorat uchun boshlang‘ich yo‘nalishining eng kamida uchta nuqtasi joyga ko‘chiriladi. Chiziq o‘lcham aniqligi 1:1 000 — 1:2 000 nisbiy xatolikda bajariladi. Boshlang‘ich yo‘nalishning joyga ko‘chirilgan nuqtalari yog‘och yoki beton belgilar bilan mahkamlanadi.

Qurilish to‘rini rejalashni o‘qiy usul yoki reduksiyalash usulida bajarilishi. O‘qiy usulda joydagi A nuqtada (21.3- shakl) ikkita qat’iy o‘zaro perpendikulyar MD va EN o‘qlar quriladi. Bu chiziqlar stvorida to‘r tomonlariga teng kesimlar o‘lchab qo‘yiladi. O‘lchamlar hamma tuzatmalarni hisobga olib aniq o‘lchash qurollari yordamida bajariladi. M, N, E va D nuqtalarida to‘g‘ri burchaklar qurilib topilgan yo‘nalishlar bo‘yicha to‘r rejalanadi. F, K, L va P punktlaridagi xatolar qiymati rejalash ishlari aniqligini xarakterlaydi. Xatoliklar qiymati to‘rning yaqin nuqtalari o‘rniga proporsional kiritiladi.



21.3- shakl.

Vaqtinchalik belgilar doimiy temir - beton belgilar bilan almashtiriladi va ular bo‘yicha poligonometrik yo‘l o‘tkazilib burchaklar o‘lchanadi, tenglanadi va punktlarning yakuniy koordinatalari topiladi. To‘rning tegishli punktlari orasida uni to‘ldiruvchi punktlar rejalanadi va ular bo‘yicha 2 tabaqali poligonometriya yo‘li o‘tkaziladi. Bu usul nisbatan kichik qurilish maydonlarida qo‘llanadi. Katta maydonlarda reduksiyalash usuli qo‘llanadi. **Muhandislik poligonometriya.** Tonnellarni, shahar binolarini, gidrotexnik inshootlar va boshqalarni qurishda rejalash asosi vazifasini I va II razryad poligonometriyasi bajaradi.

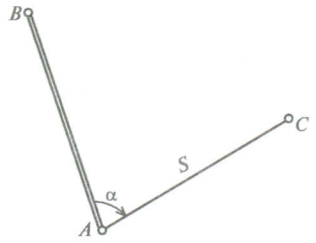
Poligonometrik yo‘llar ko‘pincha bosh o‘qlar va qurilish qizil chiziqlarni joyga ko‘chirishni nazorat qilish uchun qo‘llanadi. Joyga ko‘chirilgan loyiha nuqtalar bo‘yicha poligonometrik yo‘lni o‘tkazib, ushbu nuqtalarning amaldagi koordinatalari aniqlanadi. Topilgan koordinatalarni ularning loyiha qiymatlariga teng chiqishi rejalashni to‘g‘ri bajarilganidan dalolat beradi.

21.5. Asosiy rejalash ishlari usullari

Inshoot turi, o‘lchash sharoiti va asosiy o‘qlarni rejalash aniqligiga qo‘yilgan talabdan kelib chiqib bosh o‘qlarni rejalash quyidagi usullarda bajarilishi mumkin: qutbiy yoki to‘g‘ri burchak koordinatalar, burchak kestirma, chiziq kestirma, stvor kestirma usullari. Berilgan aniqlikda rejalash qiymatlarini bevosita joyda qurish va loyiha qiymatiga yaqin dastlabki rejalash va uni keyingi navbatda reduksiyalab surib loyiha o‘rniga aniq keltirish usullari mavjud. **Bevosita rejalash** usuli yuqori aniqlik talab qilinmaydigan ishlarda, reduksiyalash esa yuqori aniqlik talab qilinadigan obyektlarda (tonnellar, ko‘priklar, to‘g‘onlar va boshqalar) qo‘llanadi.

Qutbiy koordinatalar usuli. Qutbiy koordinatalar usulida inshootlarni rejalash yaqin joylashgan geodezik planli asos punktlaridan, ko‘pincha ochiq joylarda va rejalanadigan nuqtalargacha masofalar o‘lchash quroli uzunligidan oshmagan hollarda qo‘llanadi.

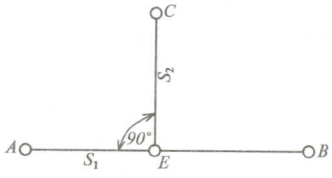
Aniqlanadigan S nuqtasining o‘rni (21.4- shakl) joyda α burchagi va S kesimni o‘lchab qo‘yib topiladi. α va S loyiha qiymatlar rejalash chizmasidan yoki oldindan topografik plandan aniqlab olinadi. Burchak α ni joyda qurish A nuqtasida o‘rnatilgan teodolit asbobi bilan, vertikal doirani DCH va DO‘ holatlarida bajariladi.



21.4- shakl.

Topilgan yo'nalish AC bo'yicha o'lchash lentasi (ruletka) bilan kesim qiymati S boshlang'ich A nuqtasidan o'lchab qo'yiladi.

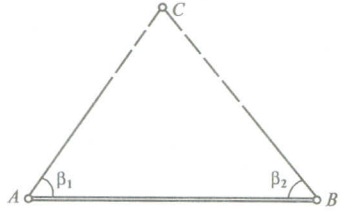
Qutbiy usulning aniqligi boshlang'ich punktlar A va B ni topish aniqligiga, joyga α burchagi va S kesim qiymatlarini ko'chirish aniqligiga bog'liq.



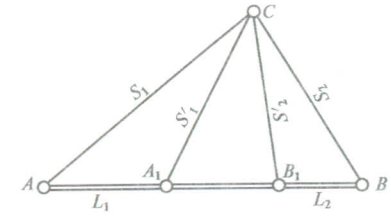
21.5- shakl.

To'g'ri burchakli koordinatalar usuli. Bu usul ko'pincha sanoat va fuqaro qurilishlarida inshootlarni qurilish geodezik to'ri yoki qizil chiziqlarni mahkamlash punktlarida rejalashda qo'llanadi. Inshootni C nuqtasi yoki uning o'qida joylashgan nuqta o'rnini to'g'ri burchakli koordinatalar usulida joyga ko'chirish uchun AB chizig'i yoqalab (21.5-shakl) A nuqtasidan kesim S_1 o'lchab qo'yiladi, keyin topilgan E nuqtasidan uzunligi S_2 ga teng perpendikulyar kesim chiqariladi. Bu usul perpendikulyar kesimi qiymati o'lchash qurolining uzunligidan oshmagan taqdirda qo'llanadi. Topilgan C nuqtasi o'rnini chiziq kestirma, qutbiy usul yoki stvor kestirma usullarida nazorat qilish mumkin. Joyda S_1 va S_2 kesimlari o'lchash ruletkasi bilan, to'g'ri (90°) burchak esa E nuqtasida o'rnatilgan teodolit bilan o'lchab qo'yiladi.

Burchak kestirma usuli. Bu usulda inshoot C nuqtasini joydagi o'rni (21.6- shakl) rejalash asosining A va B punktlarida teodolit bilan turib β_1 va β_2 burchaklarini o'lchab qo'yib topiladi. Burchaklar teodolit vertikal doirasini DO' va DCH holatlarida qo'yiladi. Burchak kestirma usuli asosan ko'priklar ustunlari va gidrotexnik inshootlar konstruksiyalarini rejalashda qo'llanadi. Shakldagi AB tomon kestirma bazisi vazifasini bajaradi va u rejalash geodezik asosi tomonidir. Rejalash β_1 va β_2 burchaklari tomonlar direksion burchaklarining ayirmasidan topiladi. Direksion burchaklar esa C nuqtasining loyihadan olinadigan koordinatalari, A va B punktlarini esa berilgan koordinatalari orqali teskari geodezik masalani yechib topiladi.



21.6- shakl.



21.7- shakl.

Chiziq kestirma usuli. Inshoot C nuqtasining joydagi o'rni bu usulda rejalash asosini A va B punktlaridan o'lchab qo'yiladigan loyiha kesimlar S_1 va S_2 yoylarini kesishgan nuqtasida aniqlanadi. Inshoot C nuqtasidan rejalash asosi punktlari A va B gacha bo'lgan S_1 va S_2 kesimlar qiymati o'lchash qurolining uzunligidan oshmasligi kerak. Chiziq kesimlarini joyda o'lchab qo'yish bevosita po'lat yoki invar ruletka bilan bajariladi.



21.8- shakl.

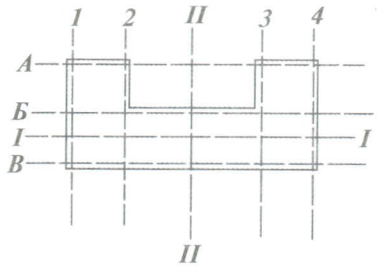
Agarda ruletka uzunligi kesimlar yig'indisi S_1+S_2 dan ortiqroq bo'lsa, bu yig'indi qiymati ruletka bo'yicha B nuqtada, ruletka noli esa A nuqtada qo'yilib ruletka tarang tortiladi va S_1 ga teng ruletka sanog'ida C nuqtasining o'rni joyda belgilanadi.

Agarda ruletka uzunligi yetarli bo'lmasa B nuqtasini joyga ko'chirish uchun AB bazis tomonida qo'shimcha A′ va B′ nuqtalari topiladi, (21.7- shakl). C nuqtasining joydagi o'rni S'_1 va S'_2 kesimlarning kestirmasidan kelib chiqadi.

Stvor chiziq kestirma usuli. Geodezik rejalash ishlarida inshootni rejalanadigan C nuqtasi rejalash asosi punktlari stvori AB da yotishi va AC kesimni joyda o'lchab qo'yish imkoni mavjud bo'lganda qo'llanadi. Bu rejalashda AB stvori (21.8- shakl) belgilanib (aniqlanib), unda AC=S kesimi ruletka bilan o'lchab qo'yilib ko'chiriladigan inshoot C nuqtasining o'rni joyda topiladi.

21.6. Bino va inshootlar o'qlarini rejalash

Bino va inshootlar o'zaro bog'langan alohida geometrik elementlardan tashkil topadi. Bu bog'lanish o'qlarning o'zaro joylashishi bilan ta'minlanadi. Binoni rejalash joyda uning o'qlarini aniqlab mahkamlashdan iborat. Binolarning shakli va o'lchamlari joyga ko'chiriladigan o'qlar soni va turlarini belgilaydi. Bino va inshootlarning uch xil o'qlari bo'ladi. Bosh o'qlar ikkita o'zaro



21.9- shakl.

perpendikulyar chiziqlardan iborat bo'lib, ularga nisbatan bino yoki inshoot simmetrik joylashadi. Bosh planda bosh o'qlar rim raqamlar bilan belgilanadi.

Asosiy o'qlar bino yoki inshoot konturining tashqi devoridan o'tadi, ulardan biri (bo'ylama) harflar bilan belgilanadi, ularga perpendikulyar o'tganlari (ko'ndalang) raqamlar bilan belgilanadi (21.9- shakl).

Chiziqli inshootlar uchun yo'llar, tonnellar trassaning markazidan bo'yiga qarab o'tuvchi bosh o'q hisoblanadi.

Qo'shimcha yoki rejalash o'qlari. Bu o'qlar bino va inshootlar bo'laklari va elementlarini batafsil rejalashga xizmat qiladi. Ular ko'pincha asosiy o'qlarga parallel loyihalanadi va rejalanadi. Rejalashda asosiy o'qlar va bosh o'qlarning joyda to'rtta belgilar bilan, binoning har bir tomonidan ikkitadan, mahkamlansa yetarli. Bu belgilar binodan bir xil masofalarda, o'rni qurilish davrida uzoq muddatga saqlanadigan va ulardan to'sqinsiz ishlash mumkin bo'lgan joylarda mahkamlanadi va atrofi o'rab qo'yiladi. Bino va inshootlar yer usti qismini qurish jarayonida o'qlar bu atvor nuqtalardan teodolit bilan yuqori qavatlarga uzatiladi. Shuning uchun stvor belgilargacha masofalar bino yoki inshoot balandligidan kam bo'lmasligi kerak.

Berilgan 21.10- shakldagi inshootning asosiy o'qlari AC va BD larni qurilish to'ri punktlari R va CH dan joyga ko'chirish quyidagicha bajariladi: qurilish to'ri uchi punkti R da teodolit o'rnatilib, trubasi to'r uchi punkti CH ga qaratiladi va vizir o'qi stvori bo'yicha hisoblangan Rt masofa R nuqtadan boshlab ruletkada o'lchab qo'yilib qurilish to'ri tomonida m nuqta o'rni topiladi. Topilgan m nuqtada teodolit o'rnatilib limb sanog'i 0°00′ ga qo'yilib truba CH nuqtaga qaratiladi va DO', DCH holatlarda 90° ga teng burchak quriladi va bu yo'nalish bo'yicha masofalar $mA = X_A - X_m$ va $AC = X_C - X_A$ ruletka bilan o'lchab qo'yiladi. Shu yo'l bilan joyda topilgan A va C nuqtalari mahkamlanadi. Xuddi shunday tartibda B va D nuqtalari topilib joyda mahkamlanadi. Nazorat uchun to'rtburchakning hamma tomonlari va diagonallari joyda o'lchanib, ularni loyiha qiymatlari bilan solishtiriladi. Xuddi shu nuqtalarni qutbiy koordinatalar usulida

rejalash uchun R, A va CH nuqtalarning koordinatalari orqali teskari masalani yechib masofa C va burchak β (21.10- shakl) topilib, ular orqali A nuqtasi joyga ko'chiriladi.

21.7. Ijroviy s'yomkalar

Qurilish jarayonini yakunlovchi bosqichda qurib bitkazilgan inshootlarni, uning elementlarini, shakllarini, o'lchamlarining amaldagi holatini loyiha qiymatlariga to'g'ri kelishini baholash maqsadida ijroviy s'yomkalar bajariladi.

Quriladigan inshoot va uning qismlarini, plandagi o'rni va balandligini aniqlash maqsadida maxsus geodezik o'lchamlar bajariladiki, ularning jamiga ijroviy s'yomka deyiladi. Ijroviy s'yomka inshootning hamma qismlari emas, balki uning mustahkamligi, turg'unligi, montaj aniqligi va foydalanish davridagi sharoiti bilan bog'liq bo'lgan qismlarnigina bajaradi.

Odatda ishlarni bajarish loyihasida ijroviy s'yomkasi bajariladigan inshoot qismlarining ro'yxati beriladi. Ijroviy s'yomkalarni bajarish buyurtmachi tomonidan yoki uning topshirig'i bilan ushbu qurilish obyekt loyihasini ishlab chiqqan loyiha tashkilot tomonidan bajariladi. Ijroviy s'yomkalar qurilishning rejalash geodezik asosiga tayanib bajariladi. Geodezik nazoratda tayanch o'qlari va sathlarga nisbatan nisbiy balandliklar, masofalar va burchaklarni o'lchanadi, o'lchashlar natijasi maxsus vedomostlarda qayd etiladi. Bajarilgan geodezik nazorat o'lchashlar natijasida qurilgan inshoot va uning qismlarining loyihadan og'ishi (chetlanishi) aniqlanadi, aniqlangan kamchiliklarni bartaraf etish choralari ko'riladi, qurilish ishlarini davom ettirishga qaror qilinadi, yoki tamomlangan obyekt qurilish sifatini tegishli baholash bilan qabul qilinadi.

Ijroviy s'yomkalarni bajarishda o'lchashlar aniqligi qurilish me'yorlari va qoidalarida ko'rsatilgan og'ishning (cheklanishning) chekli qiymatidan 0,2 hissaga oshmaydigan darajada ta'minlanishi kerak.

Ijroviy s'yomkalar natijalari bo'yicha ijroviy bosh plan tuzilib, unda loyihada yo'l qo'yilgan hamma cheklanishlar to'la ko'rsatiladi. Ijroviy bosh plan qurilishi tugallangan inshootni qabul qilishda asosiy hujjat bo'lib xizmat qiladi. Bu hujjat inshootdan foydalanish davrida ham muhim vazifani bajaradi.

XXII BOB.

YIRIK MASSHTABLI S'YOMKALAR

22.1. Umumiy ma'lumotlar

Yirik masshtabli s'yomkalar asosida 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 va 1:500 masshtablardagi topografik planlar tuziladi. Bu planlardan shaharlar, posyolkalarni planirovka qilish va qurish, sanoat, turar-joy, qishloq va gidrotexnik qurilishlari, muhandislik inshootlar, gidrouzellar, kanallar, ko'priklar, elektr uzatgich liniyalari, aloqa simlari, metropoliten, yer osti kommunikatsiyalarini loyihalash va qurishda grafik material sifatida foydalaniladi. Topografik s'yomkalar stereotopografik, kombinatsiyalashgan (fotoplanda bajariladigan s'yomka), menzulaviy, taxeometrik, gorizontal va vertikal s'yomkalar, yuzani nivelirlash hamda fototeodolit s'yom-kasi usullarida bajariladi.

S'yomkalarning asosiy usullari stereotopografik va kombi-natsiyalashgan usullar hisoblanadi. Stereotopografik usul osmon yoki yerdan turib bajariladigan fotos'yomkalarga asoslanadi. Menzulaviy va taxeometrik s'yomkalar asosan 1:500 va 1:1 000 masshtablarda aerofotos'yomkani qo'llash maqsadga muvofiq bo'lganda qo'llaniladi. Ayrim vaqtlarda 1:2 000 va 1:5 000 masshtablarda ham bajarilishi mumkin. Yirik masshtabli topografik planlar qo'yilgan maqsadiga qarab asosiy va maxsus planlarga bo'linadi.

Asosiy s'yomkalar negizida olingan topografik planlarga ular masshtabida tasvirlanadigan joyning barcha predmet va konturlari tushiriladi; joy relyefi esa asosiy qoidalarda belgilangan talablar asosida tasvirlanadi. Konkret maqsadlarda joydalanish uchun tuziladigan planlarda joy predmetlari to'la ko'rsatilmay, masalan, faqat maqsadga muvofiqlari ko'rsatilishi mumkin; konturlar va relyefni tasvirlash aniqligini oshirish yoki pasaytirish, relyefni tasvirlashda nostandart relyef kesim balandligi qabul qilinishi mumkin. Topografik planlar (ayniqsa, maxsus planlar) joyning raqamli modeli va fotokarta ko'rinishida tuzilishi mumkin.

Joy konturlari o'ta zich joylarda, masalan, yer osti va yer usti muhandislik kommunikatsiyalar zich joylashgan joylarda topografik planlar alohida-alohida tuzilishi mumkin. Buning uchun yer osti va yer usti kommunikatsiyalari alohida-alohida s'yomka qilinadi. 1:5 000 va 1:2 000 masshtabli planlarni maydoni 20 km^2 dan katta joylar uchun tuzishda planlarni varaqlarga bo'lishni asosi qilib 1:100 000 masshtab varaqi qabul qilinadi. Bunday bitta varaq 256 ta 1:5 000 masshtab varaqlariga bo'linadi; o'z navbatida 1:5 000 masshtab varag'i 4 ta 1:2 000 masshtabli varaqlarga bo'linadi. Shunda 1:5 000 masshtabdagi varaq nomenklaturasi 1:100 000 masshtabdagi varaq nomenklaturasidan va qavsda yoziladigan 1:5 000 masshtab varag'i raqamidan tashkil topadi, masalan: K–39–105 (145).

Maydoni 20 km^2 dan kichik bo'lgan joylarda 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 masshtablardagi topografik planlarni tuzishda, odatda, kvadrat varaqlarga bo'lish qabul qilinadi. Bunda asos qilib o'lchamlari 40×40 sm bo'lgan 1:5 000 masshtab varag'i qabul qilinadi va u arabcha raqam bilan belgilanadi.

Raqamlash tartibi ixtiyoriy bo'lib, shahar va posyolkalar plan-lari uchun, odatda, bosh arxitektor tomonidan belgilanadi. 1:5 000 masshtabli varaq 1:2 000 masshtabdagi 4 ga teng varaqlarga bo'linadi va ular А, Б, В, Г harflar bilan raqamlanadi. O'z navbatida 1:2 000 masshtabdagi varaq 4 ga teng 1 000 masshtabdagi varaqlarga bo'linib I, II, III, IV rim raqamlar bilan raqamlanadi; shunda bu varaq nomenklaturasi, masalan, 3-В-II bo'ladi. Nihoyat 1:500 masshtabdagi varaqni olish uchun 1:2 000 masshtabdagi varaq 16 ta teng bo'laklarga bo'linib, 1 dan 16 gacha raqamlanadi va nomenklaturasi, masalan, 3-Г-12 bo'ladi. 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 va 1:500 masshtablardagi topografik planlarda ularning masshtablarida tasvirlash imkoni bo'lgan joyda mavjud tafsilotlar, imoratlar va obodonlashtirish elementlari, yer osti va yer usti muhandislik tarmoqlar va inshootlar ko'rsatiladi. Bular quyidagilar:

geodezik tayanch punktlar (triangulyatsiya, triloterapiya va poligonometriya punktlari, nivelirlash reperlari, teodolit yo'llari va qurilish to'ri nuqtalari) planga koordinatalari bo'yicha tushiriladi: qurilish bo'lmagan ochiq joylarda hamma tayanch punktlar balandliklari bilan birga, qurilgan hududlar (shahar va posyolkalar)da plan masshtabi va undagi elementlar zichligiga qarab ko'rsatiladi;

binolar, qurilmalar va ular qismlari, turarjoy va yashashga mo'ljallangan uylar, ulardagi qavatlar soni, vazifasi, devorlar materiali, arxitektura bo'rtiq va qayrilmalari (agarda ular qiymati planda 0,5 mm dan katta bo'lsa) uylar raqami, egalik chegaralari, kvartal ichkarisidagi tafsilotlar, ko'cha va maydonlardagi tafsilotlar, boshqa shahar hamda posyolkalar hududiga tegishli elementlar;

sanoat obyektlari — bino va inshootlar kompleksi, zavod, fabrika, elektrostansiyalar, omborxonalar va boshqalar;

gidrografiya — dengiz sohili chiziqlari, ko'llar, daryolar va boshqalar;

suv ta'minoti obyektlari — quduqlar, kolonkalar, rezervlar, tindirgichlar, tabiiy manbalar va h.k.;

elektr uzatgich va aloqa liniyalari — telefon, telegraf, elektrotarmoqlar; 1:500 — 1:2 000 masshtablarda barcha elektr tayanch stolbalari;

yer osti kommunikatsiyalari — vodoprovod, kanalizatsiya, gaz tarmoqlari, isitkich tarmoqlari va boshqalar;

chegaralar — siyosiy-ma'muriy, shahar chegarasi, temir yo'l, avtobus yo'l va boshqalar uchun ajratilgan yer poloslari (enlari) chegaralari va h.k.

Topografik planlarda joy relyefi gorizontallar, yozilgan balandliklar va shartli belgilar bilan tasvirlanadi. Relyef kesimi balandligi joy relyefining tekis-notekisligiga, topografik s'yomka masshtabiga va planning maqsadiga qarab belgilanadi. Joy predmetlari va konturlarini planda tasvirlash xatosi, eng yaqin joylashgan s'yomka asosi nuqtasiga nisbatan 0,5 mm (planda), tog'li hududlarda esa 0,7 mm gacha yo'l qo'yiladi. Kapital bino va inshootlar joylashgan maydonlarda qo'shni joylashgan obyektlar nuqtalarining plandagi o'zaro xatosi 0,4 mm dan oshmasligi kerak. Relyefni tasvirlash xatosi yaqin orada joylashgan s'yomka asosi nuqtasining balandligiga nisbatan quyidagilardan oshmaslgi kerak:

— joy relyefining qiyaligi 2° dan oshmagan joylar uchun qabul qilingan relyef kesim balandligini 1/4 hissasidan;

— qiyalik 2°—6° bo'lgan joyda, 1:5 000 va 1:2 000 masshtablardagi planlar uchun — 1/3 hissadan;

1:5 000 va 1:2 000 masshtablardagi planlar uchun relyef kesimi balandligi 0,5 m bo'lganda uning 1/3 hissasidan.

Topografik s'yomkalarni bajarishdan avval ularni texnik

loyihalash talab qilinadi. Topografik planlar masshtabi loyiha-tadqiqot ishlari aniqligiga qo'yilgan talablarga, loyihalash turi va bosqichlariga, joy predmet va tafsilotlarning zichligiga bog'liq.

Relyef kesimi balandligini tanlash esa qiyaliklar tikligiga, kelgusida bajariladigan maydonni vertikal tekislash ishlari aniqligiga va muhandis-qurilish ishlari xarakteriga bog'liq. Yirik masshtabli s'yomkalar bo'yicha har bir ish bajaruvchi «1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 masshtablardagi topografik s'yomkalar bo'yicha Yo'riqnoma» bilan tanishib chiqishlari zarur.

22.2. Topografik planlarning vazifasi

Topografik planlardan masshtabiga qarab turli maqsadlarda foydalaniladi:

1:5 000 masshtabdagi topografik planlar:

shahar bosh planlarini va birinchi navbatdagi qurilish loyihalarini ishlab chiqish, muhandislik tarmoq va kommunikatsiyalar, transport yo'llari, muhandislik tayyorlash va hududlarni ko'kalamzorlashtirishni loyihalash;

— shaharning alohida tumanlari planini tuzish, shaharning qurilmagan hududini batafsil planirovkasi loyihasini tuzish;

— qishloq aholi punktlarining birinchi navbat qurilish obyektlarini joylashtirish, obodonlashtirish va qayta qurish loyihasini tuzish;

— sanoat korxonalari texnik loyihalarini tuzish;

— qazilma boyliklar zaxirasini qidirib topish; zaxira miqdorini hisoblash maqsadlarida;

— yer kadastri maqsadlarida;

— qishloq xo'jaligi yerlari zaxini qochirish, yerlarning sug'orish va meliorativ holatini yaxshilash loyihalarini tuzish uchun.

1:2 000 masshtabdagi topografik planlar:

— posyolkalar bosh planlarini ishlab chiqish;

— shahar alohida tumani (posyolka) uchun batafsil planirovka loyihasini ishlab chiqish; qizil chiziqlarni tayanch binolarga va inshootlarga hamda geodezik punktlarga bog'lab rejalash ishchi chizmalarini tuzish;

— shaharning qurilgan qismida qurilish texnik loyihasini tayyorlash va hududni ko'kalamzorlashtirish;

— tog'-sanoat korxonalari ijroviy planlarini tuzish;

— alohida gidrotexnik inshootlar texnik loyihasi va bosh planlarini tuzish;

— temir yo'l uzelini qayta qurish bosh chizmasini ishlab chiqish;

— truboprovod, nasos va kompressor stansiyalarini, yirik daryolardan o'tish joylarini, transport magistrallarini murakkab kesishuv joylari ishchi chizmalarini tuzish.

1:1 000 masshtabdagi topografik planlar:

— kam qavatli binolar va qishloq qurilishini qurilgan va qurilmagan hududlarda loyihalashda bosh plan va ishchi chizmalarini tuzish;

— vertikal tekislash va hududni ko'kalamzorlashtirish loyihasini tuzish; yer osti tarmoq va inshootlar planlarini tuzish, bino va inshootlarni qurilish maydonchalariga bog'lash;

— beton to'g'onlar, GES binolari, shlyuz kameralari ishchi chizmalarini tuzish;

— yangi temir yo'l stansiyalarini va amaldagi stansiyalarni qayta qurish loyihalarini ishlab chiqish;

— murakkab tuzilishda bo'lgan yer osti qazilmalarini razvedka qilish va zaxiralar hajmini hisoblab chiqish;

— murakkab muhandislik tadqiqot ishlarini bajarish.

— 1:500 masshtabdagi topografik planlar:

— qurilish uchastkasining ijroviy va bosh planini, zich yer osti kommunikatsiyali, ko'p qavatli kapital qurilish ishchi chizmalarini tuzish;

— shaharning qurilgan hududida amaldagi yer osti kommunikatsiyalari va inshootlari planini tuzish;

— qurilish maydonini vertikal tekislash loyihasini tuzish, bino va inshootlarni qurilish maydonchasiga bog'lash;

— avtomobil yo'llari, kichik daryolar, temir yo'llar va elektr uzatgich liniyalardan o'tish joylari planini muhandislik tadqiqotlari uchun tuzish.

22.3. Yirik masshtabli s'yomkalarning geodezik asosi

Masshtablari 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 bo'lgan topografik s'yomkalarni bajarishning geodezik asosi bo'lib quyidagilar xizmat qiladi:

— planli asos — 1, 2, 3 va 4- klass davlat geodezik tarmog'i punktlari; 1 va 2- razryadli zichlash tarmog'ining punktlari va s'yomka asosi nuqtalari;

— balandlik asosi — I, II, III va IV klass nivelirlash tarmog'ining reper va markalari; balandligi geometrik nivelirlash bilan aniqlangan 1, 2, 3 va 4- klass davlat geozedik tarmog'i hamda 1 va 2- razryad zichlash tarmog'ining punktlari va s'yomka asosi nuqtalari. Relyef kesimi balandligi 2 va 5 m bo'lganda balandlik asos sifatida balandligi trigonometrik nivelirlashdan aniqlangan punktlar foydalanishi mumkin.

Yirik masshtabli s'yomkalarning geodezik asosini qurishda boshlang'ich punktlar bo'lib, odatda, aniqligi quriladigan tarmoqdan yuqori bo'lgan punktlar xizmat qiladi.

Yirik masshtabli s'yomkalar geodezik asosi quyidagi usullarda, triangulyatsiya, poligonometriya va trilateratsiyada qurilishi mumkin. Ular s'yomka asosini qurishda ham qo'llanishi mumkin, bunda teodolit yo'lni mikrotriangulyatsiya bilan almashtirish mumkin. Geodezik asos tarkibi sifat ko'rsatkichi bo'yicha s'yomka qilinadigan maydon kattaligiga bog'liq.

Shaharlar hududida, posyolka va sanoat obyektlarida geodezik tayanch tarmoqlar (davlat va zichlash tarmoqlari) kelgusida 1:500 masshtabdagi s'yomkalar va muhandislik geodezik ishlarni bajarishda zichlanishi hisobga olinib loyihalanadi.

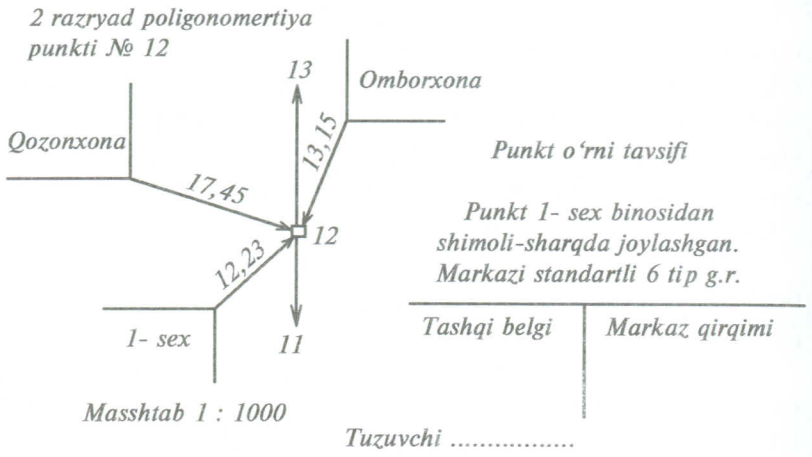
Tayanch tarmoqlar punktlarining zichligi, odatda, quyidagilardan kam bo'lmasligi kerak: qurilgan hududlarda 4 ta punkt 1 km^2, qurilmagan hududlar uchun esa 1 punkt 1 km^2 ga.

Nivelir tarmog'ining zichligi — eng kamida 1 ta reper 1:5 000 masshtabdagi varaq uchun.

S'yomkalarni bevosita ta'minlash uchun geodezik asos s'yomka asosi bilan zichlashtiriladi.

Triangulyatsiya, poligonometriya va trilateratsiya tarmoqlarini yirik masshtabli s'yomkalar asosi sifatida rivojlantirishda ular punktlarida tashqi geodezik belgilar quriladi. Shaharlar va sanoat obyektlari hududida, odatda, metall yoki temir-betondan doimiy belgilar quriladi. 2,3 va 4- klass davlat geodezik tarmog'i va 1,2-razryad zichlash tarmog'i punktlari hamda nivelirlash belgilari joyda tegishli markazlar bilan mahkamlanadi, ular birdaniga reperlar xizmatini ham o'taydi.

Grunt reper markazlar qurilmagan hududlarda, qurilgan hududlarda esa poligonometriya punktlari va reperlar devoriy belgilar bilan kapital bino va inshoot devorlarida mahkamlanadi. S'yomka asosi



22.1- shakl.

punktlari qurilgan hududlarda devoriy belgilar bilan, qurilmaganda esa uzoq yoki qisqa muddatli belgilar bilan mahkamlanadi.

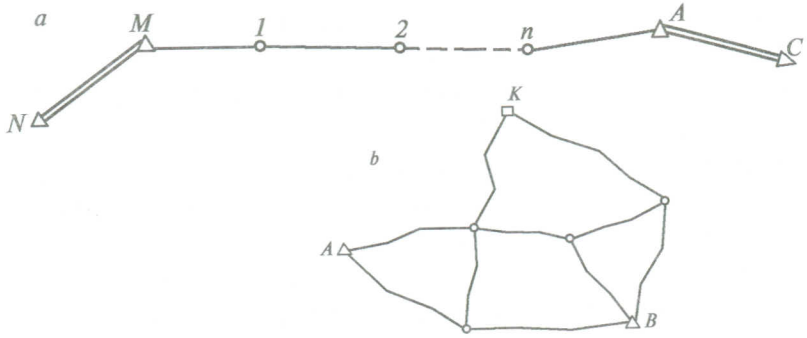
Uzoq muddatli mahkamlanadigan belgilar: betondan yasalgan pilon, monolit, beton temir truba, yog'och stolb, bolt va boshqalardan yasaladi.

Qurilgan tashqi belgilar, grunt markazlar, devoriy markalar, uzoq muddatli va vaqtinchali belgilar kelgusida topilishi oson bo'lishi uchun ularni qurib bo'lgandan keyin eng kamida joydagi uchta doimiy predmetlargacha o'lchangan chiziqlar bilan bog'lab qo'yiladi. Maxsus blankada abrisi chizib ko'rsatiladi (22.1- shakl).

Poligonometriya. Poligonometrik tarmoqlar loyihalash va qurilishda foydalanadigan yirik masshtabli s'yomkalarni bajara olishni ta'minlaydigan darajagacha davlat geodezik tarmog'ini zichlash uchun qo'llanadi.

4- klass va 1, 2 razryad poligonometrik tarmoqlar yakka yo'llar, 22.2- *a* shakl yoki yo'llar sistemasi, 22.2 *b*- shakl ko'rinishida qurilib, davlat geodezik tarmog'ining 1—4 klass punktlariga, 2-razryad tarmog'i 1-razryad triangulyatsiya punktlariga bog'lanadi.

Yakka poligonometrik yo'l ikki uchi bilan o'zidan yuqori klass yoki razryad punktlariga bog'lanadi. Osma yo'llarni qurishga ruxsat etilmaydi. Joyda mahkamlangan poligonometriya yo'llari punktlariga balandlik IV klass yoki texnik nivelirlash bilan uzatiladi. Poligonometriya yo'llarini loyihalashda quyidagilar hisobga olinishi kerak:



22.2- shakl.

poligonometrik yo'llar ko'chalar yoqalab o'tkazilishi, burchaklar va tomonlar uzunligini o'lchashga qulay bo'lishi va tomonlar uzunligi o'zaro yaqinroq bo'lishi. Loyihalashda poligonometrik punktlarning soni quyidagicha bo'lishini ko'zda tutish kerak. 1:2 000 masshtabdagi s'yomka uchun hududning qurilgan qismida — 1 ta punkt 30—50 ga maydonga.

Qurilgan hududlarda poligonometriya punktlarini devoriy belgilar bilan mahkamlash maqsadga muvofiq. Bunda ular ustiga teodolitni o'rnatish qulay bo'lishini hisobga olish kerak. Devoriy belgilarni bino va inshootlar devorlarida o'rnatishda yerdan ularning balandligi 0,3—1,2 m gacha bo'lishi kerak. Poligonometrik punktlarda burchaklar optik teodolitlar T2, 3T2КП, 2T5K, 3T5КП va shunga o'xshash teodolitlar yoki hozirgi zamon elektron taxsometrlar bilan o'lchanadi.

Teodolitlarni tekshirishlar va tuzatish «1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 masshtablarda topografik s'yomkalarni bajarish bo'yicha yo'riqnoma»da belgilangan tartibda bajariladi.

Poligonometriyada burchaklarni o'lchash alohida burchakni o'lchash usulida yoki punktda yo'nalishlar 2 tadan ortiq bo'lsa doiraviy qabullar usulida bajariladi. Qabullar soni poligonometriya razryadiga hamda qo'llanadigan teodolit aniqligiga bog'liq. Qabuldan-qabulga o'tishda limb sanog'i s=180/2 (n − qabullar soni)ga o'zgartirib olinadi.

Burchakni o'lchash o'rta kvadratik xatosi 1 razryad poligonometriya uchun $\pm 5''$ razryad uchun esa $\pm 10''$ ga teng. Poligonometrik yo'l yoki poligonda burchak o'lchashning chekli

xatosi 1- razryad uchun $10''\sqrt{n}$, 2- razryad uchun $20''\sqrt{n}$ (n — yo'ldagi burchaklar soni)dan oshmasligi kerak.

Burchak o'lchash aniqligini oshirish maqsadida o'lchashlar uch shtativli sistemada bajarilishi mumkin. Bunda kuzatish maxsus vizirlash markalarida bajariladi.

Poligonometriya tomonlari hozirgi paytda svetodalnomer yoki elektron taxeometrlarda kam mehnat sarflab kerakli aniqlikda o'lchanadi (svetodalnomerlar haqida ma'lumot 7.7 da batafsil berilgan). Yo'llarning nisbiy xatosi tegishli 1:10 000, 1:5 000. Poligonometriyada dala o'lchashlari natijalari matematik ishlab chiqarilib punktlar koordinatalari aniqlanadi. Poligonometrik tarmoq va yo'lni tenglash teodolit yo'llari tenglashga o'xshash bajariladi (XV- bobga qaralsin).

Triangulyatsiya. Geodezik tarmoqlarni zichlash maqsadida triangulyatsiya usuli, odatda, ochiq va tog'li joylarda qo'llanadi. Triangulyatsiya tarmog'ini loyihalash maxsus yo'riqnoma asosida amalga oshiriladi. Zichlash triangulyatsiyasi ham 1 va 2 razryadlarga bo'linadi.

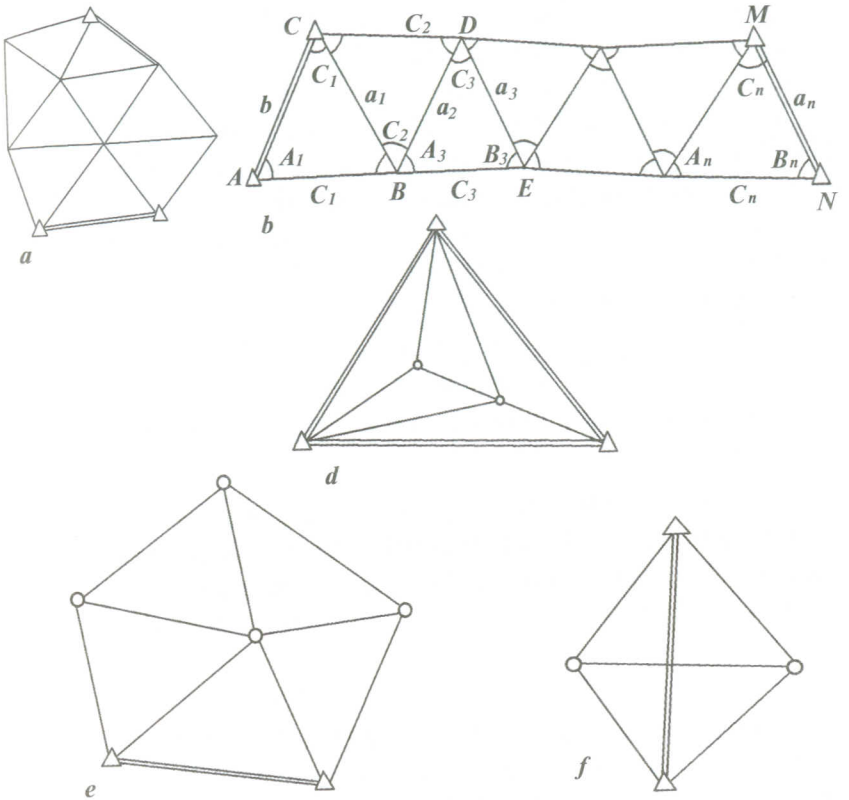
22.4. Zichlash triangulyatsiyasini qurish

Zichlash 1 va 2- razryad triangulyatsiyasi yaxlit uchburchaklar, uchburchaklar zanjiri, uchburchaklar ichiga qo'yilgan alohida punkt yoki punktlar guruhi (2—3 ta punkt), markaziy sistema, geodezik to'rtburchak shaklida rivojlantiriladi (22.3, a, b, d, e, f — shakllar). Uchburchaklar yaxlit tarmog'i o'zidan yuqori aniqlikdagi kamida 3 ta boshlang'ich punktga bog'lanib, eng kamida 2 ta bazis tomon aniqlanishi kerak; uchburchaklar zanjiri ikkita boshlang'ich geodezik punkt va ularga yondosh ikkita chiqish (bazis) tomonlariga tayanishi kerak (22.3- *b* shakl).

Zichlash 1 va 2- razryad triangulyatsiyasining texnik ko'rsatkichlari quyidagi 34- jadvalda beriladi.

34- jadval

Razryad	Tomonlar uzunligi (km)	Burchak o'lchashni o'rta kvad xatosi	Bazis tomon nisbiy xatosi	Uchburchaklardagi burchak o'lchash xatosi	Uchburchaklar burchagini eng kichik qiymati
1	2—5	5"	1:10000	20"	20°
2	0,5—3	10"	1:5000	40"	20°



22.3- shakl.

Triangulyatsiya usulida, demak, joyda bir-biriga yondoshgan uchburchaklar qurilib ularning ichki burchaklari va bazis tomonlari uzunligi o'lchab chiqiladi. Boshlang'ich tomon (bazis) AC uzunligi (22.3- *b* shakl) va A_1, B_1, C_1, A_2, B_2, C_2 ... A_n, B_n, C_n o'lchangan ichki burchaklar orqali sinuslar teoremasidan foydalanib, uchburchaklar tomonlari hisoblab topiladi. Tomonlar a_1, a_2, ..., a_n, bog'lovchi tomonlar va ular qarshisidagi A_1, A_2, A_3, ... A_n hamda B_1, B_2, B_3, ... , B_n burchaklar (bog'lovchi burchaklar) deyiladi. Tomonlar c_1, c_2, c_3, ..., c_n va ular qarshisidagi burchaklar C_1, C_2, C_3, ..., C_n ga tegishlicha oraliq tomonlar va oraliq burchaklar deyiladi.

Agarda boshlang'ich tomon (AC) ning direksion burchagi va boshlang'ich punkt (A) ning koordinatalari ma'lum bo'lsa, o'lchangan burchaklar orqali qolgan tomonlar direksion burchagi, keyin har bir tomon direksion burchagi va uzunligi bo'yicha

ular orttirmasi va nihoyat, orttirmalar va boshlang'ich punkt koordinatalari bo'yicha qolgan punktlar B, D, E, ... M koordinatalari topiladi, ya'ni yakuniy maqsadga erishiladi.

Triangulyatsiya uchburchaklari tomonlarining uzunligini hisoblash aniqligi asosan o'lchangan burchaklar aniqligiga bog'liq. Bazislar uzunligini yuqori aniqlikda o'lchalishini hisobga olib ular xatosini e'tiborga olmasak bo'ladi. Sinuslar teoremasiga asosan uchburchaklar qatori oxirgi uchburchak tomonining uzunligi uchun yozish mumkin.

$$a_n = b\frac{\sin A_1 + \sin A_2 + \ldots + \sin A_n}{\sin B_1 + \sin B_2 + \ldots + \sin B_n}. \qquad (22.1)$$

Logarifma orqali yechilganda bu formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$\lg a_n = \lg b + \sum \lg \sin A - \sum \lg \sin B. \qquad (22.2)$$

Bu formulani yechishda burchak sinuslari logarifmasini 1″ ga o'zgarishni bog'lovchi burchaklar A va B uchun tegishlicha α va β bilan ifodalab, xatolar nazariyasi qoidalariga asoslanib yozamiz:

$$m_{\lg a_n} = m_u\sqrt{\frac{2}{3}\sum\left(\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2\right)}, \qquad (22.3)$$

bu yerda: m_u — burchak o'lchashning o'rta kvadratik xatosi.

Formuladagi $\alpha^2+\alpha\beta+\beta^2=R$ ifoda geometrik bog'lanish xatosi deyiladi, shuni hisobga olib (22.3) formulani quyidagicha yozamiz:

$$m_{\lg a_n} = m_u\sqrt{\frac{2}{3}\sum R}. \qquad (22.4)$$

Bu formuladan topilgan qiymat orqali hisoblangan tomon uzunligining nisbiy xatosi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{m_a}{a} = \frac{m\lg a_n}{M}, \qquad (22.5)$$

bu yerda: M — logarifmaning doimiy moduli, M=0,4343.

R qiymati logarifmaning 6- hadi birligida olinadi. Burchaklar A va B qiymati katta bo'lganda sinus logarifmasini 1″ ga o'zgarishi shuncha kichik bo'ladi va demak, (22.3) formuladan ko'rinishicha, tomonlar uzunligi aniqroq topiladi. Shunga ko'ra bog'lovchi burchaklari 90° ga yaqin uchburchaklarni eng qulay shakl deyiladi. Umuman olganda eng qulay uchburchak bu teng yoqli uchburchak hisoblanadi; bog'lovchi burchaklar hech bo'lmasa 20° dan kam bo'lmasligi kerak. Tarmoq loyihasini qurishda punktlarning loyiha

o'rni kartada shunday tanlanishi kerakki, unda uchburchaklar tomonlarining uzunligi o'zaro yaqin bo'lsin. Loyihalangan uchburchaklar burchaklari transportir bilan kartadan o'lchab olinib ular orqali ΣR qiymati hisoblanadi, so'ngra (22.4) va (22.5) formulalar orqali oxirgi tomon uzunligini hisoblash aniqligi topiladi. Masalan, loyihalangan tarmoqda ΣR=78 va burchak o'lchash o'rta kvadratik xatosi 10″ bo'lsa (22.4) dan topamiz:

$$m_{\lg a_n} = 10''\sqrt{\frac{2}{3}\cdot 78} = 86,$$

shunda tomon uzunligining nisbiy o'rta kvadratik xatosi (22.5) formuladan

$$\frac{m_a}{a} = \frac{86}{0,4343\cdot 10^6} = \frac{1}{5000}$$

ga teng.

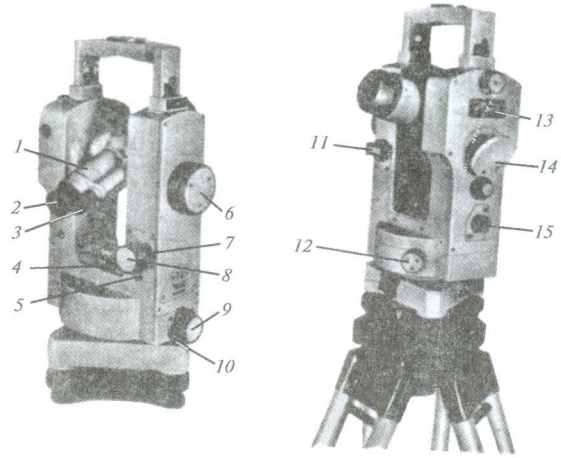
Topilgan qiymat me'yoriy ko'rsatkich bilan solishtiriladi va talabga javob bermasa loyihaga o'zgarish kiritiladi. Tarmoq loyihasi dala sharoitida tekshirib ko'riladi va loyihalashda hisobga olinmagan kamchiliklar to'g'rilanadi.

Punktlar o'rnini joyda belgilashda uchburchaklar qulay shaklda bo'lishiga, ular baland va ochiq, iloji bo'lsa, yerdan turib kuzatilishi imkoni bor joyda o'rnatilishiga e'tibor beriladi. Joy sharoiti talab qilsa punkt markazi ustiga tashqi geodezik belgi — piramida, signal yoki vexa o'rnatish aniqlab olinadi.

Punkt yer osti markazining konstruksiyasi tanlanib, (bu haqda 9.2 da ma'lumot berilgan) joyda o'rnatiladi.

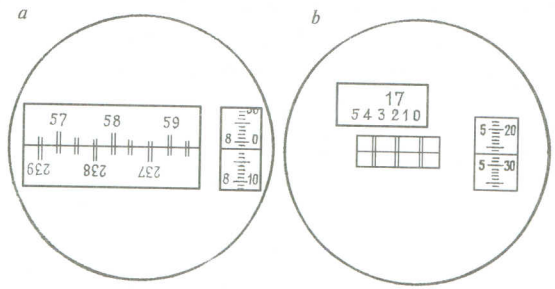
1 va 2- razryad triangulyatsiyasida gorizontal burchaklar T2(2T2, 3T2КП), T5(2T5K, 2T5КП) optik teodolitlar va elektron dalnomerlarda o'lchanadi.

T2 teodoliti. Umumiy ko'rinishi 22.4- shaklda berilgan. Teodolitning asosiy qismlari — trubaning fokuslovchi vinti (1), trubaning okulyari (2), mikroskop okulyari (3), gorizontal doiraning adilagi (4), adilakning tuzatgich vinti (5), mikrometr barabani (6), qarash trubasining mahkamlagich vinti (7), trubani qaratish vinti (8), alidada doirasining qaratgich vinti (9), doirani mahkamlash vinti (10), doiralar tasvirini o'zgartish vinti (11), limb doirasining aylantirish vinti (12), vertikal doira adilagining oynachasi (13), yoritish oynachasining qopqog'i (14), optik shovunning okulyari (15). Gorizontal va vertikal doiralari shishadan yasalgan bo'lib,

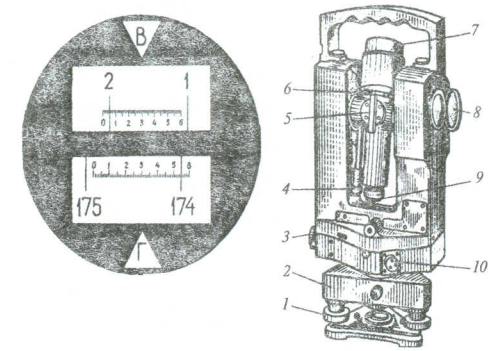


22.4- shakl.

ular diametri tegishlicha 90 va 65 mm, doiralar limbining kichik kesimi 20′ ga teng, sanoq optik mikrometr bo'yicha olinib, uning aniqligi 1″ ga teng. Asbobni punkt markaziga o'rnatish, ya'ni markazlash, optik shovur yordamida bajariladi. Vertikal burchaklarni o'lchash chegarasi ±65° gacha. Keltirilgan 22.5- *a*, *b* shakllarda T2 va 2T2 teodolitlari sanoq olish mikroskopining ko'rish maydoni berilgan. Sanoq olishdan avval optik mikrometr barabani bilan limbning qarama-qarshi shtrixlari aniq tutashtiriladi (22.5- *a* shakl), gradus va to'la 10 minutli sanoq asosiy, undan kichik minut va sekundlar esa qo'shimcha (o'ng tomondagi) shkaladan olinadi. Shunday qilib, 22.5- *a* shakldan sanoq: 57°58′02″ ; 22.5- *b* shakldan (2T2 teodoliti shkalasi) 17°25′27″ ga teng.



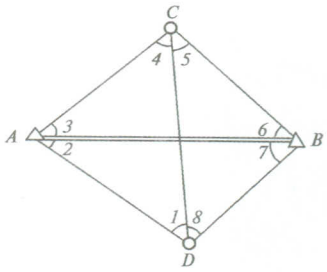
22.5- shakl.



22.6- shakl.

2T5K teodoliti. Teodolitning umumiy ko'rinishi 22.6- shaklda berilgan; uning asosiy qismlari — ko'targich vintlar (*1*), taglik (*2*), gorizontal doiraning mahkamlagich va qaratgich vintlari (*3*), shkalali mikroskop okulyari (*4*), vizirlash nishoni (*5*), trubaning obyektivi (*7*), mikroskopning yoritgich oynachasi (*8*), trubaning okulyari (*9*), gorizontal doira limbining aylantirish vinti (10), optik shovun (*11*)lardan iborat. Gorizontal va vertikal doiralari shishadan yasalgan, doiralarning kichik kesimi 1° ga teng. Sanoq olish moslamasi shkalali mikroskop bo'lib, okulyar yonidagi trubachada ko'rinadi. Uni ko'rish maydonida ikkita shkala ko'rinadi, ular 60 tadan bo'laklarga bo'lingan bo'lib, kichik kesimi 1′ ga teng, u bo'yicha sanoq olish aniqligi 0,1 yoki 6″ ga teng. Gradus qiymati shkala chegarasida joylashgan bo'lakdan olinadi. To'la minutlar soni shkalani nol bo'lagidan boshlab limbning gradus shtrixigacha sanaladi; bir minutdan kichik kesim ko'z bilan chamalanadi. Keltirilgan 22.6- *a*, *b* shaklda 2T5K teodolitning ko'rinishi va sanoq olish moslamasi ko'rish maydoni berilgan. 22.6- *b* shakldagi yuqori shkaladan (B) vertikal, pastdagi shkaladan gorizontal (Г) doiralardan sanoq olinadi. Misolda sanoqlar tegishlicha: 174°54,9′ gorizontal, +2°04,8′ vertikal doiradan olingan.

Shifrdagi K harfi vertikal doira kompensatorga ega ekanligini bildiradi va uning ishlash chegarasi ±3′ ga teng. Ko'rib o'tilgan teodolitlar bilan burchak o'lchashdan avval ularni tekshiriladi, tuzatishi va sinashlari «1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 masshtablarda topografik s'yomkalarni bajarish bo'yicha Yo'riqnoma»da belgilangan tartibda bajarilishi shart.



22.7- shakl.

Zichlash triangulatsiyasida gorizontal yo'nalishlar doiraviy qabullar usulida o'lchanadi. Qabullar soni tarmoq razryadiga va ishlatiladigan teodolit aniqligiga bog'liq. 1- razryad triangulyatsiyasida yo'nalishlar T2 teodolitida 3 ta, T5 teodolitida 4 ta qabullarda; 2- razryadda esa tegishlicha —2 ta va 3 ta qabullarda o'lchanadi.

Birinchi yarim qabulda o'lchashda limbning sanog'i 0° ga yaqin keltirilib olinadi va truba boshlang'ich yo'nalish A ga qaratiladi, agarda teodolit D nuqtada o'rnatilgan bo'lsa (22.7- shakl). Limbdan aniq sanoq olinib burchak o'lchash jurnaliga yoziladi (35- jadval). Alidada soat yo'li bo'yicha aylantirilib qarash trubasi ketma-ket C, B va yana A punktlariga qaratilib sanoqlar olinadi va jurnalga yoziladi. Ikkinchi yarim qabulda alidada soat yo'liga qarshi aylantiriladi. Har bir yarim qabulda gorizont yopilmaslik xatosi aniqlanadi va u T2 uchun 8″, T5 uchun esa 12″ dan oshmaslgi kerak. Bir qabuldan ikkinchisiga o'tishda limb s=180:m qiymatga o'zgartib boriladi (m— qabullar soni).

35- jadval

Punkt: D.Teodolit: 2T5K. Sana: 15.06.06- y. Vaqt: 7 s.00 min.
Ob-havo: ochiq. Shamol: o'rta. Tasvir: tinch. 1- qabul

Yo'nalishlar	Sanoqlar			$\frac{DCH+DO'\pm180}{2}$	Nolga keltirilgan yo'nalishlar qiymati
		Limbdan	Shkalali mikroskopdan		
A	DCH DO'	0° 180	02,0' 01,9'	0°01,95'	0°00,0'
C	DCH DO'	60 240	04,8 04,7	+05 60 04,75	60 02,85
B	DCH DO'	130 310	21,9 21,5	+1	130 09,85
A	DCH DO'	0 180	01,8 01,8	+15 0 01,8	0 00,0'

Gorizont yopilmasligi xatosi quyidagilarga teng:

$$\Delta_{ch} = 01,8' - 02,0' = -0,2';$$
$$\Delta_{o'} = 01,8' - 01,9' = -0,1';$$
$$\Delta_{o'r} = \frac{-0,2' - 0,1'}{2} = -0,15'.$$

Hisoblangan $\Delta_{o'r}$ qiymati teskari ishora bilan uchga teng bo'lib beriladi.

Qabullarda nolga keltirilgan bir xil yo'nalish qiymatlari o'zaro teng yoki farqi 2T5K teodoliti uchun 0,2′(12″)dan oshmasligi kerak.

O'lchangan yo'nalishlar aniqligini baholash ayrim qabullardagi yo'nalishlar qiymati ularning arifmetik o'rta qiymatidan farqi bo'yicha bajariladi. Bitta qabulda o'lchangan yo'nalishning o'rta kvadratik xatosi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\mu = K\frac{\sum|v|}{n}, \qquad (22.6)$$

p qabullarda o'lchangan yo'nalishning o'rta kvadratik xatosini esa ushbu formuladan topiladi:

$$M = \frac{M}{\sqrt{p}}, \qquad (22.7)$$

bu formulalardan v — ayrim qabullardagi yo'nalishlarning arifmetik o'rtadan farqi; n — qabullar soni.

(22.6) formuladagi K quyidagicha topiladi:

$$K = \frac{1,25}{\sqrt{p(p-1)}}. \qquad (22.8)$$

D punktida bajariladigan 3 ta qabullardan o'rtacha yo'nalishlardan o'rtachasini topish va natijalar aniqligini baholash quyidagi 36- jadvalda beriladi.

36- jadval

Qabullar	Punktlar nomi			
	C	v	B	v
I	60°02'51"	0	130°09'51"	0
II	44"	+7	56"	—5
III	58"	—7	46"	+5
O'rtachasi	60 02 51	0	130 09 51	0
	Σ^v (+)	+7		+5
	Σ^v (—)	—7		—5

$\Sigma|v| = 24''$; $K=0,50$;

$\mu = 0,50\frac{24}{3} = 4''$; $M = \frac{4}{\sqrt{3}} = 2,4''$.

Yuqoridagi 36- jadvalda keltirilgan misol tog'li hudud 2-razryad triangulyatsi bo'lib, kuzatishlar teodolit bilan yerda, punkt ustida, turib kuzatish punktlarida tik o'rnatilgan vexalar ostiga qaratib bajarilgani sababli markazlash va reduksiya xatolari ta'siri hisobga olinmadi.

Agar tarmoq punktlarida tashqi belgi — piramida yoki signallar o'rnatilgan bo'lib, yo'nalishlar ulardan kuzatilgan bo'lsa, natijalarga markazlash va reduksiya xatolari uchun tuzatmalar c'' va t'' hisoblab kiritiladi va yo'nalishlar punktlar markaziga keltiriladi. Buning uchun dastlabki hisoblash ishlari bajarilib, unda tarmoq uchburchaklari yechilib tomonlari uzunligi topiladi va joyda aniqlangan keltirish elementlari qiymatlari orqali tegishli formulalar bo'yicha c'' va t'' hisoblanadi.

Punktlar markazga keltirilgan yo'nalishlardan ular orasidagi burchaklarga o'tiladi va bu burchaklar har xil usullarda tenglanadi.

Oddiy tarmoqlar — uchburchaklar zanjiri, markaziy sistema va geodezik to'rtburchaklarda burchaklar sodda usulda tenglansa yetarli.

Quyida sodda usulda geodezik to'rtburchakni tenglashni ko'rib chiqamiz.

Bu to'rtburchakni (22.7- shakl) tenglash uchun boshlang'ich ma'lumotlar quyidagi 37- jadvalda keltirilgan:

37- jadval

Punktlar	Direksion burchak	Bazis, m	Koordinatalar	
			x	y
A			+1000,00	+1000,00
	140°30,0`	324,34		
B				

1. Tarmoqda o'lchangan gorizontal burchaklarga tuzatmalar hisoblash quyidagi 38- jadvalda keltiriladi:

38- jadval

Burchaklar №	O'lchangan burchaklar	Birinchi tuzatma		Dastlabki tuzilgan burchaklar	ikkilamchi tuzatmalar	Tenglangan burchaklar
		formula	qiymatlari			
1	28°31,5	$-\frac{1}{4}\omega_1+u$	+0,13'	28°31,63'	—0,3'	28°31,33
2	60°45,0	$-\frac{1}{4}\omega_1+u$	+0.13'	60 45,13	+0,3	60 45,43
3	56°50,0	$-\frac{1}{4}\omega_1+u$	—0,63'	56 49,37	—0,3	56 49,07
4	33 54,5	$-\frac{1}{4}\omega_1+u$	—0,63'	33 53,87	+0,3	33 54,17
Σ	180 01,0	ω_1=180°01'—180'00=+1,0'		180 00		180 00
5	37 31,0	$-\frac{1}{4}\omega_2-u$	—0,13'	37 30,87	—0,3	37 30,57
6	51 46,0	$-\frac{1}{4}\omega_2-u$	—0,13'	51 45,87	+0,3	51 46,17
7	58 02,5	$-\frac{1}{4}\omega_2-u$	+0,63'	58 02,63	—0,3	58 02,33
8	32 40,0	$-\frac{1}{4}\omega_2-u$	+0,63	32 40,63	+0,3	32 40,93
	179 59,0	ω_2=179°59'—180°00'=—1.0'		180 00		180 000

ω_3=(3)+(4)+(5)+(6)-180°00''=180°01,5'-180°00' =+1,5';

ω_4 = (1) + (2)+(7)+(8)-180°00'=179°58,5'-180°00'=-1,5';

$$u = \frac{\omega_3 - \omega_4}{8} = +\frac{3,0}{8} = +0,38'$$

2. Qutb shartining ozod hadi ω_q quyidagi 39- jadvaldan foydalanib yechiladi.

39- jadval

Burchaklar №	Tenglangan burchaklar sinusining logarifmi	δ 1' ga	Burchaklar №	Tenglangan burchaklar sinusining logarifmi	δ 1' ga
1	9,67904	+23	2	9,94077	+7
3	9,92272	+8	4	9,74642	+19
5	9,78459	+16	6	9,89513	+10
7	9,92860	+8	8	9,73231	+20
Σ_1=9,31495		+55	Σ_2=9,31463		+56

$\omega_q = \sum_1 - \sum_2 = +32$ logarifma beshinchi hadi birligida;

$$\sigma = \sum \delta_1 + \sum \delta_2 = 55 + 56 = 111;$$

$$\sum \delta^2 = 1823;$$

$\omega_{q(chekli)} = \pm 1,25\sqrt{\sum \delta^2} = 1,25\sqrt{1833} = \pm 53$ logarifma beshinchi hadi birligida.

Ikkilamchi tuzatma $x = -\frac{\omega_q}{\sigma} = -\frac{32}{111} = -0,3'$.

5. Tarmoq uchburchaklarini yechish quyidagi 40- jadvalda beriladi:

40- jadval

Uchburchaklar burchaklari	Tenglangan burchaklar	Burchaklar sinusi	Uchburchaklar tomonlarining uzunligi, m
2 1+8 7	60°45,4' 61 12, 3 58 02, 3	0,87256 0,87635 0,84840	322,93 324,34 314,00
	180 00		D=324,34:0,87635=370,12
3 4+5 6	56 49, 1 71 24, 7 51 46, 2	0,83694 0,94783 0,78552	286,39 324,34 268,80
	180 00		D=324,34:0,94783=342,20
1 3+2 4	28 31, 3 117 34, 5 33 54, 2	0,47749 0,88640 0,55780	268,80 498,99 314,01
	180 00		D=314,01:0,55780=562,94

S_2=Dsin(2)=370,12·12·0,87256=322,93;
S_3=Dsin(3)=342,20·0,83694=286,39;
S_1=Dsin(1)=562,94·0,47749=268,80.

4. Punktlar koordinatalarini hisoblash 37- jadvalda keltirilgan boshlang'ich ma'lumotlardan foydalanib, to'g'ri geodezik masalani yechish yo'li bilan bajariladi. Bu to'g'rida to'la ma'lumotlar 10.4 va 10.5 misollarda yechib keltirilgan.

Planli zichlash shoxobchalarining punktlari birdaniga balandlik asos bo'lib xizmat qiladi. Buning uchun punktlar orasi tekis relyefi hududlarda IV klass yoki texnik nivelirlar yo'llari bilan, tog'li

hududlarda esa trigonometrik nivelirlash bilan bog'lanadi. Bunda hosil bo'lgan balandlik tarmoqlari XV bobda keltirilgan usullardan birida tenglanadi va punktlar balandligi Boltiq balandliklar sistemasida hisoblab topiladi.

22.5. Planli va balandli s'yomka asoslari

Planli va balandli s'yomka asoslari joyda mavjud geodezik asosni yirik masshtabli topografik s'yomkalarni ta'minlash darajasigacha zichlab yetkazish maqsadida quriladi. S'yomka asosi davlat geodezik tarmoqlari, 1 va 2- razryad zichlash tarmoqlari punktlarida rivojlantiriladi. Maydoni 1 km^2 gacha bo'lgan joylarda s'yomka asosi tarmog'i mustaqil tarmoq sifatida qurilishi mumkin. Planli s'yomka tarmoqlari teodolit yo'li yoki yo'llar sistemasi, mikrotriangulyatsiya va diagonalsiz to'rt burchaklar tarmoqlari, menzulaviy yo'llar hamda geodezik to'g'ri va teskari kestirmalarni bajarish orqali quriladi. Bunda ushbu tarmoqlar nuqtalari balandligi birdaniga aniqlanadi.

S'yomka asosi nuqtalari asosan metall qoziq, toblangan mix, truba parchasi, yog'och stolb yoki qoziqlar bilan joyda mahkamlanadi. S'yomka masshtabi 1:5 000 bo'lganda planshet chegarasida eng kamida uchta, 1:2 000 da 1 ta s'yomka asosi nuqtalari uzoq muddatga saqlanadigan darajada mahkamlanadi.

Agarda s'yomka tarmog'i mustaqil rivojlantirilsa, ular nuqtalarining beshdan bir qismi doimiy belgi bilan mahkamlanadi. 1 km^2 gacha qurilmagan maydonda geodezik asos hamma tabaqalaridagi punktlarning soni quyidagilardan kam bo'lmasligi kerak:

1:5 000 masshtabli s'yomkada 4 ta
1:2 000 —"—"—"— 12 ta.
1:1 000 —"—"—"— 16 ta.

Planli s'yomka asosi punktlarining chekli xatosi davlat geodezik tarmog'i yoki zichlash tarmog'i punktlariga nisbatan plan masshtabida ochiq joylarda, 0,2 mm dan qurilgan joylarda 0,3 mm dan oshmasligi kerak.

S'yomkalar asosi sifatida teodolit va menzula yo'llarini joyda o'tkazishdagi va natijalarni ishlab chiqish X bobda batafsil berilgan. S'yomka asosi tarmoqlarini tenglash esa XV bobda ko'rib chiqilgan.

22.6. Bino va inshootlar bilan band hududlarning gorizontal s'yomkasi

Katta hududlarda 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 va 1:500 masshtablardagi topografik s'yomka odatda aerofotos'yomka yordamida bajariladi. Kichik va ochiq hududlarda aeros'yomka materiallari bo'lmagan taqdirda menzulaviy yoki taxeometrik s'yomka qo'llanadi. Bu s'yomka usullari XII va XIII boblarda batafsil bayon etilgan.

Shaharning bino va inshootlar bilan band hududi 1:500, 1:1 000 va 1:2 000 masshtablardagi topografik s'yomkasi eng murakkab hisoblanadi. Joy predmetlari va elementlari, daraxtzorlar, yer osti tarmoqlarining yer yuziga chiqish joylari, arxitektura elementlarining murakkab shakllari yuqori aniqlikda planda tasvirlash uchun s'yomka ishlarini sinchiklab va ishonchli qilib bajarishni talab qiladi. Bunday s'yomka odatda ikki qismga — fasadlar va tor ko'chalar s'yomkasi hamda kvartal ichining s'yomkasiga bo'linadi. Bu s'yomkalar quyidagi usullarda bajariladi: perpendikulyarlar, chiziq kestirma, qutbiy, chiziq stvori usullarida. Gorizontal s'yomka planga tushiriladigan obyekt va tafsilotlar, fasad chiziqlar va tor ko'chalar bo'yicha o'lchab s'yomka qilingan natijalarni abrisga chizib tushirib borishni talab qiladi. Abris 13×33 sm kattalikdagi qalin muqovali daftardan iborat. Abrisni to'ldirib borishda quyidagilarga e'tibor beriladi:

1) chizmalar oddiy qora qalamda tushirilishi kerak;

2) s'yomka qilingan predmet va tafsilotlar chegarasi abrisga ixtiyoriy masshtabda qabul qilingan shartli belgilarda tushiriladi;

3) yozuvlar aniq va tushunarli bo'lishi kerak, to'g'ri chiziqlar chizg'ich bilan, egrilari qo'l bilan chiziladi, tafsilotlar konturlarida izoh yozuvlari beriladi;

4) ordinatalar va kestirma chiziqlar uziq yoki ingichka yaxlit chiziqlar bilan s'yomka chizig'idan o'ng va chap tomonlarda beriladi; agar s'yomka yo'li ikki chiziqda berilsa, abssissa qiymati ular orasida, ordinata esa uning o'rta qismida yoziladi;

5) abrisda s'yomka yo'li bitta chiziq bilan berilgan bo'lsa, abssissa ordinata va kestirmalar boshida, unga qarama-qarshi tomonda beriladi;

6) s'yomka qilinadigan hamma holatlar yo'g'on chiziqlarda, qo'shimcha o'lchamlar uziq chiziqda beriladi.

Perpendikulyarlar usulida teodolit yo'li bo'yicha 20 m dan 1:500 masshtab uchun, 40 m — 1:1 000 va 60 m — 1:2 000 masshtab uchun belgilab chiqilgan stvor nuqtalar orasida 20 metrli po'lat lenta yerda tarang tortir yotqiziladi. Keyin unga predmetning planga tushiriladigan nuqtasidan perpendikulyar chiqarib, uning uzunligi po'lat ruletka bilan o'lchanadi; lenta bo'yicha perpendikulyar asosidan sanoq olib teodolit yo'li tomonining bosh nuqtasidan bo'lgan masofa aniqlanadi. O'lchash lentasi yo'l tomonining stvorida teodolit bilan qo'yiladi, bunda stvordan chiqib ketish xatosi 1,5—2 sm dan oshmaydi, lentadan sanoq olish xatosi esa 1—2 sm ni tashkil etadi. Perpendikulyarni oddiy ko'z bilan chiqarish xatosini amalda 30` ga teng deb olish mumkin, shunda perpendikulyar uzunligidagi xato Δl quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\Delta l = l \sin^2 30' = \frac{1}{25000} l . \qquad (22.9)$$

Bu yerda: l — perpendikulyar uzunligi.

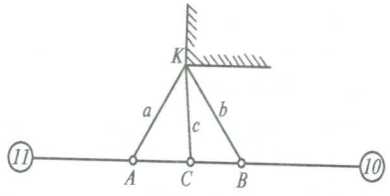
Teodolit yo'lining tomonida ko'z bilan qurilgan perpendikulyar asosini aniqlash xatosi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Delta a = l \sin^2 30' = 0{,}01 l . \qquad (22.10)$$

Yuqoridagi (22.9) formuladan ko'rinishicha, perpendikulyarning uzunligini aniqlashda xato kichik bo'lib, uni e'tiborga olmasa ham bo'ladi; shu bilan birga perpendikulyar asosini aniqlash xatosi Δa perpendikulyar uzunligiga jips bog'liqligini (22.10) formuladan ko'rish mumkin, l=8 m bo'lsa, topamiz Δa=0,01·8=0,08 m, bu esa masalan, 1:500 masshtab uchun qo'pol xato hisoblanadi.

Shunga ko'ra, teodolit yo'li tomoni tor ko'chalar fasadlari va kvartal ichidagi tafsilotlarga yaqin qilib joylashtirilishi kerak. S'yomka jarayonida masshtab aniqligini ta'minlash uchun perpendikulyarlar uzunligi quyidagilardan oshmasligi kerak: 4 m—1:500 masshtab 6 m—1:1 000 va 8 m—1:2 000 masshtablar uchun. Bulardan katta perpendikulyarning uzunligi lenta yoki ruletka uzunligidan oshmaydigan kestirma chiziqlar bilan qo'shimcha aniqlab borilishi kerak. Perpendikulyarlarni chiqarishda ekkerdan (4.2. ga qaralsin) foydalansa, ularning uzunligini quyidagicha oshirish mumkin: 20 m—1:500, 40 m—1:1 000 va 60 m—1:2 000 masshtablar uchun.

Kvartallar burchagini aniqlovchi perpendikulyarlar eng kamida ikkita kestirma chiziqlar bilan aniqlanadi. Tafsilotlarni bu usulda



22.8- shakl.

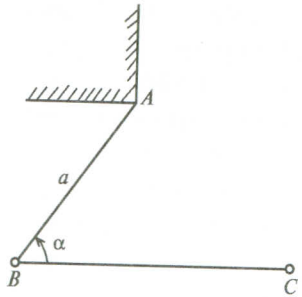
s'yomka qilishda hamma bino va inshootlar gabaritlarini alohida o'lchab borish kerak.

Chiziq kestirmalar usulida s'yomka chizig'i (teodolit yo'li) stvori lenta teodolit bilan belgilab qo'yilgan belgilar bo'yicha yozib tortiladi. Lentani yaxlit metr bo'laklarida olinadigan *A* va *B* (22.8- shakl) nuqtalaridan planga tushiriladigan tafsilot nuqtasi K gacha *a* va *b* masofalar o'lchanadi. Bunda A va B nuqtalari lentada shunday tanlanadiki, ular K nuqta bilan tutashtirganda tengyoqli uchburchakka yaqin shakl hosil bo'lsin. Kestirma chiziqlar *a* va *b* larni o'zaro kesishgan nuqtasi K nuqtasi o'rnini beradi.

Lekin nuqta o'rnini ikkita kestirma chiziq orqali topish nazoratsiz hisoblanadi. Shuning uchun nazorat maqsadida uchinchi chiziq *c* ham olinadi (22.8- shakl). Kestirma chiziqlar uzunligi ruletka uzunligidan oshmasligi kerak.

Qutbiy usul s'yomka yo'lidan ancha uzoqda joylashgan tafsilotlarni planga tutashtirishda qo'llanadi. Bunda vizir nurlarining uzunligi turli masshtablar uchun me'yorda ko'rsatilganidan oshmasligi kerak. Masalan, 1:500 masshtabda aniq chegaralarni tushirish uchun 40 m dan oshmasligi lozim.

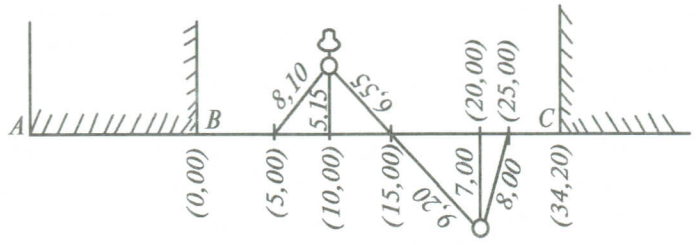
Teodolit yo'li nuqtasida yoki yo'l stvorida belgilab qo'yilgan nuqtalarda teodolit o'rnatilib planga tushiriladigan A nuqtasiga qarab α burchagi *a* ga teng (22.9- shakl) BA masofa ruletka bilan yoki ipli dalnomerlarda o'lchanadi. Bu usulda qutbiy burchaklar yarim qabulda (DO' yoki DCH) o'lchanadi.



22.9- shakl.

Qutbiy usulini nazorat qilish bino va inshootlar gabaritlarini qo'shimcha o'lchab amalga oshiriladi.

Stvorlar usuli quyidagiga asoslangan: devor stvori AB (22.10- shakl)ni davom ettirib joydagi bino devorigacha tushiriladi va unda C nuqtasi topiladi. Nazorat uchun bino B burchagidan C nuqtasigacha masofa o'lchanadi. BC chizig'idan tafsilotlar perpendikulyar-



22.10- shakl.

lar va chiziq kestirma usullarda s'yomka qilinadi. Stvor usuli kvartal ichkarisida joylashgan tafsilotlarni s'yomka qilishda, tuzilgan planlarning dala nazoratini bajarishda keng qo'llanadi.

Kombinatsiyalashgan usulda s'yomka asosi yo'llarini qurishda kvartallar burchaklari, fasad chiziqlarining siniq nuqtalari va ayrim kapital binolar burchaklarining koordinatalari qutbiy usulda aniqlab boriladi. Bunda qutbiy burchaklar teodolitda to'la qabulda o'lchanadi. Ko'chalar chorrahasida ruletka bilan diagonallar bo'yicha binolar burchaklari orasidagi masofalar o'lchab chiqiladi va ular kvartallar burchaklarining planga tushirilgani aniqligini nazorati uchun foydalanadi. Shaharlar hududida uchraydigan ayrim predmetlarni s'yomka qilish o'ziga xos xususiyatga ega. Masalan, telefon va telegraf stolbalari, yer osti inshootlarining chiqish quduqlari va boshqalar ko'ndalang qirqimda doira shakliga yaqin bo'ladi.

Yer osti inshootlari quduqlari chiqishini s'yomka qilishda o'lchashlar quduq markazigacha bajariladi, kvadrat shaklidagi lyuklarda – ikkita burchagi s'yomka qilinib gabariti o'lchab olinadi.

Stolba (telegraf, telefon va b.q.) lar va daraxtlarni s'yomka qilishda o'lchash uning gardishi o'rtasigacha bajariladi va ruletkadan olingan sanoqqa stolba diametrining 1/2 hissasi qo'shiladi. Yog'och darvozalarni s'yomka qilishda ularning stolbalari planga tushirilmaydi, g'ishtdan qilinganlari esa tushiriladi.

22.7. Bino va inshootlar qurilgan hududlarning vertikal s'yomkasi

Ko'cha va tor ko'chalar bo'ylama va ko'ndalang profillarini, maydonni vertikal tekislash loyihasini, yer osti tarmoq va inshootlar loyihasini, yo'l ishlari loyihasi va boshqalarni tuzish uchun

joyning vertikal s'yomkasini bajarish kerak bo'ladi. Bino va inshootlar bilan band hududlarning relyefi planda gorizontallar va nuqtalar balandlik (otmetka)larini yozib tasvirlanadi. Balandliklar planda 0,01 m gacha yoziladi.

Zich imoratlar bilan band joylarni 1:500 masshtabdagi planlarda va turli sathdagi yer bo'laklarida gorizontallar o'lkazilmay relyef nuqtalarining balandligi yozib ko'rsatiladi.

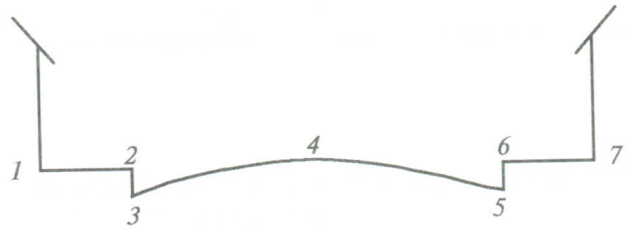
Shahar hududida nivelirlash ishlari tor ko'chalarni nivelirlash va kvartal uchastkalarini nivelirlashga bo'lindi.

Tor ko'chalarni nivelirlash tor ko'cha balandlik planini, uning bo'ylama va ko'ndalang profillarini tuzish hamda qurilish bilan bog'liq muhandislik vazifalarni yechish maqsadlarida bajariladi. Bunday nivelirlash ikki bosqichda bajariladi: ko'cha o'qini piketlarga bo'lish: ko'ndalang qirqimlar nuqtalarini belgilash va ularni nivelirlash; agar tor ko'cha plani mavjud bo'lsa, nivelirlanadigan nuqtalar bu plan nusxasiga mavjud tafsilotlarga tayanib tushiriladi.

Plan bo'lmasa piket va ko'ndalang qirqim nuqtalari joyda mahkamlanib abrisga tushirib olinadi, abrisda bu nuqtalarning binolar burchaklariga va boshqalarga bog'lib o'lchangan natijalari ko'rsatiladi. Tor ko'cha fasad chizig'i bo'yicha piketlarni joyda belgilash odatda 20 metrli po'lat lenta yoki 20,50 m li ruletka bilan o'lchab s'yomka qilinadi.

Boshlang'ich nol nuqtasiga mustahkam kontur nuqtasi (bino, g'isht burchak nuqtalari, devor va h.k.) qabul qilinadi. Tor ko'cha fasad chiziqlarida nol nuqtalar bir-biriga qarama-qarshi joylarda olinadi va shu bilan ko'ndalang qirqimlar ko'cha o'qiga perpendikulyar joylashtiriladi.

Tor ko'cha tafsilotlarini s'yomka qilishda va birdaniga o'qni piketlarga bo'lishni s'yomkalar chizmasi (abrisi) yoyilgan qo'sh varaqda olib boriladi, unda birdaniga piketlar va ko'ndalang qirqim nuqtalari yozuvlari joylashtiriladi. Ko'chalar asfaltlangan bo'lsa, ko'ndalang qirqim nuqtalari bo'r bilan, qoplamasi yo'q joylarda yog'och qoziqlar bilan belgilanadi. Tor ko'cha yoki lotok o'qining burilish nuqtalari o'rni joydagi mustahkam nuqtalarga kestirma chiziq usulida bog'lab boriladi va abrisga chizib tushiriladi. Ko'ndalang qirqimlarda ko'ndalang profilni chizish uchun quyidagi xarakterli nuqtalar belgilanishi kerak: fasad chizig'idan nuqta (1), yo'lak qirg'og'i (2), lotok (3), tor ko'cha o'qi (4) va xuddi shunday



21.11- shakl.

nuqtalar qarshi tomonda (5, 6, 7), 22.11- shakl. Tor ko'chani nivelirlash natijasi jurnalga yoziladi. Nivelirlash texnik nivelirlash dasturida bajariladi va unda yo'l qo'yilgan xato quyidagidan oshmasligi kerak:

$$f_n = 50\sqrt{L} = 10\sqrt{n},$$

L – nivelir yo'lining uzunligi; n – yo'ldagi stansiyalar soni. Birdaniga tor ko'chada joylashgan yer osti tarmoqlarining chiqish joylari — vodoprovod, kanalizatsiya, aloqa liniyasi va boshqalar quduqlarining halqasi nivelirlanadi. Agar quduq ko'cha sathidan chuqurda yoki balandda joylashgan bo'lsa, uning yonida yer yuzi yoki ko'cha qoplamasi yuzi balandligi o'lchanadi.

Kvartallar va uchastkalarni nivelirlashda nuqtalar binolar yonida, tafsilotlar chegarasida, relyefning xarakterli nuqtalarida belgilab olinadi va plan nusxasida ular raqamlab chiqiladi. Ularni nivelirlash natijalari jurnalga yoziladi. Shu planda relyefning o'zgarib borishi yo'nalishlari ko'rsatiladi (strelka bilan). Tabiiy relyefni tasvirlash uchun relyefning piket nuqtalari qurilgan binolardan ma'lum masofada olinadi. Nivelirlash stansiyalarida ikkitadan nazorat nuqtalari olinib, ular ikki qo'shni stansiyalardan nivelirlanadi va o'zaro bog'lanadi. Bunday nazorat nuqtalari o'zgarmas nuqtalarda, tosh yoki beton zinapoyalarda, binolar sokolida, quduqlar qopqog'ida, asfalt ustida olinadi. Relyefning xarakterli nuqtalari balandligidan tashqari kvartal ichkarisida joylashgan yer osti inshootlarining chiqish joylarida, kapital binolarga hovli tomondan kirish joyida, lotok yoki ariq tubida, suv havzalaridagi suv sathidan olingan nuqtalar balandligi o'lchab topiladi.

XXIII BOB.

YER OSTI MUHANDISLIK TARMOQLARINING S'YOMKASI

23.1. Qurilish davomida ijroviy s'yomkalarni bajarish

Yer osti tarmoqlarini qurish davridagi s'yomkasi ular yotqizilgan xandaqlarni ko'mmasdan oldin bajariladi va ijroviy planni tuzishda foydalaniladi.

Yotqizilgan yer osti tarmog'ining burilish burchaklari, egrilarning boshi, o'rtasi va oxiri, quduqlari, kameralari va boshqalar, profilning singan nuqtalari, trubalarning qo'shilgan va ajralgan joylari, yer osti inshootlari va boshqalar s'yomka qilinadi.

Yer osti tarmog'ining hamma qismida qurilish ishlarini birdaniga tugatib bo'lmasligini hisobga olib, ijroviy s'yomka har bir qurib bitkazilgan qismi uchun birin-ketin bajariladi.

Yer osti tarmoqlari tor ko'chalarni s'yomkasi uchun qurilgan teodolit yo'llaridan perpendikularlar yoki eng kamida uchta chiziq bilan kestirma usulida, stvorlar va qutbiy usullarda hamda tayanch bino va inshootlardan perpendikulyarlar va kestirmalar usullarida s'yomka qilinadi.

Geodezik o'lchashlarni tashkil qilish va bajarish nuqtai nazaridan yer osti tarmoqlarini 3 turga bo'lish mumkin:

1) o'zi oqar quvur o'tkazgichlar (ular berilgan nishablikni ta'minlashni qat'iy talab etadi). Bularga temir-beton, asbosement va boshqa nometall meteriallardan qurilgan va eng chuqurda joylashadigan kanalizatsiya quvurlari kiradi;

2) bosimli quvur o'tkazgichlar — yuqori bosim ostida suyuq va gaz mahsulotlarni tashish uchun xizmat qiladi. Bular asosan metall quvurlar bo'lib, chuqurligi 1—2 m ni tashkil qiladi;

3) kabel liniyalari — turli kuchlanishdagi va maqsaddagi kabellar, chuqurligi 0,5—1 m bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatilgan tarmoqlarni s'yomka qilish aniqligi deyarli bir xil. Bino va inshootlar qurilgan hududlarda yer osti inshootlarining joydagi poydevorlarga nisbatan o'rni ±0,2—0,3 m,

qurilmagan hududlarda esa 1 m gacha aniqlikda tasvirlanishi kerak. Balandlik bo'yicha aniqligi inshootlarning loyiha nishabligi va balandligini ta'minlashga qo'yilgan talabga bog'liq. Quduqlar, yer osti magistral tarmoqlar lyuklarining koordinatalari maxsus topshiriq bo'yicha aniqlanadi. Shaharning ochiq joylarida qurilgan yer osti kommunikatsiyalari — gaz quvurlari, elektr kabellari va shunga o'xshashlar tekshirish quduqlariga ega emasligi sababli ular burilish nuqtalarining koordinatalari teodolit yo'llaridan xandaqlar ko'milmasdan oldin o'lchab aniqlanadi.

Qurilmagan hududlarda magistral tarmoq quduqlari, kameralari va stvor nuqtalari teodolit yo'llariga qo'shilib koordinatalari aniqlanadi, agar bunga imkon bo'lmasa bu nuqtalarning koordinatalari burchak kestirma usulida aniqlanadi. Yotqizilgan quvur o'tkazgichlar yoki kabel o'qlari ochiq xandaqlar tubidan yer yuziga mexanik shovun yordamida chiqariladi.

Quduqlar, kameralar va kollektorlar s'yomkasini bajarishda ularning ichki va tashqi gabaritlari ham o'lchab aniqlanadi. Yotqizilgan quvurlar qirqimi, kanallar, kameralar o'lchamlari (ichki va tashqi); ular qaysi materiallardan tayyorlangani va ularni quduqlar, kanallar hamda kameralarda joylashgan o'rni, telefon kanalizatsiyasining kanal va bloklari konstruksiyasi va boshqalar ijroviy s'yomka jarayonida aniqlanib abrisda yozib ko'rsatiladi.

Bulardan tashqari yotqizilgan cho'yan va metall quvurlarni quduqdan keyingi birinchi svarka bilan ulangan joylari s'yomka qilinadi; quvurlarning ishchi uzunligi ko'rsatiladi; bir-biridan uzoq joylashgan quduqlar orasida har 50 m da quvurlarning ulangan joylari ham s'yomka qilinadi. Ijroviy s'yomkalar natijasi quduqlarning qopqoqlari markaziy nuqtalari orasidagi masofalarni o'lchab nazorat qilinadi.

Yer osti tarmoqlari III va IV klass nivelir yo'llari reperlaridan boshlab texnik nivelirlash uslubida nivelirlab chiqiladi. Yer osti tarmoqlarini nivelirlashda quduqlar qopqog'ining halqasi, quduq tubi, kanalizatsiya quvrining lotoklari, quduqlaridagi gaz, vodoprovod va boshqa quvurlarning usti, quduqsiz yotqizilgan joylarda — burilish nuqtalari, profilning singan nuqtalari hamda xandaqlar qirog'idagi yer nuqtalarining balandligi dastlabki bajarilgan pikerlashdagi nuqtalar balandligi topiladi. Quduqlar tubi va ichini nivelirlashda 4 metrli reykalar qo'llanadi. Ijroviy plan yer osti tarmog'ini yotqizish loyihasini tuzishda foydalangan mavjud topografik plan nusxasida tuziladi. Trassaning plani 1:5 000

yoki 1:1 000 masshtabda tuzilib tafsilotlar hozirgi kundagi holatiga to'g'ri kelishi kerak. Trassa planiga yer osti inshooti o'qidan tashqari quyidagilar tushiriladi: hamma quduqlar, yong'in gidrantlari, vantuzlar, uylarga kiritish zadvijkalari, suv olish budkalari va kolonkalari; ichki kanalizatsiya quduqlari va boshqalar.

Yotqizilgan quvurlar uchun joyda bajarilgan o'lchashlar va nivelirlash natijasi bo'yicha inshoot o'qining bo'ylama profili chiziladi va unda quvur o'tkazgich o'qining vertikal holati, yer nuqtalari balandligi bilan hamma quduqlar va kameralarning chiqish va kirish joylari, gidravlik zatvorlar va boshqalar ko'rsatiladi.

23.2. Foydalanishda bo'lgan yer osti tarmoqlarining s'yomkasi

Mavjud yer osti tarmoqlarining ilgarigi s'yomkasi bajarilmagan bo'lsa yoki ijroviy plani yo'qolgan bo'lsa, tuzilgan ijroviy planning to'g'riligiga shubha tug'ilsa tarmoqni ro'yxatdan o'tkazish, kengaytirish yoki qayta qurish maqsadida uning yangidan s'yomkasi bajariladi. Mavjud yer osti tarmog'ining s'yomkasini bajarish joyga chiqib tanishib chiqish (rekogonossirovka), tekshirish va tarmoq chiqish joylarini nivelirlashga bo'linadi. Yer ustiga chiqishi bo'lmagan tarmoqlarni s'yomka qilishda maxsus shurflarni qazish o'rniga (ochish uchun) quvur-kabel qidirgich ishlatiladi, chunki shurflar qazish va yo'llar qoplamasini qayta tiklash murakkab ishdir.

Rekognossirovkada quyidagilar bajariladi: yer osti tarmog'ining umumiy chizmasini quduqlar o'zaro bog'lanishini aniqlash uchun tuzish; shurflar qaziladigan joylarni belgilash, ishlar hajmini aniqlash.

Rekognossirovka shahar arxitektura Bosh boshqarmasi bilan kelishilgan holda yer osti tarmoqlaridan foydalanuvchi korxonadagi materiallardan foydalanib, yer osti inshootlarini 1:500 masshtabdagi topografik planga tushirilgan nusxasida bajariladi. Bunda plandagi tafsilotlar joy bilan solishtiriladi, joyda aniqlangan yer osti tarmog'ining chiqish joylari planga tushiriladi va joyda yo'qlari planda o'chirib qo'yiladi.

Joydagi tekshirishlar natijasida yer osti tarmoqlarining maqsadi, materiali, quduqlar va kameralar o'lchamlari, quduqdagi quvurlar soni, ular diametri, kirish joylari, qo'shilgan va ajralgan joylari aniqlanadi; quduq lyuki halqasidan quduq ichidagi quvurlar usti va ostigacha bo'lgan vertikal masofalar o'lchanadi; kabellar o'rni va ularning kirish joylari belgilanadi.

Joyda quyidagilar tekshiriladi:

1) tonnellar va ularda yotqizilgan yer osti tarmoqlari;
2) vodoprovod, kanalizatsiya va issiqlik tarmoqlarining quduqlari;
3) telefon korobkalari va taqsimlash javonlari;
4) gaz tarmog'ining quduqlari va boshqa qurilmalari;
5) kanalizatsiyalar chiqish joylari.

Vodoprovod quduqlarini tekshirishda quduqning tubi, undagi quvur usti, quduq lyukining halqasi, quduq atrofidagi yer usti qoplamasi (agarda qopqoq undan chuqurda yoki balandda joylashgan bo'lsa) nivelirlanadi va balandligi aniqlanadi.

Telefon tarmog'ini tekshirishda nivelirlash bilan quduq qopqog'ining usti, tubi, kanallaardan biri teshigining osti balandliklari o'lchab topiladi.

Issiqlik tarmog'i kameralarini tekshirishda quyidagi ishlar bajariladi:

1) issiqlik o'tkazuvchi quvur o'qini planga tushirish uchun kamera qopqog'i va quvurlarning joylashishi planda belgilanadi;
2) kameradagi quvurlar diametrlari aniqlanadi va kamera qopqoqlaridan birining markazi shovun bilan kamera tubiga proyeksiyalanib, undan kamera devorigacha masofa o'lchanadi;
3) kamera devoridan issiqlik o'tkazuvchi quvur o'qigacha masofa o'lchanadi.

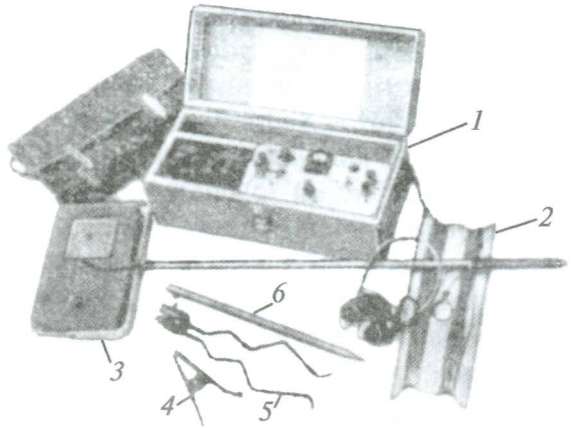
Gaz quvurlarini tekshirishda — koverlar joylashishi bo'yicha gaz quvuri o'qi va gaz quvurining uylarga kirish yo'nalishlari aniqlanadi.

Yer osti tarmoqlarining yer ustiga chiqish joylarining s'yomkasi birdaniga tor ko'chalar s'yomkasi bilan birga bajariladi (22.6 ga qaralsin).

Yer osti tarmoqlarini tekshirishda joyda aniqlangan yangi quduqlar joydagi mustahkam predmetlardan kestirma chiziq usulida s'yomka qilinadi. Mavjud yer osti tarmoqlarining balandlik s'yomkasi texnik nivelirlash bilan bajariladi. Rekognossirovka va tekshirishlar natijasida aniqlangan yer osti tarmoqlarining yer ustiga chiqish joylari qo'shimcha nivelirlanadi va lotok balandligi, yer osti inshooti quvurining usti balandligi aniqlandi.

23.3. Yer osti tarmoqlarining s'yomkasini bajarish uchun asboblar va ulardan foydalanish

Yer osti tarmoqlarining planini tuzishda yer osti inshootlarining yer ustiga chiqish joylarini geodezik o'lchash natijalaridan foydalaniladi. Yer osti tarmoqlarining chiqish joylari bo'lmasa va

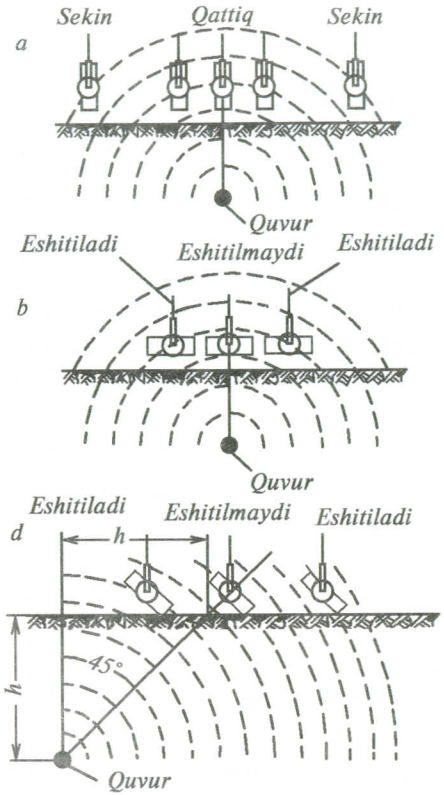


23.1- shak.

ularning ijroviy chizmalari oldin tuzilmagan bo'lsa, shurflar qazish o'rniga quvur kabel qidirgich asboblaridan foydalanib s'yomka qilinadi. Bularga misol qilib TKI–2, BTP–IV va boshqalarni ko'rsatish mumkin. Ular tok o'tkazuvchi quvurlar (metall) va yotqizilgan kabellarning plandagi o'rni va chuqurligini shurf qazimasdan aniqlashga xizmat qiladi.

TKI–2 ikkita asosiy qismlardan: generator va qabul qiluvchi qurilmadan tashkil topgan (23.1- shakl). U yer ostida 3 m chuqurlikda yotgan metall quvurlar, 6 m chuqurlikda yotgan kabellarning planli o'rnini va chuqurligini ±10—15 sm aniqlikda o'lchash imkonini beradi. Uzunligi 1–2 km ga teng yer osti inshooti asbob generatorini o'rnidan ko'chirmasdan aniqlanishi mumkin. TKI-2 ning ishlash prinsipi elektromagnit induksiyadan quvur yoki kabel atrofida hosil bo'lgan o'zgaruvchan magnit maydonini tovush chastotali tok bilan aniqlashga asolangan.

Tovush chastotali o'zgaruvchan tok generatori bitta sim bilan aniqlanadigan metall quvurga, ikkinchisi bilan yerga ulanadi, bunda quvur atrofida o'zgaruvchan magnit toki hosil bo'ladi va u qabul qiluvchi qurilmada shu chastotadagi induksiyani hosil qiladi. O'zgaruvchan magnit maydoni ramka-antenna, past chastotali usilitel va quloqqa iladigan telefondan iborat qabul qiluvchi qurilma orqali topiladi. Tovushning balandligi ramka-antenna bilan aniqlanadigan inshootning o'zaro joylashishiga bog'liq, shunga asoslanib inshootning planli o'rni, chuqurligi va yo'nalishini



23.2- shak.

aniqlash imkoni bo'ldi. Tok manbai bo'lib ishqor akkumulyator xizmat qiladi. Generatorni tok o'tkazuvchan quvurga ulash maxsus vilka yoki qisqich bilan amalga oshiriladi. Bunda quvur generatorga ulanadigan joyi zangdan yoki kraskadan tozalanadi.

Quvur o'tkazgichda o'zgaruvchan tok generatorning chiqish klemmalaridan birini vilka bilan quvurga, ikkinchisini yerga ulab hosil qilinadi. Yerga ulash metall stolb, tramvay relyesi va boshqalar orqali bajariladi; ular bo'lmasa inshoot o'qidan 5—10 m chetroqda qoqiladigan metall qoziq bilan bajariladi.

Yer ostidagi quvur yo'nalishi ramka-antennaning vertikal holatida aniqlanadi, buning uchun ramka o'z vertikal o'qi atrofida asta-sekin aylantiriladi, bunda telefonda eng kuchli signal ramkaning tekisligi quvurga parallel bo'lganda eshitiladi (23.2- *a* shakl). Ramka tekisligi quvur o'qiga perpendikulyar bo'lsa, ovoz umuman

yo'qoladi. Quvurning planli o'rni ramka tekisligining o'qiga perpendikulyar joylashganida (23.2- *b* shakl) aniqroq topiladi.

Quvur yotgan zonani aniqlash uchun ramka tekisligi quvur o'qiga parallel tutilib, o'qidan chapga, o'ngga suriladi (23.2- *a* shakl). Zona aniqlangandan keyin ramka shu zonada gorizontal holatda ixtiyoriy tomonga suriladi va signal eng past eshitilgan joyda ramkaning markazi ostida quvur o'qi joylashgan bo'ladi (23.2- *b* shakl).

Quvur yoki kabel **chuqurligini** aniqlashda uchburchak chizg'ich yordamida ramka-antenna tekisligi yer tekisligiga 45° burchak ostida tutiladi (23.2- *d* shakl) va u quvur o'qiga perpendikulyar yo'nalishda signal eng past bo'lguncha suriladi (agarda ramkani surish davom ettirmasa signal yana osha boshlaydi). O'sha shakldan h masofa quvur o'qi bilan signalning eng pastlashgan daqiqasida ramka-antennaning turgan o'rni orasidagi masofaga teng bo'ladi. Yuqorida keltirilgan tartibda quvur o'qining birinchi nuqtasi topilgandan keyin qidirishni ramkani gorizontal holatida davom ettirib, quvur o'qining o'rni signalning minimum balandligi bo'yicha aniqlanadi. Yer osti inshootlarining burilishlari to'g'ri uchastkalardagi ayrim s'yomka nuqtalari yuqoridagiday topilib yer sirtida qoziqlar (asfaltda bo'yoq bilan) belgilanadi va ular joydagi mustahkam konturlarga chiziq o'lchash, burchak kestirma yoki boshqa usullarda bog'lab boriladi.

Yer osti kuchlanish kabellarini s'yomka qilish TKI-2 generatorsiz bo'ladi. Ish davomida texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilish talab qilinadi.

23.4. Yer osti tarmoqlarining planini tuzish

Yer osti tarmoqlarining plani 1:500, 1:1 000, 1:2 000 va 1:5 000 masshtablarda tuziladi; agarda yer osti tarmog'ini 1:500 masshtabdagi planda joylashtirish imkoni bo'lmasa (tarmoq zich joylarda) planni 1:200 masshtabda tuzishga ruxsat beriladi. Yer osti tarmoqlarining aniq planli, balandli holati, ularning diametri, materiali va boshqa bir qancha tavsiflari 1:500 va 1:1 000 masshtabli planlarda to'la beriladi. Planni tuzishdan avval yer osti komumnikatsiyalaridan foydalanuvchi korxonalarda mavjud materiallar yaroqliligi aniqlanadi va agar materiallar xato va ishonchsiz bo'lsa, dala s'yomka ishlarining hajmi aniqlanadi. Planlarni tuzishda eng ishonchli materiallar bo'lib xandaqlarni ko'mmasdan oldin ularda yotqizilgan quvur va kabellar ijroviy s'yomkasining chizmasi hisoblanadi.

Yer osti tarmoqlarining rejasini tuzishda ilgari tuzilgan va tafsilotlari yangilab kelingan 1:500, 1:1 000 masshtablardagi topografik planlarning ko'k nusxasidan foydalaniladi.

Katta shaharlar markaziy qismlaridan yer osti tarmoqlari zich joylashganligi sababli yer usti va yer osti s'yomkalari uchun alohida-alohida rejalar tuziladi. Yer osti tarmoqlari rejada qabul qilingan shartli belgilarda tasvirlanadi, yer osti tarmoqlarining yotqizilgan chuqurliklari yoziladi, quvurlar diametri va qo'shimcha tavsiflari ko'rsatiladi. 1:500 va 1:1 000 masshtablardagi planlarda yer osti tarmoqlarining quyidagi tavsiflari yozib ko'rsatiladi:

1) o'zi oqar kanalizatsiya, novlar va drenajlar uchun quvurning ichki diametri va materiali plan chegaralarida va diametri o'zgargan joylarda, yoki eng ko'pi bilan har 100 m da; har bir quduqda novlar balandligi va kiradigan va chiqadigan quvurlar balandligi;

2) vodoprovod va bosimli kanalizatsiyalarda — quvurlar ichki diametri va materiali planlar chegarasida, diametri o'zgargan joylarda, lekin yozuvlar eng ko'pi bilan har 150 m da berilishi kerak; har bir quduq yonida quvurlarning yotqizilgan chuqurligi, shahar sistemasida belgilangan quduq raqami;

3) gaz tarmoqlarida quvurlarning ichki diametrlari plan chegaralarida bo'lishi. 100 mm dan kichik diametrdagi kirish quvurlari diametri yozilmaydi; quvurlarni yotqizish balandligi, bosimi (yuqori, o'rta, past) plan chegaralarida bo'lishi;

4) issiqlik tarmoqlarida — kanaldagi quvurlar soni, ularning ichki diametri va ahamiyati plan chegaralarida yoki ko'pi bilan har 250 m da; kanallarning tashqi diametri mm da va tashqi kesimi bo'yicha kanalning tubi yoki usti balandligi; har bir kamera oldida quvur o'qining balandligi;

5) telefon tarmoqlari — har ikkala qo'shni quduqlar orasidagi teshiklar soni; telefon kanalizatsiyasi bloklari ustining yotqizilgan balandligi plan qirg'oqlarida, lekin 150 m dan oshmagan oraliqda;

6) elektr tarmoqlari — plan chegaralarida kabellar soni, bir bog'lamda 3 tagacha o'tgan kabel shartli belgisi bitta chiziq bilan tasvirlanadi. Bog'lamlarda 4 ta va undan ortiq kabel bo'lsa planda faqat chetki kabellar ko'rsatiladi va ularning umumiy soni beriladi; kuchlanishi 35 kv va undan yuqori bo'lsa yozib ko'rsatiladi.

Ishlamaydigan, lekin gruntdan chiqarib olinmagan quvurlarga planda qisqartirib «im» (ishlamaydi) belgisi bilan yozib ko'rsatiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *В. Л. Ассур., А. М. Филатов.* Практикум по геодезии. М., „Недра“, 1995.

2. *D. O. Jo'rayev.* Geodeziya. T., „O'zbekiston“, 2006.

3. *И. Ф. Куштин.* Геодезия. М., „ПРИОР“, 2001.

4. *А. В. Маслов., Г. А. Баткаров.* Геодезия. М., „Недра“, 1980.

5. *H. Muborakov., C. Ahmedov.* Geodeziya va kartografiya. T., „O'qituvchi“, 2002.

6. *H. Muborakov., Y. Ma'rufov.* Topogfiya-geodeziya atamalarining ruscha-o'zbekcha lug'ati. T., „Mehnat“, 1999.

7. *H. Muborakov., Z. Oxunov, M. Parmanov.* Injenerlik geodeziyasi. Geodezik asboblar tuzilishi va ular bilan o'lchashlarni bajarish. T., 1990.

8. *A. Nazirov.* Geodeziya. T., „O'qituvchi“, 1978.

9. *Ю. К. Неумывакин, А. С. Смиронов.* Практикум по геодезия. М., „Недра“, 1985.

10. *Г.А. Федотов.* Инженерная геодезия. М., „Высшая школа“, 2004.

MUNDARIJA

I bob. KIRISH

1.1. Geodeziya fani va uning vazifalari 3
1.2. Geodeziyaning boshqa fanlar bilan bog'lanishi 4
1.3. Geodeziyaning qisqacha rivojlanish tarixi 5

II bob. Yerning umumiy shakli va yer sirtidagi nuqtalar o'rnini aniqlash

2.1. Yerning umumiy shakli va o'lchamlari haqida ma'lumot 7
2.2. Geodeziyada qo'llaniladigan koordinatalar sistemalari 9
2.3. Geodeziyada qo'llanadigan balandliklar sistemalari 11
2.4. Gauss-Koyuger yassi to'g'ri burchakli koordinatalari sistemasi haqida tushuncha 12
2.5. Haqiqiy azimut va direksion burchaklar 14
2.6. Magnit azimutlari 16

III bob. Topografik plan va kartalar

3.1. Umumiy ma'lumotlar 18
3.2. Masshtablar 19
3.3. Topografik plan va kartalar nomenklaturasi 22
3.4. Joy (yer) relyefi va ni topografik plan hamda kartalarda tasvirlash 27
3.5. Topografik plan va kartalarning shartli belgilari 31
3.6. Topografik kartalarda mashqlar bajarish. Quyilish va nishablik masshtablari 32
3.7. Raqamli va elektron topografik kartalar haqida ma'lumotlar 37

IV bob. Oddiy geodezik qurollar va ular bilan ishlash

4.1. Eklimetr va u bilan og'ish burchagini o'lchash 40
4.2. Eker va u bilan joyda to'g'ri burchakni yasash 41
4.3. Bussol va u bilan magnit azimutini o'lchash 42
4.4. Joy kichik bo'laklari gorizontal s'yomkalarini oddiy usullarda bajarish 43

V bob. O'lchash xatolari nazariyasi haqida umumiy ma'lumotlar

5.1. O'lchash va uning turlari 46
5.2. O'lchash xatolarining turlari 46
5.3. Tasodifiy xatolarning xossalari 48
5.4. Arifmetik o'rta miqdor 48
5.5. Ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatosi 49
5.6. O'lchash natijalarining vazni 51
5.7. Vaznli o'rta arifmetik miqdor 51

VI bob. Burchaklarni o'lchash

6.1. Umumiy ma'lumotlar. Gorizontal burchaklarni o'lchash mohiyati 53
6.2. Adilaklar 55
6.3. Ko'rish trubasi 58
6.4. Sanoq olish moslamalari 63
6.5. Teodolit turlari 65
6.6. Texnik teodolitlar 68
6.7. Teodolitlarni tekshirish va tuzatish 73
6.8. Gorizontal burchaklarni o'lchash 76
6.9. Gorizontal burchpaklarni o'lchash aniqligi 78
6.10. Vertikal burchaklarni o'lchash 80

VII bob. Chiziqlarni joyda o'lchash

7.1. Chiziqlarni bevosita o'lchash qurollari 85
7.2. Chiziqlarni o'lchashga tayyorlash 88
7.3. Po'lat lenta bilan chiziqni o'lchash 90
7.4. Po'lat lenta bilan chiziqni o'lchash aniqligi 91
7.5. Lenta bilan o'lchangan qiya chiziqning gorizontal quyilishini aniqlash 93
7.6. Optik dalnomer 94
7.7. Elektron dalnomerlar haqida umumiy ma'lumotlar 99

VIII bob. Nivelirlash

8.1. Nivelirlashning mohiyati va turlari 104
8.2. Geometrik nivelirlash usullari 105
8.3. Ketma-ket geometrik nivelirlash 107
8.4. Geometrik nivelirlashga yer egriligi va refratsiyaning ta'siri 110
8.5. Nivelir turlari 113

8.6. Aniq va texnik nivelirlar. 114
8.7. Nivelirlarni tekshirish va tuzatish 118
8.8. Nivelir reykalari va ularni tekshirish 121
8.9. Gometrik nivelirlash aniqligi 124
8.10. Trigonometrik nivelirlash 126
8.11. Yangi texnologiyaga asoslangan nivelirlash 128

IX bob. Davlat geodezik tarmoqlari

9.1. Umumiy ma'lumotlar 130
9.2. Davlat planli geodezik tarmoqlari 131
9.3. Davlat balandlik geodezik tarmoqlari 135

X bob. S'yomkalarning geodezik tarmoqlari. Planli tarmoqlar

10.1. Teodolit yo'llari va ularni qurish 138
10.2. Borib bo'lmas masofalarni aniqlash 141
10.3. Teodolit yo'li tomoniga direksion burchakni uzatish 142
10.4. To'g'ri va teskari geodezik masalalarni yechish 144
10.5. Yopiq poligon nuqtalarining koordinatalarini hisoblash 146
10.6. Ochiq poligon (diagonal yo'l) nuqtalarining koordinatalarini hisoblash 156

Balandlik tarmoqlari

10.7. IV klass va texnik nivelir tarmoqlarini loyihalash va ularni joyda mahkamlash 161
10.8. IV klass nivelirlashni bajarish 164
10.9. Texnik nivelirlashni bajarish 167

XI bob. Teodolit s'yomkasi. Plan va kartalarda yuzani hisoblash

11.1. Teodolit s'yomkasining mohiyati 168
11.2. Joy tafsilotlarini s'yomka qilish 169
11.3. Poligonni tomonlar rumbi va uzunligi bo'yicha chizish 171
11.4. Teodolit s'yomkasi planini koordinatalar bo'yicha chizish 174
11.5. Yuzani hisoblash usullari 178
11.6. Burilish nuqtalari koordinatalari bo'yicha yuzani hisoblash 179
11.7. Paletka yordamida yuzani hisoblash 181
11.8. Planimetrning tuzilishi va uni tekshirishlar 184
11.9. Planimetrning bo'lak qiymatini aniqlash 186
11.10. Planimetr yordamida yuzani aniqlash va bog'lash 188

XII bob. Taxeometrik s'yomka

12.1. Taxeometrik s'yomka va uning mohiyati 191
12.2. Taxeometrik s'yomka uchun ishlatiladigan geodezik asboblar 191
12.3. Taxeometrik s'yomka asosi. Taxeometrik yo'llar 195
12.4. Tafsilotlar va relyefni s'yomka qilish 196
12.5. Taxeometrik s'yomka natijasini ishlab chiqish 199
12.6. Taxeometrik s'yomka planini tuzish 201

XIII bob. Menzula s'yomkasi

13.1. Mezula s'yomkasi va uning mohiyati 203
13.2. Mezula va uning jihozlari 204
13.3. Mezula va kipregelni tekshirishlari hamda tuzatish 206
13.4. KN kipregeli va unda o'lchashlar ishlarini bajarish 211
13.5. Mezulani nuqtaga o'rnatish 212
13.6. Planshetni tayyorlash 214
13.7. Menzulada to'g'ri va teskari kesishtirish 214
13.8. Geometrik tarmoqni qurish 216
13.9. O'tish nuqtalari 218
13.10. Menzula s'yomkasini bajarish 222
13.11. Kombinatsiyalangan s'yomka usuli 224
13.12. Fotosxema va fotoplanlarni tuzish 225
13.13. Topografik deshifrirlash 226
13.14. Fotoplanlarda relyefni s'yomka qilish 227

XIV bob. Aerosuratlarni joyda tayyorlash

14.1. Aerosuratlarni joyda tayyorlash va undagi ishlar tarkibi 228
14.2. Aerosuratlarni planli bog'lash 229
14.3. Opoznak koordinatalarini qutbiy usulda aniqlash 230
14.4. Opoznak koordinatalarini to'g'ri geodezik kestirmadan aniqlash 231
14.5. Teskari geodezik kestirmadan opoznak nuqta koordinatalarini aniqlash 233
14.6.Aerosuratlarni balandlik bo'yicha bog'lash 236

XV bob. S'yomka tarmog'i yo'llari sistemasini tenglash

15.1. Umumiy ma'lumotlar 237
15.2. Yakka nivelir yo'lini tenglash 237
15.3. Bita tugun nuqtali teodolit yo'llarini tenglash 239
15.4. Ko'p tugun nuqtali nivelir tarmog'ini ketma-ket yaqinlashish usulida tenglash 244

15.5. Teodolit yo'llari tarmog'ini V.V. Popovning poligonlar usulida tenglash 248

XVI bob. Sferik astronomiya elementlari

16.1. Umumiy ma'lumotlar 255
16.2. Astronomiyada qo'llanadigan koordinatalar sistemalari 256
16.3.Vaqt va uni o'lchash 259
16.4. Joy predmeti haqiqiy azimutni Quyosh bo'yicha aniqlash 261
16.5. Quyoshni kuzatish 262
16.6. Quyoshni kuzatish natijalarini ishlab chiqish 264

XVII bob. Yer sun'iy yo'ldoshlarining «GPS» navigatsiya tizimi

17.1. Umumiy ma'lumotlar 266
17.2. «GPS» navigatsiya yo'ldoshlarigacha masofalarni o'lchash 267
17.3. «GPS» priyomniklari 269
17.4. «GPS» tayanch stansiyalaridan foydalanib geodezik o'lchashlarni bajarish 271
17.5. Joyning yer yuzi — kosmtik topografik s'yomkasi 271

XVIII bob. Topografik plan va kartalarni yangilash

18.1. Topografik plan va kartalarning eskirishi va ularni yangilash 247
18.2. Plan va kartalarni yangilash texnologiyasi va unda foydalanadigan materiallar 275
18.3. Plan va kartalarni yangilash usullari 278

XIX bob. Muhandislik tadqiqotlar

19.1. Muhandislik inshootlar tadqiqoti turlari 280
19.2. Muhandislik-geodezik tadqiqotlar tarkibi 281
19.3. Muhandislik inshootlarini loyihalash bosqichlaridagi tadqiqotlar 282

XX bob. Chiziqli inshootlar trassasini nivelirlash

20.1. Trassa o'qini joyda o'tkazish 285
20.2. Trassaning burilish burchaklarini o'lchash va tomonlar direksion burchagini hisoblash 286

20.3. Doiraviy egri chiziqning bosh nuqtalarini rejalash va trassani joyda mahkamlash 288
20.4. Trassani piketlarga bo'lish. Ko'ndalang qirqim nuqtalarini joyda belgilash 291
20.5. Trassa bo'ylab tor enli joy s'yomkasini bajarish va piketlash daftarchasini yuritish 293
20.6. Doiraviy egri chiziqni joyda batafsil rejalash 294
20.7. Trassani nivelirlash. Nivelirlash jurnalini ishlab chiqish 296
20.8. Trassa bo'ylama va ko'ndalang profilini tuzish 302
20.9. Inshoot elementlarini bo'ylama profilda loyihalash 305
20.10. Yuzani nivelirlash 307

XXI bob. Geodezik rejalash ishlari

21.1. Loyihani geodezik tayyorlash 313
21.2. Rejalash ishlari tartibi va aniqligi 315
21.3. Joyga loyiha burchak, chiziq va balandliklarni ko'chirish 315
21.4. Rejalash asosini qurish 317
21.5. Asosiy rejalash ishlari usullari 321
21.6. Bino va inshootlar o'qlarini rejalash 323
21.7. Ijroviy s'yomkalar 325

XXII bob. Yirik masshtabli s'yomkalar

22.1. Umumiy ma'lumotlar 326
22.2. Topografik planlarning vazifasi 329
22.3. Yirik masshtabli s'yomkalarning geodezik asosi 330
22.4. Zichlash triangulyatsiyasini qurish 334
22.5. Planli va balandli s'yomka asoslari 345
22.6. Bino va inshootlar bilan band hududlarning gorizontal s'yomkasi 346
22.7. Bino va inshootlar qurilgan hududlarning vertikal s'yomkasi 349

XXIII bob. Yer osti muhandislik tarmoqlarining s'yomkasi

23.1. Qurilish davomida ijroviy s'yomkalarni bajarish 352
23.2. Foydalanishda bo'lgan yer osti tarmoqlarining s'yomkasi 354
23.3. Yer osti tarmoqlarining s'yomkasini bajarish uchun asboblar va ulardan foydalanish 355
24.4. Yer osti tarmoqlarining planini tuzish 358

HAMID MUBORAKOV

GEODEZIYA

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Muharrir ***To'lqin Alimov***
Badiiy muharrir ***Aziz Tillaxo'jayev***
Rassom ***Shuhrat Odilov***
Texnik muharrir ***Yelena Tolochko***
Musahhih ***Mahmuda Usmonova***

Bosishga ruhsat etildi 05.06.2007. Bichimi $60\times90^{1}/_{16}$. Tayms UZ garniturasi. Shartli b.t. 23,0 Nashr b.t. 23,96. 725 nusxa Shartnoma № 51—2007. Buyurtma №34

Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 100129, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.

«DIAMOND PRINT» MCHJ bosmaxonasida chop etildi. Toshkent, Bobur ko'chasi, 6- uy.

26.12
M81

H. Muborakov.

Geodeziya: Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma./ **H. Muborakov**; O'zR Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi, O'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi markazi. — T.: Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007. — 368 b.

BBK 26.12ya722



Cho'lpon nomidagi
nashriyot-matbaa ijodiy uyi

