

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

O‘. O‘tanov

GEODEZIYA

Laboratoriya, sinov ishlari va dala amaliyoti

Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma

TOSHKENT — 2005

Taqrizchi:

I. M. Ergashev — Markaziy aerogeodeziya korxonasi 227- ekspeditsiya rahbari.

Qoʻllanmada dala amaliyotida geodeziyaning nazariy va amaliy asoslari, oʻlchashlar aniqligini baholash, oʻlchashlarni zaruriy aniqlikda tashkil qilish, geodezik asboblarning tuzilishi, geodezik oʻlchashlar metodlari va boshqalarni tatbiq qilinishi bayon qilinadi. Amaliy material hisob-chizma ishlarini bajarish, masalalar yechish yoʻllarini yoritish bilan birga qoʻshib olib boriladi.

Qoʻllanma kasb-hunar kollejlari, litseylar oʻquvchilariga moʻljallangan. Undan dala amaliyotini bajarayotgan oliy oʻquv yurtlari talabalari ham foydalanishlari mumkin.

Oʻ 1802020000-65 -2005
M 361(04)-2005

© OʻMKHTM, 2005- y.
© «BILIM», 2005- y.

1- bob. KIRISH

1.1. GEODEZIYA FANI TO‘G‘RISIDA UMUMIY TUSHUNCHA

«Geodeziya» grekcha so‘z bo‘lib, «geo-Yer», «deziya» — bo‘lish degan ma‘noni bildiradi. Geodeziyaning asosiy ilmiy va texnikaviy vazifalari quyidagilar: a) Yer yuzasidagi chiziqli uzunligining yo‘nalishini aniqlash; b) chiziqli yo‘nalishida ro‘y berayotgan ufqiy (gorizontal) va tik (vertikal) burchaklarni o‘lchash; d) Yer yuzasidagi nuqtalarning boshlang‘ich nuqta deb qabul qilingan reper belgisiga nisbatan o‘lchashdan iboratdir.

Geodezik o‘lchash ishlarini olib borishda tanlangan koordinatalar tartibida Yer yuzasidagi ayrim tanlangan nuqtalarni belgilash, muhandislik inshootlarini loyihalash, qurilishning xaritasini, tarh va kesimini tuzishda barcha bajarilayotgan geodezik ishlarga «Muhandislik geodeziyasi» deyiladi. Keyingi vaqtda geodeziya juda kengayib, bir necha sohalarga bo‘linib ketgan:

1. Oliy geodeziya. Yer shakli va kattaligini aniqlash masalalari bilan shug‘ullanadi va yer yuzasidagi ayrim nuqtalarning koordinatalarini yagona tartibda aniqlaydi. Uning alohida bo‘limi kosmik geodeziya deyiladi. Kosmik geodeziya Yerning sun‘iy yo‘ldoshlari, qit‘alararo raketalar uchirish yordamida Yer va boshqa sayyoralarni o‘rganadi va butun dunyoda ro‘y berayotgan o‘zgarishlarni teletayp lentlari orqali muntazam nazorat qilib boradi.

2. Topografiya. Yer yuzasining ma‘lum cheklangan maydonida geodezik o‘lchashlar o‘tkazish va joyni qog‘ozga tasvirlash bilan shug‘ullanadi.

3. Kartografiya. Yer yuzasini yoki uning ayrim qismlarini qog‘ozga xarita va tarxlar tarzida tuzib, rasmga olib, ularni nashr qilish bilan shug‘ullanadi.

4. Marksheyderiya. Bu — yer osti inshootlari qurilishida ishlatiladigan barcha geodezik ishlardir.

5. Fototasvirlash. Bu — joyni havoda samolyotda turib yoki yerda turib fotosuratga olish va ana shu olingan fotosuratlar asosida xarita va tarxlar tuzish bilan shug‘ullanadi.

Inshootlar loyihaviy chizmalarga asoslanib qurilayotganligi sababli, ularni doimo geodezik o'lchashlar orqali tekshirib boriladi.

Geodeziya fizika, matematika, astronomiya, geografiya, geologiya fanlari bilan chambarchas bog'liqdir.

Geodeziya asboblari fizikaning optika qonunlari asosida yaratilgan bo'lib, geodeziyaning fizika bilan aloqadorligini bildiradi. Matematika esa, geodezik o'lchashlardagi yo'nalish bo'yicha joy relyefining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan natijalari bo'yicha tarh, xarita va kesim chizib tayyorlashda tatbiq qilinadi, geodeziya yana geografiya, geologiya fanlari bilan yaqin aloqadadir.

Geodezik ishlarni boshlashdan avval Yer yuzasidagi nuqtalarning geografik koordinatalarini aniqlashda Yerning sun'iy yo'ldoshlaridan foydalaniladi. Bunda astronomiya geodeziyaga boshlang'ich ma'lumotni yetkazib beradi.

1.2. GEODEZIYANING RIVOJLANISH TARIXIGA DOIR

Geodeziya kishilik jamiyatining hayotiy talablari asosida vujudga kelgan bo'lib, ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiy etishi bilan rivojlana borgan. Odamlar joylarni o'lchash yoki alohida-alohida qilib bo'lish uchun miloddan avvalgi ming yillikda geodeziyaga murojaat qilganlar.

Vavilon davlatida murakkab irrigatsiya tizimi vujudga kelgan bo'lib, Tigr va Yefrat daryolarini boshqarish tartibi o'rnatilgan. Bundan tashqari, keng miqyosda sun'iy ravishda suv chiqarilgan. Miloddan 2150 yil avval uzunligi 0,9 km tunnel qurilib bitkazilgan. Shundan keyin daryoga suv o'sha tunneldan oqib o'tgan. Misrda miloddan oldingi 4000—3000- yillarda mudofaa inshooti va irrigatsiya tartibida Nil daryosini o'rganish ishlari olib borilgan, keyinroq Hufu piramidasi qurilgan. Miloddan avvalgi 1300—1100- yillarda ham katta saroy inshootlari, IX—X asrlarda qator yirik kanallar qurilgan. Xitoyda, Hindistonda va Gretsiyada ham xuddi shunga o'xshash bir qancha geodezik ishlar bajarilgan. Gruziyada, Italiyada va Falastinda yer osti inshootlari qurilib, ularning ba'zilar hozirgacha ham saqlanib kelmoqda.

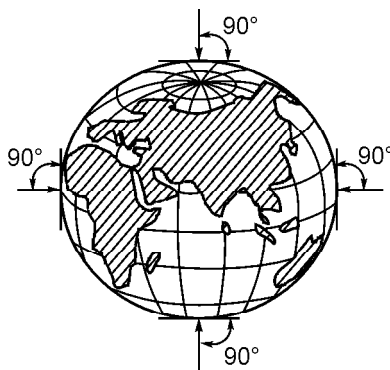
Miloddan avval yashab ijod qilgan qadimgi grek olimi Pifagor (580—500- yillar) Yer sharsimon degan g'oyani ilgari surgan. Mashhur filosof Aristotel (Miloddan oldingi 384—322- yillar) va

boshqa grek olimlari ham Yerning sharsimon ekanligini isbot etganlar. O'sha davrda geodeziyaning oldida turgan eng asosiy vazifalaridan biri Yer sharining radiusini aniqlash edi. Uning o'lchamlarini dunyoda birinchi bo'lib Aleksandriyalik (Misr) olim Eratosfen (Miloddan oldingi 276—194)da aniqlagan. Ana shu vaqtda Gretsiyada geografik karta tuzilgan bo'lib, unda Yerning sharsimon ekanligi hisobga olinganligi tufayli qadimdan oq kartografiya birinchi bo'lib ilmiy asosga ega bo'ldi. Arab olimlari 827- yilda meridian yoyining 35° kenglikda, 1° dagi uzunligi 111,8 km ekanligini o'lchab topganlar. Vatandoshimiz, buyuk o'zbek olimi Abu Rayxon Beruniy (973—1048) o'zining «Qonuni Mas'udiy» asarining, asosan, sferik astronomiyaga bag'ishlangan IV va V maqolalarida geodeziya va matematik geografiyaning turli masalalarini ko'rib chiqqan. Yer radiusi uchun u topgan qiymat — 6 425 684 m (hozirgi qiymat taxminan 6 370 000 m), Yer meridiani 1° ning uzunligi uchun topgan qaymati 110 275 m (hozirgi qiymat 110 895 m) bo'lib, o'sha davr uchun bu natijalar katta ahamiyatga ega edi. Beruniyning 1025- yilda yozgan «Turar joylar orasidagi masofalarni to'g'rilash uchun joylarning chegaralarini aniqlash» asari astronomiya, geodeziya, geografiya va geofizika haqida qimmatbaho ma'lumotlarni o'z ichiga olgan bo'lib, qisqacha, «Geodeziya» deb yuritildi. Beruniy bu asarida geodeziyaning muhim masalalarini hal qildi va birinchi bo'lib geodeziyani mustaqil fan darajasiga ko'tardi.

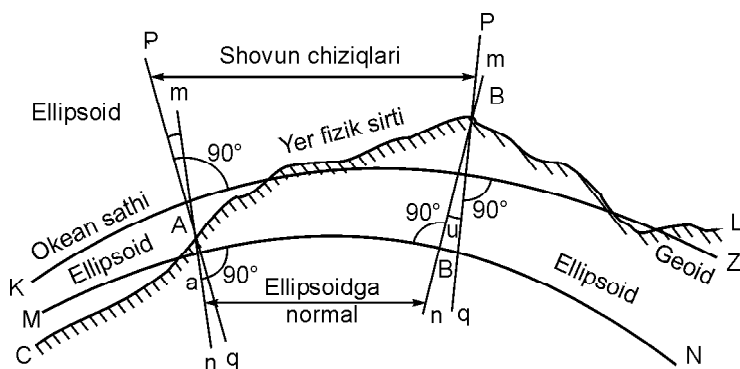
1.3. YERNING UMUMIY SHAKLI VA O'LCHAMLARI

O'lchangan Yer sirti bo'laklarini qog'ozga tasvirlash uchun Yerning umumiy shakli va o'lchamlarini bilish zarur. Yer sirtining 71 % i okean suvi bilan band bo'lganligi uchun Yerning shakli deb tinch holatdagi okean suvi sathining materiklar tagidan fikran davom ettirilishidan hosil bo'lgan sathiy sirt qabul qilinadi (1- rasm).

Sathiy sirt *geoid* deyiladi, sathiy sirt har bir nuqtasida Pq shovun



1- rasm. Yerning umumiy shakli.

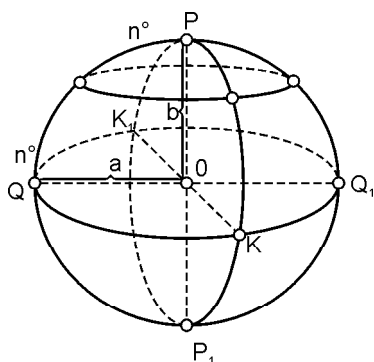


2- rasm. Geoid va ellipsoid ko‘rinishi: pq — shovun chiziq; mn — ellipsoidga normal (perpendikular) chiziq; u — shovun chiziq og‘ishi.

chizig‘iga perpendikular bo‘ladi (2- rasm), shovun chizig‘i okeanlar suvi sathiga mos keladi, ammo quriqlikdagi tog‘li joylarda esa undan 4 metrgacha farq qilishi mumkin bo‘lgan kvazigeoid nomini olgan sirtini hosil qiladi va ularni matematik formulalar yordamida ifodalab bo‘lmaydi. Shu sababli Yerning shakli uchun geoiddan eng kam og‘adigan ellipsning kichik PP_1 qutb o‘qi atrofida aylanishidan hosil bo‘lgan har bir nuqtasi mn normalga tik ellipsoid sirti — sferoid qabul qilinadi (3- rasm). Ellipsoid o‘lchamlari uning katta yarim o‘qi a , kichik yarim o‘qi b va

$$a = \frac{a-b}{a}$$

formuladan aniqlanadigan siqilishi bilan tavsiflanadi.



3- rasm. Aylanish ellipsoidi yoki sferoid.

Miloddan 6 asr ilgariyoq Pifagor Yerni shar shaklida deb aytgan. Nyutonning 1682- yili e‘lon qilgan butun dunyo tortishish qonuniga ko‘ra Yer shar shaklida bo‘lmay, balki qutblari bo‘yicha siqilgan ellipsoid shaklida bo‘lishi kerak, degan nazariyani olg‘a surdi va Fransiya fanlar akademiyasining xodimlari uni tasdiqladi. Shundan keyin Yer shaklini ellipsoid deb yuritaboshlandi. 1946- yildan sobiq ittifoqda geodezik ishlar uchun Yer shakli katta yarim

o'qi $a \sim 6\,378\,245$ m, kichik yarim o'qi $b \sim 6\,356\,863$ m va siqilishi $a \sim 1 : 298,3$ bo'lgan F . Krasovskiy ellipsoidi qabul qilingan. Ko'pincha amaliy masalalarni hal qilishda ellipsoid sirti Yer shakli radiusi $\sim 6371,11$ km bo'lgan shar sirtiga teng deb olinadi.

Hozirgi davrda Yerning shakli deb, quruqlikda uning qattiq qobig'ining tabiiy sirti, okeanlar va dengizlar hududida esa ularning tinch holatdagi sathi qabul qilinadi. Yerning tabiiy sirtini o'rganish tanlangan sistemada joy nuqtalari holatlari (koordinatalarini) tanlangan masalan, Krasovskiy ellipsoidi) sirtga nisbatan o'rganiladi. Geodeziyaning ko'p masalalarini yechishda Yer shakli sifatida ma'lum radiusli sfera qabul qilinadi.

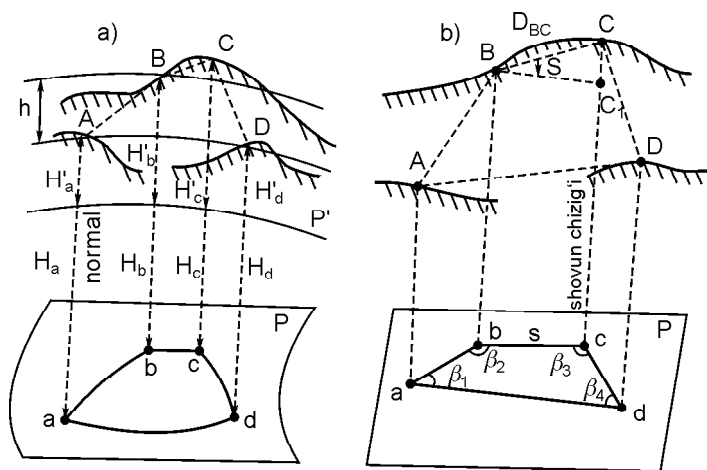
Yer sirti bo'lagini xarita, reja va profillarda tasvirlash uchun uning hamma nuqtalari qabul qilingan sirtga proyeksiyalanadi. Yer sirtining kichik uchastkalari uchun ellipsoid sirti tekislik deb qabul qilinadi.

1.4. GEODEZIYADA PROYEKSIYALASH USULI. JOY NUQTALARI KOORDINATALARI VA BALANDLIKLARI

Har xil fazoviy shakllar va predmetlarni qog'ozda tasvirlash uchun proyeksiyalash usuli qo'llaniladi. Yerning tabiiy sirtida yotgan nuqtalarning holati ellipsoid sirtiga normal deb qabul qilinadigan shovun chiziqlari yordamida proyeksiyalanadi. Loyihalash natijasida nuqtalarning to'g'ri burchakli (ortogonal) — ufqiy proyeksiyalari hosil bo'ladi. Ko'pgina amaliy maqsadlar uchun geoid va ellipsoid sirtlari qandaydir uchastkalarga mos keluvchi sathiy (ufqiy) P sirtini (4- a rasm) hosil qiladi deb hisoblash mumkin. U holda Yer tabiiy sirtida joylashgan fazoviy $ABCD$ ko'pburchak shovun chiziqlarida P sirtga proyeksiyalanadi.

Shovun chiziqlarida bo'lgan a, b, c, d nuqtalar sathiy sirtlarni kesadi va ular yer sirti tegishli nuqtalarining ufqiy proyeksiyalari deyiladi. Nuqtalar holatini aniqlash masalasi bu nuqtalar ufqiy proyeksiyalarini va ularning sathiy sirtidan balandliklarini topishdan iborat bo'ladi. Nuqtalarning ufqiy holati geografik (kenglik f va uzoqlik $\geq$) va to'g'ri burchakli (abssissalar x va ordinatalar y) koordinatalar bilan aniqlanadi.

Agar joyning $ABCD$ to'rtburchagi o'lchamlari katta bo'lmasa (4- b rasm), uni sathiy P sirtga loyihalashda ufqiy P tekislik bilan



4- rasm. Joy nuqtalarining proyeksiyalari:

a — ko'pburchakni R radiusli P sferaga loyihalash; b — ko'pburchakni gorizontal P tekislikka loyihalash.

almashtirish mumkin. Aa , Bb , Cc , Dd loyihalash chiziqlari P tekislikka perpendikular, ab , bc , cd , da tomonlar va ular orasidagi $\bar{e}_1$, $\bar{e}_2$, $\bar{e}_3$, $\bar{e}_4$ burchaklar joyning tegishli tomonlari va burchaklarning ufqiy proyeksiyasi bo'ladi, $abcd$ yassi to'rtburchak esa Yer tabiiy sirtida joylashgan $ABCD$ to'rtburchakning ufqiy proyeksiyasidir. Joyda bevosita AB , BC , CD , DA masofalarni va $\bar{e}_1$, $\bar{e}_2$, $\bar{e}_3$, $\bar{e}_4$ burchaklarni o'lchash mumkin. Joyda o'lchangan $BC \sim Dbc$ qiya chiziqdan uning ufqiy tekislikdagi proyeksiyasi $BC_1 \sim S$ uzunligiga o'tish mumkin. Qiyalik burchagi $\approx$ joyning BC chizig'i va uning tekislikdagi ufqiy BC_1 proyeksiyasi orasidagi burchak, uni bevosita o'lchasa bo'ladi. BCC_1 uchburchakdan joy chizig'i ufqiy qo'yilishi quyidagi formuladan topiladi:

$$S \sim D \cos \approx.$$

Joy nuqtasidan o'tuvchi sathiy sirtidan sanoq boshlanishi deb qabul qilingan sathiy sirtgacha bo'lgan masofa *balandlik* deyiladi. Balandlikning sonli qiymati *belgi* deb ataladi. Ufqiy P sathiy sirtidan sanaladigan balandliklar H_a , H_b , H_c , H_d (4- a rasm) *absolut* (mutlaq) balandliklar, istalgan $P \nabla$ sirtga keltirilgan balandliklar *shartli* balandliklar deyiladi. MDH da mutlaq balandliklar sanoq boshi qilib Boltiq dengizi suvi o'rtacha sathini belgilovchi Kronshadt futstoki (mis taxtasi) noli qabul qilingan, bunga Boltiq

balandliklar tartibi deyiladi. Agar joyning A va B nuqtalaridan sathiy sirtlar o'tkazilgan deb faraz qilinsa, unda balandliklar farqi $Aa \pm Bb \sim h$ nisbiy balandlik (orttirma) deyiladi. Bir nuqtaning ikkinchi nuqtadan nisbiy balandligini va nuqtalardan birining balandligini bilgan holda boshqa nuqtaning balandligini topish mumkin.

1.5. TOPOGRAFIK XARITALARNI O'RGANISH. MASSHTABLAR

Xarita va rejalarini tuzishda ularga qo'yiladigan talablar va aniqligiga qarab joydagi o'lchangan chiziqlar bir necha marta kichraytiriladi. Xaritadagi chiziq s uzunligining joyning tegishli S chiziq uzunligi ufqiy proyeksiyasiga nisbati *masshtab* deyiladi. Masshtablar sonli, chiziqli va ko'ndalang ko'rinishda ifodalanadi. Xaritaning sonli masshtabini quyidagi munosabatdan aniqlash mumkin:

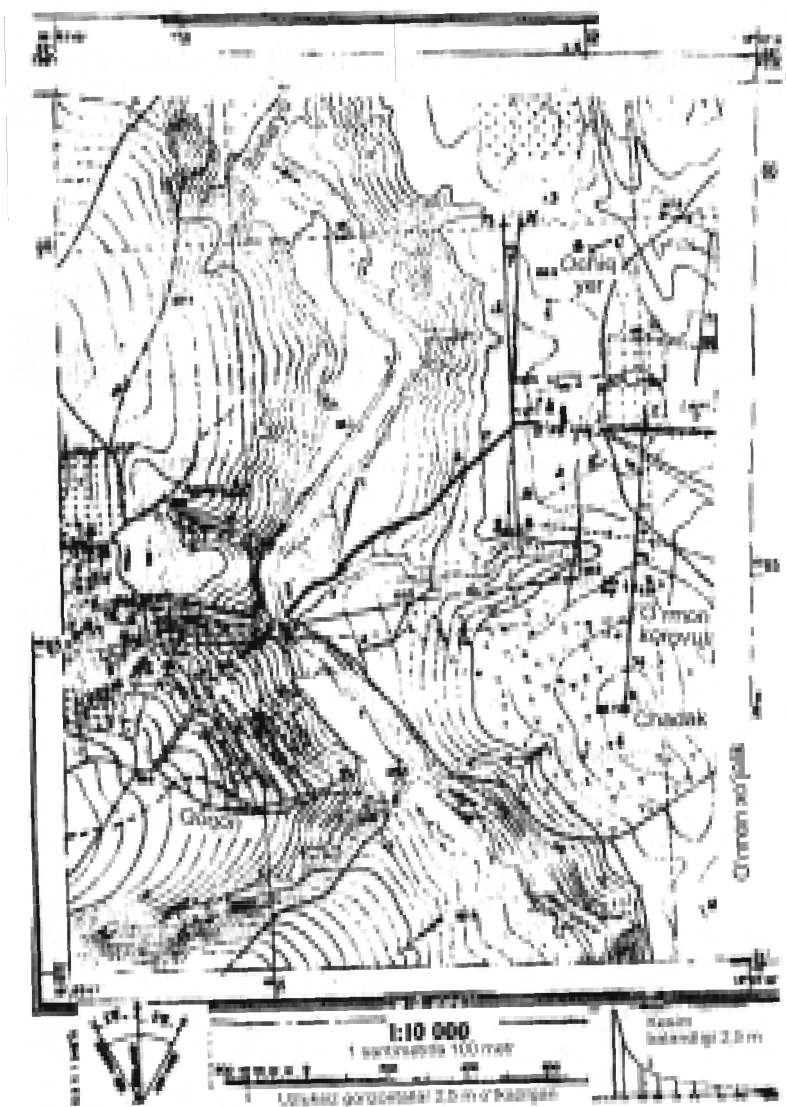
$$M = \frac{s}{S}, \quad (1.1)$$

bunda, S — joydagi chiziq uzunligi, s — bu chiziqning xaritadagi uzunligi. Agar $S \sim 1$ km, $s \sim 10$ sm bo'lsa, u holda

$$M = \frac{10 \text{ sm}}{100\,000 \text{ sm}} = \frac{1}{10\,000}.$$

Surati bir bo'lgan kasr bilan ifodalangan masshtabning max-raji xaritadagi chiziq uzunligi joydagi chiziq uzunligidan necha marta kichikligini ko'rsatadi. Topografik xaritada sonli masshtab yozuvidan pastda (5- rasmga qarang) 1 santimetrdan 100 metrlik deb nomlangan so'zni o'qish mumkin: bu 1:10 000 masshtabni bildiradi. Agar xaritada chiziq uzunligi $s \sim 1,75$ sm, xarita masshtabi esa 1:10 000 bo'lsa, joydagi chiziq uzunligi $S \sim 1,75 \text{ sm} \times 10\,000 \sim 175 \text{ m}$ bo'ladi. Teskari masala ham shunday yechiladi: joydagi chiziq uzunligi $S \sim 325,5 \text{ m}$ bo'lsa, (1.1) munosabatdan uning xaritadagi proyeksiyasi $s \sim 325,5:10\,000 \sim 3,26 \text{ sm}$ bo'ladi.

Xaritalarni tuzishda joyning har bir chizig'i bir xil songa kichraytiriladi. Shu sababli masalalarni grafik usulda yechishda, ya'ni ommaviy o'lchashlarda chiziqli masshtabni qo'llash qulay.



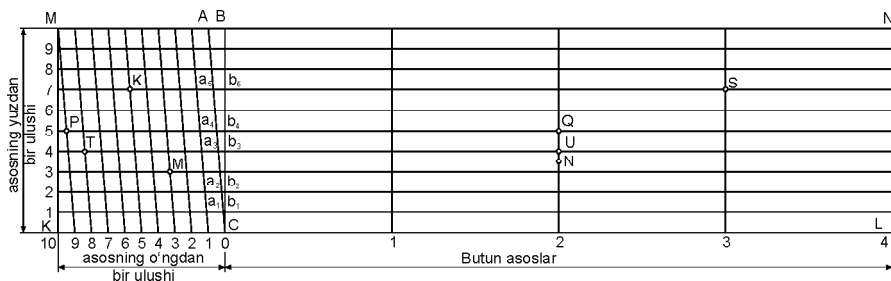
5- rasm. Topografik xarita varag'i qismi.

Xaritaning janubiy romi tagida ko'rsatilgan chiziqli masshtabni yasash uchun to'g'ri chiziqda masshtab asosi deyiladigan, uzunligi 2 sm li kesmani bir necha marta o'lchab qo'yiladi. Berilgan sonli masshtab bo'yicha olingan masshtab asosiga mos keladigan joy chiziqli uzunligi hisoblanadi va masshtab yoziladi. Chapdan chekkadagi kesma odatda 1° ta teng qismga bo'linadi. Masshtabdagi yuzlik va o'nlik metrlar bevosita olinadi, ayrim metrlari esa ko'zda baholanadi. Masalan, xaritada Golan tog'i bilan un zavodi (kvadrat 6511) $1 : 10\,000$ masshtabli xaritada chiziqli masshtab bo'yicha topilgan joydagi 339 m ga teng masofaga mos keladi. Chiziqli masshtab chiziqli uzunliklarini ko'z bilan baholab topish aniqligi masshtab asosining eng kichik bo'lagining 0,1 ulushini, ya'ni xarita masshtabida 0,2 mm ni tashkil etadi.

Masofalarni kattaroq aniqlikda topish uchun ko'ndalang masshtab qo'llaniladi. Uni yasash uchun KL chiziqdagi (6- rasm) masshtab asosida teng ikki santimetrli kesmalar bir necha marta o'lchab qo'yiladi va hosil bo'lgan nuqtalardan perpendikularlar tiklanadi. Chetdagi perpendikullarga $KM \sim LN \sim 2$ sm yoki bir muncha ortiqroq kesmalarni qo'yamiz va ularga $MN \parallel KL$ chiziqlarni o'tkazib, $MB \sim KC$ asosli chiziqli masshtabni yana olamiz. Endi KC va MB kesmalar m ta hamda KM va LN kesmalar n ta teng bo'lakka bo'linadi va topilgan nuqtalarda 6- rasmda ko'rsatilgandek parallel chiziqlar o'tkazamiz. Bajarilgan yasashlar natijasida eng kichik bo'lagi a_1b_1 bo'lgan ko'ndalang masshtab yasaladi, uning o'lchami a_1b_1C va ABC uchburchaklar o'xshashligidan

$$a_1b_1 = \frac{AB}{BC} b_1C.$$

$AB \sim KC/m$ va $b_1C \sim BC/n$ bo'lgani uchun $a_1b_1 \sim KC/mn$. Normal ko'ndalang masshtab uchun $m \sim n \sim 10$, shu sababli



6- rasm. Normal ko'ndalang masshtab nomogrammasi.

$$a_1 b_1 \sim 0,01 \text{ KC.}$$

Normal ko'ndalang masshtabning eng kichik bo'lagi uning asosining 0,01 qismini, ya'ni 0,2 mm ni tashkil etadi. Uchburchaklar o'xshashligidan $a_2 b_2 \sim 2 a_1 b_1$, $a_3 b_3 \sim 3 a_1 b_1$ va h.k. Ko'ndalang masshtabdan foydalanish uchun berilgan sonli masshtabda tegishli elementlar hisoblanadi. 6- rasmda tasvirlangan ko'ndalang masshtab nomogrammasidan 487 m kesma uzunligini topish kerak. Bu holda rejadagi 1 sm ga joyda 100 m, 2 sm li KC asosga 200 m, kichik AB bo'lakka 20 m to'g'ri keladi, eng kichik $a_1 b_1 \sim 2$ m, masshtab aniqligi 1 m bo'ladi. Pargar (o'lchagich) ignalari orasida ikkita asos (400 m) olamiz, keyin chapdagi ignani to'rt kichik bo'lakka (80 m) va o'lchagichni yuqoriga uch yarim bo'lakka (7 m) suramiz, bunda chapdagi igna og'ma chiziq bo'yicha, o'ngdasisiga esa tik bo'ylab baravar suriladi, ignalar MN oralig'i 487 m kesmani tashkil etadi. 6- rasm bo'yicha PS kesma 1:5000 masshtabda 357 m ga teng, 1:2000 masshtabda 142,8 m, 1:1 000 masshtabda kesma $PQ \sim 59,0$ m va 1:25000 masshtabda 1475 m, 1:100 000 masshtabda kesma $TU \sim 5,68$ km va 1:50000 masshtabda esa 2,84 km ni tashkil etadi.

Ko'ndalang masshtab grafigi masshtabli deyiladigan metall chizg'ichlarda va ayrim asboblarda gravirlanadi.

Berilgan masshtabli chizmada ifodalangan $m \sim 0,1$ mm kesma to'g'ri keladigan joydagi chiziq ko'ndalang masshtabning *chekli aniqligi* deyiladi, u quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$f_{\text{chekli}} = \frac{m_i}{10000} \text{ m,} \quad (1.2)$$

bu ifoda bo'yicha 1:5000, 1:2000, 1:1000 masshtablardagi rejaning chekli aniqligi mos ravishda 0,5 m, 0,2 m va 0,1 m ni tashkil etadi. Demak, o'lchamlari keltirilganlardan kichik bo'lgan joy predmetlarini rejada masshtabli shartli belgilarda tasvirlash imkoni bo'lmaydi. Bunday berilgan masshtabda reja tuzish uchun o'lchash ishlari aniqligini va batafsilligini asoslash masalasi kelib chiqadi va uni yechish yo'llari geodeziya amaliyotida ko'rib chiqiladi. Masshtab aniqligini bilgan holda quyidagi ikkita masalani yechish mumkin: a) xarita masshtabida tasvirlash mumkin bo'lmagan joy predmetlari va konturlar egri-bugriliklari o'lchamini aniqlash; b) bizga kerak bo'lgan joy predmetlari xaritada o'xshash shakllar bo'lib tasvirlanishi uchun xarita masshtabini tanlash.

1.6. SHARTLI BELGILAR

Xaritalarda joy tafsilotini (aholi punktlari, o'simliklar, yo'llar, daryolar, ko'llar, dengizlar) va har xil obyektlarni belgilash uchun shartli belgilardan foydalaniladi (5- rasm).

Hamma masshtablar uchun shartli belgilar mutasaddi tashkilotlar tomonidan o'rnatiladi va hamma bajaruvchilar uchun ularni qo'llash majburiydir. Shartli belgilar xaritani o'qish, ya'ni tasvirlangan joyni tushunish imkonini beradi. Hamma shartli belgilar to'rt — maydon (masshtab)li, masshtabsiz, chiziqli va izohlovchi turlarga bo'linishi mumkin.

Joyda katta maydonni egallagan va xarita masshtabida ifodalanadigan obyektlar masshtabli shartli belgilar bilan tasvirlanadi. Maydonli shartli belgi obyekt chegarasi belgisi va uni to'ldiradigan yoki shartli bo'yash belgilaridan iborat. Obyekt konturi nuqtali punktlari yoki obyektning chegarasiga tegishli (yo'l, ariqlar, to'siqlar va hokazo) shartli belgilardan iborat. Yuzani shartli belgilar bilan to'ldirish misoli bo'lib butazor, yaylov, botqoqlik, konturni bo'yashga o'rmonlar, bog'lar, tomorqalar va h. k. xizmat qiladi. Xaritada (5- rasm) maydonli belgilar — o'tloq, butazor, siyrak o'rmon, kesilgan o'rmon ko'rsatilgan (6411).

Agar joy obyekti xarita masshtabida o'zining kichikligi tufayli ifodalanmasa, unda masshtabsiz shartli belgilar qo'llaniladi. Masalan, un zavodi, shamol dvigateli, o'rmonchi uyi va h.k. (6512).

Chiziqli shartli belgilarga yo'llar, aloqa va elektr uzatish liniyalari va h. k. kiritiladi. Izohlovchi belgilarda obyektlar tafsilotlari va har xil yozuvlar va obyektlarning o'z nomlari bilan ko'rsatiladi, masalan, ko'prik (65111) uzunligi 30 m, kengligi 6 m, yuk ko'tara olishi 10 t, o'rmon (6512) qayinli, daraxtlar balandligi 16 m, tanasi diametri 0,30 m, daraxtlar orasidagi o'rtacha masofa 5 m.

Topografik xaritalar ko'p rangli qilib nashr etiladi, gidrografiya (daryo, ko'llar) havorang, o'simliklar yashil rang, shosseli yo'llar qizil rang, yaxshilangan yo'llar — sariq, relyef elementlari jigarrangda tasvirlanadi. Bunday bo'yash obyektlarni o'qishni osonlashtiradi.

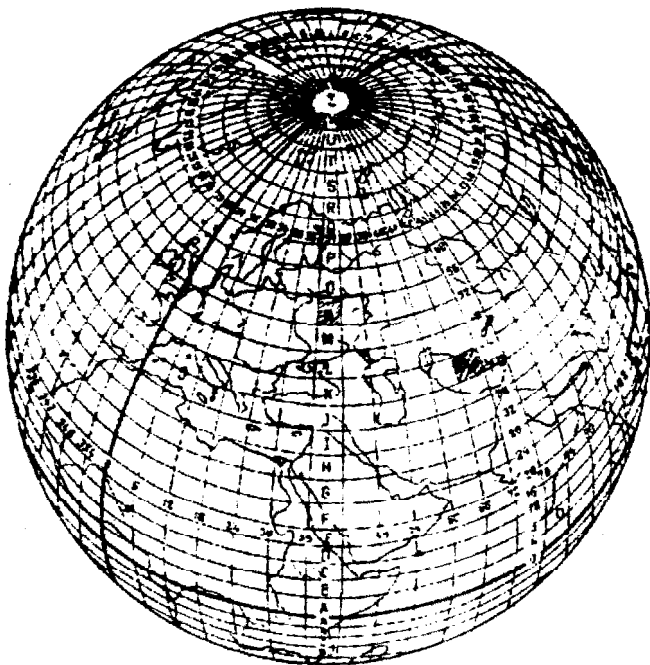
1.7. TOPOGRAFIK XARITALAR, ULARNI GRAFALASH VA NOMENKLATURASI

Barcha xaritalar masshtablari 1:1 000 000 dan mayda — umumtasvirli va masshtablari 1:1 000 000 dan yirik — topografik turlarga bo‘linadi.

Masshtablari 1:1 000 000, 1:500 000, 1:300 000, 1:200 000 bo‘lgan xaritalar umumtasvirli topografik xaritalar deyilib, yirikroq masshtabli xaritalar bo‘yicha tuziladi.

Masshtablari 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000, 1:5 000, 1:2 000, bo‘lgan xaritalar topografiyalik deyiladi va hududlarning syomkalari natijalari bo‘yicha tuziladi.

Topografik xaritalar boshqalaridan mazmuni, to‘liqligi, joyni batafsil o‘rganish imkonini bera olishi, relyef va tafsilotni tasvirlash aniqligi bilan farqlanadi. Shu sababli ular xalq xo‘jaligida, muhandislik inshootlari qidiruvlari, loyihalash va qurilishda hamda yer tuzish, yer kadastrini yurgizish kabi ko‘p masalalarni yechishda, eng muhimi mamlakat mudofaasini tashkil etishda qo‘llaniladi.



7- rasm. 1:1 000 000 masshtabli xarita varag‘i nomenklaturasi.

Topografik xaritalar ko'p varaqli bo'ladi, ularda mamlakatning hamma hududi foydalanish uchun qulay bo'ladigan o'lchamli ayrim varaqlarda qismlarga bo'linib tasvirlanadi.

Topografik xaritalarni varaqlarga ajratish grafalash deyiladi va uni amalga oshirishga asos qilib 1:1 000 000 masshtabli xarita varag'i qabul qilinadi. Nomenklatura deb topografik xaritalar ayrim varaqlarini belgilash sistemasiga aytiladi.

1:1 000 000 masshtabli xaritani tuzish uchun Yer sirti tasviri Grinвич meridianidan boshlab uzoqlik bo'yicha har 6° dan 60 ta ikki burchak (ustunlar)ga bo'linadi, ular arab raqamlarida 180° -meridiandan boshlab sharqqa tomon nomerlanadi.

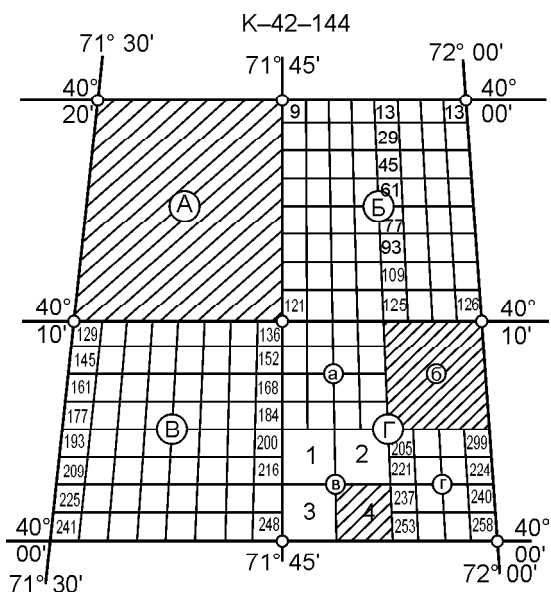
Agar nomerlash 0° dan boshlansa, bunday, ikki burchakliklar zonalar deyiladi. Zonalar hisobi ustunliklaridan 30 ga farq qiladi. Masalan, 42-ustun — bu 12 zona, Yer sirti tasviri kenglik bo'yicha har 4° dan parallellar bilan ekvator dan shimolga va janubga lotin alifbosi bosh harflari bilan belgilanadigan qatorlarga bo'linadi (7- rasm).

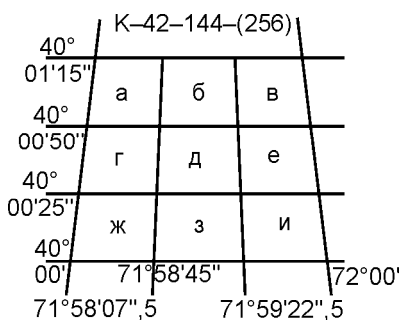
1:1 000 000 (millionli) xarita varag'i nomenklaturasi qator harfi va ustun nomeridan yig'iladi, masalan, K—42.

1:300 000 masshtabli xaritaning varag'i millionli xaritaning 1/9 qismini tashkil qiladi va millionli varaq nomenklaturasi oldiga joylashadigan I dan IX gacha rim raqamlari bilan belgilanadi — IX—K—42.

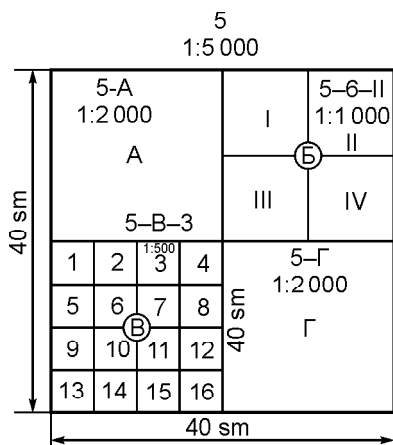
Millionli xarita 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000 masshtabli xaritalar varaqlariga ajratilishi va ularning nomenklaturalari hosil bo'lishi sxemasi 8-rasmda keltirilgan. Unga ko'ra 1:500 000 masshtabli xarita varag'i millionli xarita varag'ining 1/4 qismini tashkil etadi va millionli varaq nomen-

8- rasm. 1:50 000; 1:10 000; 1:5 000 masshtabli xarita varaqlari nomenklaturasi.





a)



b)

9- rasm.

a — 1:5 000 masshtabli xarita varag'ida 1:2 000 masshtabli xarita varaqlari joylashishi; *b* — 1:5000—1:500 masshtabli planlarni to'g'ri burchakli grafalanishi.

klaturasiga A, Б, В, Г bosh harflarini qo'shib belgilanadi — K—42—Г; 1:200 000 masshtabli xaritaning varag'i 1:1 000 000 masshtabli xarita varag'ining 1/36 qismini tashkil qiladi va 1:1 000 000 varaq nomenklaturasidan keyin joylashgan rim raqamlari bilan belgilanadi — K—42—XXXVI.

1:100 000 li xaritaning varag'ini hosil qilish uchun 1:1 000 000 li xarita varag'i 144 qismga bo'linishi va 1 dan 144 gacha arab raqamlari bilan belgilanishi kerak: K—42—144 (8- rasm).

1:100 000 masshtabli xaritaning bir varag'iga kirill alifbosining bosh harflari A, Б, В, Г bilan belgilanadigan 1:50 000 masshtabli xaritaning 4 varag'i mos keladi.

1:50 000 masshtabli xaritaning har varag'i kirill alifbosining yozma harflari а, б, в, г bilan belgilanadigan 1:25 000 li xaritaning 4 varag'iga ega.

1:25 000 masshtabli xaritaning varag'i arab raqamlari 1—4 bilan belgilanadigan 1:1 000 masshtabli xaritaning 4 varag'iga bo'linadi.

1:100 000 li xaritaning varag'i arab raqamlari bilan belgilanadigan 1:5 000 masshtabli xaritaning 256 varag'iga ega (9- a rasm). 1:5 000 masshtabli xaritaning varag'i rus alifbosining а, б, в, г, д, е, ж, з, и yozma harflari bilan belgilanadigan 1:2 000 masshtabli xaritaning 9 varag'iga bo'linadi.

1- jadvalda geografik kengligi $> \sim 40^{\circ}00' \nabla 15'$. va geografik uzoqligi $\geq \sim 71^{\circ}59' \nabla 40'$. bo'lgan nuqta joylashgan masshtablari 1:1 000 000—1:2 000 bo'lgan xaritalar varaqlarini yer shari sirtidagi kenglik va uzoqlik bo'yicha romlari o'lchamlari, nomenklaturalari misollari va xarita varaqlari soni keltirilgan. Yuqorida yozilganlardan 1:1 000 000 masshtabli xaritadan yirikroq masshtabli xaritalar varaqlari nomenklaturasiga har bir masshtab varaqlarini belgilash uchun qabul qilingan harf yoki sonni ma'lum tartibda qo'yish orqali hosil qilinadi.

1- jadval

Xaritalar masshtabi	Romlar o'lchamlari		Nomenklatura misoli	Xaritalar varaqlari soni
	Kenglikda	Uzoqlikda		
1:1 000 000	4°	6°	K—42	—1
1:500 000	2	3	K—42—A	4—1:1 000 000 varag'ida
1:300 000	1°20'	2	IX—K—42	9—«—»
1:200 000	40'	1	K—42—XXXVI	36—«—»
1:100 000	20	30'	K—2—144	144—«—»
1:50 000	10'	15'	K—42—144—Г	4—1:100 000 varag'ida
1:25 000	5'	1°30"	K—42—144—Г—Г	4—1:50 000—«—»
1:10 000	2°30"	3°45"	K—42—144—Г—Г—Г	4—1:25 000—«—»
1:5 000	1°15"	1°52'5"	K—42—144 (256)	256—1:10 000—«—»
1:2 000	25"	37",5	K—42—144 (256-и)	9—1:5 000—«—»

Topografik xaritalarni raqamlash tartibini bilgan holda har xil masalalarni yechish mumkin: nuqtaning geografik koordinatalari bo'yicha berilgan masshtabdagi xarita varag'i nomenklaturasini aniqlash, nomenklatura bo'yicha trapetsiya uchlari burchaklarini va yondosh varaqlar nomenklaturasini topish mumkin. Masalan, nomenklaturasini N—37—144 bo'lgan varaq uchun trapetsiya romi burchaklari geografik koordinatalarini topish kerak. Qator nomerini alfavit bo'yicha topamiz: N- qator uchun romning shimoliy tomoni kengligi $> \sim 14^{\circ} \times 4^{\circ} \sim 56^{\circ}$, shimoliy kenglik va sharqiy meridian uzoqligi $\geq \sim 7^{\circ} \times 6^{\circ} \sim 42^{\circ}$, sharqiy uzoqlik N—37—144 xarita varag'ini 144 qismga bo'lamiz: shimoliy rom kengligi $52^{\circ}20' \nabla$, janubiy rom kengligi 52° , sharqiy rom uzoqligi 42° , g'arbiy rom uzoqligi $41^{\circ}30' \nabla$.

Topografik-geodezik ishlar bo'yicha yo'riqnomalarda 1:5 000—500 masshtabli syomkalarni bajarish va rejalarni tuzishda

trapetsiyalarni kvadratli va to'g'ri burchakli grafalanishiga yo'l qo'yiladi (9- b rasm). Rejalarni kvadratli grafalashga asos qilib romlari o'lchamlari 40×40 sm (2×2 km, 400 ga) bo'lgan 1:5 000 masshtabli trapetsiya asos qilib olinadi. 9- b rasmda 1:5 000 masshtabli xarita 5- varag'i doirasida yirikroq masshtabli xarita varag'ini to'g'ri burchakli grafalanishi ko'rsatilgan. 1:2 000 masshtabli xarita (reja)ni hosil qilish uchun 1:5 000 masshtabli xarita varag'i kirill alifbosining bosh harflari A, Б, В, Г bilan belgilanadigan (50×50 sm) o'lchamli to'rt qismga bo'linadi, bunda har bir trapetsiya yuzasi 100 ga ni tashkil etadi. O'z navbatida 1:2 000 masshtabning 1-trapetsiyasida rim raqamlari I, II, III va IV bilan belgilanadigan 1:1 000 masshtabli to'rt trapetsiya joylashadi va 50×50 sm li har birining yuzasi 25 ga bo'lgan 1:5 000 masshtabli trapetsiyani hosil qilish uchun 16 (4×4) qismga bo'linadi. 1:2 000, 1:1 000, 1:5 000 masshtabli trapetsiyalar tegishlicha 5—A, 5—Б—II, 5—В—3 nomenklaturalarga ega.

1.8. GAUSS ZONALI KO'NDALANG SILINDRIK PROYEKSIYASI TO'G'RISIDA TUSHUNCHA. TO'G'RI BURCHAKLI VA QUTB KOORDINATALARI

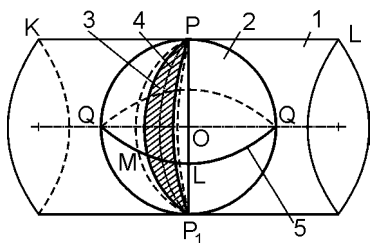
Gauss proyeksiyasi yordamida Yer sirtining nuqtalarini geografik koordinatalari bilan ularning tekislikdagi to'g'ri burchakli koordinatalari tasviri orasida bog'lanish o'rnatiladi.

Yer sirtini tekislikda tasvirlash uchun avval Yerning tabiiy shaklida uning matematik shakli sifatida qabul qilingan aylanish ellipsoidi yoki shar sirtiga o'tiladi, keyin esa Yerning matematik sirti tekislikda tasvirlanadi. Shar (yoki ellipsoid) sirtini tekislikka buzilishsiz tasvirlash mumkin bo'lmaganligi uchun Yer sirtining shartli tasviri yasaladi, u shardagi nuqtalarning koordinatalari va ularning tekislikdagi tasvirlari orasidagi oldindan qabul qilingan ayrim matematik bog'liklarga asoslanadi. Yer sirtini tekislikda bunday shartli tasvirlash usullari *kartografik proyeksiyalar* deyiladi. Har qanday proyeksiya Yer sirtini tekislikda shartli, ya'ni buzilgan tasvirini beradi. MDH davlatlarida topografik xaritalarni tuzishda Gaussning teng burchakli ko'ndalang silindrik proyeksiyasi qabul qilingan. Gauss proyeksiyasini qo'llashda butun Yer sirtini meridianlar bilan 6° yoki 3° li zonalarga bo'linadi (10- rasm). Har bir zona o'zining o'q meridiani bo'yicha sharga urinma

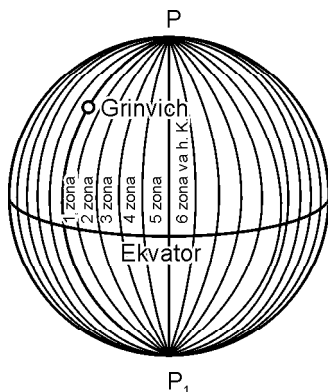
bo'ladigan silindr sirtiga proyeksiyalanadi (11- rasm). Zonalar kengligi tuziladigan xarita masshtabiga bog'liq bo'lib, 1:10 000 va undan mayda masshtabli xaritalarini tuzishda 6° li zonalar arab raqamlari bilan Grinвич meridianidan boshlab sharqdan g'arbga nomerlanadi. Zonalar o'q meridianlari uzoqliklari $L \sim 6^\circ N \cdot 3$, bunda N — berilgan zona nomeri.

Tekislikdagi har bir zona o'z koordinata tartibiga ega bo'lib (12-rasm), abssissa o'qi uchun o'q meridian, ordinata o'qi uchun esa ekvator qabul qilingan. x va y masofalar *Gauss koordinatalari* deyiladi. Hamma ordinatalar musbat bo'lishi uchun ularning qiymatiga 500 km qo'shiladi va uning oldiga zona nomeri yoziladi. Masalan: $y_A \sim 14837,4$ m, $y_B \sim 206368,7$ m. Qayta o'zgartirilgan ordinatalar 7 500 000 m ga ortadi, ya'ni $y_A \sim 7514837,4$ m, $y_B \sim 7293631,3$ m.

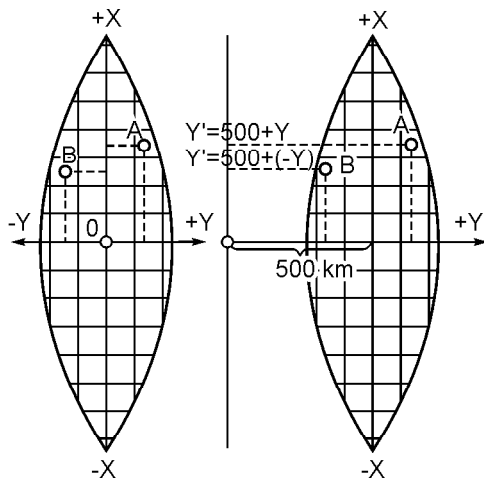
Gauss proyeksiyasi teng burchakli bo'lib, Yer sirti geometrik shakllarining burchaklari o'zgarmaydi. Bundagi cheksiz kichik shakllar Yer sirtidagi tegishli shakllarga o'xshash. Bundan tashqari, unda o'q meridianlarining yo'ylari uzunligi o'zgarmaydi. Bu proyeksiyada boshqa chiziqlar



11- rasm. Zonani ko'ndalang silindr sirtiga proyeksiyalash:
1 — silindr; 2 — shar; 3 — zona;
4 — zonaning o'q meridiani.



10- rasm. Yer sharida koordinatali zonalar.



12- rasm. Gauss-Kryuger zonali to'g'ri burchakli koordinatalari sistemasi.

uzunliklari va shakllar yuzalari buzilib hosil bo'ladi. Sferoiddagi kichik kesmaning uzunligi s , uning Gauss proyeksiyasida tasviri esa s_G bo'lsa, u holda Gauss proyeksiyasini tasviri masshtabini

$$m \sim s_G/s \quad (1.3)$$

kabi ifodalash mumkin, bunda s qanchalik kichik bo'lsa, u shunchalik aniq bo'ladi.

Chiziq uzunliklarining nisbiy o'zgarishi

$$\frac{s_G - s}{s} = \frac{Ds}{s} = m - 1 \quad (1.4)$$

nisbat miqdori bilan aniqlanadi.

Tasvir masshtabi ayni bir zona doirasida har xil bo'lib, kesmaning o'q meridianidan uzoqligiga bog'liq va uni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$m - 1 = \frac{y^2}{2R^2}. \quad (1.5)$$

O'q meridianda $y \sim 0$, shu sababli undagi uzunlik o'zgarishi $m - 1 \sim 0$, tasvir masshtabi esa $m \sim 0,6^\circ$ li zona chegarasidagi kesma uzunligi eng ko'p o'zgarishga ega, agar u ekvator kengligida bo'lsa, $y \sim 330 \text{ km}$ va $m - 1 \sim \frac{330^2}{26400^2} \gg \frac{1}{800}$.

Tekislikdagi va shardagi tegishli nuqtalarning Gauss koordinatalari va sferik to'g'ri burchakli koordinatalari orasida quyidagicha bog'liqlik mavjud: proyeksiyadagi har bir nuqtaning Gauss abssissasi shardagi tegishli nuqtaning sferik to'g'ri burchakli abssissasiga teng, ya'ni

$$x_G \sim x. \quad (1.6)$$

Gauss ordinatasi esa:

$$y_G = y \left(1 + \frac{y^2}{6R^2} \right). \quad (1.7)$$

(1.7) va (1.8) tengliklar shardagi to'g'ri burchakli sferik koordinatalar bo'yicha Gauss proyeksiyasi tekisligidagi tegishli nuqtaning koordinatasini hisoblash imkonini beradi. Chiziqlarni Gauss proyeksiyasiga reduksiyalash (o'tkazisha)da

$$s_G = s \left(1 + \frac{y^2}{2R^2} \right) = s + s \frac{y^2}{2R^2} = s + Ds \quad (1.8)$$

formuladan foydalaniladi. $\#s$ miqdor ellipsoiddan Gauss proyeksiyasi tekisligiga o'tishda masofani reduksiyalash uchun tuzatma deyiladi. (1.8) formuladan Gauss proyeksiyasidan chiziqli uzunliklari Yer sirtidagi tegishli uzunliklaridan katta bo'lishi kelib chiqadi. Bu tuzatma chiziqli uzunlikning o'rtacha ordinatasi uchun hisoblanadi. Agar chiziqlar o'q meridiandan har xil, masalan, 100, 200 va 300 km uzoqlikda bo'lsa, u tegishli 1:8 000, 1:2 000 va 1:900 nisbiy o'zgarishga ega bo'ladi.

Gauss proyeksiyasida maydon o'zgarishi

$$P_G = P \left(1 + \frac{y^2}{R^2} \right) = \left(P + P \frac{y^2}{R^2} \right) = P + DP \quad (1.9)$$

formuladan foydalanib hisoblanadi. Agar $P \sim 1000$ ga, $y \sim 100$ km bo'lsa, $\#P \sim 0,25$ ga, $y \sim 200$ km bo'lganda esa: $\#P \sim 0,98$ ga.

Gauss proyeksiyasida astronomik kuzatishlar orqali topilgan azimutdan direksion burchakka o'tish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi (13- b rasm):

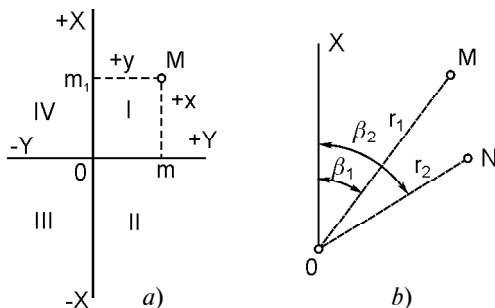
$$+ \sim A^\pm \approx \pm \sim, \quad (1.10)$$

bu yerda,

$$\approx \sim (L^\pm L_0) \sin B;$$

$$\approx \sim 0,0025(X_N^\pm X_M) y_{o'r}, \quad y_{o'r} = \frac{y_M + y_N}{2} \quad (1.11)$$

bunda, A — haqiqiy azimut, $+ \sim$ — direksion burchak, $\approx \sim (L^\pm L_0) \sin B$ — meridianlar yaqinlashishi, $\approx \sim$ — proyeksiyada joy chiziqli uzunligi tasvirning egriligi uchun yo'nalishga tuzatma. Topografik syomkallarni bajarishda $\approx$ kichikligi sababli uni e'tiborga olinmaydi va $+ \sim A^\pm \approx$ formuladan foydalaniladi.



13- rasm. Yassi koordinatalar:
a) to'g'ri burchakli; b) qutbli.

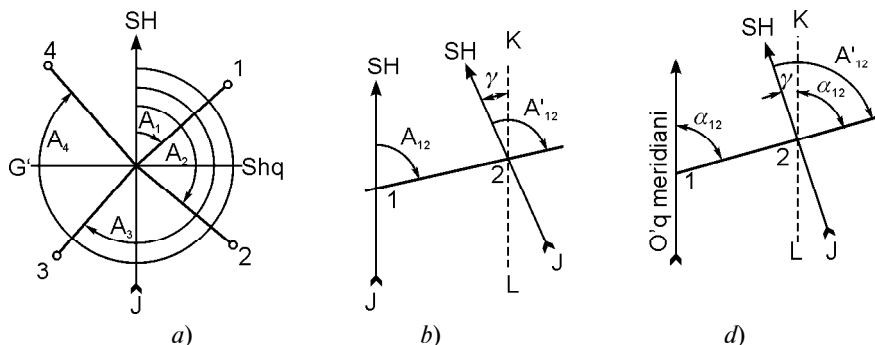
Shu sababli kichik joylarning rejasini tuzishda to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi qo'llaniladi. Bu sistemada abssissalar o'qi sifatida meridian yo'nalishi qabul qilinadi, choraklar soat mili yo'nalishida hisoblanadi. M nuqtaning o'rni koordinatalar sistemasida abssissa $Mm \sim x$ va ordinata $Mm_1 \sim y$ bilan aniqlanadi (13-*a* rasm). Qutb koordinatalari sistemasida joydagi M nuqtaning o'rni *radius-vektor* r_1 va $\bar{e}_1$ burchak bilan aniqlanadi. $\bar{e}_1$ burchak ixtiyoriy tanlangan Ox qutb o'qidan soat mili harakati yo'nalishida o'lchanadi, O nuqta *qutb* deyiladi (13-*b* rasm).

1.9. JOY CHIZIQLARINI ANIQLASH

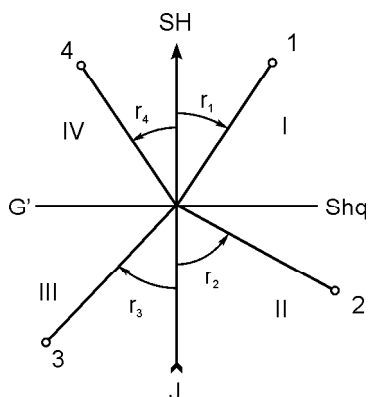
Haqiqiy yoki magnit meridiani yo'nalishiga nisbatan chiziq yo'nalishini aniqlash joy chiziqlarini aniqlash deyiladi. Joy chiziqlarini aniqlash uchun azimut, rumb, direksion burchaklar qo'llaniladi (14- rasm).

Meridianning shimoliy yo'nalishidan soat mili yo'li bo'yicha chiziq yo'nalishigacha sanaladigan burchak *azimut* deyiladi (14-*a* rasm). Azimutlar 0 dan 360° gacha o'zgaradi. Bir chiziqning ikki 1 va 2 nuqtasida meridianlar parallel bo'lmaganligi sababli azimutlar o'zaro teng bo'lmaydi, ya'ni meridianlar yaqinlashishi deyiladigan sharq yoki g'arb tomonga o'zgaradigan $\simeq$ burchakka farq qiladi: $A_{21} \sim A_{12}^\nabla \simeq$. Agar azimut chiziq 1—2 yo'nalish uchun hisoblansa, u *to'g'ri* va aksincha bo'lsa, *teskari* azimut deyiladi (14-*b* rasm). Uning qiymati:

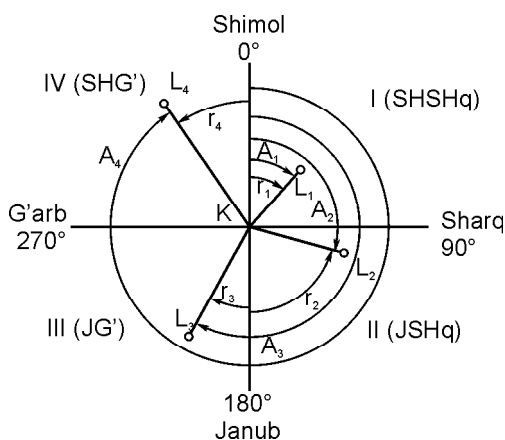
$$A_{21} \sim A_{12} \wedge 180^\circ \simeq.$$



14- rasm. Azimutlar va direksion burchaklar.



15- rasm. Rumblar.



16- rasm. Chiziqlar azimutlari va rumblari orasidagi bog'lanish.

Rumb deb, meridianning yaqin uchi yo'nalishidan chiziq yo'nalishigacha hisoblanadigan burchakka aytiladi (15- rasm). Rumblarning SHSHq, JSHq, JG', SHG' nomlari bo'lib, 0 dan 90° gacha o'zgaradi. Azimutlarning rumblarga yoki aksincha rumblardan azimutlarga quyidagi munosabatlar asosida o'tiladi (16- rasm):

Azimutlar

0—90°

90—180°

180—270°

270—360°

Rumblar

SH SHq : $r_1 \sim A_1$

J SHq : $r_2 \sim 180^\circ \pm A_2$

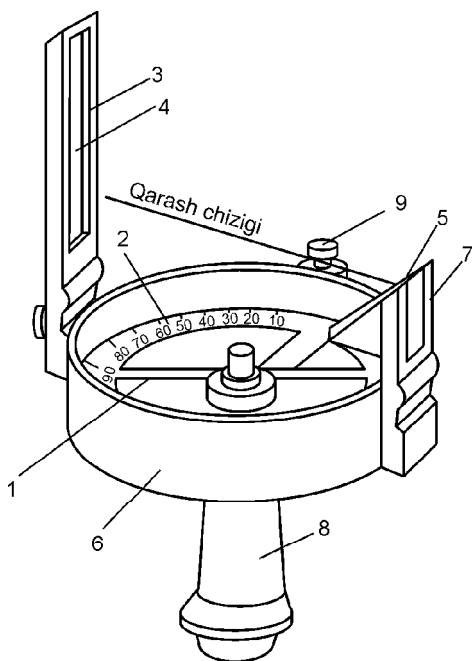
J F : $r_3 \sim A_3 \pm 180^\circ$

SHG' : $r_4 \sim 360^\circ \pm A_4$

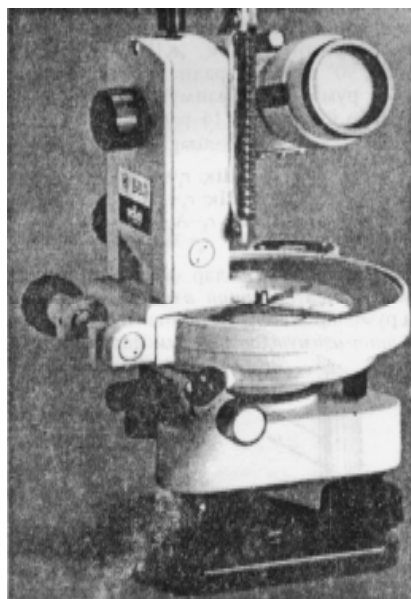
Agar azimutlar va rumblar haqiqiy meridian yo'nalishidan hisoblansa, *haqiqiy* azimutlar va rumblar, azimutlar va rumblar magnit meridian yo'nalishidan hisoblansa, *magnit* azimutlari va rumblari deyiladi.

Haqiqiy azimutlar geodezik o'lchashlar natijasida, magnit azimutlari yoki rumblar esa bussol yordamida aniqlanadi. Bussol mustaqil asbob sifatida qo'llaniladi yoki geodezik asboblarning kompleksida bo'ladi. Dioptirli bussol doiraviy qutidan iborat bo'lib, uning ichida har 10° da soat mili harakatiga teskari 0° dan 360° yozilgan halqa 2 joylashgan (17- rasm).

Quti o'rtasida ignada erkin aylanadigan magnit meridiani yo'nalishini ko'rsatadigan bussol mili 1 bor. Quti usti oyna bilan



17- rasm. Dioptrlı bussol: 1 — bussol mili; 2 — gradusli halqa; 3 — narsa dioptri; 4 — ip; 5 — ko‘z dioptri; 6 — korpus; 7 — tor yoriq; 8 — dasta; 9 — mahkamlash vinti.

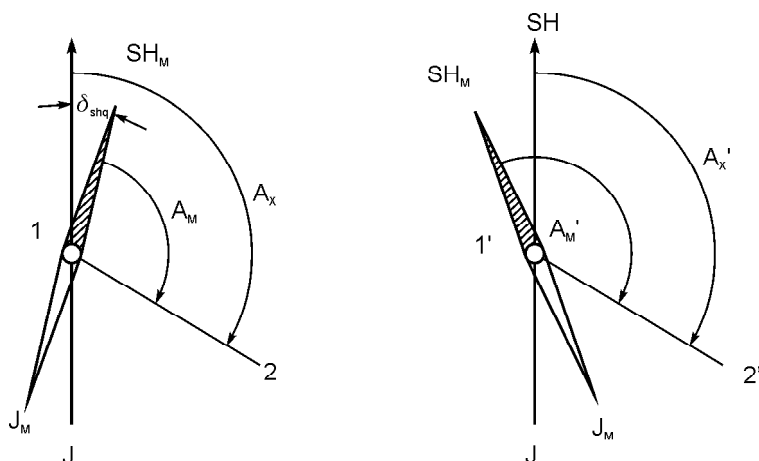


18- rasm. Balandlik o‘lchagichli bussol.

berkitilgan. Bussolda azimutni aniqlash uchun chiziqlarning bir uchida bussol qoziqqa o‘rnatiladi yoki qo‘lda ushlab turiladi, ikkinchi uchida esa nishon tayoqchasi o‘rnatiladi. 9 vintda bussol mili 1 bo‘shatilib, narsa dioptri 2 ko‘z dioptri 5 da kuzatish orqali nishon tayoqchasi yo‘naltiriladi. Narsa dioptri ipi 4 qarshisidagi 2 halqadan chiziqlar azimuti sanaladi. Bussolda sanash aniqligi $0,1^\circ$ yoki $6'$ bo‘ladi.

Balandlik o‘lchagichli bussol (18- rasm) joyda magnit azimutlari (rumblar)ni aniqlash, ufqiy burchaklarni o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Bussol shtativdagi teodolit tagligiga yoki bevosita maxsus nishon tayoqchasida, har qanday yog‘ochli taglikda o‘rnatilishi mumkin. Bunda magnit azimuti $15'$, ufqiy burchakni to‘la qabulda o‘lchash $5'$, joy predmetlari o‘lchash aniqligi 0,2 m dan ortmaydi.

Geodezik asboblarda bussol halqasining nolinchi diametri asbob trubasining ko‘rish o‘qi yo‘nalishida o‘rnatiladi. Haqiqiy va



19- rasm. Haqiqiy va magnit meridianlari orasidagi bog‘lanish.

magnit meridianlari yo‘nalishlari bir-biridan sharqqa yoki g‘arbga qarab o‘zgaradigan magnit mili og‘ishining $\approx$ burchagiga farq qiladi. Shu sababali haqiqiy azimut (19- rasm):

$$A \sim A_M^{\wedge} \approx,$$

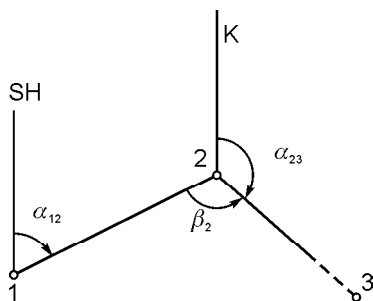
bunda, A_M — magnit azimuti, $\approx$ — magnit milining og‘ishi, uning qiymati joyning topografik xaritalarida ko‘rsatiladi. Magnit mili-ning og‘ishi kun, yil, asr davomida o‘zgarib turadi, shu sababli magnit azimuti kichik joylarning rejalarini aniqlashda qo‘llaniladi.

Direksion burchak + deb o‘q meridiani yoki unga parallel bo‘lgan chiziqning shimoliy yo‘nalishidan soat mili yo‘li bo‘yicha 0° dan 360° gacha o‘zgaradigan burchakka aytiladi (16- rasm).

Bir chiziqning to‘g‘ri va teskari direksion burchaklari o‘zaro 180° ga farq qiladi:

$$+_{21} \sim +_{12} f 180^\circ.$$

Ko‘pincha ko‘pburchak (poligon) boshlang‘ich 1—2 tomonining direksion burchagi $+_{12}$ o‘lchangan ichki o‘ng $\bar{e}_2$ (yoki chap) burchaklari bo‘yicha poligonning qolgan 2—3 va



20- rasm. Direksion burchaklar va poligon ichki burchaklari orasidagi bog‘lanish.

h. k. tomonlarining direksion burchaklarini hisoblash kerak bo'ladi (20- rasm). U holda hisoblash quyidagi formula asosida bajariladi:

$$+_{23} \sim +_{12} \pm 180^\circ \pm \bar{e}_2,$$

keyingi tomonning direksion burchagi oldingi tomonning direksion burchagiga 180° qo'shilib, o'ng $\bar{e}$ burchakning ayrilganiga (yoki chap $\approx$ burchakning qo'shilganiga) teng bo'ladi. Masalan:

$$+_{12} \wedge 83^\circ 12' \nabla; \quad \bar{e}_2 \sim 155^\circ 03' \nabla \text{ bo'lsa, } +_{23} \sim 108^\circ 09' \nabla.$$

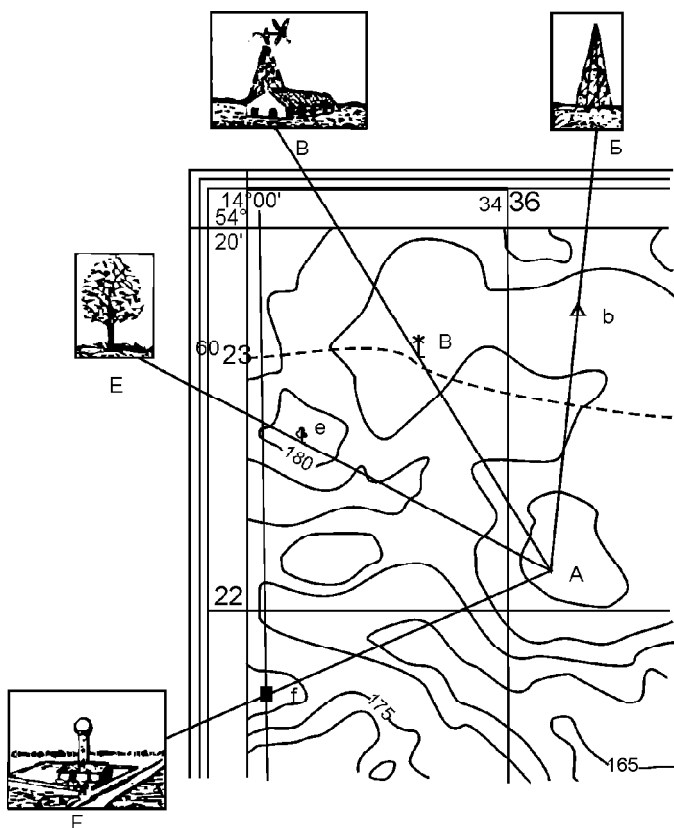
1.10. XARITANI (KARTANI) JOYDA ANIQLASH

Xaritani joyda aniqlash (oriyentirlash) deyilganda undagi joy predmetlari tasvirlarini ularning haqiqiy joylashishiga mos keltirishni tushuniladi. Joyni aniqlash faqat joy predmetlari bo'yicha ko'zda chamalab bajarilsa, u taxminiy va bu maqsad uchun tegishli asbob qo'llanilsa, aniq bo'lishi mumkin. Joyda aniqlashlar sezilarlicha yetarli bo'lganda kuzatuvchi xaritada o'z holatini unchalik qiynalmasdan topadi va uni aniqlaydi (21- rasm). Joyda aniqlashlar kam bo'lganda va cheklangan ko'rinish sharoitida joyni aniqlash ketma-ket yaqinlashish usulida dunyo tomonlarini aniqlashdan boshlanadi (e s l a t m a : eski xaritalarda asosiy yo'nalish sharqqa — lotincha oriyent deyilganligidan oriyentirlash atamasi kelib chiqqan).

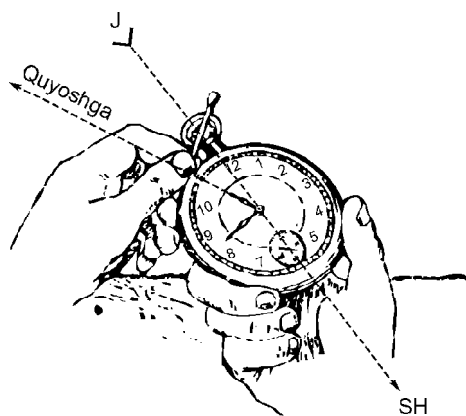
Quyoshli kunda (yarim kun) tushlik chiziq yo'nalishini soat siferblati bo'yicha aniqlash mumkin. Siferblatga ufqiy holat berilib, soat milini Quyoshga yo'naltiriladi. Soat mili yo'nalishi ham 1 raqam (qishda) va 2 raqam (yozda) orasidagi bissektisa tushlik chiziq yo'nalishini ko'rsatadi (22- rasm).

Sayyohlarning joy predmetlari bo'yicha tushlik chiziq yo'nalishini aniqlash usullarini eslash foydali: 1) daraxtlarning shimoliy tomonida mox ko'proq, u toshlarning shimoliy tomonini qoplaydi; 2) alohida o'suvchi daraxtlarning janubiy tomoni shoxlari zichroq va barglarga boyroq tuyuladi; 3) kesilgan daraxtlarning to'nkalarida yillik o'sish halqalari shimoldagiga qaraganda kattaroq va h. k. Tungi kechada meridian yo'nalishini Katta Ayiq yulduzlar turkumidagi Qutb yulduzi bo'yicha aniqlash mumkin (23- rasm).

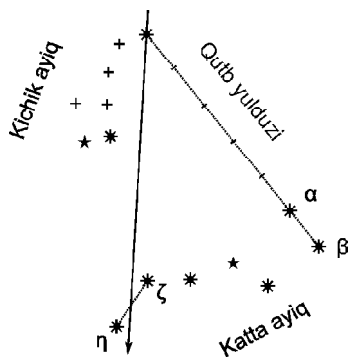
Xaritani aniqroq aniqlash uchun kompasning har xil turlari qo'llaniladi.



21- rasm. Joy predmetlari bo'yicha xaritani aniqlash.



22- rasm. Meridian yo'nalishini Quyosh va soat bo'yicha aniqlash.



23- rasm. Meridian yo'nalishini Qutb yulduzi bo'yicha aniqlash.

2- bob. JOY ELEMENTLARI VA RELYEFNI XARITA VA REJALARDA TASVIRLASH

2.1. JOY RELYEFINING ASOSIY SHAKLLARI

Kelib chiqishi tabiiy bo'lgan Yer tabiiy sirtining notekisliklari yig'indisi relyef deyiladi. Relyef inson faoliyatida katta ahamiyatga ega. Joy relyefi shahar va qishloq qurilishini, avtomobil, temir yo'llar, kanallar, gidrotexnika va boshqa muhandislik inshootlarini, ekin dalalarini loyihalashda, jar yoqasidagi ihotada daraxtzorlarini barpo etishda, zah qochirish va melioratsiya ishlarida, shuningdek, yerlarni tekislashda hisobga olinadi. Bu masalalarni loyihaviy yechimlari ko'pincha topografik xaritalarda bajariladi. Joy relyefi xarakteriga qarab tekislik, tepalik va tog'likka bo'linadi. Tekislik joy relyefi bo'sh ifodalangan shaklli yoki deyarli notekisliksiz bo'ladi. Tepalik (adir) yerlarda balandliklari unchalik katta bo'lmagan tepaliklar va botiqliklar almashib turadi. Tog'lik joy dengiz sathidan 500 m dan ortiq bo'lgan tepaliklardan tashkil topgan. Tog' tizimlari zanjiri vodiylar bilan almashinib turadi.

Yer yuzasi notekisliklari xilma-xil bo'lishiga qaramay, har qanday joy relyefini beshta asosiy shaklga ajratish mumkin (24- a rasm).

1. *Tog'lik* (tepalik) — konussimon ko'tarilish shaklida bo'lib, uning eng baland nuqtasi — cho'qqisi, yon tomonlari — yonbag'ri (qiyalik), atrof bilan tutashgan chizig'i tog' etagi deyiladi.

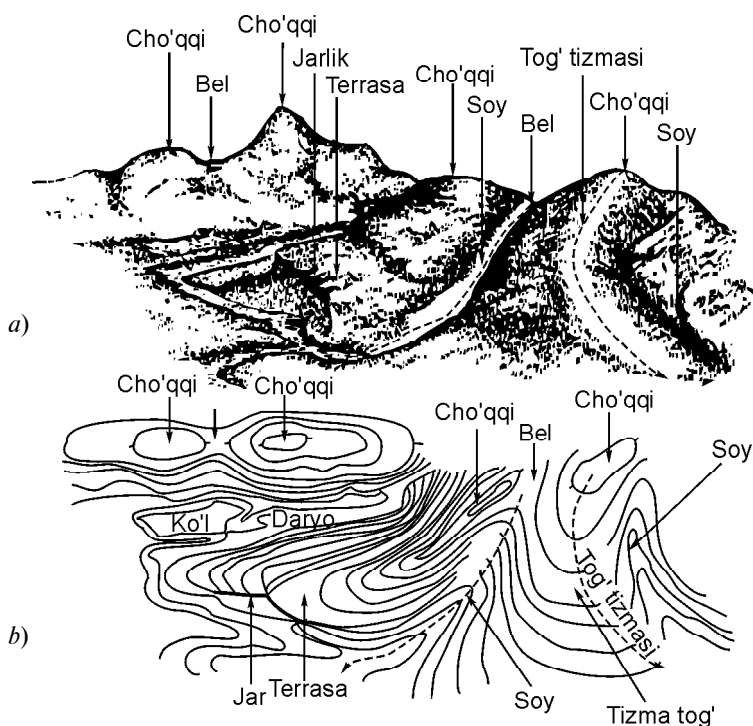
2. *Chuqurlik* — tog' shaklining aksi bo'lgan, har tomondan o'ralgan idishsimon botiqlik, uning eng chuqur nuqtasi — tubi, yonbag'ri va atrofi bilan tutashgan chizig'i chekkasi — etagi bo'ladi.

3. *Tizma tog'* — cho'zilgan va biror yo'nalishda sekin-asta pasayadigan ko'tarilish, uning ikki yonbag'ri, tizma tog'ning yuqori nuqtalari suv ayirg'ich chiziqni hosil qiladi.

4. *Soy* — tizma tog' shaklining aksi ko'rinishida biror yo'nalishda, bir oxiri ochiq, sekin-asta pasayadigan o'yilma. Soyning eng past nuqtasidan o'tuvchi chiziq suv yig'uvchi chiziq deyiladi.

5. *Bel* — ikki qo'shni tog' yonbag'rlarining tutashishidan hosil bo'lgan egarsimon joy, undan qarama-qarshi yo'nalishda tarqaladigan ikki soy boshlanadi.

Tog'ning cho'qqisi, chuqurlik tubi va belning eng past nuqtasi relyefning xarakterli (o'ziga xos) nuqtalari, tizma tog'ning suv



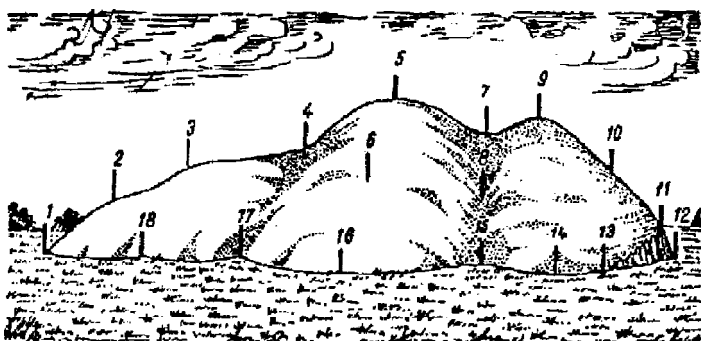
24- rasm. Joy relyefini (a), ularni gorizontallar bilan tasvirlash (b).

ayirg'ich chizig'i, soyning suv yig'uvchi chizig'i relyefning xarakterli chiziqlari deyiladi.

Xaritalarda relyef har xil usullarda tasvirlanadi: rangli bo'yash (tog'lar jigarrang, soylar yashil), shtrixlash, gorizontallar bilan (24- b rasm) va h.k.

2.2. JOY RELYEFINI XARITA VA REJALARDA GORIZONTALLAR BILAN TASVIRLASH

Topografik xarita va rejalarda relyefni tasvirlashda joy nuqtalari balandliklarini tez topish, yonbag'ir yo'nalishlari va tikliklarini aniqlash mumkinligi va tasvirlangan joy relyefi hamda uning ayrim shakllarining o'zaro joylashishi to'g'risidagi yaxshi tushuncha olish shartlari qo'yiladi. Relyefni tasvirlash uchun yer yuzasining o'ziga xos nuqtalari 1, 2, ..., hamda chiziqlari yo'nalishi bo'yicha nuqtalarning rejali o'rinlari va balandliklari topiladi (25-

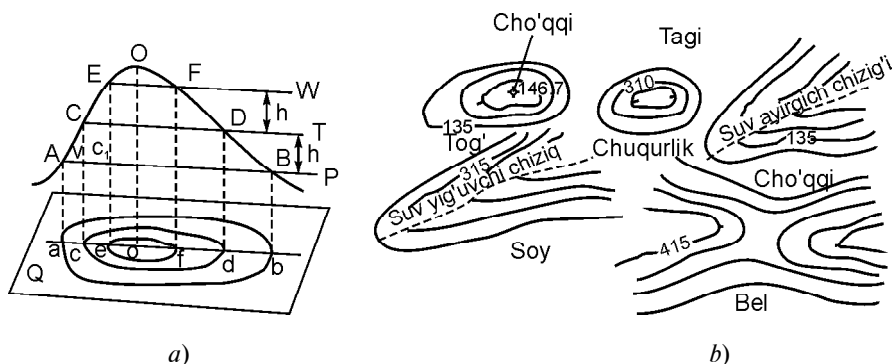


25- rasm. Rejali (planli)-balandlik syomkalarda balandlik nuqtalari.

rasm), ularning hammasi xaritada ko'rsatilsa, uni o'qish qiyin bo'ladi.

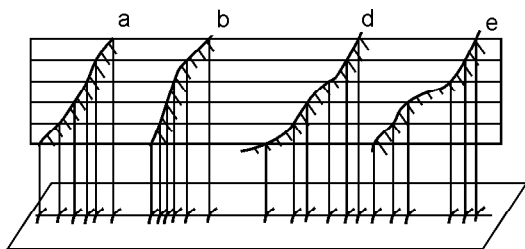
Shu sababli yuqorida sanab o'tilgan shartlarni qanoatlantirish uchun relyefni tasvirlashda nuqtalar balandliklaridan ayrimlarini yozish bilan birgalikda gorizontallar usuli keng qo'llaniladi (26-rasm).

Bu usulda yer yuzasi bo'lagi teng h oraliqdagi gorizont tekisliklar (sathiy sirtlar) bilan fikran kesiladi (26, a- rasm). Kesuvchi tekisliklar orasidagi h tik masofa relyef kesimi balandligi deyiladi. Tekisliklarning yer sirti bilan kesishishidan yopiq egri chiziqlar — gorizontallar hosil bo'ladi. Yer sirtida balandliklari teng bo'lgan nuqtalarni tutashtiruvchi chiziq gorizontal deyiladi. Fazodagi ABA , CDC , FEF gorizontallar Q tekislikka proyeksiyalanib va rejada tegishli masshtabda kichraytirilib, ularning yassi tasvirlari aba , cde , fef hosil qilinadi. Gorizontallar o'zaro kesishmaydi, uzluksiz bo'ladi, ular orasidagi masofalar — gorizontalar qo'yilishlar qanchalik kichik bo'lsa, yonbag'ir tikligi



26- rasm. Relyefni gorizontallar bilan tasvirlashning mohiyati (a) va uning beshta asosiy shaklining gorizontalli tasvirlari (b).

shuncha katta va aksincha bo'ladi. 26- b rasmda relyefning beshta asosiy shakllari gorizontallar bilan qanday tasvirlanishi ko'rsatilgan. Ularni bir-biridan ajratish uchun ayrim gorizontallarga yonbag'ir pasayishi yo'nalishini ko'rsatilgan



27- rasm. Qiyaliklar formalari: *a* — tekis; *b* — qavariq; *d* — botiq; *e* — aralash.

kalta chiziqlar — berg shtrixlar qo'yiladi, ayrimlariga balandliklarini bildiruvchi raqamlarning yuqori qismi yonbag'ir ko'tarilishi tomoniga qaratib yoziladi. Rejada relyefni batafsil tasvirlash uchun gorizontallardan tashqari, har 5—15 detsimetrda uning xarakterli nuqtalari balandliklari yoziladi.

Rejadagi gorizontallar ko'rinishiga qarab joy qiyaligi to'g'risida tushunchaga ega bo'lishi mumkin. Masalan, 27- rasmdagi gorizontallar oralig'i teng bo'lganda joy qiyaligi bir tekis, ortib borib — qavariq, har xil bo'lganda botiq yoki aralash va h. k.

Rejada joy *AC* chizig'ining tiklik qiymati — nishoblik *i* qiyalik burchagi $\ll$ orqali (26- *a* rasm)

$$i = \operatorname{tg} n = \frac{CC_1}{AC_1} = \frac{h}{S} \quad (2.1)$$

formula bilan aniqlanadi, bunda: *h* — relyef kesimi balandligi, *S* — *AC* chiziq gorizont qo'yilishi.

Nishablik *i* foizda yoki promil (birning mingdan bir ulushi, ‰ bilan belgilanadi)da ifodalanadi, $\ll$ ning qiymati esa:

$$n^\circ = 57,3^\circ \frac{h}{S}, \quad (2.2)$$

bu yerda $57,3^\circ$ — bir radiandagi graduslar soni.

M i s o l. Joydagi *AC* chiziq tikligini aniqlash uchun uning gorizont qo'yilishi $ac \sim S_{ac} \sim 46,5$ m o'lchangan va rejadagi relyef kesimi balandligi $h \sim 1$ m bo'lsa, (2.1) va (2.2) formulalarga ko'ra joydagi *AC* chiziqning nishabligi va qiyalik burchagi mos ravishda bunday bo'ladi:

$$i \sim 1/46,5 \sim 0,022 \sim 2,2 \% \sim 22 \text{ ‰}, \\ \ll \sim 57,3^\circ \cdot 0,022 \sim 1,2^\circ.$$

Shunday tarzda gorizontallari bo'lgan xaritalarda joyning har qanday chizig'ining tikligini (qiyalik burchagi yoki nishabligini) hisoblash oson. Nishablik i va qiyalik burchagini (2.1), (2.2) formulalar bo'yicha hisoblash bilan birga topografik xarita bo'yicha qo'yilishlar masshtabi deyiladigan maxsus grafiklar yordamida ham aniqlash mumkin (5- rasm).

Qiyalik burchaklari uchun qo'yilish masshtabi (2.1) formuladan kelib chiqib yasaladi. Unga ko'ra

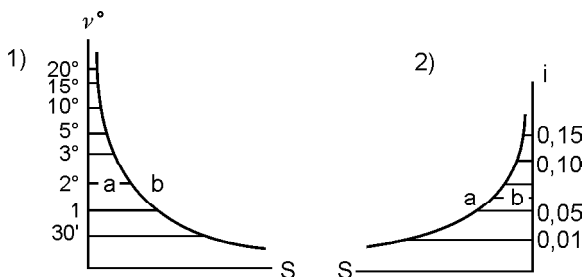
$$s \sim h \cdot \text{ctg} \ll. \quad (2.3)$$

(2.3) formulada qiyalik burchaklariga har xir qiymatlar berilib, ma'lum relyef kesimi h uchun qo'yilish s hisoblanadi, keyin to'g'ri chiziqni (27- *a* rasm) teng uzunlikdagi kesmalarga bo'linadi, hosil bo'lgan nuqtalar qarshisida qo'yilishlar hisoblangan joy chiziqlarining qiyalik burchaklari qo'yiladi (yoziladi). Bu nuqtalarda qo'yilish masshtabi asosi bo'lgan chizig'iga perpendikular tiklanib, ular-da xarita masshtabida qiyalik tikligi miqdori qo'yilgan nuqtalarni silliq egri chiziq bilan tutashtiriladi. Undan foydalanishda rejadag olingan va qo'yilishning joydagi qiyalik burchagi $\ll_{ab} \sim 1^{\circ}30'$, joy pasayotgan bo'lsa, xuddi shu kesmaning nishabligi qiymati oldiga minus ishorasi qo'yiladi. Rejadagi *ab* chiziqning joydagi nishabligi 27- *a* rasmga ko'ra: $i \sim 0,035$.

Nishabliklar uchun qo'yilish masshtabi (2.1) formuladan kelib chiqadigan

$$s = \frac{h}{i} \quad (2.4)$$

ifoda mavjud. Unda joy chizig'i nishabliklari berilib, (2.4) formula bo'yicha ularga tegishli qo'yilishlar xarita masshtabida qo'yilish asosiga perpendikularlarda o'lchanib qo'yiladi.



27- *a* rasm. Qo'yilish masshtablari grafiklari:
 1—qiyalik burchaklari;
 2—nishabliklari.

Har xil masshtabli xaritalarda relyef kesimini tanlash joy relyefini xaritada tasvirlash sifatiga ta'sir qiladigan muhim omillardan bo'ladi. Topografik rejalarda har xil relyef kesimi balandligida relyefning har xil tasviri hosil bo'ladi, relyef kesimi kichik bo'lsa, u batafsil ifodalanadi, lekin gorizontallar soni ko'payib, uni o'qish qiyin bo'ladi va aksincha, relyef kesimi balandligi katta bo'lsa, u batafsil tasvirlanmaydi. Masalan, 26- *a* rasmda tekis qiyalikni tasvirlash uchun chiziqning ikki uchi belgilari bo'yicha relyef kesimiga karrali gorizontallarni o'tkazish kifoya, ammo relyefning qolgan formalarini batafsil tasvirlash uchun optimal relyef kesimini tanlash kerak, chunki faqat bir qiyalikda yotgan nuqtalar orasida gorizontallar o'tkazish mumkin, aks holda ular haqida to'g'ri xulosa chiqarish qiyin. Shuning uchun normal (me'yoriy) relyef kesimi balandligi topografik xarita, reja masshtablarida 0,2 mm ni tashkil qiladi, ya'ni

$$h \sim 2,2 \text{ mm} \cdot M, \quad (2.5)$$

bunda M — xaritaning sonli masshtabi maxraji. Agar joy relyefi normal relyef kesimida xaritada kuchsiz ifodalansa, $0,5h$ kesimli yarim gorizontallar bilan tasvirlanadi. Topografik syomkalarni bajarish uchun yo'riqnomalarda tekis joylar uchun relyef kesimi balandligi (2.5) formula orqali hisoblagan qiymatdan 2 marta kichik qilib tayinlanadi. Sug'oriladigan joylar uchun uning qiymati xarita masshtabiga qarab 0,25 m, 0,5 m, 1,0 m va 2,5 m bo'ladi. Xaritada relyefni o'qishni yengillashtirish maqsadida relyef kesimi balandligi 1,2 va 5 m bo'lganda gorizontallarning har beshinchisi balandliklari 5, 10, 25 m ga karrali va relyef kesimi 0,25, 0,5 va 2,5 m ga karrali bo'lgan gorizontallar yo'g'onlashtiriladi va ularning balandliklari ko'tarilish tarafga qaratib yoziladi. Gorizontallar xaritada och jigarrangda chiziladi.

2.3. TOPOGRAFIK XARITA VA REJALAR BO'YICHA MASALALAR YECHISH (AMALIY MASHG'ULOT)

Reja gorizontallari bo'yicha joy relyefini baholash va muhandislik inshootlarini loyihalash bilan bog'liq bo'lgan ko'pgina masalalarni yechish mumkin. Bunday masalalarga gorizontallar ustida va ular orasida yotgan nuqtalarning balandliklarini aniqlash, joy chiziqlari nishabliklari va qiyaliklarini aniqlash, berilgan chiziq

yoʻnalishi boʻyicha profil tuzish, berilgan nishablikdagi chiziqni oʻtkazish, yer tekislash uchun qiya sirtini loyihalash, jismlar hajmlarini hisoblash kabi yechimlari quyidagi misollarda keltirilgan masalalar kiradi.

1. Gorizontal belgisini berilgan nuqtaning balandligi va maʼlum relyef kesimi boʻyicha aniqlash.

Bu masalani yechishda gorizontal belgisi relyef kesimi balandligiga karrali, berilgan nuqta balandligi va eng yaqin gorizontal belgisi farqi relyef kesimi balandligidan kam boʻlishi kerak. 5-rasmdagi xarita varagʻi qismida gorizontallar 2,5 m dan oʻtkazilgan. Malinovka togʻi balandligi esa 159,7 m, demak, yaqinroq eng kichik gorizontalning balandligi 157,5 m (kvadrat 6411).

2. Joy nuqtalari belgilarini aniqlash.

Agar nuqta gorizontalda yotgan boʻlsa, uning belgisi gorizontal belgisiga teng. Masalan, (kvadrat 6511), $H_1 \sim 152,5$ m, ikkinchi nuqtaning belgisi balandligi har xil boʻlgan gorizontallar orasida joylashgan. Shu sababli uni koʻzda interpolatsiyalash orqali topish mumkin. $H_2 \sim 155,0 \wedge 1,3 \sim 156,3$ m. Agar nuqta bir nomli gorizontallar orasida yotgan boʻlsa, uning balandligi taqriban topiladi: $0,5 h$ gorizontaldan katta yoki kichik, yaʼni $H_3 \sim 155,0 \pm 1,2 \sim 153,8$ m.

Gorizontallar orasida yotgan 4 nuqtaning balandligi H_4 ni topish uchun esa chiziqli interpolatsiyalashning quyidagi formulasini qoʻllash mumkin:

$$H_B = H_H + \frac{S_{nb}}{S_{mn}} h, \quad (2.6)$$

bunda: H_H — pastda quyi yotgan gorizontal balandligi,

S_{nb} — B nuqtadan pastda quyi yotgan gorizontallargacha boʻlgan masofa,

S_{mn} — yondosh gorizontallar orasidagi masofa,

h — relyef kesimi balandligi.

Yechish: xaritada $S_{d4} \sim 150$ m, $S_{mn} \sim 475$ m oʻlchaymiz, ularni va maʼlum $H_H \sim 152,5$ m va $h \sim 2,5$ m qiymatlarni (2.6) formulaga qoʻyamiz:

$$H_B = 152,5 + \frac{150}{475} \cdot 2,5 = 153,3 \text{ m.}$$

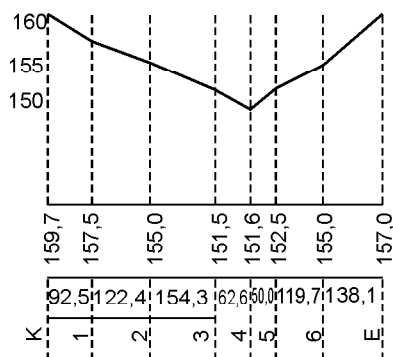
3. Qiyalikning yotiqlik nishabligi va qiyalik burchagini topish. Qiyalikning yotiqlik nishabligi va qiyalik burchagi (2.1), (2.2)

formulalardan yoki grafik usulida qo'yilish masshtablari grafiklaridan foydalanib 2.3 da bayon qilingan usullarda topiladi. 5- rasm-dagi xaritaning janubi sharq qismida qo'yilish masshtabi keltirilgan, undan foydalanishda xaritadan pargar (o'lchagich) qadamiga *B* va *C* nuqtalar orasidagi (6511) *bc* masofa olinib, uni qo'yilish grafigiga qo'yiladi va egri chiziq bilan kesishish nuqtasi topiladi. Masalan, qo'yilish grafigidan olingani $\ll_{bc} \sim 2,4^\circ$, (2.1) formula bo'yicha hisoblangani esa $\ll_{bc} \sim 2,3^\circ$ yoki (2.2) formulaga ko'ra $i \sim 41\%$.

4. Xaritada berilgan nishablikdagi chiziqni o'tkazish. 5- rasm-da *A* nuqtadan *B* nuqttagacha nishabligi 35 % (2°) bo'lgan chiziqni o'tkazish kerak. Qo'yilish masshtabidan 35 % ga mos pargar qadami olinib, *A* nuqtadan ketma-ket hamma gorizontallar kesiladi. Nuqtalar tutashtirilib, berilgan nishabligi chekli chiziqni hosil qilinadi. Agar pargar qadami gorizontallar orasidagi masofadan kichik bo'lsa, ular to'g'ri chiziq bo'yicha tutashtiriladi (6411, 6511).

5. Xaritada berilgan yo'nalish bo'yicha joy profilini yasash. Malinovka shahri (6411) shamol dvigateli (6412) chiziq bo'yicha rejali profilni yasash uchun to'g'ri chiziq o'tkazilib, unda xarita masshtabida *K*, 1, 2, 3, 4, 5, 6, *E* va h.k. nuqtalar, ya'ni gorizontallarning *KE* to'g'ri chiziq bilan kesishish nuqtalari orasidagi gorizontallar yoki interpolyatsiyalashdan topilgan belgilarga teng. Bu nuqtalar belgilari profil asosiga perpendikularga gorizont masshtabdan 10 marta yirikroq masshtabda qo'yiladi. Hosil bo'lgan nuqtalar silliq egri chiziq orqali tutashtiriladi (28-rasm).

Profil yordamida joy nuqtalari orasidagi o'zaro ko'rinishni bilish mumkin, buning uchun ularni to'g'ri chiziq bilan tutashtirish kerak. Agar nuqtalar orasida ko'rinish bo'lmasa, ulardan birini qanday miqdorda ko'tarish kerakligini aniqlash mumkin. Agar bir nuqtadan bir necha yo'nalishlar bo'yicha profillar yasalsa, unda xaritaga shu nuqtadan ko'rinmaydigan



28- rasm. *KE* chiziq bo'yicha bo'ylama profil. Masshtablar: ufqiy: 1:25 000; tik: 1:5 000.

(ko‘rinmaslik maydoni) joy uchastkalarini xaritaga tushirish mumkin.

28- rasmga ko‘ra K va E nuqtalar o‘zaro ko‘rinarli.

6. Suv yig‘iladigan maydon chegarasini aniqlash. Havza yoki suv yig‘iladigan maydon deb yer sirtining shunday qismiga aytiladiki, undan suv relyefi sharoitlari bo‘yicha berilgan daryo, jarlik va h. k. oqib tushishi kerak. Suv yig‘iladigan maydonning chegaralari bo‘lib suv ayirg‘ich chiziqlari xizmat qiladi. 5- rasm-dagi topografik xaritada e nuqtada qurilayotgan to‘g‘on uchun havza chegarasi ko‘rsatilgan. Suv ayirg‘ich chiziqlari gorizontallarga perpendikular punktirda o‘tkazilgan (6410, 6411).

7. Nuqtalarning geografik va to‘g‘ri burchakli koordinatalarini aniqlash. Kenglik va uzoqliklar xarita varag‘i romi uchlarida yozilgan (5- rasmga qarang, $>_{ig} \sim 54^{\circ}40' \nabla$, $\geq_{uz} \sim 18^{\circ}03' \nabla 45$). Xarita romida kenglik va uzoqlik bo‘yicha butun minutlar (rang quyuuq) ajratilgan. Romning qarama-qarshi tomonlaridan uchlarini tutashtirib, parallellar va meridianlar minutli to‘ri hosil qilinadi. Masalan, un zavodi nuqtasidan (6511) yaqin (g‘arbiy) meridian-gacha kesma a va uzoqlikning bir minuti uzunligi b (romda) bo‘lsa, nuqta uzoqligi:

$$l = l_{AM} + \frac{60''a}{b},$$

berilgan nuqta uchun:

$$l = 18^{\circ}04' + \frac{60'' \cdot 9,8_{sm}}{10,5_{sm}} = 18^{\circ}04'56''.$$

Nuqta kengligi ham shunday hisoblanadi:

$$j = 54^{\circ}04' + \frac{60'' \cdot 13,7_{sm}}{18,6_{sm}} = 54^{\circ}40'44''.$$

Shu nuqtaning to‘g‘ri burchakli koordinatalari koordinata to‘ri-ning tiklik va ufqiylik chiziqlariga nisbatan pargar (o‘lchagich) va masshtab chizig‘i yordamida aniqlanadi:

$$\begin{aligned}x &\sim 6\,065\text{ km} \wedge 542\text{ m} \sim 6\,065\,542\text{ m}, \\y &\sim 4\,311\text{ km} \wedge 756\text{ m} \sim 4\,311\,756\text{ m}.\end{aligned}$$

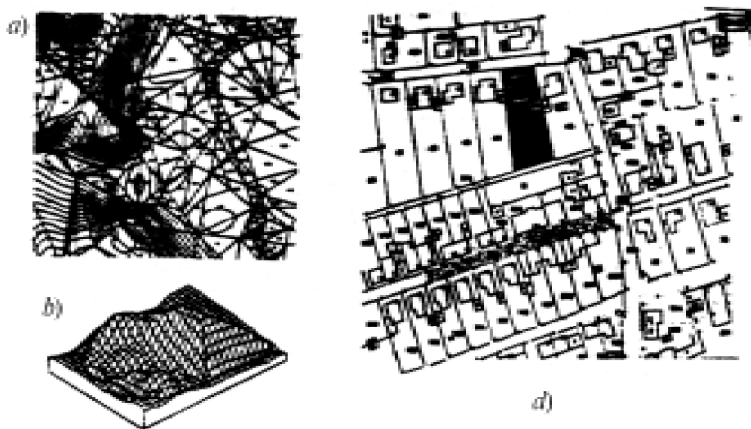
8. Karta bo‘yicha chiziqning haqiqiy azimuti va direksion burchagini aniqlash. P nuqtadan yaxshilangan gruntli yo‘lning haqiqiy azimuti va direksion burchagini aniqlash uchun P nuqtadan g‘arbiy

va sharqiy minutli romga va kilometrli toʻrning tiklik chizigʻiga parallel chiziqlar oʻtkaziladi. Transportir noli P nuqtada shimolga qaratib qoʻyilib, yoʻl yoʻnalishiga $A \sim 89^{\circ}10'$ va $+ \sim 91^{\circ}30'$ bur-chaklar olinadi.

2.4. YER SIRTINI RAQAMLI KOʻRINISHDA TASVIRLASH

Hisoblash texnikasining rivojlanishi va avtomatlashtirilgan chizmachilik asboblari, geoinformatsion sistemalarining (GIS) paydo boʻlishi inshootlarni loyihalash va qurish bilan bogʻliq boʻlgan har xil muhandislik masalalarini yechish uchun avtomatlashtirilgan sistemalar yaratilishiga olib keldi. Bu masalalarning bir qismi topografik rejalar va xaritalardan foydalanib yechiladi. Shu sababli joy topografiyasi toʻgʻrisidagi informatsiyani kompyuterlarni qoʻllash uchun qulay boʻlgan raqamli koʻrinishda ifodalash va saqlash zaruriyati paydo boʻldi.

Kompyuter xotirasida joy toʻgʻrisidagi raqamli maʼlumotlar eng qulay tarzda yer sirti nuqtalarining tekislikda X , Y , fazoda X , Y , H koordinatalar toʻplami koʻrinishida taqdim etilishi mumkin. Nuqtalarning bunday toʻplami ularning koordinatalari bilan birgalikda joyning raqamli modelini (JRM) tashkil etadi. JRM



29- rasm. Joyning raqamli modeli: raqamli model nuqtalarining relyefning xarakterli joylarida va gorizontallarida joylashishi (a) va uning asosida tuzilgan joy relyefining hajmli modeli (b), joyning rejasi (d).

o'zining mazmuniga ko'ra joy konturlari tafsilotining raqamli modeli va relyefning raqamli modeli (RRM)ga bo'linadi. Tafsilotning hamma elementlari, joy predmetlari va konturlari holatini aniqlovchi nuqtalarning koordinatalari X , Y bilan beriladi. Relyefning raqamli modeli joyning topografik sirtini tasvirlaydi (29- rasm). U relyef xarakterini yetarli darajada tavsiflash uchun yer sirtida tanlangan koordinatalari X , Y , H bo'lgan qandaydir nuqtalar to'plami bilan aniqlanadi. Relyef shakllari turli-tuman bo'lganligi uchun uni raqamli ko'rinishda batafsil tasvirlash anchagina qiyin. Shu sababli yechiladigan masalaga va relyef xarakteriga arab raqamli modellari tuzishning har xil usullari qo'llaniladi. Masalan, RRM qandaydir kvadratlar to'ri yoki joy uchastkasi hamma maydonida bir tekisda joylashgan to'g'ri burchakli uchburchaklar uchlarining X , Y , H koordinatalari qiymatlari jadvali ko'rinishiga ega bo'lishi mumkin. Uchlar orasidagi masofa relyef shakli va yechiladigan masalaga mos ravishda tanlanadi. Model relyefning xarakterli (egilgan, bukilgan) joylarida (suv ayirg'ichlarda, talveglarda va h.k.) yoki gorizontallarida joylashgan nuqtalarning koordinatalari jadvali ko'rinishda ham berilishi mumkin.

Relyefning raqamli modeli koordinatalaridan foydalanib kompyuterdagi maxsus, masalan, AvtoCAD, MAPINFO dasturlarida uni batafsilroq ta'riflash, joy uchastkasini berilgan yo'nalishi bo'yicha bo'ylama va ko'ndalang profilini, topografik rejasini tuzish va ularda har xil muhandislik masalalarini yechish mumkin.

2.5. NUQTALAR BELGILARI BO'YICHA GORIZONTALLAR O'TKAZISH

Xarita va rejalarda tasvirlangan joy relyefining xarakterli nuqtalari va qiyaliklar o'zgarish joylarining nuqtalari belgilari bo'yicha gorizontallar o'tkaziladi: bunda qiyaliklar yo'nalishlarini bilish zarur. Rejada bir qiyalikda yotgan belgilar $H_0 \sim 68,3$ m, $H_B \sim 71,8$ m bo'lgan nuqtalar orasida relyef kesimi balandligi $h \sim 1$ m li bo'lgan gorizontallar o'tkazish talab qilinsin (30- a rasm). Bunday masalani yechish uchun S chiziqda belgilar qabul qilingan relyef kesimiga karrali nuqtalar o'rinlarini rejada aniqlanadi, bu amal gorizontallarni interpoliyatsiyalash deyiladi.

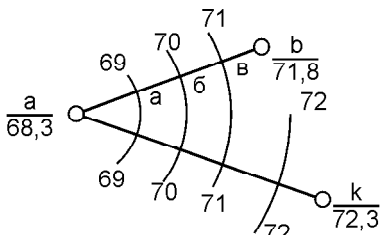
Gorizontallarni interpoliyatsiyalashni faqat bir qiyalikda joylashgan ikki nuqta orasida o'tkazish mumkin.

Gorizontallarni interpolyatsiyalash analitik, grafik usullarda yoki ko'pincha kameral sharoitda ko'zda chamalab olib boriladi.

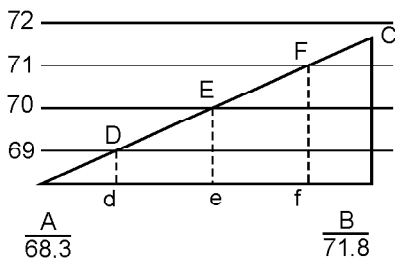
Analitik usul. Masalani yechish mohiyatini asoslash uchun rejada A va B chiziqni yasab, B uchida undan chiqarilgan $H_B \pm H_A$ qiymat qo'yilib, C nuqta topiladi. AC joy profili bo'ladi (30-b rasm). Bunda AC chiziqni kesuvchi 69, 70, 71 belgili tekisliklarni o'tkazsak, bu tekisliklarning AC chiziq bilan kesishgan D , E , F nuqtalarining belgilari 69, 70, 71 ga teng, ularning ab chiziqdagi proyeksiyalari d , e , f izlanayotgan nuqtalar bo'ladi. ABC , AdD va AfF uchburchaklarning o'xshashligidan:

$$Ad = \frac{Dd}{CB} \cdot AB, \quad fB = \frac{Ff}{CB} \cdot AB, \quad de = ef = \frac{h}{CB} \cdot AB. \quad (2.7)$$

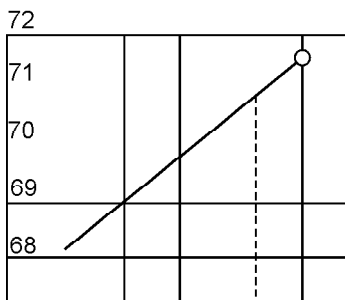
Yechilayotgan masalada $CB \sim H_B \pm H_A \sim 3,5$ m, $Dd \sim 69 \pm 68,3 \sim 0,7$ m, $C_E \sim 71,8 \pm 70 \sim 0,8$ m. Bu miqdorlar qiymatlarini (2.7) ifodaga qo'ysak, quyidagi qiymatlarga ega bo'lamiz: $Ad \sim 4$ mm,



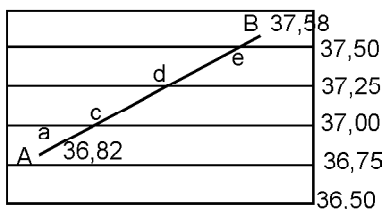
a)



b)



d)



e)

lash
a - b
mos
illi-

metrli qog'ozda; e — shaffof qog'oz (kalka)-
da — grafik usullar.

$fB \sim 4,6$ mm $de \sim ef \sim 5,7$ mm. Bu kesmalarni rejadagi ab kesmada o'lchab qo'ysak, izlangan nuqtalar o'rni topiladi.

Shunday yo'l bilan b va k nuqtalar orasida gorizontallar holati aniqlanadi, undan so'ng bir xil belgili nuqtalardan gorizontallar o'tkaziladi. Keltirilgan gorizontallarni sonli interpolyatsiyalashni qo'llash ko'p vaqtni talab qiladi.

Shu sababli tezroq va yetarli aniqlikda interpolyatsiyalash uchun millimetrlri qog'oz yoki kalkadan foydalanilishga asoslangan grafik usul qo'llaniladi.

Grafik usul. Millimetrlri qog'ozning qirqilgan chetini AB chizig'iga qo'yiladi. Chiziq uchlari belgilari bo'yicha AB chiziqning profili AB yasaladi. Profil chizig'ini kesuvchi 69, 70, 71 m li tekisliklarda kesishgan nuqtalarni rejadagi AB chiziqqa proyeksiyalab $+$, e , f nuqtalarning o'rni topiladi (30- d rasm).

Grafik interpolyatsiyalash uchun shaffof qog'oz, masalan, kalka qo'llanilishi mumkin. Bunda kalkada parallel chiziqlar teng oraliqda o'tkazilib, ularning uchlari relyef h kesimiga karrali balandliklar (30- e rasmda 0,25 m) rejadagi eng kichik balandlikdan boshlab yoziladi. Uchlari balandliklari $H_A \sim 37,58$ m va $H_B \sim 36,82$ m bo'lgan to'g'ri chiziqda gorizontallar o'rnini aniqlash uchun shaffof qog'ozni bu chiziqqa shunday qo'yish kerakki, A va B nuqtalarning o'rni ulardagi balandliklarga mos kelsin. To'g'ri chiziqning qog'ozdagi chiziqlar bilan kesishgan, pargar ignasida teshilgan nuqtalari berilgan balandliklari tegishlicha 37, 50, 37, 25 va 37,00 m bo'lgan gorizontallarning rejadagi o'rniga mos keladi.

Ko'pincha syomka jarayonida yoki kameral sharoitlarda reja tuzishda gorizontallarni interpolyatsiyalash ko'zda chamalab bajariladi. Relyefni chizishda gorizontallar relyefning rivojlanish qonuniyatining geomorfologik xususiyatlarini ifodalashi kerak.

2.6. GEOINFORMATSION SISTEMALAR (GIS) TO'G'RISIDA TUSHUNCHA

Zamonaviy yuqori unumli kompyuterlarning paydo bo'lishi, ularning juda katta miqdordagi informatsiyani qayta ishlash, saqlash va berish imkoniyati insonning xo'jalik boshqarish faoliyatida yangi yo'nalishning va yangi geoinformatika fanining paydo bo'lishiga olib keldi.

Oldiniga «geoinformatsion sistemalar» tushunchasi «geografik informatsion sistemalari» deb tushunildi, chunki u geografik fanlar zamonida paydo bo'lgan edi. Hozir uni qo'llash sohasi geografiya doirasidan chiqib ketdi va «geo» qo'shimchasi esa informatsion faqat Yer va undagi inson faoliyati bilan bog'liqligini ko'rsatadi.

Shunday qilib, geoinformatsiya sistemasi deyilganda ko'pincha insonni fazoda va vaqt davomida o'rab olgan voqealar to'g'risidagi informatsiyaning ko'p turlarini yig'ish, saqlash, qayta ishlash va ko'rinishini ta'minlovchi tabiat va jamiyatning hududiy o'zaro hamkorligi to'g'risidagi bilimlarning kompyuterli ombori tushuniladi.

Ularga, jumladan geografiya, informatika, geodeziya, kartografiya, yerni hisobga olish, boshqarish, huquq, ekologiya va boshqa fanlar sohalaridan informatsiyalar kiradi.

GIS hududiy qamrab olishi bo'yicha umummilliy va regional, foydalanish maqsadlariga ko'ra ko'p maqsadli, maxsuslashtirilgan, informatsion, ma'lumotli, rejalashtirish, boshqarish ehtiyojlari va h. k., mavzu bo'yicha suv resurslari, yerdan foydalanish, o'rmonlardan foydalanish, turmush va boshqalarga bo'linadi.

GIS uchun informatsiya manbayi geografik va topografik xarita va rejalar, aerokosmik materiallar, me'yoriy va normativ hujjatlar bo'ladi.

Zamonaviy GIS asosan raqamli bo'lib, maxsus ta'minlash dasturi va ma'lumotlar bazasi deyiladigan qismlardan barpo etiladi.

Raqamli xarita ma'lumotlar bazasiga informatsiyaning ikki varianti — obyektning o'rnini aniqlaydigan fazoviy va obyektning xossalarni ifodalaydigan semantik (atributiv) informatsiyalar kiradi.

GISda turli-tuman fazoviy informatsiya har xil masalalarni yechishda javob beradigan ayrim qatlamlar ko'rinishida tashkil etiladi. Har bir qatlam faqat bir yoki bir necha mavzuga taalluqli informatsiyani saqlaydi. Masalan, shahar hududini rivojlantirish masalalarini yechish uchun ayrim qatlamlar to'plamiga yer egaliklari va ko'chmas mulk, transport, ta'lim, sog'liqni saqlash, madaniyat, muhandislik tarmoqlari, relyef toporejalar, geodezik tarmoqlar va shahar xo'jaligining boshqa obyektlari to'g'risidagi ma'lumotlarni kiritish mumkin.

Xarita va rejalarini kompyuterda ko'rsatish uchun to'g'ri burchakli koordinatalar qo'llaniladi, bunda har bir nuqta bir juft x , y koordinatalar bilan ifodalanadi. Koordinata sistemasidan

foydalanib nuqtalarni, chiziqlarni va poligonlarni koordinatalar ro'yxati ko'rinishida ko'rsatish mumkin. Bunda Yer sirtini tekislikda ko'rsatish uchun har xil kartografik proyeksiyalar, masalan, Gauss-Kryuger proyeksiyasi qo'llanilishi mumkin. Kompyuterga xarita va rejalaridan ma'lumot raqamlash yo'li bilan kiritiladi. Raqamlash obyektning har bir xarakterli nuqtasini raqam bilan ko'rsatish yoki xarita varag'ining hammasini elektronli skanerlash yo'li bilan bajarilishi, obyektlarning izohlash tavsiflari kompyuter klaviaturasidan kiritilishi mumkin. Raqamli ko'rinishida yozilgan aero va kosmik syomkalar, elektron geodezik asboblarda bajarilgan syomkalar natijalari kompyuterning ma'lumotlar bazasiga qog'ozli stadiyadan qutilib kiritilishi va qayta ishlanib, joyning raqamli yoki qog'ozli eltuvchidagi xaritasi, rejasi, profili tuzilishi va ularda muhandislik yoki boshqa masalalarni yechish mumkin.

2.7. KADASTRDA GEOINFORMATSIYALI SISTEMALAR

Yer, shahar qurilishi, suv, o'rmon va boshqa kadastrining har bir turi kartografik informatsiya bazasidagi yer va yer osti, tabiiy, xo'jalik va huquqiy holatning ishonchli va zaruriy ma'lumotlari majmuyiga ega bo'lganligi sababli aslida ham geoinformatsiyali sistemalar bo'ladi, kartografik informatsiya yerning miqdori, sifati, qiymati, yerdan foydalanuvchi va yer egalari to'g'risida ma'lumot olish va yerdan foydalanishni nazorat qilish uchun ham xizmat qiladi.

Kadastrning informatsion asosi yerlarni inventarizatsiya (ro'y-xatga olish) va kadastrli syomkalar natijasida yaratiladi. Bu ishlar katta hududlarni (shahar, tuman, aholi punktlari va h. k.) hamda katta bo'lmagan yer uchastkalarini ham qamrab olishi mumkin.

Katta miqdordagi ma'lumotlarni yagona informatsion sistemada joylashtirish uchun kadastrni informatsion elementlar qatlamlariga bo'linadi, ularning har biridan aniq masalani yechishda mustaqil foydalaniladi.

GISni qo'llashga asoslangan kadastrning avtomatlashtirilgan sistemasi uchun raqamli kadastrli xaritalar, rejalar qo'llaniladi. Kadastrli xaritalarda rejada ko'rsatilgan hamma obyektlar fazoviy bog'lanishga ega, ya'ni ularning holati xaritani yaratishda qabul qilingan koordinatalar sistemasida aniqlangan. Obyekt (yer uchastkasi)ni ta'riflash ma'lumotlari informatsion sistemaning ma'lu-

motlar bazasi mazmunini tashkil etadi. Bu ma'lumotlar bazasi-ning obyektlarini va aloqalarini belgilash uchun uchastkalar identifikatorlari (kadastrli nomerlari)dan foydalaniladi. Shu tarzda raqamli kadastrli xarita metrik (grafik) va semantik (ifodalash) ma'lumotlar majmuasini ifodalab, kadastrning informatsion sistemasi qismini tasvirlab ko'rsatadi. Yer uchastkalarining o'rnini, ularning chegaralari va maydonini aniqlab, undan resurslarni boshqarish vositasi kabi foydalaniladi.

Shunday qilib, davlat yer kadastrli iste'molchiga yer informat-siyasini yig'ish, saqlash va yetkazib berishni ta'minlovchi geoin-formatsion sistema bo'ladi.

3- bob. O'LCHASH XATOLIKLARI NAZARIYASI TO'G'RISIDA BOSHLANG'ICH MA'LUMOTLAR

3.1. O'LCHASH VA UNING TURLARI

Geodezik o'lchashlarni bajarishda ufqiy va tik burchaklar, chi-ziqlar uzunliklari, nuqtalar nisbiy balandliklari, konturlar yuza-lari va boshqa kattaliklar o'lchanadi. Biror x kattalikni o'lchash deb uni o'lchov birligi sifatida qabul qilingan bir jinsli kattalik bilan taqqoslashga aytiladi. O'lchash natijasi o'lchanayotgan kat-talikda o'lchov birligini necha marta yotganligini ko'rsatadigan son bo'ladi. O'lchashlarda bevosita (to'g'ri) va bilvosita o'lchashlar farqlanadi. Bevosita o'lchashlarda o'lchanayotgan obyekt o'lchov birligi bilan taqqoslanadi, masalan, xaritadaagi chiziqni, stol o'lchamini santimetrli chizg'ichda o'lchash va h.k. Bilvosita o'lchashlarda natija bevosita o'lchangan boshqa miqdorlar yordamida hisoblab topiladi, masalan, uchburchak yuzasini uning asosi va balandligini o'lchash orqali aniqlash, aylana uzunligini uning ma'lum radiusi bo'yicha hisoblash va h. k. Bunda aylana uzunligi, doira yoki uchburchak yuzasi bilvosita o'lchash natijalari yoki o'lchangan miqdorlar funksiyasi bo'ladi. O'lchash natijalari zaruriy va ortiqchalarga bo'linadi. Bitta kattalik (chiziq uzunligi, uchburchak burchagi va h.k. n marta o'lchansa, o'lchash natijalaridan biri zaruriy, qolgan $n - 1$ tasi esa ortiqcha (qo'shim-cha) bo'ladi. Qo'shimcha o'lchashlar muhim ahamiyatga ega, ularning o'xshashligi nazorat vositasi bo'ladi va o'lchashlar nati-

jalarini baholash imkonini beradi, ular izlanayotgan kattalikning ishonchliroq qiymatini har qanday boshqa natijaga nisbatan aniqroq olish imkonini tug‘diradi.

Agar o‘lchashlar bir xil sharoitda, bir xil aniqlikdagi asboblardan bilan bir xil malakali shaxslar tomonidan bajarilgan bo‘lsa, olingan natijaga teng aniqlik, bu shartlardan birortasi bajarilmay topilgan natijalar esa teng aniqsiz deyiladi, ular har xil o‘rta kvadratik xatolikka ega bo‘ladi.

3.2. O‘LCHASH XATOLIKLARI VA XATOLIKLAR NAZARIYASI

Bir kattalikni ko‘p marta o‘lchash qanchalik tirishqoqlik bilan bajarilsa ham, uning natijalari bir-birlaridan va bu kattalikning haqiqiy o‘lchamidan birmuncha farq qiladi. Agar o‘lchash mukammalroq asboblardan, usullardan, tajribali kuzatuvchilardan tomonidan qulay tashqi muhitda bajarilsa, ularning izlanayotgan natijalari mutloq miqdori bo‘yicha kichikroq xatoliklarga ega bo‘ladi. Lekin bunday holda ham xatoliklar ta‘siridan qutulish mumkin emas. Shu sababli o‘lchashlar zaruriy aniqlikda bajarilishi kerak, ortiqcha aniqlikka erishish katta xarajatlarga, yetarli bo‘lmagan aniqlik esa kutilmagan oqibatlariga olib kelishi mumkin. O‘lchash natijasi f bilan o‘lchangan kattalikning aniq (haqiqiy) qiymati x orasidagi

$$f \sim l \pm x \quad (3.1)$$

farq *xatolik* deyiladi.

U yoki bu kattalikning o‘lchangan (hisoblangan) qiymatini nazariy qiymatdan farqi ham (3.1) formula bo‘yicha hisoblanadi, u holda natija bog‘lanmaslik deyiladi. Masalan, xaritada yassi uchburchak burchaklari o‘lchanib, ularning yig‘indisi $179^{\circ}30'$ bo‘lsa, uning nazariy qiymati ($x \sim 180^{\circ}$) dan farqi bog‘lanmaslik $f \sim 179^{\circ}30' \nabla \pm 180^{\circ} \sim \pm 30'$ bo‘ladi. Xatoliklar kelib chiqishiga ko‘ra qo‘pol, muntazam va tasodifiy xatoliklarga bo‘linadi.

Qo‘pol xatolik deb xatoliklar qatorida mutloq qiymati bo‘yicha boshqalardan katta farq qiladigan miqdorga aytiladi. Masalan, chiziqni o‘lchashda lentani yotqizish sonini sanashda adashish yoki uning teskarisi tomonidan sanoq olish kabilar. Qo‘pol xatolik o‘lchovchi shaxsning o‘z ishiga befarq qarashidan kelib chiqadi, qayta o‘lchash orqali topiladi va tuzatiladi.

Muntazam xatolik deb xatoliklar qatorida bir xil ishora va qiymatlar bilan takrorlanadigan xatoliklarga aytiladi. Muntazam xatolikda o'lchayotgan shaxs qo'llanilayotgan asbob va muhit xatoliklariga bo'linadi. Masalan, lentaning qabul qilingan (nominal) uzunligini haqiqiy uzunligidan farqi, lenta uzunligining havo temperaturasiga qarab o'zgarishi, o'lchovchi shaxsning sanoqni oshirib yoki kamaytirib olishga odatlangani kabi xatoliklar bo'ladi. Demak, bu xatoliklarni kelib chiqishi manbalari ma'lum qonuniyatlarga bo'ysunadi, shu sababli bunday xatoliklarning o'lchash natijasiga ta'sirini kamaytirish yoki yo'qotish mumkin.

Tasodifiy xatolik deb xatolar qatorida turli ishora va qiymatda uchraydigan hamda qiymati ma'lum chekdan oshmaydigan xatolikka aytiladi. Tasodifiy xatoliklar qonuniyatlari ommaviy o'lchashlarda namoyon bo'ladi va ularni o'rganish bilan xatoliklar nazariyasi fani shug'ullanadi. Uning vazifalariga o'lchashlar xatoliklari va turlarini o'rganish, o'lchash natijalarining aniqligini baholash uchun har xil mezonlar o'rnatish, bitta miqdorni o'lchash qatoridan uning eng ishonchliroq yakuniy qiymatini topish va bu natijani baholash, o'lchangan qiymatlar funksiyalari aniqliklarini tahlil qilish kabi masalalarni yechish kiradi.

O'lchashlar xatoliklari nazariyasi hal etadigan yuqorida sanalgan masalalar geodezik o'lchashlarni to'g'ri tashkil qilish, o'tkazish va natijalardan oqilona foydalanish uchun katta ahamiyatga ega.

O'lchashlar xatoliklari nazariyasi o'lchashlar bajariladigan hamma sharoitlarni to'g'ri va sinchkovlik bilan o'rganish, ularni ishonchli o'tkazish uslubiyatini belgilash, bu maqsad uchun zaruriy asboblarni tanlash, kutilayotgan o'lchash va yakuniy natija aniqligini hisoblash, o'lchashlar bajarilgandan keyin esa natijalarga to'g'ri ishlov berish va ularning aniqligini baholash imkonini beradi.

3.3. TASODIFIY XATOLIKLAR XOSSALARI

Ommaviy o'lchashlarda namoyon bo'ladigan tasodifiy xatoliklar sistematik qonuniyatlarga bo'ysunadi, bunda ular quyidagi to'rt xossaga ega bo'ladi:

1) berilgan o'lchash sharoitlari uchun mutloq miqdori bo'yicha ma'lum bir chekdan oshmaydi;

2) mutloq qiymatlari bo'yicha musbat va manfiy xatoliklar baravar uchraydi;

3) tasodifiy xatoliklarning arifmetik o'rta miqdori o'lchash soni cheksiz ortganda nolga intiladi;

4) mutloq qiymatlari bo'yicha kichik tasodifiy xatoliklar kattalariga qaraganda ko'proq uchraydi.

Tasodifiy xatoliklarning uchinchi xossasiga ko'ra:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|\Delta|}{n} = 0, \quad (3.2)$$

bunda $|\lim|$ — bir jinsli miqdorlarning yig'indisini belgilash uchun Gauss kiritgan belgi.

Agar x miqdorning o'lchash natijalari $l_1, l_2, \dots, l_n$ va bu o'lchashlarning (3.1) formulada hisoblanadigan tasodifiy xatoliklari $\mathcal{K}_1, \mathcal{K}_2, \dots, \mathcal{K}_n$ o'lchashlar soni n cheksiz ortsa, oddiy arifmetik o'rta qiymat $\frac{[l]}{n} = x_0$ haqiqiy x qiymatga intiladi, ya'ni $\lim_{n \rightarrow \infty} x_0 = x$. Amaliyotda kattalikni o'lchashlari soni nisbatan katta bo'lmaydi, lekin bunday hollarda ham oddiy arifmetik o'rta qiymat izlanayotgan miqdorning eng ishonchli qiymati bo'ladi.

3.4. O'LCHASHLAR ANIQLIGINI BAHOLASHDA QO'LLANILADIGAN MEZONLAR

Geodeziyada bajariladigan o'lchashlar sifatini baholashda o'rtacha xatolik (q), ehtimoliy xatolik (r), o'rta kvadratik xatolik (m), mutloq (absolyut) va nisbiy xatoliklar qo'llaniladi. Tasodifiy xatoliklar mutloq qiymatlarining arifmetik o'rtachasiga *o'rtacha xatolik* deyiladi, ya'ni

$$q = \frac{[|\Delta|]}{n}, \quad \text{bunda } [|\mathcal{K}|] \sim |\mathcal{K}_1| \wedge |\mathcal{K}_2| \wedge \dots \wedge |\mathcal{K}_n|. \quad (3.3)$$

Ehtimoliy xatolik deb tasodifiy xatolikning shunday qiymatiga aytiladiki, unda mutloq miqdorlari bo'yicha katta yoki kichik xatoliklar baravar uchrashi mumkin:

$$r \sim 0,67u. \quad (3.4)$$

O'rta kvadratik xatoliklar qiymati K. F. Gauss tomonidan tavsiya etilgan quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}, \quad (3.5)$$

bunda $[\Delta^2] \sim \Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2$, $\Delta_i \sim x_i \pm x/i \sim 1, 2, 3, \dots, n$, Δ_i — haqiqiy xatoliklar, x — o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy (aniq) qiymati, x_i — kattalikni o'lchash natijalari.

O'rta kvadratik xatolik o'lchash aniqligini baholashning eng ishonchli mezoni bo'ladi, chunki uning qiymatiga bajarilgan o'lchash sifatini aniqlaydigan mutloq qiymatlari katta xatoliklar kuchli ta'sir etadi, o'lchashlar soni nisbatan katta bo'lmaganda ham kvadratik xatolik yetarli ishonchlilik bilan hisoblanadi, agar u yuqorida sanalgan to'rt xossaga bo'ysunsa, uning chekli qiymatini

$$\Delta_{\text{chekli}} \sim 3m \quad (3.6)$$

formula bo'yicha hisoblash mumkin, u holda 1000 ta xatolikdan uchta bu chekdan ortadi.

Geodezik o'lchashlarni bajarish bo'yicha texnik yo'l-yo'riqlarda yo'l qo'yarli xatolik

$$\Delta_{\text{chekli}} \leq 2m \quad (3.7)$$

qilib belgilanadi, bunda 100 ta xatolikdan mutloq qiymati bo'yicha beshtasi (3.3) formula bo'yicha hisoblangan Δ_{chek} dan ortishi mumkin, u holda ular qo'pol xatolik sanalib qaytadan o'lchanadi.

Xatoliklar nazariyasida o'rta kvadratik xatolik m va chekli Δ_{chekli} xatoliklar quyidagi bog'liqlikka ega:

$$\Delta_{\text{chekli}} \sim m\sqrt{3}. \quad (3.8)$$

O'lchashlar xatoliklari normal taqsimot qonuniga bo'ysunganda o'rta kvadratik va o'rtacha xatoliklar orasida quyidagi bog'liqlik mavjud:

$$m \sim 1,25q. \quad (3.9)$$

Mutloq va nisbiy xatoliklar. O'rta kvadratik, o'rtacha, ehtimoliy va chekli xatoliklar mutloq xatoliklar deyiladi.

Surati birga teng bo'lgan kasr bilan ifodalanadigan mutloq xatolikni o'lchangan miqdorning o'rtacha qiymatiga nisbati nisbiy xatolik deyiladi. Bunda qanday xatolikdan foydalanilganiga qarab, nisbiy o'rta kvadratik, nisbiy o'rtacha, nisbiy ehtimoliy, nisbiy

chekli xatolik farqlanadi. Nisbiy xatolik maxrajini, agar u yuzliklarda ifodalansa, o'nliklarga, mingliklarda ifodalansa, yuzliklarga yaxlitlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Agar o'lchash natijasi $l \sim 226,3 f 0,27 \text{ m}$ ko'rinishda yozilgan bo'lsa, uning haqiqiy L qiymati $226,03 \setminus L \setminus 226,57$ chegarasida $P \sim 0,9545$ ishonchlilik ehtimolligi bilan joylashadi.

Chiziq uzunliklari va yuzalarni o'lchashlarda natija sifati $\propto L$ mutloq xatolikni L o'lchash natijasiga nisbatini ko'rsatuvchi nisbiy xatolik bilan tavsiflash yaxshiroq, ya'ni

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta L : \Delta L}{L : \Delta L} = \frac{1}{L : \Delta L} = \frac{1}{N}. \quad (3.10)$$

Xarita va rejalarda yuzalarning aniqligini baholashda nisbiy xatoliklar foizlarda ham ifodalanishi mumkin.

3.5. HAQIQIY XATOLIKLAR BO'YICHA ANIQLIKNI BAHOLASH MISOLI

Haqiqiy uzunligi 125,43 m bo'lgan chiziq uzunligi o'lchov lentasida olti marta o'lchangan. Olingan natijalar 2- jadvalning 2-ustunida keltirilgan. Ular bo'yicha o'rtacha (muntazam) xatolikni, ehtimoliy xatolikni va o'lchov lentasida chiziq o'lchashning o'rta kvadratik xatolikini baholash kerak.

Y e c h i s h. Barcha hisoblar jadvalda keltirilgan:

2- jadval

Olchash nomeri	O'lchashlar natijalari	Δ_i , sm	Δ_i^2	Aniqlikni baholash
1	125,56	- 13	169	O'rtacha xatolik $q = \frac{[D]}{n} = \frac{37}{6} = 6,2 \text{ sm}$ Ehtimoliy xatolik: $r = 5 \text{ sm}$ O'rta kvadratik xatolik: $m = \sqrt{\frac{311}{6}} = 7,2 \text{ sm.}$
2	49	- 6	36	
3	39	+ 4	16	
4	38	+ 5	25	
5	44	-1	1	
6	35	+ 8	64	
	125,43		311	

3.6. TENG ANIQLIKDA O'LCHANGAN KATTALIKNING O'LCHASH NATIJALARINI MATEMATIK ISHLANISHI

Bir kattalikning teng aniqlikda o'lchangan natijalari qatori olingan bo'lsa, ularning matematik ishlashida quyidagilar hisoblanadi:

1. O'lchangan kattalikning eng ishonchli bo'lgan arifmetik o'rtacha qiymati.

2. Ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatoligi.

3. Arifmetik o'rta kvadratik xatoligi.

Teng aniqlikli o'lchashning $l_1, l_2, \dots, l_n$ natijalaridan arifmetik o'rtacha qiymat quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$L = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{[l]}{n}. \quad (3.11)$$

Uni hisoblashni osonlashtirish maqsadida o'lchanayotgan kattalikning taqribiy l_0 qiymati sifatida l_i o'lchanganlardan eng kichigi tanlanib, qoldiqlar quyidagi formuladan topiladi:

$$\bar{E}_i \sim l_i - l_0 \quad (i \sim 1, 2, \dots, n).$$

Bu ifodani (3.11) formulaga qo'yib, ayrim o'zgarishlar kiritilsa,

$$L = l_0 + \frac{[e]}{n} \quad (3.12)$$

tenglik hosil bo'ladi va u arifmetik o'rtacha qiymatni taqribiy qiymatlar orqali hisoblash uchun xizmat qiladi.

O'lchash natijalarini baholashda haqiqiy xatoliklar kamdan-kam hollarda ma'lum bo'ladi, shuning uchun ko'pincha geodezik o'lchashlar amaliyotida o'lchash aniqligini baholash uchun Besselning quyidagi formulasi qo'llaniladi:

$$m = \sqrt{\frac{[u^2]}{n-1}}, \quad (3.13)$$

bunda $u_i \sim l_i - L$ — eng ehtimoliy xatoliklar, $n - 1$ — ortiqcha o'lchashlar soni.

Teng aniqlikli o'lchashlar natijalari arifmetik o'rtachasining o'rta kvadratik xatoligi

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{[u^2]}{n(n-1)}} \quad (3.14)$$

formula orqali hisoblanadi, ya'ni arifmetik o'rtaning o'rta kvadratik xatoligi M o'lchashning o'rta kvadratik xatoligi m dan $\sqrt{n}$ marta kichik bo'ladi.

(3.13) formuladan topilgan o'rta kvadratik xatolikning ishonchliligini baholash uchun quyidagi formula qo'llaniladi:

$$m_m = \pm \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}}. \quad (3.15)$$

Agar $n \sim 4$ bo'lsa, o'rta kvadratik xatolikning ishonchliligi $m_m \sim 0,4$; $n \sim 8$ bo'lganda esa $m_m \sim 0,3$, bundan $n \setminus 8$ bo'lganda bajarilgan o'lchashlar ishonchsiz.

3- jadvalda chiziq uzunligini teng aniqlikda besh marta o'lchash natijalari bo'yicha uning eng ehtimoliy qiymati hamda m , m_m va M o'rta kvadratik xatoliklarini topish masalasini yechilishi namunasi keltirilgan.

3- jadval

N	l, m	v	v^2	Aniqlikni baholash
1	226,1	-0,2	0,04	$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,10}{4}} = \pm 0,16 \text{ m}; \Delta_{\text{chekli}} = 2m = 0,32 \text{ m},$ $m_m = \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}} = \frac{0,16}{\sqrt{8}} = \pm 0,04 \text{ m}; \frac{m_x}{L} = \frac{0,16}{226,3} = \frac{1}{1400};$ $M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,16}{\sqrt{5}} = \pm 0,07 \text{ m}; 226,0 \text{ J } LJ \text{ } 226,6 \text{ m}.$
2	226,2	-0,1	0,01	
3	226,5	+0,2	0,04	
4	226,4	+0,1	0,01	
5	226,3	0,0	0,0	
	226,3	$[v] = 0$	0,10	

4- jadvalda burchakni teng aniqlikda o'lchash qatorining matematik ishlanishini o'tkazish, ya'ni ayrim o'lchashning arifmetik o'rtachasini, o'rta kvadratik xatoligi va arifmetik o'rtaning o'rta kvadratik xatoligini topish namunasi keltirilgan.

4- jadval

O'lchash N	O'lchash natijasi l_i	ε	v	v^2	$v\varepsilon$
1	125°36'15"	5"	+ 5"	25	+ 25
2	32"	22"	- 1,2	144	- 264
3	24	14	- 4	16	- 56
4	10	0	+ 10	100	0
5	21	11	- 1	1	- 11
$l_0 = 125^\circ 36' 10''$		52"	- 2"	286	- 306

$$L = 125^{\circ}36'10'' + \frac{52}{5} = 125^{\circ}36'20'', \quad m = \sqrt{\frac{286}{4}} = 8''; \quad M = \frac{8}{\sqrt{5}} = 4'';$$

4- jadvalning oxirgi ustuni $[u^2] \sim [u \bar{E}]$ ekanligini tekshirish uchun xizmat qiladi.

Ko'pincha amaliyotda aniqlanayotgan miqdorni nazorat qilish va aniqligini oshirish uchun u ikki martadan o'lchanadi. Masalan, chiziq to'g'ri va teskari yo'nalishda, nisbiy balandlik ikki gorizontda yoki ikki tomonlama reykada o'lchanadi, bularning o'rtachasi yakuniy qiymat sifatida qabul qilinadi. Bu holda ayrim o'lchashning o'rta kvadratik xatoligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$m = \sqrt{\frac{[d^2]}{2n}}, \quad (3.16)$$

bunda: d — miqdorlarning ikki karra o'lchanishi farqi, n — farqlar soni, ikki o'lchash natijalari o'rtachasining o'rta kvadratik xatoligi esa quyidagi formuladan topiladi:

$$M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[d^2]}{n}}. \quad (3.17)$$

Quyidagi jadvalda bir burchakning o'rta kvadratik xatoligini teng aniqlikda qo'sh o'lchashlar natijalari bo'yicha topishni hisoblash namunasi keltirilgan.

O'lchash tartibi	O'lchashlar		d	d^2
	l_i	l_i		
1	56°15'20"	56°15'36"	– 16	256
2	142°38'51"	142°38'30"	+ 21	441
3	204°05'20"	204°05'25"	– 5	25
4	67°24'56"	67°24'56"	– 6	36
			+6"	758

$$m = \sqrt{\frac{[d^2]}{2n}} = \sqrt{\frac{758}{2,4}} = 10''.$$

Chiziq ikki marta o'lchanib, $l \sim 123,64$ m va $l_2 \sim 123,68$ m natijalar olingan bo'lsin. O'lchangan chiziqlarning ehtimoliy qiymati $l \sim 123,66$ m, nisbiy xatolik $0,04/123,66 \sim 1/3091$ bo'ladi.

3.7. O'LCHANGAN MIQDORLAR FUNKSIYALARI ANIQLIGINI BAHOLASH

Ko'pincha muhandislik amaliyotida kuzatuvchini qiziqtirayotgan kattalikni bevosita o'lchashning imkoni bo'lmaydi. Bunday hollarda izlanayotgan kattalik bilan funksional bog'langan biror miqdorlar (argumentlar) o'lchanib, izlanayotgan funksiya hisoblanadi.

Agar o'lchashlarda olingan $x_1, x_2, \dots, x_n$ argumentlar o'zaro bog'liq bo'lmasa, m o'rta kvadratik xatoliklar bilan o'lchashlardan topilgan

$$F \sim f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3.18)$$

funksiya berilgan bo'lsa, uning o'rta kvadratik xatoligi m_F quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$m_F^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \right)^2 m_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \right)^2 m_{x_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n} \right)^2 m_{x_n}^2, \quad (3.19)$$

bunda $2f/2x_i$ — har bir argument bo'yicha olingan xususiy hosilalar. Ular o'lchangan $x_1, x_2, \dots, x_n$ argumentlar qiymatlaridan foydalanib hisoblanadi.

Demak, umumiy ko'rinishdagi funksiya o'rta kvadratik xatoligining kvadrati har xil argument bo'yicha olingan xususiy hosilalar kvadratlarini tegishli argumentlar o'rta kvadratik xatoliklar kvadratlariga ko'paytmalarining yig'indisiga teng.

(3.19) formula o'lchashlar xatoliklari nazariyasining bilvosita masalasini yechishda keng qo'llaniladi, bunda argumentlarning o'lchangan qiymatlari va ularning o'rta kvadratik xatolaridan foydalanib, izlanayotgan funksiya aniqligi baholanadi. Misollar ko'ramiz.

1. Uchburchakning ikki burchagi $m_{\bar{e}_1} \sim 3$. va $m_{\bar{e}_2} \sim 4$. o'rta kvadratik xatoliklar bilan o'lchangan bo'lsa, $m_{\bar{e}_3}$ ni topish kerak. (3.18) formulaga binoan

$$\bar{e}_3 \sim 180^\circ - \bar{e}_1 - \bar{e}_2$$

funksiyani tuzamiz, so'ngra (3.19) formulaga ko'ra topamiz:

$$m_{b_3}^2 = m_{b_1}^2 + m_{b_2}^2 = 3^2 + 4^2 = 25, \quad m_{b_3} = 5''.$$

2. To'g'ri to'rtburchak tomonlari xaritadan $a f m_a \sim 100,0 f$
 $0,6 \text{ m}$ va $b f m_b \sim 200,0 f 1,0 \text{ m}$ aniqlikda o'lchangan bo'lsa,

$$p \sim ab \quad (3.20)$$

formula bo'yicha hisoblangan yuzaning mutloq va nisbiy xatoliklarini topish kerak bo'lsin. U holda

$$\frac{\partial p}{\partial a} = b; \quad \frac{\partial p}{\partial b} = a$$

bo'lganligi uchun, (3.19) formulaga ko'ra:

$$m_p \sim (200,0^2 \cdot 0,6^2 + 100^2 \cdot 1,0^2)^{1/2} \sim 160 \text{ m}^2.$$

3. Nisbiy o'rta kvadratik xatolikni aniqlash formulasini keltirib chiqarish uchun (3.20) formula logarifmlanadi:

$$\lg p \sim \lg a + \lg b$$

va uni differensiallab, (3.19) formula asosida quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

$$\left(\frac{m_p}{p}\right)^2 = \left(\frac{m_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{m_b}{b}\right)^2. \quad (3.21)$$

Bu formulaga misoldagi tegishli argumentlar qiymatlarini qo'ysak,

$$\frac{m_p}{p} = \frac{1}{125} \text{ yoki } m_p = 0,8 p\%$$

ga ega bo'lamiz.

4. Agar ufqiy qo'yilishi $s \sim 143,5 \text{ m}$ va qiyalik burchagi $\ll \sim 2^\circ 30'$. tegishli $m_s \sim 1,0 \text{ m}$ va $m_{\ll} \sim 1 \nabla$ o'rta kvadratik xatoliklar bilan o'lchangan bo'lsa, quyidagicha hisoblangan

$$h \sim s \text{ tg } \ll \sim 143,5 \text{ tg } 2^\circ 30' \nabla \sim 0,36 \text{ m}$$

nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatoligini topish kerak bo'lsin. U holda

$$m_h^2 = (\text{tg } n \cdot m_s)^2 + \left(s \cdot \sec^2 n \frac{m_h}{p}\right)^2 =$$

$$= (0,5 \cdot 0,0042)^2 + \left(\frac{144}{0,99} \cdot \frac{1,0'}{3438'} \right)^2 = 0,0025 \text{ m}^2$$

yoki

$$h f m_h \sim 0,36 f 0,05 \text{ m}; \quad 0,31 \setminus h \setminus 0,41.$$

5. Bajarilishi kerak bo'lgan o'lchash aniqligini oldindan tayinlash, kerakli aniqlikdagi asboblarni tanlash xatoliklar nazariyasining teskari masalasini yechishga asoslanadi. Bu masalada (3.18) funksiyani oshkor ko'rinishini va uning aniqligi m_f (3.19) ma'lum hisoblanib, har bir x_i argumentni o'lchash m_{x_i} aniqliklarini tanlash talab qilinadi. Berilgan funksiya aniqligiga argumentlarning o'lchash aniqliklari har xil tanlanib olinganda erishish mumkin bo'lganligi uchun, teskari masala cheksiz ko'p yechimga ega bo'ladi. Ayrim hollarda bu masalaning eng sodda yechimiga teng ta'sir etish prinsipi asosida erishiladi. Bu prinsipga ko'ra funksiya aniqligiga hamma qo'shiluvchilar teng ta'sir etadi deb qabul qilinadi. Masalan, trigonometrik nivelirlashda nisbiy balandlik o'lchangan ufqiy masofa s va qiyalik burchagi $\ll$ orqali quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$h \sim s \operatorname{tg} \ll. \quad (3.22)$$

Nisbiy balandlikni $m_h \sim 0,01 \text{ m}$ aniqlikda hisoblash uchun $s \sim 100 \text{ m}$ masofa va $\ll \sim 2^\circ$ qiyalik burchagi qanday aniqlikda o'lchanishi kerak?

(3.19) formulaga ko'ra (3.22) funksiya aniqligi:

$$m_h^2 = (\operatorname{tg} n \cdot m_s)^2 + \left(s \cdot \sec^2 n \frac{m_h}{p} \right)^2. \quad (3.23)$$

Nisbiy balandlikning aniqligiga masofa va qiyalik burchagini o'lchash aniqligi teng ta'sir etishini shart qilib qo'ysak,

$$\operatorname{tg} n \cdot m_s \cdot \sec^2 n \frac{m_h}{p} = \frac{m_h}{\sqrt{2}};$$

$$m_h = \operatorname{tg} n \cdot m_s \sqrt{2} \quad \text{yoki} \quad m_h = s \cdot \sec^2 n \frac{m_h}{p} \sqrt{2}.$$

U holda quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$\frac{m_s}{s} = \frac{m_h \cdot \operatorname{ctg} n}{\sqrt{2} \cdot s} = \frac{0,01 \text{ m} \cdot 28,6}{1,41 \cdot 100 \text{ m}} = \frac{1}{500};$$

$$m_h = \frac{m_h \cdot p \cdot \cos^2 n}{\sqrt{2} \cdot s} = \frac{0,01 \text{ m} \cdot 3438 \cdot 0,999^2}{1,41 \cdot 100 \text{ m}} = 0,24'.$$

Demak, nisbiy balandlikning talab qilingan aniqligiga erishish uchun masofani ipli dalnomerda o'lchash aniqligi (1:400 dan kichik) yetarli bo'lmaydi. Burchak esa 15. aniqlikda o'lchanish kerak. Shu sababli xatoliklar munosabatini o'zgartirib, ya'ni chiziqli o'lchash aniqligini 2 marta oshirib (1:1000), burchak o'lchash aniqligini 2 marta kamaytirsak ($m_{\ll} \sim 30.$), funksiya xatoligi ($m_h \sim 0,01 \text{ m}$) o'zgarmaydi. Bu esa shunday hisobga asoslangan mulohaza orqali ma'lum aniqlikdagi geodezik asbob tanlash imkonini beradi, ya'ni masalani yechish uchun masofa po'lat lentada, burchak esa 30 sekundli teodolitda o'lchanishi kerak.

3.8. TENG ANIQLIKSIZ O'LCHASHLAR NATIJALARINI BAHOLASH

Agar yakuniy natija teng aniqliksiz o'lchashlar natijalaridan topiladigan bo'lsa, u holda o'lchanayotgan kattalikning ehtimoliy qiymatini hisoblash uchun (3.14) formulani qo'llash mumkin emas, chunki har bir o'lchash uchun unga ishonch darajasi bir xil emas. Bu yerda o'lchash natijasi vazni tushunchasi kiritilishi kerak, ya'ni

$$p = \frac{k}{m}, \quad (3.24)$$

bunda: k — hisoblashlar uchun qulay ixtiyoriy son, m — o'rtacha kvadratik xatolik. Agar l_1, l_2, l_3 o'lchash natijalarining o'rtacha kvadratik xatoliklari 2, 3 va 6 bo'lsa, vaznlari quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadigan sonlar bo'ladi:

$$p_1 = \frac{k}{4}, \quad p_2 = \frac{k}{9} \quad \text{va} \quad p_3 = \frac{k}{36}.$$

Kasr sonlardan qutulish uchun $k \sim 36$ qabul qilinsa, $p_1 \sim 9$, $p_2 \sim 4$ va $p_3 \sim 1$ bo'ladi. Yakuniy natija esa

$$L_0 = \frac{l_1 p_1 + l_2 p_2 + l_3 p_3}{p_1 + p_2 + p_3} \quad (3.25)$$

yoki Gauss belgilashlarida

$$L_0 = \frac{[pI]}{[p]} \quad (3.26)$$

ko'rinishda bo'ladi.

L_0 miqdor umumiy arifmetik o'rta deyiladi, uning o'rta kvadratik xatoligi quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$M_0 = \frac{m}{[p]}, \quad (3.27)$$

bunda $\leq$ — vazni birga teng bo'lgan o'lchash natijasining kvadratik xatoligi, U

$$m = \sqrt{\frac{[pI^2]}{n-1}} \quad (3.28)$$

formula bo'yicha topiladi, undagi $\leftrightarrow$ — ayrim o'lchash natijalarining L_0 dan og'ishlari. 5- jadvalda biror L chiziqlarning uch o'lchash natijalari va ularning vaznlari bo'yicha umumiy arifmetik o'rtachasi va uning o'rta kvadratik xatoligini baholash misolini yechish namunasi keltirilgan.

5- jadval

O'lchashlar	l, m	p	g, mm	g^2	pg^2
1	124,745	3	+3	9	27
2	754	4	-6	36	144
3	740	2	+8	64	128
	$L_0 = 124,748$	$\sum p = 9$			$\sum pg^2 = 229$

$m = \sqrt{\frac{229}{3-1}} = 10,7 \text{ mm}$, $M = \frac{0,7}{\sqrt{9}} = +3,6 \text{ mm}$, $D_{\text{chek}} = 3M = 10,8 \text{ mm}$,
natija $L_0 \sim 124,748 \pm 0,011 \text{ m}$.

Teng aniqliksiz o'lchangan kattaliklar funksiyalarining aniqligini baholashda teng aniqlikli o'lchangan miqdorlar funksiyalarining aniqligini baholashda qo'llaniladigan (3.24) ifoda asosida teskari vaznlar bilan almashtirilishidan kelib chiqadigan quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\frac{1}{p} = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \right)^2 \frac{1}{p_{x_1}} + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \right)^2 \frac{1}{p_{x_2}} + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n} \right)^2 \frac{1}{p_{x_n}}, \quad (3.29)$$

bu yerda: $1/p$ — funksiyaning teskari vazni, $1/p_{x_i}$ — argumentlar-ning teskari vaznlari.

Misol. Agar yoʻnalishni oʻlchash oʻrta kvadratik xatoligi m ga teng boʻlsa, ikki yoʻnalish farqlari kabi olingan burchakning vaznini aniqlash kerak.

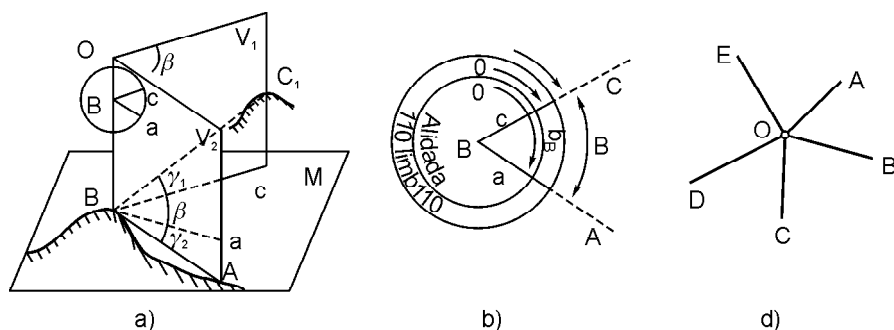
Yechish. Agar yoʻnalishning oʻrta kvadratik xatoligi m ga teng boʻlsa, oʻlchangan burchakning oʻrta kvadratik xatoligi $m\sqrt{2}$ boʻladi. Yoʻnalish vazni $p \sim 1/m^2$. Burchak vazni:

$$p_b = \frac{1}{(m\sqrt{2})^2} = \frac{1}{2m^2} = \frac{1}{2} p_y.$$

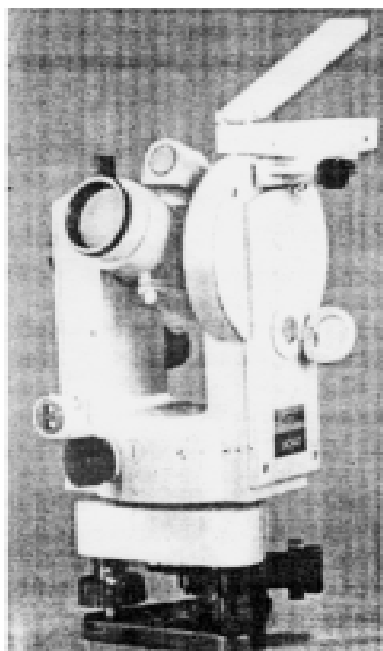
4- bob. BURCHAKLARNI OʻLCHASH

4.1. TEODOLITLARNING TUZILISHI

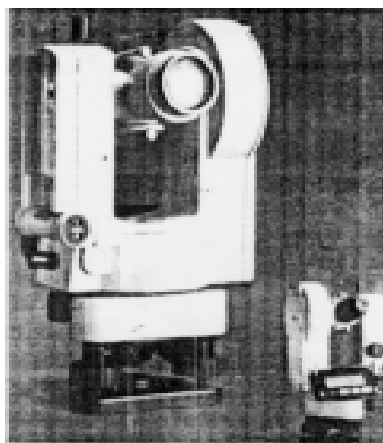
Ufqiy burchakni oʻlchash prinsipida burchakning B uchidan oʻtuvchi sathiy sirtga fikran urinma M tekislik oʻtkaziladi (31-rasm). BA va BC chiziqlar yoʻnalishlari shovun chizigʻida yotuvchi tik V_1 va V_2 tekisliklar bilan ufqiy M tekislikka proyeksiyalanadi. Proyeksiyalangan BA va BC chiziqlar orasidagi burchak *ufqiy burchak* deyiladi. Joyda BA va BC chiziqlar bilan M tekislik orasidagi V_1 va V_2 burchaklar *tik (qiyalik) burchaklar* boʻladi. Ufqiy va tik burchaklarni oʻlchash uchun teodolit qoʻllaniladi (32- b rasm). Teodolit, asosan, ichki fokuslanuvchi koʻrish trubasi 18, ufqiy doira 1, vertikal doira 5, ufqiy doira yonidagi silindrik adilak 14, taglik 2 dan iborat. Teodolit Shr shtativga (32- e, f rasm)



31- rasm. Gorizontial burchakni oʻlchash: a — prinsipi; b — sxemasi; d — O punktidagi yoʻnalishlar.



4T30П теодолити.



T10 Elektron теодолити.

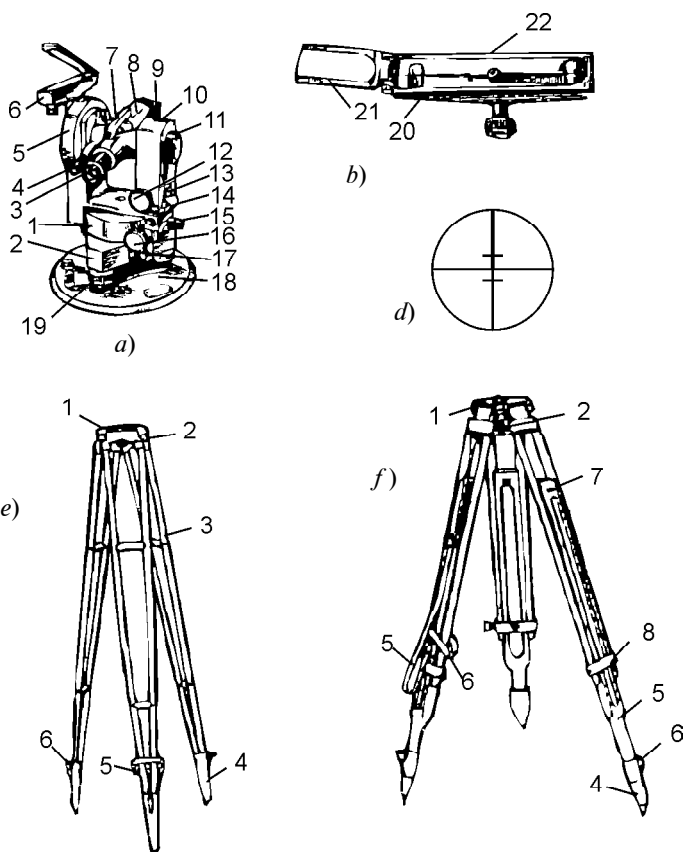
oʻrnatgich vint yordamida mahkamlanadi. Oʻrnatgich vint ilmo-
gʻiga teodolitni nuqta ustiga markazlashtirish uchun shovun ilinadi.

Teodolitda ufqiy tekislik vazifasini daraja boʻlaklarga boʻlin-
gan va yozuvlari soat mili yoʻli boʻyicha 0 dan 360° boʻlgan ufqiy
doira — limb bajaradi (32- b rasm). Shtativga oʻrnatilgan teodolit
limbi doirasi markazi B nuqtadan oʻtuvchi shovun chizigʻida
yotqiziladi.

Qoʻzgʻalmas limb ustida BA va BC chiziqlar yoʻnalishlarining
proyeksiyalaridan sanoq olish uchun markazi B nuqtadan oʻtuvchi
alidada doirasi bor. Alidada doirasidan sanoq shtrix yoki shkala
koʻrinishidagi mikroskopdan olinadi. Teodolitning koʻrish trubasi
yoʻnalishlarni ufqiy M tekislikka V_1 va V_2 tik tekisliklar boʻyicha
proyeksiyalaydi.

$\bar{e}$ burchakni oʻlchash uchun koʻrish trubasi undagi A nuqtaga
yoʻnaltiriladi va limbdan oa sanoq olinadi. Soʻngra alidada
boʻshatilib, koʻrish trubasi chapdagi C nuqtaga yoʻnaltiriladi va
 oc sanoq olinadi. Sanoqlar farqi ufqiy $\bar{e}$ burchak qiymatiga teng
boʻladi:

$$\bar{e} \sim oa \pm oc. \quad (4.1)$$



32- rasm. 3T30Π teodoliti (a), oriyentirlash bussoli (b),
trubaning koʻrish maydoni (d):

1 — gorizontall doira; 2 — taglik; 3, 4 — okular; 5 — vertikal doira;
6 — oriyentirlash bussoli; 7 — vizir; 8 — koʻrish trubasi; 9, 11, 12, 15, 16, 17,
19 — vintlar; 10 — ustun; 14 — adilak; 18 — asos; 20 — korpus; 21 — koʻzgu;
22 — magnit mili.

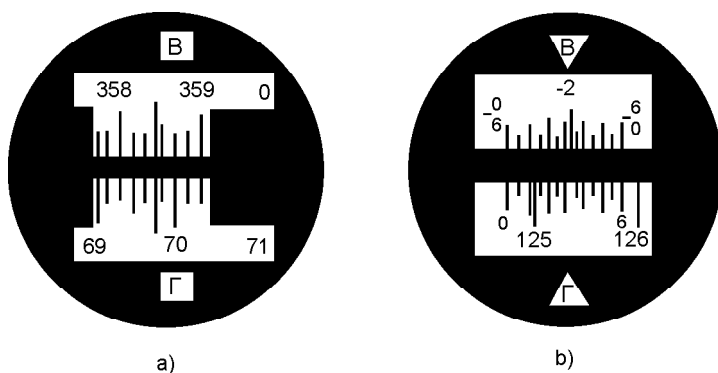
Shtativlar SHN (e), SHR (f); 1 — kallak; 2 — oʻrnatkich vint; 3 — oyoq;
4 — uch; 5 — koʻtarish kamari; 6 — tayanch; 7 — cheklagich; 8 — qisish bloki.

Teodolitlar burchak oʻlchash aniqligiga qarab yuqori aniqlikdagi T05, aniq 2T2, 2T5 va texnikaviy teodolitlar T30 (4T30, 3T30Π), T10Θ ga boʻlinadi. Teodolit shifri oldidagi son uning modifikatsiyasini, ortidagilari esa uning sekundlarda ifodalangan aniqligini, Π — toʻgʻri tasvirli, Θ — elektronli ekanligini bildiradi. Muhandislik ishlarida, asosan, texnik teodolitlar qoʻllaniladi. 3T seriyadagi teodolitlar: 3T2KΠ triangulatsiya, poligonometriya, geodezik zichlash tarmoqlarida, amaliy geodeziyada, astronomik geodezik

o'lashlarda: 3T2K — mashina va mexanizmlar konstruksiyalari montajida, sanoat va boshqa inshootlari qurilishida qo'llaniladi. 3T5KП — geodezik zichlash tarmoqlarida, amaliy geodeziyada qidiruv ishlarida, teodolitli syomkalarda va h.k. da qo'llaniladi. 4T30П asbobi teodolitli va taxeometrik yo'llarda ufqiy va tik burchaklarni o'lash, rejali va balandlik tarmoqlarini rejalashda, ipli dalnomerida masofa o'lash, trubadagi adilak yordamida ufqiy nurda nivelirlash uchun mo'ljallangan. 32- rasmda 3T30П teodolitining asosiy qismlari (*a*), yo'nalishni aniqlash bussoli (*b*), trubaning ko'rish maydoni ko'rsatilgan.

Sanoq olish moslamalari. Texnik teodolitlarda limb bo'laklari har 1° dan yoziladi, limbdan sanoqlar shtrixli yoki shkalali mikroskopdan olinadi. 33- *a* rasmda 3T30П optik teodolit shtrixli mikroskopining ko'rish maydoni keltirilgan. Ko'rish maydonining *B* harfi bilan belgilangan yuqori qismida tik doira shtrixi, *Г* harfi bilan belgilangan pastki qismida esa ufqiy doira shtrixi ko'rsatilgan, yozilgan shtrixlar orasi $10\triangledown$ li oltita bo'lakka bo'lingan. Ular orasidagi shtrixlar bo'lgan minutlar sanog'i ko'z bilan chamalab olinadi. 33- *a* rasmda tik doira limbdan olingan sanoq $B=358^\circ27\triangledown$, ufqiy doiradan olingan sanoq esa $\Gamma=69^\circ46\triangledown$.

3T30, 3T30П teodolitlarida ufqiy va tik doiralari limb bo'laklari 1° ga teng. Limb bo'lagi qismi uzunligi limb bir bo'lagiga teng bo'lgan $60\triangledown$ li shkala yordamida olinadi (33- *b* rasm). Shkala 12 bo'lakka bo'linganligi uchun uning bir bo'lagi $5\triangledown$ ga teng. Bo'lak qiymatini ko'z bilan chamalab $0,5\triangledown$ aniqlik bilan baholanadi. 33- *b* rasmda ufqiy doiradan sanoq $125^\circ11\triangledown30..$ 2T30 teodoliti tik



33- rasm. Sanoq olish moslamalari:

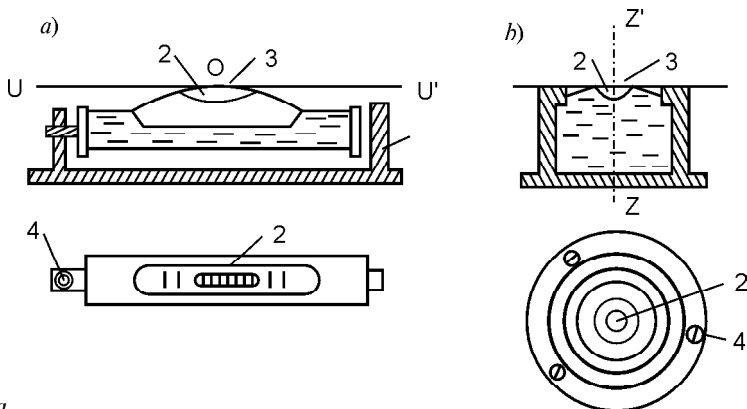
a — shtrixli mikroskop 3T30П. *B* — $358^\circ27\triangledown$, *Г* — $69^\circ46\triangledown$,
b — shkalali mikroskop 3T30, *B* — $2^\circ26,5\triangledown$, *Г* — $125^\circ11,5\triangledown$.

doirasi shkalasi ikki qator raqamlarga ega. Yuqori qatordagi raqamlar musbat bo'ladi. Sanoqlar noldan (chapdan o'nga) ortib boradi. Pastki qatorda bo'laklar manfiy ishorali bo'ladi. Agar sanoq musbat ishorali limb shtrixidan olinsa, yuqoridagi shkaladan foydalaniladi. Agar pastki manfiy belgili shtrixdan olinsa, sanoq pastki shkaladan olinadi. 33- *b* rasmda tik doira limbidagi sanoq — $2^{\circ}26'30''$.

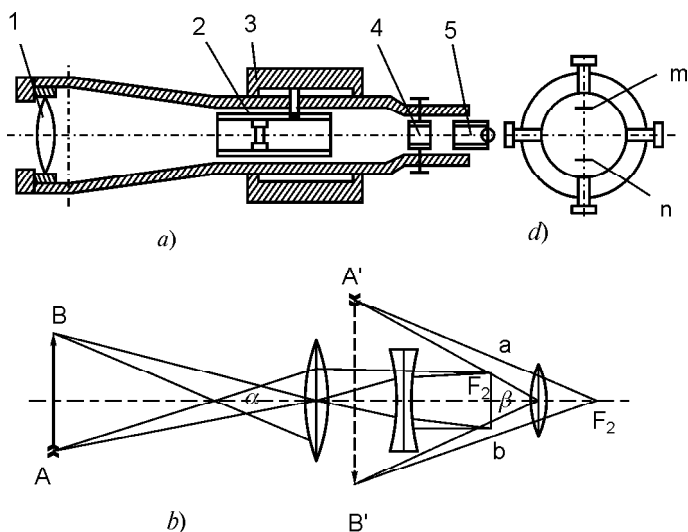
Adilaklar. Geodezik asboblarda o'qi va tekisliklarini ufqiy yoki tik holatga keltirish uchun silindrik va doiraviy adilaklar bilan ta'minlanadi.

Silindrik adilak ichi silliq, sirti ma'lum radiusli yoy shaklidagi shisha naycha — ampuladan iborat (34- *a* rasm). Uning ichiga qizdirilgan spirt yoki oltingugurt efiri to'ldiriladi va teshiklari kavsharlanadi. Suyuqlik sovigach, adilak pufakchasi 2 hosil bo'ladi. Ampula yuqori qismiga shtrixli bo'laklar chizilib, tuzatkich vinti 4 bo'lgan metall qolipga o'rnatiladi. Adilak o'rtasidagi shtrix bo'lganda yoki u bo'lmaganda ampula o'rtasidagi shtrix 3 nol punktda bo'ladi. Nol punktdan o'tadigan adilak yoyiga urinma $UU \nabla$ adilak o'qi deyiladi. Pufakcha nol punktda turganda adilak o'qi ufqiy joylashadi. Doiraviy adilak shisha ampulasi ichki tomonidan ma'lum radiusli sferik sirt bo'ladi (34- *b* rasm), uning ustidagi konsentrik doiralar markazi nol punkt deyiladi. Adilak pufakchasi ampulada bir bo'limga surilganda hosil bo'lgan t burchak adilak bo'limi qiymati deyiladi. U silindrik adilaklarda 1. dan 2° gacha, doiraviy adilaklarda esa 5° dan katta bo'ladi. Shuning uchun silindrik adilaklar asboblarni aniq, doiraviylari esa taxminiy o'rnatishda qo'llaniladi.

Ko'rish trubalari. Geodezik asboblarda ko'rish trubalari olisdagi buyumlarni kuzatish uchun qo'llaniladi. Zamonaviy geodezik



34- rasmda a) silindrik, b) doiraviy geodezik asboblardagi adilaklar.



35- rasm. Ichki fokuslanuvchi ko‘rish trubasi:
a — trubaning tuzilishi; *b* — ko‘rish trubasida nurlarning yo‘li;
d — to‘rli diafragma.

asboblarning qariyb hammasi kattalashtirilgan teskari, ayrimlari to‘g‘ri mavhum tasvir beruvchi va ichki fokuslanadigan ko‘rish trubalari bilan ta‘minlangan. Ko‘rish trubasining bo‘ylama kesimi 35- *a* rasmda ko‘rsatilgan, u obyektiv 1, okulyar 5 va ichki fokuslaydigan linza 2 sistemasidan iborat. Ko‘rish trubasida *AB* buyum tasviri hosil bo‘lishi 35-*b* rasmda ko‘rsatilgan. Uzoqdagi *AB* buyumdan kelayotgan nurlar teleobyektiv (obyektiv va fokuslanuvchi linza) tartibidan o‘tib buyumning birinchi va teskari tasvirini beradi. Bu tasvir F_2 fokus va tasvir orqasida yotgan okulyar orqali ko‘riladi, shuning uchun kuzatuvchi kattalashtirilgan teskari $B \nabla A \nabla$ tasvirini ko‘radi.

Okulyarning oldingi fokusi F_2 yaqinida iplar to‘ri chizilgan shisha plastinkali optik o‘qqa nisbatan to‘rtta vint yordamida suriladigan to‘rli diafragma bor (35- *d* rasm). Ufqiy va tik shtrixlarning kesishish nuqtasi iplar to‘ri markazi bo‘ladi, shu nuqta va obyektivning optik markazidan o‘tuvchi nur trubaning *ko‘rish o‘qi* deyiladi. Chetdagi ikkita kalta ufqiy *mn* shtrixlar dalnomer iplari bo‘ladi, ular masofani aniqlash uchun xizmat qiladi.

Ko‘rish trubasida kuzatishda okulyar tirsagi 5 ni surish orqali iplar to‘rini tiniq ko‘rinishiga va ichki fokuslovchi 2 linzani kramalera 3 da surib, buyumning tiniq ko‘rinishiga erishiladi. Buyum tasvirining truba orqali ko‘ringan $\bar{e}$ burchagining qurollanmagan

ko‘z bilan ko‘ringan + burchagiga nisbati truba *kattalashtirishi* deyiladi:

$$J = \frac{b}{a}.$$

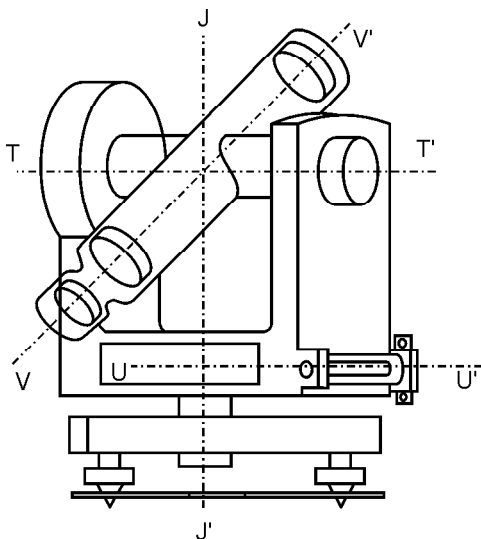
T30 teodoliti trubasida kattalashtirish $20\times$ bo‘ladi.

4.2. TEODOLITNI TEKSHIRISH VA SOZLASH

Teodolitda burchaklarni o‘lchash uning qismlarining o‘zaro joylashishini burchak o‘lchashdan kelib chiqadigan qator geometrik shartlar bo‘yicha tekshirilgandan so‘ng boshlanadi. Agar geometrik shartlar bajarilmayotganligi aniqlansa, asbob tuzatiladi.

Teodolitni tekshirish va tuzatish quyidagi tartibda bajariladi.

1. Ufqiy doira alidadasidagi silindrik adilak o‘qi $UU\bigtriangledown$ asbob aylanish o‘qi $JJ\bigtriangledown$ ga tik bo‘lishi kerak, ya‘ni $UU\bigtriangledown \perp JJ\bigtriangledown$ (36- rasm). Bu shartni tekshirish uchun adilak ikki ko‘targich vint yo‘nalishi bo‘yicha o‘rnatiladi, ularni qarama-qarshi tomonga burash orqali adilak pufakchasi nol punktga keltiriladi. So‘ngra alidada 180° ga aylantirilganda adilak pufakchasi holati o‘zgarmasa, shart bajarilgan bo‘ladi. Aks holda adilak pufakchasi og‘ish yoyining yarmiga tuzatkich vint (32- a rasm) yordamida qaytariladi, keyin ko‘targich vintlar orqali pufakcha nol punktga keltiriladi. Agar alidada yana 180° ga aylantirilganda pufakcha nol punktga qolsa, shart bajarilgan bo‘ladi, aks holda tuzatish takrorlanadi. Asbobni ufqiy holga keltirish uchun adilak pufakchasi avval ikki ko‘targich vint yo‘nalishida ularni qarama-qarshi tomonga burish orqa-



36- rasm. Teodolitning asosiy geometrik o‘qlari: $JJ\bigtriangledown$ — asbobning aylanish o‘qi;
 $TT\bigtriangledown$ — ko‘rish trubasi aylanish o‘qi;
 $UU\bigtriangledown$ — silindrik adilak o‘qi.

li, so'ngra uchinchi vint yo'nalishida faqat uni burash orqali nol punktga keltiriladi.

2. Trubaning ko'rish o'qi trubaning aylanish o'qiga tik bo'lishi kerak ($VV \nabla \perp TT \nabla$). Bu shartni tekshirish uchun olisdan yaqqol ko'rinadigan nuqta tanlanadi. Truba tik doiradan o'ng (D_o) holatida o'sha nuqtaga qaratilib, ufqiy doiradan D_{ch} sanoq olinadi. So'ngra truba tik tekislikda 180° ga aylantirilib, yana o'sha nuqtadan D_{ch} sanoq olinadi. Kollimatsion xatolik $C \sim (G_{ch} \pm G_o \wedge 180^\circ)$ hisoblanadi. Uning qiymati asbob sanoq olish moslamasining ikkilangan aniqligi qiymatidan oshsa, gorizont al doirada $G \sim G_{ch} \pm C$ sanoq alidada qaratish vinti yordamida qo'yiladi, bunda iplar to'ri nuqtadan siljiydi. Endi iplar to'ri kesishgan nuqtasi iplar to'ri diafragmasining (35- d rasm) vintlari yonboshidagilari orqali surilib, kuzatilayotgan nuqta ustiga tushiriladi. Ishonch hosil qilish uchun tekshirish takrorlanadi.

3. Teodolitning ufqiy o'qi tik o'qqa tik bo'lishi kerak ($TT \perp JJ \nabla$). Teodolitdan 10—20 m narida ilingan shovun ipiga truba yo'naltiriladi va u tik tekislikda buralganda iplar to'ri kesishgan nuqtasi tasvirdan tashqariga chiqmasa, shart bajarilgan bo'ladi. Bu shartning bajarilishiga zavod tomonidan kafolat beriladi. Mabodo shart bajarilmasa, teodolit ustaxonada sozlanadi.

4. Iplar to'ri tik ipi teodolit ufqiy tekisligiga tik bo'lishi kerak. Truba shovun chizig'iga qaratilganda tik ip uning tasvirini qoplasa, shart bajariladi. Aks holda iplar to'ri diafragma vintlari bo'shatilib buraladi.

4.3. UFQIY BURCHAKNI O'LCHASH

Ufqiy burchakni o'lchasdan oldin teodolit ish holatiga keltirilishi kerak, buning uchun shovun yordamida tik holatga keltiriladi, truba kuzatish uchun tayyorlanadi — truba ko'z va buyum holati bo'yicha o'rnatiladi.

Ufqiy burchaklar qabullar usulida, takrorlash va doiraviy qabullar usulida o'lchanadi.

1. *Qabullar usuli*. Muhandislik ishlarida burchaklarni o'lchash uchun, asosan, qabullar usuli qo'llaniladi. Bu usulda ABC (31- b rasm) burchakni o'lchash uchun teodolit B nuqtada o'rnatilib, ish holatiga keltiriladi va limb mahkamlanib, alidadani aylantirish orqali ko'rish trubasi o'ngdagi A nuqtaga yo'naltiriladi. Ufqiy doiradan oa sanoq olinadi, so'ngra alidada buralib, truba C

nuqtaga qaratiladi va *oc* sanoq olinadi. O'lganayotgan burchak qiymati $\bar{e} \sim oa \pm oc$ bo'ladi. Bajarilgan amal yarim qabulni tashkil etadi. Natijani tekshirish va o'lchash aniqligini oshirish uchun burchak ikkinchi yarim qabulda o'lchanadi. Yarim qabul orasida truba zenitdan o'tkazilib, limb holati $1-2^\circ$ o'zgartiriladi, limb mahkamlanadi va alidada bo'shatilib, truba yangitdan tegishlicha *A* va *C* nuqtalarga qaratiladi. Ikkita yarim qabul to'la qabulni tashkil etadi. Yarim qabullarda topilgan natijalar farqi asbob sanoq olish moslamasining ikkilangan aniqligidan oshmasa, ularning o'rtachasi hisoblanadi. Qabullar usulida poligon ichki burchaklarini o'lchash natijalarini yozish misoli 6- jadvalda keltirilgan.

Qabullar usulida burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi $m_{\bar{e}} \sim t/2$, chekli xatoligi esa $\mathbb{K}\bar{e} \sim 1,5t$ bo'ladi, bunda *t* — sanoq olish moslamasi aniqligi.

2. *Doiraviy qabullar usuli* punktda yo'nalishlar soni ikkitadan ko'p bo'lganda qo'llaniladi va har qanday burchakni o'lchangan yo'nalishlar farqi orqali hisoblash imkonini beradi. Bu usul zichlashtirish va syomka tarmoqlarida punktda yo'nalishlar soni ko'p bo'lganda burchaklarni 2—5. aniqlikda o'lchash talab qilinganda qo'llaniladi. O'lchash quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi: teodolit 0 nuqta ustida markazlashtiriladi (31- *b* rasm). O'lchashlar doiraning chap holatida boshlanadi, bunda sanoq 0 dan 2—5. qilib olinadi. Keyin alidada limb bilan mahkamlanib, truba yaxshi ko'rinadigan *A* nuqtaga yo'naltiriladi. Doira mahkamlanib, alidada soat mili harakati yo'li bo'yicha *B*, *C*, *D*, *E* va qaytadan *A* nuqttagacha qaratiladi va har gal ufqiy doiradan sanoqlar olinadi va jurnalga yozib boriladi. Bu o'lchashlar yarim qabulni tashkil etadi. Ikkinchi yarim qabulda truba zenit orqali o'tkazilib, *A* nuqtaga qaratiladi va sanoq olinadi. Doira qo'zg'almay qoladi. Keyin truba *E*, *D*, *C*, *B* va qaytadan *A* nuqtaga qaratilib, har qaysisidan sanoqlar olinadi va jurnalga yoziladi.

Trubani ikki marta boshlang'ich nuqtaga qaratilishi ufqiy doiraning qo'zg'almasligini tekshirish uchun xizmat qiladi. Bu punktda yarim qabullar boshlanish va tugashidagi sanoqlar farqi 2T5 teodoliti uchun 0,2. dan oshmasligi kerak. D_o va D_{ch} kuzatishlar to'la qabulni tashkil etadi. Yo'nalishlarni o'lchash natijalarini tekshirish va aniqligini oshirish uchun kuzatishlar bir necha qabulda bajariladi. Bular orasida doira

$$s = \frac{180^\circ}{p}$$

qiymatigacha buraladi, bunda p — qabullar soni.

Har xil qabullarda bir narsaga qaratilib oʻlchangan yoʻnalishlarni taqqoslash uchun ularning har birini boshlangʻich nolga teng boʻlgan sanoqqa keltiriladi. Buning uchun hamma oʻlchangan yoʻnalishlardan boshlangʻich yoʻnalish oʻrtasi ayriladi. Yoʻnalishlarga ufqiylikning bogʻlanmasligi uchun ushbu tuzatma kiritiladi:

$$d_k = \frac{-D_{o'r}}{n} (k - 1), \quad (4.1)$$

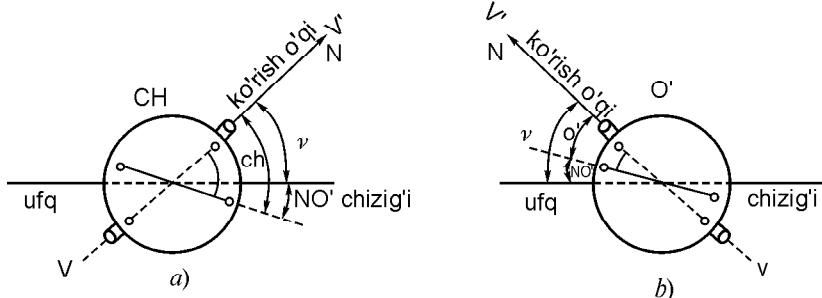
bunda: $\overline{D}_{o'r}$ — ufqiylikning oʻrtacha bekilmasligi, k — yoʻnalish nomeri, n — yoʻnalishlar soni. Bir nomli boshlangʻich nolga keltirilgan yoʻnalishlar farqi T5 turdagi teodolitlar uchun $0,2\Delta$ dan oshmasligi kerak. p qabulda oʻlchangan yoʻnalishlar oʻrtasining oʻrta kvadratik xatoligi quyidagi formula boʻyicha hisoblanadi:

$$M = \frac{m}{\sqrt{p}},$$

bunda m — bir qabulda oʻlchangan yoʻnalishning oʻrta kvadratik xatoligi.

4.4. TIK BURCHAKLARNI OʻLCHASH

Tik burchak aniqlanayotgan nuqtaga yoʻnaltirilgan trubaning koʻrish oʻqi $VV\Delta$ bilan ufqiy tekislik orasidagi burchak ν boʻladi (37- rasm). Bu burchak nisbiy balandlik va chiziqli ufqiy qoʻyilishini aniqlashga kerak boʻladi, teodolit tik doirasida oʻlchanadi. Tik doira koʻrish trubasi bilan birgalikda aylanadigan limb va qoʻzgʻalmas alidadadan iborat. Tik burchakni oʻlchashda burchak tomonlaridan biri koʻrish oʻqi yoʻnalishi $VV\Delta$ boʻlsa, ikkinchi tomoni sanoq olish moslamasi noli 00Δ boʻladi. Bu esa tik burchakni



37- rasm. Tik burchakni oʻlchash prinsipi.

o'lchash uchun truba ko'rish o'qi $VV\nabla$ va ufqiy doiradagi adilak o'qi o'zaro parallel bo'lganda tik doiradan olinadigan sanoq nol o'rni (NO') ma'lum bo'lishi kerakligini ko'rsatadi. Nol o'rnini aniqlash uchun truba uzoqdagi aniq ko'rinadigan nuqtaga yo'naltiriladi. Tik doiraning trubaga nisbatan o'ng (O') va chap (CH) holatida sanoqlar olinadi.

6- jadval

UFQIY BURCHAKLARNI O'LCHASH JADVALI

Nuqtalar raqami		Limbdagi sanoqlar		Burchaklar				Direksion burchagi α yoki rumbi	Chiziq o'ldhami 1- o'ldhash, m 2- o'ldhash, m	Qiyalik burchagi, v
Tu- ril- gani	Ku- zatil- gani	0	1	O' va Ch	O'rtachasi					
1	5	174	35	69	47	69	47	143°12'	(1—2)	0°36'
	2	104	48							
	5	173	15	69	47					
	2	103	28							
2	1	250	38	155	03	155	0,25	168°09'	(2—3)	1°12'
	3	95	35							
	1	252	37	155	02					
	3	97	35							
3	2	232	37	72	33	72	33,5	275°35'	(3—4)	1°03'
	4	160	04							
	2	233	58	72	34					
	4	161	24							
4	3	217	10	116	58	116	58	338°37'	(4—5)	0°06'
	5	100	12							
	3	223	02	116	58					
	5	106	04							
5	4	191	14	125	38	125	37,5	32°59'	(5—1)	0°24'
	1	65	36							
	4	199	09	125	37				69	
	1	73	32							

2T30 teodolitida tik doiradagi sanoqlar 0 dan 75° gacha soat mili yo'li (manfiy ishorali) va unga teskari yo'l bo'yicha yozilgan. Shuning uchun nol o'rnini va qiyalik burchaklarini hisoblash formulalari quyidagicha bo'ladi:

$$NO' \sim 0,5(CH \wedge O'), \quad (4.2)$$

$$\ll \sim 0,5(CH \dot{\wedge} O'), \quad (4.3)$$

$$\ll \sim CH \dot{\wedge} NO', \quad (4.4)$$

$$\ll = NO' \dot{\wedge} O'. \quad (4.5)$$

Oxirgi (4.4) va (4.5) formulalar topografik syomkalarni bajarishda o'lchashlar doiraning faqat bir holatida olib borilganda va olindan NO' qiymati ma'lum bo'lganda qo'llaniladi. Masalan, 2T30 teodolitida tik burchakni o'lchash uchun $CH \sim 4^{\circ}20' \nabla$ va $NO' \sim 4^{\circ}26' \nabla$ sanoqlar olingan bo'lsa, nol o'rni va qiyalik burchagi:

$$NO' \sim 0,5(4^{\circ}20' \nabla \wedge 4^{\circ}26' \nabla) \sim 0^{\circ}03' \nabla;$$

$$\ll \sim 0,5(4^{\circ}20' \nabla \dot{\wedge} 4^{\circ}26' \nabla) \sim 4^{\circ}23' \nabla;$$

$$\ll \sim 4^{\circ}20' \nabla \dot{\wedge} 0^{\circ}03' \nabla \sim 4^{\circ}23' \nabla;$$

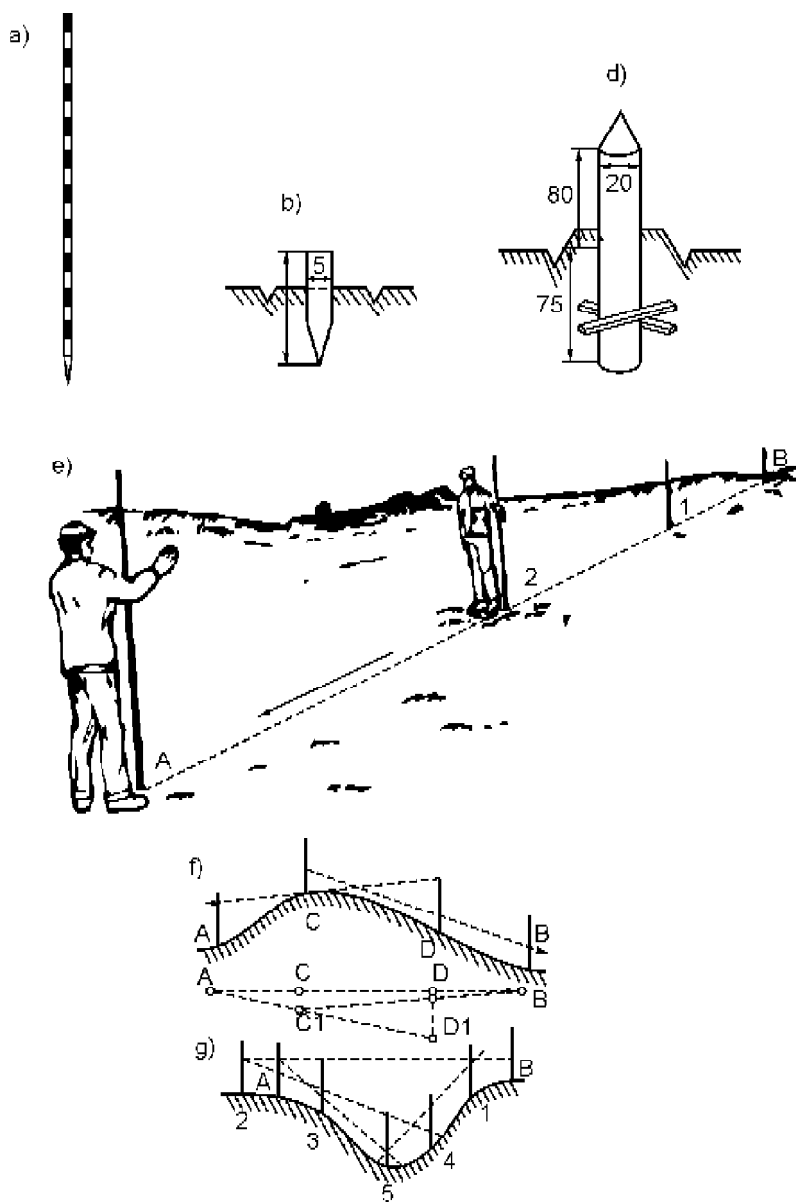
$$\ll \sim 0^{\circ}03' \nabla \dot{\wedge} 4^{\circ}26' \nabla \sim 4^{\circ}23' \nabla.$$

NO' qiymati $0^{\circ}03' \nabla$ bo'lgani uchun (4.4) va (4.5) formulalardan foydalanib bo'lmaydi. Shuning uchun nol o'rni qiymati nolga quyidagicha keltiriladi. Oxirgi sanoqni olishda truba nuqtaga qaratilgan holicha qoldirilib, truba qaratish vinti 10 (32- rasm) yordamida hisoblangan 0 qiymatga teng sanoq limbda qo'yiladi. Natijada, iplar to'ri kuzatilayotgan nuqtadan siljiydi. Iplar to'rini tik tuzatkich vintlarini (35- b rasm) burash orqali uning markazi nuqta tasviri bilan tutashtiriladi. Tekshirish uchun NO' qiymati boshqa nuqtani kuzatish orqali qaytadan topilib, uning nolga yoki unga yaqin songa keltirilganiga ishonch hosil qilinadi.

5- bob. JOYDA MASOFA O'LCHASH

5.1. JOYDAGI CHIZIQLARNI O'LCHASHGA TAYYORLASH

Burchak o'lchash uchun geodezik asbob o'rnatiladigan burchak uchlari va o'lchanishi kerak bo'lgan chiziqning bosh va oxirgi nuqtalari joy sharoiti, o'lchash aniqligi va saqlanish muddatlariga



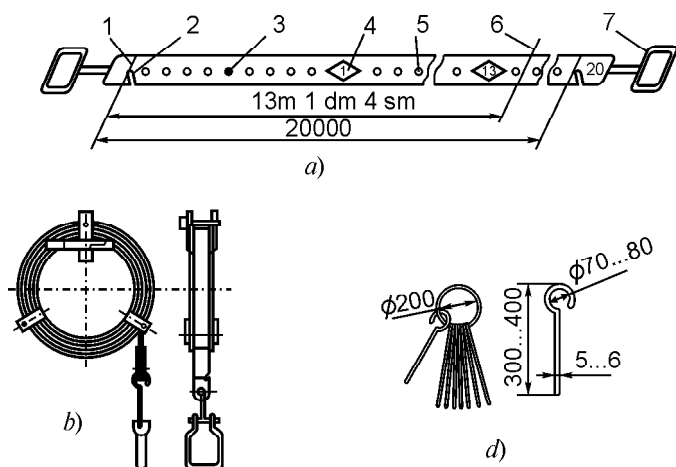
38- rasm. Nuqtalarni belgilash va chiziq olish usullari:
a — nishon tayoqchasi; *b* — nuqta; *d* — vaqtinchalik reper; *e* — oʻziga;
f — doʻnglik orqali; *g* — jarlik orqali.

qarab doimiy markaz, vaqtinchalik yog‘och yoki metall qoziqlar bilan mahkamlanadi. Yog‘och qoziqlar uzunligi 60 sm gacha bo‘ladi, ular yerdan ikki sm gacha chiqarib qoqiladi va atrofiga uchburchak, kvadrat yoki doira shaklida chuqurchalar o‘yiladi (38- *a, b, d* rasm).

Chiziqlarni o‘lchashda nuqtalar o‘zaro ko‘rinishini ta‘minlash uchun ular uchlariga uzunligi 2 m gacha nishon tayoqcha (vexa)lari o‘rnatiladi, chiziq uzunliklari 200 m dan oshmaganda lentani chiziq uchlaridan o‘tuvchi tik tekislikda — stvorda yotqizish uchun qo‘shimcha nishon tayoqchalar o‘rnatiladi va buni chiziq olish deyiladi. Chiziq olish uchun ishchi *A* nuqtada o‘rnatilgan nishon tayoqchasi orqali *B* nuqtadagi nishon tayoqchasiga qaraladi (38- *e* rasm). Ishchining ko‘rsatmasiga binoan yordamchi 1- nishon tayoqchasini *B* nuqta yaqiniga uni bekitadigan qilib o‘rnatadi. Shu tartibda 2, ... va boshqa nishon tayoqchalar o‘rnatiladi. Qo‘shimcha nishon tayoqchalar o‘rnatish *B* nuqta yaqinidan boshlangani uchun bunday chiziq olish o‘ziga chiziq olish, chiziq olish *A* nuqta yaqinidan boshlansa, o‘zidan chiziq olish deyiladi. *A* nuqtadan *B* nuqta ko‘rinmagan taqdirda *AB* chiziq yaqinida D_1 nuqta tanlanadi. *DA* chiziqda C_1 nuqtaga nishon tayoqchasi o‘rnatiladi, bu nuqtadan C_1B chizig‘ida D_2 nuqta topiladi (38- *f* rasm). Shu tartibda bir necha yaqinlashish orqali *A* nuqtadan D_1 , *B* nuqtadan esa *C* nuqtalari ko‘rinadigan nishon tayoqchalari *AB* chiziq ustida o‘rnatiladi. Jarlik orqali chiziq olish ham yozilgan tartibda amalga oshiriladi.

5.2. LENTADA CHIZIQ O‘LCHASH

Talab qilingan aniqlikka qarab chiziq uzunligi ruletka, po‘lat lenta, invar sim, ipli, optik va elektromagnit dalnomerlar yordamida o‘lchanadi. Muhandislik ishlarida chiziq uzunligini o‘lchashda ko‘pincha 20 m li po‘lat lenta qo‘llaniladi (39- rasm). Saqlash, tashish, ko‘tarib yurish qulay bo‘lishi uchun po‘lat lenta temir halqaga o‘raladi. Lenta shtrixli, shkalali va uchli bo‘ladi. Lenta komplektida 6 yoki 11 ta temir sixchalar mavjud. Shtrixli lentaning nolinchi shtrixi sixcha qo‘yiladigan halqa oldiga chizilgan. Lentada har bir metr ikki tomonidan yozilgan plastinka, yarim metr piston, detsimetr bo‘lagi — santimetrklar ko‘z bilan chamalab olinadi. O‘lchashlardan oldin ishchi lenta uzunligi *l* ni

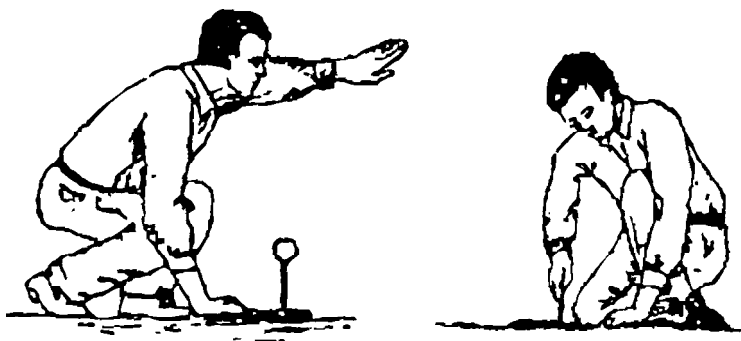


39- rasm. Yer o'lchash lentasi:

a — o'lchashda; b — stanokda; d — sixchalar; 1 — shtrix; 2 — halqa; 3 — piston; 4 — plastinka; 5 — teshik; 6 — o'lchash bajariladigan chiziq; 7 — dasta.

katta aniqlikda ma'lum bo'lgan, normal lenta uzunligi l_0 bilan taqqoslanadi va ular farqi uchun tuzatma $\Delta l \sim l - l_0$ aniqlanadi.

Chiziq o'lchashni ikki kishi bajaradi (40- rasm). Orqadagi ishchi nolinchi shtrix halqasini chiziq boshlanishiga qadalgan sixchaga iladi va yordamchiga lentani chiziqda yotqizishga ko'rsatma beradi. Bunga erishilgach, yordamchi lentani silkitib ma'lum (5 kg) kuchlanish bilan tortadi va halqasiga qo'lidagi sixchalardan birini o'rnatadi. Orqadagi ishchi sixchani sug'irib oladi, so'ngra lenta yordamchi tomonidan keyingi oraliqqa suriladi va yuqorida yozilganidek ish takrorlanadi. Har yuz metrli kesma



40- rasm. Chiziqni lentada o'lchash.

o'lchangach, bir sixcha yerda, 5 ta six esa orqadagi ishchi qo'lida yig'iladi va ular oldingi ishchiga uzatiladi. Oxirgi sixchadan chiziq uchigacha bo'lgan 20 m dan kichik bo'lak sanog'i r — qoldiq lentadan olinadi. O'lchangach chiziq uzunligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

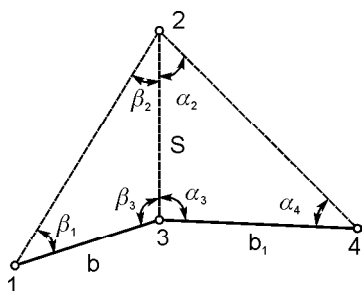
$$D \sim nl \wedge r \wedge n \nparallel l, \quad (5.1)$$

bunda, n — orqadagi ishchida bo'lgan sixchalar soni, l_0 — lenta nominal uzunligi, r — qoldiq, $\nparallel l$ — lenta uzunligi uchun tuzatma. Topilgan chiziq uzunligi uni teskari yo'nalishda o'lchash orqali tekshiriladi. Lentada chiziqni qulay (yo'l, o'rilgan bedazor, tekis yer) joylarda 1:3000, o'rtacha sharoitda 1:2000 va noqulay (haydalgan yer, qumloq, jarlik) joylarda 1:1000 chekli nisbiy xatolik bilan o'lchanadi.

To'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchangach chiziq uzunliklari qiymatlaridagi farqlar tegishli 1:2000, 1:1500, 1:1000 bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Misol. 6- jadvalning 10 ustunida poligon tomonlarini lentada o'lchash natijalari keltirilgan. Unda 1—2 tomonni to'g'ri va teskari yo'nalishda o'lchangach uzunligi qiymatlari $D_{12} \sim 168,31$ m va $D_{21} \sim 168,23$ m, ularning farqi $\nparallel D \sim 168,31 \div 168,23 \sim 0,08$ m va o'rtachasi $D_{o.} \sim 168,27$ m. Tomonni o'lchash nisbiy xatoligi esa $\nparallel D : D \sim 0,08 : 168,27 \sim 1:2000$. Demak, u lentada o'lchash uchun qulay joylashgan.

5.3. LENTADA BEVOSITA O'LCHAB BO'LMAYDIGAN CHIZIQ UZUNLIGINI ANIQLASH



41- rasm. Bevosita o'lchab bo'lmaydigan masofani aniqlash.

Daryo, jarlik, botqoqlik va boshqa to'siqlarni kesib o'tadigan chiziqlarni lentada o'lchashning iloji bo'lmaydi. Bunday hollarda chiziq uzunligini aniqlash uchun bazis b va uchburchakning $\bar{e}_1$, $\bar{e}_2$ va $\bar{e}_3$ burchaklari o'lchanadi (41- rasm). Sinuslar teoremasiga ko'ra chiziq uzunligini

$$S = b \frac{\sin b_1}{\sin b_2} \quad (5.2)$$

formula bo'yicha hisoblanadi. Bazis b lentada o'lchash qulay joyda va uchburchak 123 iloji boricha teng tomonli qilib tanlanadi. Uchburchak $\bar{e}_1$, $\bar{e}_2$ burchaklarining har biri teodolit bilan to'la qabulda o'lchanadi. Ularning to'g'ri o'lchanganligini iloji bo'lsa $\bar{e}_3$ burchakni o'lchash orqali tekshiriladi. U holda

$$\bar{e}_1 \wedge \bar{e}_2 \wedge \bar{e}_3 \sim 180^\circ \quad (5.3)$$

bo'lishi kerak.

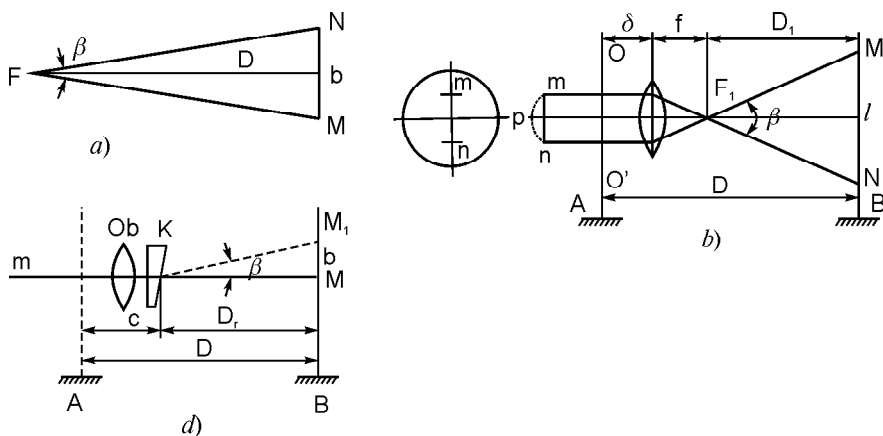
O'lchash va hisoblashni tekshirish uchun ikkinchi uchburchak 234 dan o'lchangan bazis b_2 va $+_2$, $+_3$, $+_4$ burchaklar orqali chiziq uzunligi qaytadan quyidagi formula bo'yicha topilishi mumkin:

$$S = b_1 \frac{\sin \alpha_4}{\sin \alpha_2}. \quad (5.4)$$

Hisoblangan chiziq uzunliklari nisbiy xatoligi 1:1 000 dan oshmasa, ularning o'rtacha arifmetik qiymati topiladi.

5.4. OPTIK DALNOMERLAR. IPLI DALNOMERLAR. IKKILANMA TASVIRLI DALNOMERLAR

Optik dalnomerlarda masofani aniqlash teng yonli MFN (42-a rasm) uchburchaklarni yechishga asoslangan. D masofa paralaktik — kichik $\bar{e}$ burchak va uning qarshisida yotadigan baza b tomon orqali aniqlanadi. Masofa aniqlashda $\bar{e}$ yoki b qiymatlardan biri doimiy bo'ladi, ikkinchisi esa o'lchanadi. Shunga qarab:



- a) doimiy burchakli va o'zgaruvchan bazali dalnomerlar;
- b) o'zgaruvchan burchakli va doimiy bazali dalnomerlar bo'ladi.

Optik dalnomerlardan eng ko'p tarqalgani doimiy parallaktik burchakli ipli dalnomerdir. Bunday dalnomer hamma geodezik asboblarning ko'rish trubalarida bo'lib, ikkita dalnomer iplari deb ataladigan shtrixlardan iborat (42- b rasm). Ular dalnomer reykalari bilan birgalikda masofa o'lchash imkonini beradi. A nuqtaga asbob o'rnatilganda uning trubasi dalnomer iplarining m va n nuqtalaridan chiqqan nurlar obyektivda sinib, oldingi fokus F_1 dan $\bar{e}$ burchak ostida o'tadi va B nuqtaga o'rnatilgan reykaning M va N nuqtalarini ko'rsatadi. Bu nuqtalar oralig'iga to'g'ri keladigan kesma l dalnomer sanog'i bo'ladi. Ipli dalnomerda $\bar{e}$ burchak doimiy bo'lganligi uchun dalnomer sanog'i D masofa o'zgarishiga bog'liq. 42- b rasmga ko'ra:

$$D \sim D_1 \wedge f \wedge \approx. \quad (5.5)$$

MF_1N uchburchakdan:

$$D = \frac{f}{p} l, \quad (5.6)$$

bunda, l — dalnomer sanog'i, f — obyektiv fokus oralig'i, p — dalnomer iplari orasidagi masofa, $f/p \sim K$ — dalnomer koeffitsiyenti, $f \wedge \approx c$ — dalnomer doimiy qo'shiluvchisi deyiladi. U holda (5.5) quyidagi ko'rinishga keladi:

$$D \sim Kl \wedge c. \quad (5.7)$$

Ichki fokuslanuvchi zamonaviy teodolitlarda $c \sim 0$, shuning uchun:

$$D \sim Kl. \quad (5.8)$$

Dalnomer koeffitsiyenti odatda 100 ga teng bo'lishi kerak, bunga ishonch hosil qilish uchun joyda lentada o'lchangan 50, 100 va 150 m masofalarga reyka o'rnatilib olingan sanoqlar tegishli 50, 100 va 150 sm bo'lsa, dalnomer koeffitsiyenti haqiqatan 100 ga tengdir. Aks holda berilgan dalnomer uchun maxsus reyka tayyorlanadi yoki tuzatmalar jadvali tuziladi.

Ipli dalnomerda masofa o'lchash nisbiy xatoligi 1:400 gacha bo'ladi. Ikkilanma tasvirli optik dalnomerlarda masofa o'lchash uchun ko'rish trubasi obyektivi oldiga uning yorug'lik teshigining

yarmini yopib turadigan optik pona yoki kompensator o'rnatiladi. Ko'rish nuri optik pona orqali o'tgach, paralaktik $\bar{\epsilon}$ burchak ostida M_1 nuqtaga og'adi (42- b rasm). Buning natijasida kuzatuvchi bazis Bb qiymatiga surilgan reykaning ikki tasvirini ko'radi. Dalnomerlar doimiy paralaktik burchakli bo'lganda reykaning ikkita tasvirini ustma-ust tushirish orqali baza qiymati b o'lchanadi.

Doimiy bazali dalnomerlarda esa linzali kompensatorni surish orqali maxsus shkala yordamida $\bar{\epsilon}$ burchak o'lchanadi va masofa

$$D = \frac{k}{b} + c \quad (5.9)$$

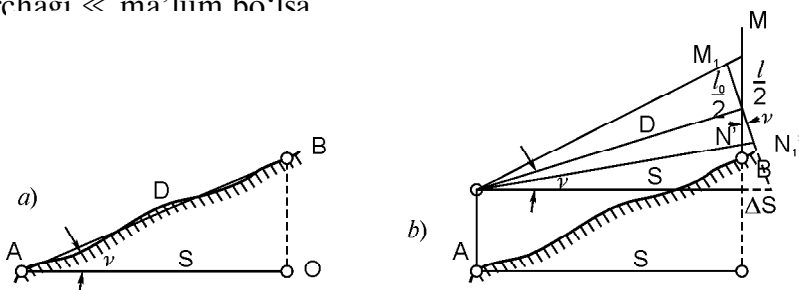
formula yordamida hisoblanadi, bunda $k \sim br$ — dalnomer koeffitsiyenti, c — dalnomer doimiy qo'shiluvchisi.

Optik dalnomerlarda masofa: 1:1200—1:5000 nisbiy xatoliklar bilan o'lchanadi.

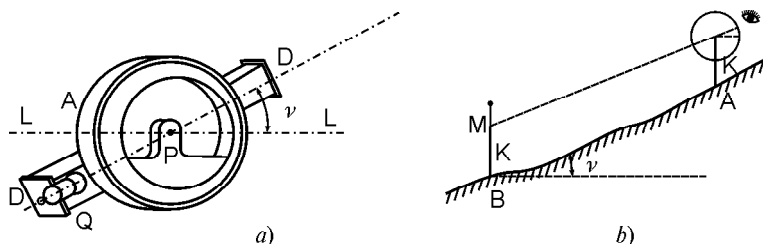
Hozirgi kunda chiziq o'lchashda yozilganlardan tashqari uzunligi 30, 50 m bo'lgan po'lat va fiberglasli ruletkalar, sm li aniqlikni ta'minlaydigan aylanasi 30 sm va 1 m bo'lgan tegishli 99,9 m va 999,9 m uzunlikdagi o'lchash g'ildiraklari hamda oddiy sirtidan 30 m, qaytaruvchi sirtidan bir necha yuz metr masofani o'lchash, hajm, yuza hisoblash imkonini beradigan lazerli ruletkalar qo'llanilmoqda.

5.5. LENTA VA IPLI DALNOMERLARDA O'LCHANGAN QIYA CHIZIQNING UFQIY QO'YILISHINI ANIQLASH

Reja tuzilishda joyda o'lchangan qiya chiziq uzunligi D ning ufqiy qo'yilishi S dan foydalaniladi (43- rasm). Agar qiyalik burchagi $\ll$ ma'lum bo'lsa



43- rasm. Lentada (a), ipli dalnomerda (b) o'lchangan qiya masofa ufqiy qo'yilishini aniqlash sxemalari.



44- rasm. Eklimetr va unda AB chiziq qiyalik burchagini o'lchash sxemasi.

$$S \sim D \cos \ll. \quad (5.10)$$

Amalda bu formula o'rniga AO chiziqning ufqiylikka nisbatan qiyaligi uchun tuzatma

$$\|D \sim D \pm S \sim D(1 \pm \cos \ll) \sim \frac{D}{2} \sin^2 \ll \quad (5.11)$$

topilib, $S \sim D \pm \|D$ hisoblanadi. Qiyalik burchagi $\ll, 1,5^\circ$ bo'lganda $\|D$ (5.11) formuladan hisoblanadi (o'lchangan natijadan $\|D$ doimo ayriladi). Qiyalik burchagi $\ll$ teodolit tik doirasida yoki eklimetrda (44- rasm) o'lchanadi. Eklimetrda AB chiziq qiyalik burchagini (44- b rasm) aniqlash uchun kuzatuvchi ko'zi k balandligida bo'lgan nishon tayoqchasining M belgisida DD ko'rish dioptri (44- a rasm) orqali qaraladi. P yukli halqa tebranib turadi. U tinchlangach, piston A bosiladi va narsa dioptri DD chiziqchasi holatiga mos kelgan $\ll$ burchagi sanog'i olinadi. Qiya joylarda ipli dalnomerda masofa o'lchanganda reyka teodolit trubasi ko'rish o'qiga tik bo'lmay, burchak ostida bo'ladi (43- b rasm). Shuning uchun reykadani olingan sanoq $l_0 \sim l \cos \ll$ bo'lishi kerak, bu holda dalnomer formulasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$D \sim kl \cos \ll.$$

Bu formula bo'yicha hisoblanadigan D qiya masofaning ufqiy qo'yilishi esa (2.10) formulaga binoan

$$S \sim D \cos^2 \ll \quad (5.12)$$

formuladan aniqlanadi. Qiyalik uchun tuzatma (5.11) formulaga ko'ra $\|D \sim D \sin^2 \ll$ bo'ladi va uning qiymati qiyalik burchaklari $\ll, 2^\circ$ bo'lganda hisobga olinib, $S \sim D \pm \|D$ topiladi.

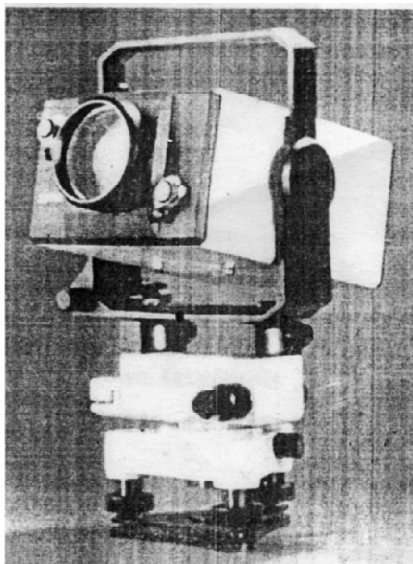
5.6. ELEKTROMAGNITLI DALNOMERLAR YORDAMIDA MASOFA O'LCHASHNING ASOSIY PRINSIPLARI

Zamonaviy geodezik chiziqli o'lchashlar radio va optik diapazondagi elektromagnit to'liqlardan foydalanuvchi elektronli dalnomerlarda bajariladi (45- rasm). Bunday dalnomerlarda masofa o'lchash prinsipi o'lchanadigan oraliq bo'lib elektromagnit to'liqlarini tarqalish tezligi va vaqtini aniqlashga asoslangan. Elektronli dalnometriyaning hamma metodlari asosida quyidagi munosabat yotadi:

$$D = \frac{ut}{2}, \quad (5.13)$$

bunda: D — izlanayotgan masofa, u — atmosferada elektromagnit to'liqlari (EMT)ning tarqalish tezligi, t — EMTning oraliq bo'ylab to'g'ri va teskari yo'nalishda tarqalish vaqti.

Har qanday dalnomerli apparatura tarqalish vaqti t to'g'risidagi informatsiyani yetkazadi, t tezlik esa vakuumdagi yorug'lik tezligi $c \sim 299792458$ f1,2 m/s ma'lum qiymati va metereologik o'l-



45- rasm. Elektron dalnomerli asboblari:

a — Svetodalnomer: Блеск-2; CT-10; b — elektronli taxometr 3TA-5 (Total stansiya 3TA5).

chashlar bo'yicha aniqlanadigan atmosferada nurning sinish koefitsiyenti n dan foydalanib, $J = \frac{c}{n}$ formula bo'yicha aniqlanadi.

Dalnomerli moslamalarda vaqtli interval t — bevosita o'lchanadi yoki bu vaqtli intervalning ma'lum funksiyasi bo'lgan boshqa parametr aniqlanadi.

Masofa o'lchashning hamma metodlarining fizik mohiyati elektromagnit nurlanish bilan bog'liq bo'lgan ayni bir parametrni o'lchanadigan ikkilangan distansiyadan oldin va o'tgandan keyin taqqoslashga asoslangan. Buning uchun o'lchanadigan chiziqning bir uchida peredatchik (uzatkich) va priyomnik (qabul qilgich) bo'ladi. Ayni bir signal uzatkichdan priyomnikka bir vaqtda ikkita har xil yo'l bilan: bevosita (distansiyaga chiqmasdan) va o'lchanadigan distansiya orqali yo'naltiriladi. Birinchi yo'l tayanch kanali yoki trakt, undan ketayotgan signal tayanch signal deyiladi. Ikkinchi yo'l distansiyali (informatsiyali) kanalni tashkil etadi va tegishli qaytargich (otrajatel)dan kelayotgan signal distansiyali yoki informatsiyali signal deyiladi. Priyomnikda tanlangan parametr bo'yicha tayanch va informatsiyali signallarni taqqoslash amalga oshiriladi yoki boshqacha aytganda, o'lchangan masofa to'g'risida informatsiyaga ega bu parametr bo'yicha farq aniqlanadi. Tayanch va informatsiyali signallarni taqqoslash uchun olingan parametr o'lchash metodini aniqlaydi. Bunday parametrlar sifatida nurlanish impulsining kelish vaqti, uzluksiz yoki impulsli nurlanishni modullashtiruvchi signal fazasi va boshqalar bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra masofa o'lchashning vaqtli (impulsli) informatsiyali, fazali, chistotali metodlari farqlanadi.

Masofa o'lchashning fazali metodi geodezik dalnomerlarda eng ko'p tarqalgan va bir necha metr dan o'nlab kilometrgacha masofalarni o'lchash uchun qo'llanadi. Amalda hamma sveto (yorug'lik) yoki radiodalnomerlar, shuningdek, ko'pchilik radio-geodezik sistemalar (RGS)da faqat shu metoddan foydalaniladi. Svetodalnomer Блеск 2CT—10 (45- *a* rasm) tomonlari uzunligi 10 km gacha bo'lgan poligonometriyada va zichlash tarmoqlarini barpo etishda qo'llaniladi. Masofa o'lchash o'rta kvadratik xatoligi $\sqrt{5 f 3 \times 10^{-6} D}$ mm.

Elektromagnit dalnomerlarda masofa yuqori aniqlikda o'lchanadi. Masalan, elektronli taxeometr 3TA5 da (45- *b* rasm) 5 km gacha bazali chiziqni o'lchash o'rta kvadratik xatoligi $m_D \sim (10^{-3} \times 10^{-6} D)$ mm, $D \sim 5$ km bo'lsa, $m_D \sim 2,5$ sm.

5.7. MASOFA O'LCHASHNING FAZALI METODI

Fazali metodning asosiy prinsipi 46- rasmda ko'rsatilgan. Uzatkich f chastotali garmonik to'lqinlarni nurlatadi, ular qaytargich-gacha bo'lgan D masofani to'g'ri va teskari yo'nalishda o'tib va qaytadan priyomnikka $\sim 2pf \pm 2pf \frac{2D}{J}$ bo'lgan fazalar siljishi bilan kiradi. Bu fazalar siljishi uzatkich va priyomnik orasiga kiritilgan fazametrlarda o'lchanadi.

O'lchanadigan masofa quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$D = \frac{J}{2f} \cdot \frac{j}{2p}, \quad (5.14)$$

fazalar siljishi

$$f \sim 2p N \wedge \gg, \quad (5.15)$$

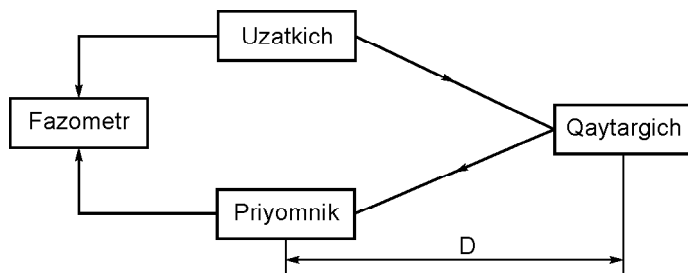
bunda N — butun son; $\gg$ esa $2p$ dan kichik miqdor ($0 \leq \gg \leq 2p$). Har qanday real fazometr fazalar siljishini 0 dan $2p$ gacha, ya'ni faqat $\gg$ doirasida o'lchashi mumkin, N ni aniqlash uchun maxsus tadbirlar qo'llanadi. (5.15) formulani (5.14) ga qo'yish fazali dalnometriyaning asosiy tenglamasini beradi:

$$D = \frac{J}{2f} \left(N + \frac{Dj}{2p} \right), \quad (5.16)$$

bu tenglama ko'pincha quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$D = \frac{1}{2} (N + DN), \quad (5.17)$$

bunda: $\gg \sim u/f$ — to'lqin uzunligi, $\gg N \sim \gg/2p$ birdan kichik bo'lgan kasr ($0 \leq \gg N \leq 1$).



46- rasm. Dalnometriyaning fazali metodini reallashtirish sxemasi.

Dalnomerli tenglamada qatnashayotgan f chastota masshtabli (o'lchash) chastotasi deyiladi. 46- rasmda tasvirlangan sxemada uzatkichdan nurlanayotgan chastota masshtabli chastota bo'ladi.

Eltuvchi to'lqinlar foydalanayotgan chastotalar diapazoniga qarab fazali dalnomerlar: har xil sifatli ikki sinfga — svetodalnomer va radiodalnomer bo'linadi.

Svetodalnomerda — eltuvchi to'lqinlar sifatida spektrning optik diapazonidagi — ko'rinadigan yorug'lik yoki infraqizil nurlanish to'lqinlaridan foydalaniladi.

Radiodalnomerda — eltuvchi to'lqinlar sifatida radiodiapazonidagi o'ta yuqori chastotali to'lqinlardan foydalaniladi. Odatda, ular santimetrli yoki kamroq millimetrli radioto'lqinlar.

Fazali dalnomerlarda ko'p qiymatlilikni yechishga to'g'ri keladi. Ko'p qiymatlilik deb (5.16) va (5.17) dalnomerli tenglamalarda noma'lum butun N sonni aniqlashga aytiladi. Zamonaviy yorug'lik dalnomerlarida va hamma radiodalnomerlarda ko'p qiymatlilik belgilangan chastotali deyiladigan usulda yechiladi, bunda dalnomerda modulyatsiyani bir necha aniq chastotalarda o'tkazish ko'zda tutiladi. Belgilangan chastotalar to'rini yasashning ikki varianti bo'lishi mumkin, ya'ni chastotalarning butun son marta ketma-ket kamayadigan quyidagi qatorlarini tashkil qiladigan

$$f_1 \vee f_2 \vee \dots \vee f_m \quad (5.18)$$

va yaqin chastotalarning har gal birinchi va qolgan chastotalar farqlari butun songa karrali ketma-ket kamayadigan qilib tanlangan yaqin chastotalarni ularni kichrayishi tarkibida raqamlangan quyidagi qatorni beradi:

$$f_1 \vee (f_1 \div f_m) \vee \dots \vee (f_1 \div f_2). \quad (5.19)$$

Birinchi variant ko'pincha karrali chastotalar metodi, ikkinchisi kombinatsiyalangan chastotalar metodi deyiladi. (5.18) yoki (5.19) qatorlar qo'shni bosqich nisbatlari bir qiymatli emaslik koeffitsiyenti deyiladi. Ular butun yoki har xil son bo'lishi mumkin yoki ko'pincha hamma bosqichlar bo'yicha har xil bo'lishi mumkin. Bu noaniqlikni yechishda hisoblash amallarini minimumga keltirish va masofani o'lchash natijasini o'nlik metrik ko'rinishda olish uchun ko'pincha noaniqlikni razryad (bosqich)lar bo'yicha yechishdan foydalaniladi. Buning uchun (5.18) va (5.19) chastotali

qator shunday yasaladiki, unda hamma darajalar bo‘ylab noaniqlik koeffitsiyenti bir xil va 10 ga teng, birinchi chastota esa $\geq 2 \cdot 10$ m yoki 1 m ga teng qilib tanlanadi. Bu holda hamma chastotalarda bajarilgan o‘lchashlar natijalariga ishlov berilib, N sonni hisoblamasdan masofa qiymatidan o‘nli razryadlarni oddiy hisoblashga olib keladi. Bunda eng aniq razryad va uning ulushi birinchi chastotada aniqlanadi. Bu usul raqamli texnikalardan foydalanib masofalarni aniqlashda eng ko‘p yaroqlidir.

6- bob. GEOMETRIK NIVELIRLASH HAQIDA TUSHUNCHA

6.1. NIVELIRLASH TURLARI

Yer sirti nuqtalari orasidagi nisbiy balandliklarni aniqlash *nivelirlash* deyiladi. Nivelirlashning quyidagi turlari mavjud:

a) geometrik — ufqiy ko‘rish nuri yordamida nisbiy balandlik aniqlanadi;

b) trigonometrik — o‘lchangan qiyalik burchagi va masofa orqali nisbiy balandlik hisoblanadi;

d) barometrik — nuqtada atmosfera bosimi bilan balandlik orasidagi bog‘lanishni aniqlashga asoslanadi, barometrlarda amalga oshiriladi;

e) gidrostatik — tutash idishlarda suyuqlik sathining baravar turishiga asoslanadi;

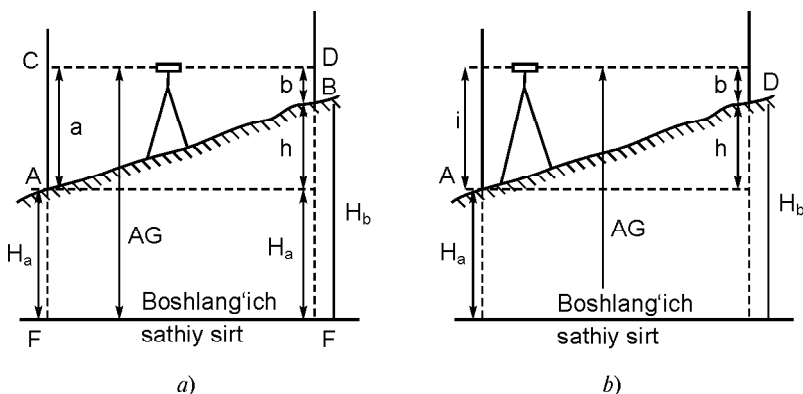
f) mexanik — shovun ta’siriga asoslangan moslamali nivelir avtomatlar yordamida bajariladi;

g) fotogrammetrik — qo‘shni fotosuratlarini stereoskopik ishlaydigan maxsus asboblarda yordamida amalga oshiriladi.

Yuqorida ko‘rsatilgan nivelirlash turlaridan eng ko‘p qo‘llaniladigan va anig‘i geometrik nivelirlash usulidir, trigonometrik nivelirlash, asosan, topografik syomkalarni bajarishda qo‘llaniladi.

6.2. GEOMETRIK NIVELIRLASH USULLARI

Geometrik nivelirlashning o‘rtadan va oldinga nivelirlash usullari mavjud. *O‘rtadan nivelirlash* usulida (47- a rasm) B nuqtaning A nuqtadan h nisbiy balandligini aniqlash uchun ular o‘rtasiga



47- rasm. Geometrik nivelirlash usullari: a — o'rtadan, b — oldinga.

nivelir o'rnatiladi va bu nuqtalarda tik qo'yilgan reykalardan tegishlicha orqadan a va oldindan b sanoqlar olinadi. 47- rasmga ko'ra nisbiy balandlik:

$$h \sim a \pm b \quad (6.1)$$

Agar $a \forall b$ bo'lsa, nisbiy balandlik musbat va aksincha, teskari yo'nalishda nivelirlansa, sanoqlar nomi o'rni almashib $a \exists b$ va nisbiy balandlik manfiy bo'ladi. A nuqtaning balandligi H_A ma'lum bo'lganda B nuqtaning balandligi H_B quyidagi ikki formula yordamida hisoblanadi:

1. Nisbiy balandlik orqali:

$$H_B \sim H_A \wedge h, \quad (6.2)$$

ya'ni keyingi nuqtaning balandligi oldingi nuqtaning balandligiga nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik qo'shilganiga teng.

2. Asbob gorizonti orqali: (6.1) ni (6.2) ga qo'ysak,

$$H_B \sim H_A \wedge a \pm b \quad (6.3)$$

ni hosil qilamiz. Tenglikning o'ng qismidagi A nuqta balandligi H_A va shu nuqtadan olingan a sanoq yig'indisi

$$H_i \sim H_A \wedge a, \quad (6.4)$$

ya'ni asbob ko'rish o'qining balandligi asbob gorizonti deyiladi. (6.4) ni (6.3) ga qo'ysak,

$$H_B \sim H_i \pm a \sim AG \pm b, \quad (6.5)$$

bundan nuqtaning balandligi asbob gorizontidan shu nuqtada olingan b sanoq ayrilganiga teng.

Oldinga nivelirlash usulida (47- b rasm) A nuqtada ko'rish trubasi okulari shu nuqta ustida turadigan nivelir, B nuqtada esa reyka o'rnatiladi. Ruletka yoki reyka yordamida asbob balandligi i o'lchanadi. B nuqtadagi reykadan oldingi b sanoq olinadi. 47- b rasmga ko'ra:

$$h \sim i \pm b. \quad (6.6)$$

A va B nuqtalar orasidagi masofa katta bo'lganda nivelirni bir o'rnatish orqali ularning nisbiy balandliklarini aniqlash imkoni bo'lmaydi. Shu sababli va joyning bo'ylama profilini tuzish uchun ketma-ket nivelirlash bajariladi. 48- rasmga ko'ra ketma-ket nivelirlashda oxirgi B nuqtaning A nuqtaga nisbatan balandligi

$$h_0 \sim " h \sim " a \pm " b \quad (6.7)$$

ga teng bo'ladi, ya'ni u oldingi va keyingi sanoqlar yig'indilari (ayirmasi)ga teng. Asbob o'rnatilgan $J_1, J_2, \dots$ nuqtalar bekatlar deyiladi. Oldingi bekatga keyingi va keyingi bekatga oldingi bo'lgan hamma balandlik uzatish uchun nivelirlangan 1, 2, ... nuqtalar bog'lovchi nuqtalar deyiladi. Bog'lovchi nuqtalar balandliklari tegishlicha quyidagi formulalarda hisoblanadi:

$$H_1 \sim H_A \wedge h_1;$$

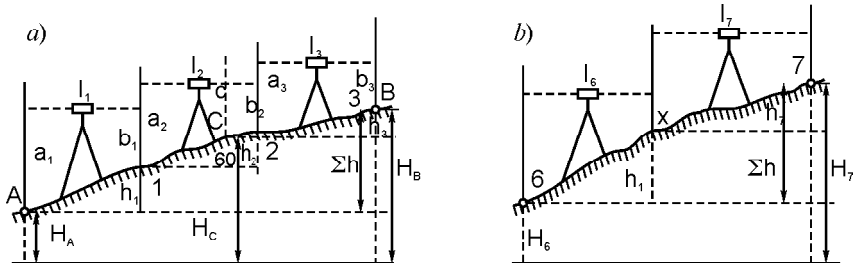
$$H_2 \sim H_1 \wedge h_2;$$

$$H_3 \sim H_2 \wedge h_3$$

yoki

$$\dots \dots \dots$$

$$H_B \sim H_A \wedge " h.$$



48- rasm. Ketma-ket nivelirlash usullari.

Tik yonbag'irlarni bir bekatdan nivelirlashda ko'rish o'qi reyka ustidan o'tishi yoki yerga tegib qolishi mumkin. U holda orqadagi bog'lovchi nuqtadan oldingi bog'lovchi nuqtaga balandlik uzatish uchun qo'shimcha X li nuqtalar deb ataluvchi nuqtalar nivelirlanadi (48- b rasm). Bu nuqtalargacha masofa o'lchanmaydi va ular profilda ko'rsatilmaydi. Nivelirlashda bog'lovchi nuqtalar ko'pincha 100 metrdan belgilanadi. Profil tuzishda esa joy relyefi o'zgarish nuqtalari balandliklari ham aniqlanishi kerak. Bunda nuqtalar oraliq yoki plusli nuqtalar deyilib, keyingi bog'lovchi nuqtagacha bo'lgan masofa metrлар soni bilan belgilanadi. Masalan, 48- a rasmda 2- bekatdagi $2 \sim 60$ nuqta. Ularga orqadagi reyka o'rnatilib, c sanoq olinadi. Oraliq nuqtalar balandliklari ushbu formula asosida hisoblanadi:

$$H_+ \sim AG \pm c. \quad (6.8)$$

Oldinga nivelirlash usulida katta masofalarga balandlik uzatish tavsiya etilmaydi, chunki bu holda hisobga olish qiyin bo'lgan asbob xatoliklari ta'siridan tashqari nivelirlash natijasida yer egriligi va refraksiya uchun tuzatma kiritish talab qilinadi.

6.3. YER EGRILIGI VA TIK (VERTIKAL) REFRAKSIYANING NIVELIRLASH NATIJALARIGA TA'SIRI

(6.1) formulani keltirib chiqarishda boshlang'ich sathiy sirt EF tekislik, A va B nuqtalarga o'rnatilgan reykalар esa o'zaro parallel va atmosferada yuradigan CD nur to'g'ri chiziqli deb qabul qilingan edi. Haqiqatda esa reykalар A va B nuqtalardagi sathiy sirtlarga perpendikular.

Agar sathiy sirtни sfera deb qabul qilinsa, B nuqtaning A nuqtadan nisbiy balandligi (49- rasm)

$$h \sim BC \sim MA \pm NB \quad (6.9)$$

kesmani tashkil etadi.

A va B nuqtalarda tik (vertikal) qo'yilgan reykalardan MA va NB sanoqlarni hosil qilish uchun gorizontalar qarash nurlarining PA va QB sanoqlarini Yer egriligi uchun tegishli $k_1 \sim PM$ va $k_2 \sim QN$ tuzatmalar ayrilishi kerak. Bunday sharlarda $h \sim BC$ nisbiy balandlik

$$h \sim (PA \pm k) \pm (QB \pm k) \quad (6.10)$$

bo'ladi.

$Dh = \frac{s^2}{2R}$ formulaga binoan yer egriligi uchun tuzatma:

$$Dh = k \gg \frac{S^2}{2R}. \quad (6.11)$$

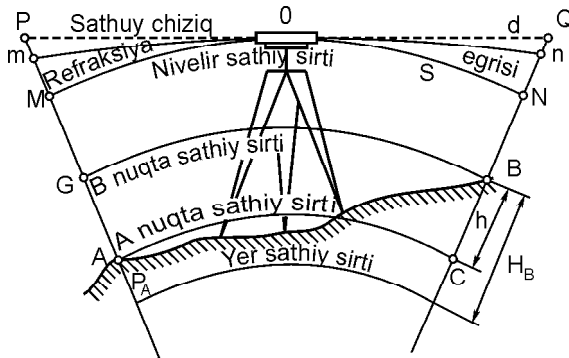
Ammo OP va OQ qarash nurlari nivelir va reyka orasidagi o'z yo'lida har xil zichlikdagi atmosfera qatlamlari bilan uchrashadi va ular orqali o'tishda sinib, refraksiyali deyiladigan egri chiziqni ifodalaydi (49- rasm). Shu sababli PA va QB sanoqlar o'rniga haqiqatda reykadani mA va nB sanoqlarni olamiz. Pm va Qn kesmalar A va B nuqtalar turgan reyklar bo'yicha sanoqlarga refraksiya uchun tuzatma bo'ladi, kuzatilayotgan narsalar refraksiya ta'sirida o'z holatidan ko'tarilibroq ko'rinadi, bunga botib bo'lgan Quyoshning qizarib ko'rinib turishi misol bo'ladi.

Kuzatishlardan refraksiya uchun tuzatma o'rtacha yer egriligi uchun k tuzatmaning $Dh = \frac{S^2}{2R}$ formula bo'yicha taxminan 16 %ni tashkil etish isbotlangan, ya'ni

$$r = 0,16 \frac{S^2}{2R}. \quad (6.12)$$

Refraksiya uchun tuzatma yer egriligi uchun tuzatmani kamaytiradi, shu sababli 49- rasmda Yer egriligi va refraksiya uchun tuzatmani ifodalaydigan mM va nN kesmalar

$$f \sim k \pm r$$



49- rasm. Yer egriligi va vertikal refraksiyaning nivelirlashga ta'siri.

bo'lad, bu formulaga k va r o'rniga ularning (6.11) va (6.12) formulalardagi qiymatlari qo'yilsa, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$f = 0,42 \frac{S^2}{R}. \quad (6.13)$$

Nivelir nivelirlanuvchi nuqtalarning aniq o'rtasiga o'rnatilsa, $f_1 \pm f_2$ farqni nolga teng deb qabul qilish mumkin. Shu sababli geometrik nivelirlash, asosan, o'rtadan usulida olib boriladi. O'ldinga nivelirlash esa ayrim hollarda daryo, jarlik va boshqa to'siqlardan balandlik uzatishda qo'llaniladi.

Agar (6.13) formulaga Yer radiusi sonli qiymati va S masofaning qiymati yuzlab metrlarda qo'yilsa, f ning millimetrlarda ifodalangan qiymatini hisoblash uchun qulay formulaga ega bo'lamiz:

$$f_{\text{mm}} \sim 0,66 S^2 \text{ (yuzlab metrlarda)}. \quad (6.14)$$

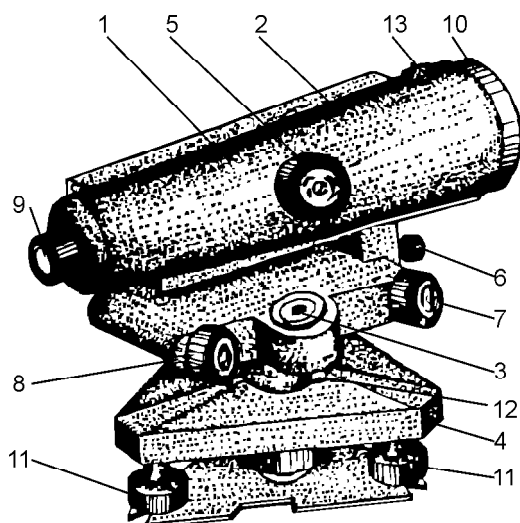
Agar $S \sim 100$ m bo'lsa, $f \sim 0,66$ m, agar $S \sim 400$ m bo'lsa, $f \sim 10,6$ mm.

O'rtadan nivelirlashda Yer egriligi ta'siri to'la kompensatsiyalanadi, refraksiya ta'siri sezilarli darajada kamayadi.

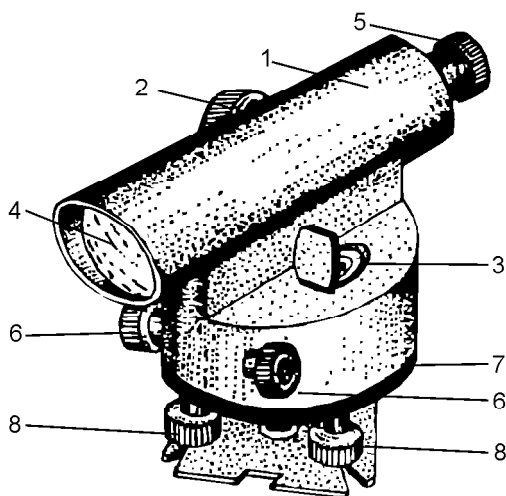
Nivelirlar, nivelirlash reykalari, ularning tuzilishi va tekshirish. Nivelirlar aniqligi bo'yicha uch xilga bo'linadi: yuqori aniqlikda H-0,5-I, II sinf nivelirlash, aniq H-3, H-3K, H-3KL-III va IV sinflar nivelirlash va texnikaviy H-10, H-10K — texnik nivelirlash uchun qo'llaniladi.

Nivelir shifri yonidagi son 1 km ikkilangan yo'lni nivelirlash aniqligini, harflar esa K — kompensatorli, L — limbli ekanligini ko'rsatadi. Konstruksiyasiga ko'ra nivelirlar ko'rish o'qi ufqiy holatga adalak yordamida keltiriladigan va ufqiy ko'rish chizig'i o'zi o'rnatiladigan (kompensatorli) nivelirlarga bo'linadi.

Texnik nivelirlashda ko'pincha aniq H-3 va H3K nivelirlari qo'llaniladi. H-3 nivelirining umumiy ko'rinishi 50- a rasmda keltirilgan. Nivelir o'rnatkich vint yordamida usti ufqiy holga chamalab keltirilgan shtativga o'rnatilgan. Truba ikki ko'targich vintga parallel qo'yilib, avval ularni qarama-qarshi tomonga va keyin uchinchi vintni burash orqali doiraviy adalak pufakchasi doira o'rtasiga keltiriladi. Bunda nivelir aylanish o'qi taxminan tik holatda bo'lad. Truba reykaga qaratilib, vint 6 da mahkamlanadi, kremalera 5 vintini burash reykaning va okular g'ilofini burash orqali iplar to'ring aniq tasvirlari hosil qilinadi. Nivelir ko'rish trubasi 1 ning chap tomoniga asbob ko'rish o'qini ufqiy



a)

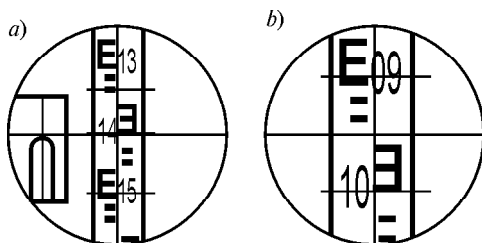


b)

50- rasm.

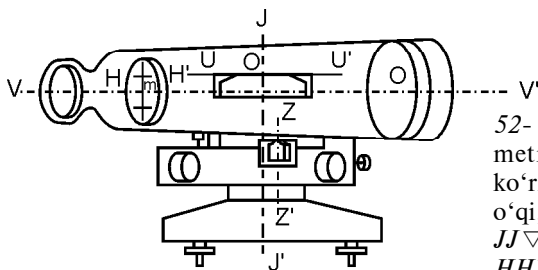
a) H-3 nivelirining umumiy tuzilishi: 1 — koʻrish trubasi; 2 — silindrik adilak; 3 — doiraviy adilak; 4 — taglik; 5 — kremalera; 6 — mahkamlash vinti; 7 — qaratish vinti; 8 — elevatsion vinti; 9 — okulyar; 10 — obyektiv; 11 — koʻtargich vintlar; 12 — doiraviy adilakning tuzatgich vintlari; 13 — nishoncha bilan qirras.

b) H-3K nivelirining umumiy tuzilishi: 1 — koʻrish trubasi; 2 — kremalera; 3 — doiraviy adilak; 4 — obyektiv; 5 — okulyar; 6 — qaratish vintlari; 7 — doiraviy adilak; 8 — koʻtargich vintlar.



51- rasm. Trubaning ko‘rish maydoni:

- a) H-3 nivelirida sanoq: 1466.
Dalnomer sanoqlari: 1390, 1540,
b) H-3K nivelirida sanoq: 0991.
Dalnomer sanoqlari: 0936, 1043.



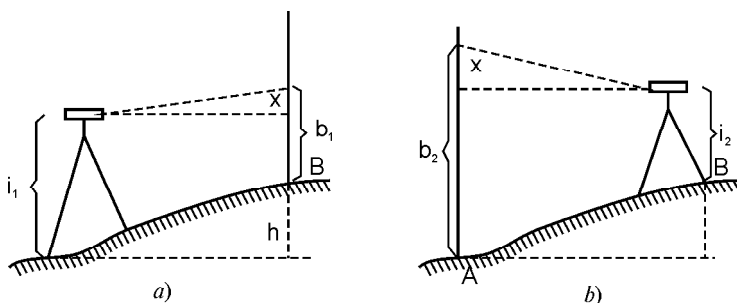
52- rasm. Nivelirning asosiy geometrik o‘qlari: $VV\triangleleft$ — trubaning ko‘rish o‘qi; $UU\triangleleft$ — silindrik adilak o‘qi; $ZZ\triangleleft$ — doiraviy adilak o‘qi; $JJ\triangleleft$ — nivelirning aylanish o‘qi; $HH\triangleleft$ — iplar to‘rining gorizontal ipi.

holatga aniq keltirishda qo‘llaniladigan silindrik adilak joylashgan. Reyka tasvirini va pufakcha elevatsion vint 9 yordamida o‘rtaga keltirilayotgan paytda adilak tutashgan uchlarini kuzatuvchi ko‘rish maydonini ko‘radi va ufqiy ip qarshisidagi reykadani sanoq oladi (51- rasm). Umumiy ko‘rinishi 50- rasmda keltirilgan aniq H-3K niveliri shtativga o‘rnatilgandan keyin doiraviy adilak pufakchasi 3 o‘rtaga keltiriladi. Ikkita kesishgan po‘lat iplarda olingan qo‘zg‘aluvchi va qo‘zg‘almas prizmadan iborat bo‘lgan mayatnikli optik kompensator asbobni avtomatik tarzda ufqiy holga keltiradi va nivelir ish holatida bo‘ladi. Optik kompensator ishlashi uchun doiraviy taglik 7 qiyaligi 15€ dan oshmasligi kerak. H-3 va H-3K nivelirlarida sanoq olish 51- rasmda keltirilgan.

H—3 nivelirini tekshirish. Nivelirni ishlatishdan oldin uning quyidagi geometrik shartlarni qanoatlantirishi tekshiriladi:

1. *Doiraviy adilak o‘qi nivelir aylanish o‘qiga parallel bo‘lishi kerak*, ya‘ni $ZZ\triangleleft \perp JJ\triangleleft$ (52- rasm). Ko‘targich vintlar orqali doiraviy adilak pufakchasi adilak qutisidagi doira markaziga keltiriladi va nivelir yuqori qismi 180° ga buriladi. Pufakcha o‘rtada qolgan bo‘lsa, shart bajarilgan bo‘ladi, aks holda pufakcha og‘gan qismining yarmi markazga adilak tuzatkich vintlari bilan, qolgan yarim ko‘targich vintlar bilan keltiriladi. Tekshirish nazorat uchun takrorlanadi.

2. *Iplar to‘rining ufqiy ipi nivelir aylanish o‘qiga perpendikular bo‘lishi kerak* ($HH\triangleleft \perp JJ\triangleleft$). Iplar to‘rining o‘rtadagi ipi nivelirdan



53- rasm. Nivelirning asosiy shartini tekshirish.

25—30 m naridagi yaqqol ko‘rinadigan nuqtaga yo‘naltiriladi va truba sekin-asta surilganda to‘r ipi tanlangan nuqtadan tashqariga chiqmasa, shart bajarilgan bo‘ladi. Aks holda to‘rni truba korpusi bilan mahkamlaydigan vinti bo‘shatilib, iplar to‘ri halqasi buraladi.

3. *Trubaning ko‘rish o‘qi silindrik adilak o‘qiga parallel bo‘lishi kerak* ($VV \nabla \perp UU \nabla$).

Bu asosiy geometrik shartni tekshirish uchun uzunligi 50—75 m bo‘lgan chiziq uchlari joyda qoziqlar bilan mahkamlanadi (53- rasm), ular oldinga nivelirlash usulida to‘g‘ri va teskari yo‘nalishlarda nivelirlanadi. Agar ko‘rish o‘qi silindrik adilak o‘qiga parallel bo‘lmasa, b sanoqqa x xatolik kiradi 53- a rasmdan to‘g‘ri yo‘nalishda nivelirlashda:

$$h \sim i_1 \pm (b_1 \pm x). \quad (6.15)$$

53- b rasmdan teskari yo‘nalishda nivelirlashda:

$$h \sim (b_2 \pm x) \pm i_2. \quad (6.16)$$

(6.15) va (6.16) tenglamalarni yechib, topamiz:

$$x = \frac{b_1 - b_2}{2} - \frac{i_1 - i_2}{2}. \quad (6.17)$$

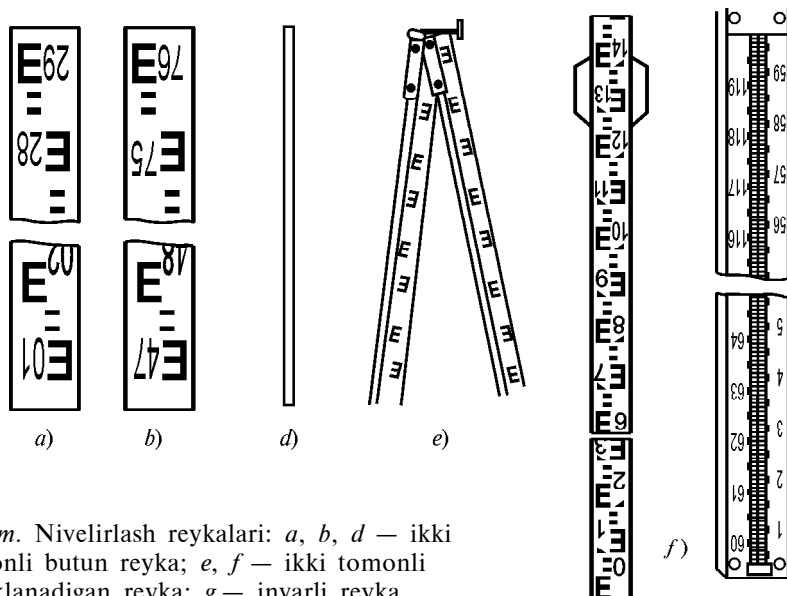
x ning qiymati 4 mm kichik bo‘lsa, shart bajarilgan hisoblanadi. Aks holda elevatsion vint yordamida to‘rning o‘rtadagi ipi $b \sim b_2 \pm x$ sanoqqa yo‘naltiriladi, buning evaziga adilak pufakchasi o‘rtadan chiqib ketadi. Adilak tuzatkich (49- a rasm) vintlari 8 yordamida pufakcha qaytadan o‘rtaga keltiriladi.

Nivelirlash reykalari, ularning tuzilishi va tekshirish. Texnik nivelirlashda ikki tomonli yaxlit, uzunligi 3000 mm, qalinligi 2—3 sm, kengligi

8—10 sm bo'lgan r H-10 reykalari (54- b rasm) va uzunligi 3000—4000 mm buklanadigan r H-10 reykalari qo'llaniladi (54- e rasm). Reyka egilmaydigan va chidamli bo'lishi uchun qo'shtavr kesimli qilinib, sifatli yog'ochdan yasaladi va ikki uchiga metall qoplanadi.

Reykalar bir tomonida santimetrli bo'laklar shashkasimon oq va qora, ikkinchi tomonlaridagi esa oq va qizil rang bilan bo'yaladi. Shuning uchun reykaning qora rangli tomoni — **qora tomon**, qizil rangli tomoni — **qizil tomon** deb farqlanadi. Sanoq olish qulay bo'lishi uchun har detsimetrli bo'lakning dastlabki beshta santimetrli bo'laklari «E» harfi ko'rinishida birlashtiriladi. Reykalarni qora tomonida sanoq noldan (54- a rasm), qizil tomonida esa ixtiyoriy sanoqdan, masalan, 4687 mm (54- b rasm)dan boshlanadi. Natijada, reykaning qora va qizil tomonlaridan olingan sanoqlar farqi doimiy son bo'lib, nivelirlashni bekatda tekshirish uchun xizmat qiladi.

Sanoqlar reykaning quyi qismidan ortib boradi, raqamlar har detsimetrdan ag'darilgan ko'rinishda yoziladi, truba ko'rinish maydonida esa ularning tasviri to'g'ri bo'ladi. Reykalarni tik holatga keltirish uchun ularga doiraviy adlak o'rnatiladi. Adlak bo'lmagan taqdirda reykaga qaralganda u oldinga va orqaga asta-sekin og'diriladi, eng kichik sanoq reykaning tik holatiga tegishli bo'ladi. Nivelirlash vaqtida reykalar yog'och qoziqlarga, metall boshmoqlarga o'rnatiladi. Ishning bajarilishidan avval po'lat ruletka yordamida oldin reykaning metrli kesmalari, keyin detsimetrli kesmalari tekshiriladi.



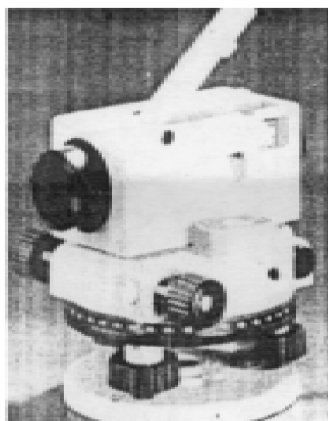
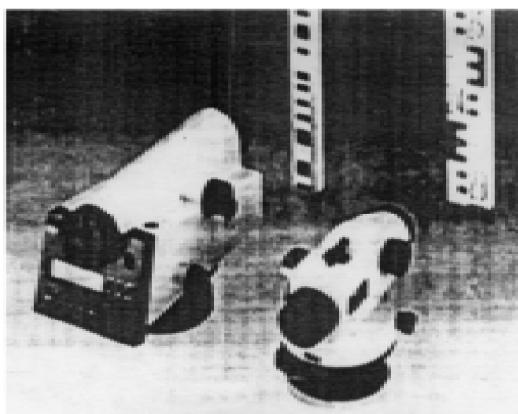
54- rasm. Nivelirlash reykalari: a, b, d — ikki tomonli butun reyka; e, f — ikki tomonli buklanadigan reyka; g — invarli reyka.

Detsimetrli bo'laklar xatoligi 1 mm, reykaning hamma uzunligi xatoligi 2 mm dan oshmasligi kerak. Invarli reykalari I va II sinfli nivelirlashlarda qo'llaniladi (54- g rasm).

6.4. ZAMONAVIY NIVELIRLAR TO'G'RSIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

Elektron nivelirlar hozirgi kunda geodezik asboblarning yangi turi hisoblanib, nivelirlash ishlarini sezilarli avtomatlashtirish imkonini tug'diradi. Elektron nivelirlarning funksional imkoniyatlari kengaytirilib, masofa o'lchash aniqligini 20 mm gacha oshirishga erishilgan.

Elektron nivelirlar texnik tavsiflari bo'yicha quyidagilarga bo'linadi: aniqligi bo'yicha — aniq, 0,7 mm/km yo'lga; yuqori aniqlikda 0,3 mm/km yo'lga; o'lchangan informatsiyani saqlash turiga qarab ichki va tashqi xotirali (PCMCIA). Dasturli ta'minot quyidagi funksiyalarni bajarish imkoniyatini ta'minlaydi: tekshirish ishlari: *i* burchakni aniqlash (qarash nurining adilak o'qiga parallel emasligi), nivelirlash ishlari — reyka bo'yicha ayrim sanoqlarni va masofalarni aniqlash, yo'lni nivelirlash, nivelirlangan yakka yo'lni tenglashtirish; taxeometrik masalalar — burchakli yo'nalishlarni o'lchash, koordinatalar orttirmalarini aniqlash, nazorat funksiyalari: reyka bo'yicha sanoq aniqligi nazorati, qarash nurining yerdan balandligini nazorati, bekatda nisbiy balandlikning nazorati, seksiyada va bekatda yelkalar farqlarining nazorati. 55- a rasmda raqamli DINI niveliri reykasini bilan,



55- rasm. Zamonaviy nivelirlar: *a* — raqamli nivelir DINI reykasini bilan; *b* — avtomatik nivelir NA reykasini bilan; *d* — 3H—KJ niveliri.

55- *b* rasmda esa qarash o'qi avtomatik tarzda ufqiy holga keladigan Ni nivelirining umumiy ko'rinishlari keltirilgan.

Raqamli nivelirlar aniqligi bo'yicha: aniq DINI 21, DINI 22; yuqori aniqlikdagi: DINI 11, DINI 12; yuqori aniqlikdagi nivelirli taxometrik stansiyalari: DINI 11T, DINI 21T ga bo'linadi. 55- *b* rasmda Rossiyaning Ural optika mexanika zavodida ishlab chiqarilayotgan kiritilgan kompensator yordamida qarash nuri ufqiy holga avtomatik tarzda keladigan 3H-2KJI niveliri ko'rsatilgan. Uning komplektiga ikkita reyka va shtativ kiradi. U limbli va kompensatorli bo'lib, unga 1 km ikkilangan reyka va shtativ kiradi. U limbli va kompensatorli bo'lib, unda 1 km ikkilangan yo'lni nivelirlash o'rta kvadratik xatoligi 2 mm. Bundan tashqari, shu firmaning 3H-5JI texnik aniqlikdagi kichik gabaritli niveliri qurilish maydonlarida, borish qiyin bo'lgan rayonlarda qidiruvlarida nisbiy balandliklarni o'lchash uchun mo'ljallangan, limbli bir km yo'lning nisbiy balandligini o'lchash o'rta kvadrat xatoligi 5 mm.

6.5. TEXNIK NIVELIRLASH. TRASSANI NIVELIRLASHGA TAYYORLASH

Muhandislik inshootlarini qidiruv, loyihalash, qurish maqsadida bajariladigan nivelirlash texnik nivelirlash deyiladi. Texnik nivelirlash bo'lajak inshootlarning o'qlari bo'ylab joy profilini va tor eni (yo'lkasi) rejasini tuzish uchun qo'llanilsa, *bo'ylama nivelirlash*, yerlarni tekislash va boshqa joylarning topografik rejasini tuzish uchun bajarilsa, *yuza nivelirlash* deyiladi. Xarita yoki joyda belgilangan loyihalashtirilayotgan (yo'l, kanal, quvur va hokazo) o'qi *trassa* deyiladi. Trassa loyihasi topografik xaritada har xil variantlarda tuziladi, ulardan biri texnikaviy va iqtisodiy shartlarni qanoatlantiradigan darajada bo'lsa, ko'rish uchun asos qilib olinadi va qidiruv ishlari boshlanadi.

Trassani qidiruv joy bilan tanishish trassaning tomonlari va burchaklarini o'lchash, egrini bo'lish, trassani mahkamlash, trassa tor enini syomka qilish, trassani nivelirlash, hisoblash ishlari, trassa bo'ylab profil va joy rejasini tuzishdan iborat.

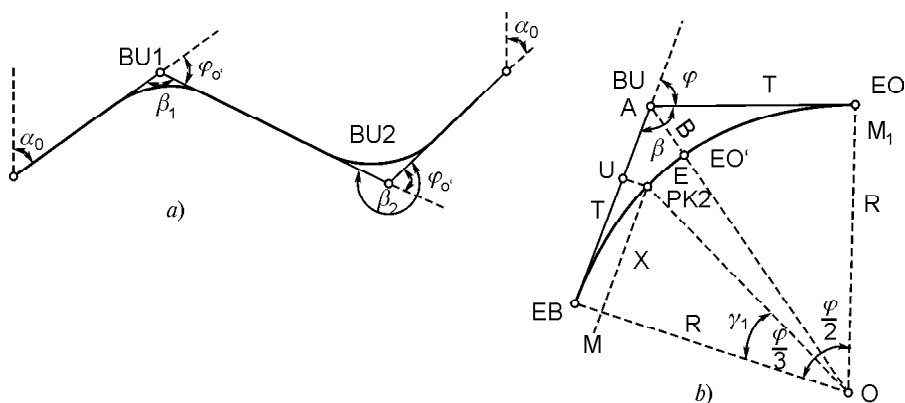
Tuzilgan loyiha asosida joy bilan tanishiladi, trassa bo'ylab teodolit yo'li o'rnatiladi, burchak uchlari qoziqchalar bilan mahkamlanadi. Trassa yo'nalishlari o'zgargan nuqtalarda (56- rasm) o'ng (yoki chap) burchaklar teodolitda to'la qabulda o'lchanadi.

Oldingi yoʻnalishni davom ettirilishi bilan yangi yoʻnalish orasidagi hosil boʻlgan oʻng yoki chap burchaklar — burilish burchaklari $\gamma_o \sim 180^\circ \pm \bar{e}_1$ va $\gamma_{ch} \sim \bar{e}_{ch} \pm 180^\circ$ formulalar yordamida hisoblanadi. Trassa joyda siniq chiziqlardan iborat boʻladi, inshoot esa maʼlum radiusli doiraviy egri chiziqlar boʻyicha loyihalashtiriladi va quriladi. Shuning uchun koʻpincha trassa tomonlarini oʻlchash bilan birga trassa burilish joylarida siniq chiziqlarini tutashtiruvchi doiraviy egrilar qoʻyiladi.

6.6. DOIRAVIY EGRINI REJALASH

Agar A nuqtadan (56- *a* rasm) trassa γ burchakka burilsa, uning ikki qismi radiusi R boʻlgan doira k yoy bilan M va M_1 nuqtalarga urinma qilib tutashtiriladi. Markaziy MOM_1 burchak trassa burilish γ burchagiga teng, trassa burilishida OA chiziqli esa burilish γ burchagi va trassa burilish burchagi $\bar{e}$ ning bissektrisasi. Shunga koʻra nuqta yoyning oʻrta qismida joylashgan. M , E , M_1 nuqtalar egrining asosiy nuqtalari — tegishli egrining boshi (EB), egrining oʻrtasi (EOʻ) va egrining oxiri (EO) deyiladi. Ularni joyda belgilash uchun egrining elementlari deb ataluvchi oltita qiymat: trassa burilish burchagi γ , egri chiziqli radiusi R , ikki urinmalar uzunligi $MA \sim MA_1 \sim T \sim$ tangens, egri uzunligi K va burchak uchidan erigacha masofa $AE \sim B$ — bissektrisa va domer (kamtik) $D \sim 2T \pm K$ qiymatlarini bilish zarur.

Hisoblangan burilish burchagi γ va egrining radiusi R inshoot ahamiyatiga qarab tayinlanadi: Masalan, magistral kanallar uchun



eng kichik radius $R \setminus 5B$, bu yerda B — kanalning suv sathi bo'yicha kengligi, egrining qolgan elementlari qiymatlari quyidagi

$$T = R \operatorname{tg} \frac{j}{2}; \quad (6.18)$$

$$B = R \left(\sec \frac{j}{2} - 1 \right) \quad (6.19)$$

$$K = \frac{p j^\circ}{180^\circ} \cdot R; \quad (6.20)$$

$$D \sim 2 T + K \quad (6.21)$$

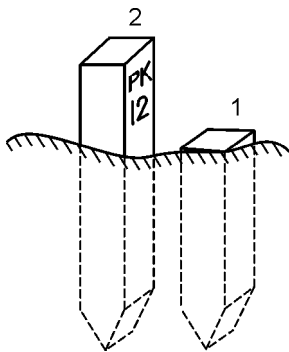
formulalar asosida mikro EHM lardan yoki jadvallardan foydalanib topiladi. Egrining aniqlangan elementlari bo'yicha EB va EO qiymatlari ushbu formulalar yordamida hisoblanadi:

$$EB \sim BU + T; \quad (6.22)$$

$$EO \sim EB + K \sim EB + 2 T + D. \quad (6.23)$$

6.7. TRASSA TOMONLARINI O'LCHASH VA UNI PIKETLASH

Trassa tomonlarini o'lchash, ularning piketlarga va trassaga tik xarakterli nuqtalari balandliklari aniqlanishi kerak bo'lgan ko'ndalang (chiziqlarga bo'lish, trassa yo'lakchasini syomka qilish bilan birgalikda olib boriladi. Bunda ikki ishchi lentani tortib, trassa uzunligini o'lchaydi, uchinchisi esa har yuz metrga ikkita qoziq qoqadi (57-rasm). Birinchi qoziq usti yer bilan baravar bo'ladi u piketli (PK) nuqta deyiladi, keyinchalik nivelirlashda reyka o'rnatiladi: qorovul qoziq usti esa yerdan 0,2 m balandlikda bo'ladi, unga yuz metrli kesmalar sonini ko'rsatuvchi piket tartib raqami (PK 12) yoziladi. Piketlar orasida bo'ylama nishablik o'zgargan joylariga qorovul qoziqlar qoqiladi, ular plyusli yoki oraliq nuqtalar bo'lib, nivelirlanishida reyka yerga qo'yiladi. Sug'orish kanallari trassalarini



57- rasm. Piketli nuqtani mahkamlash.

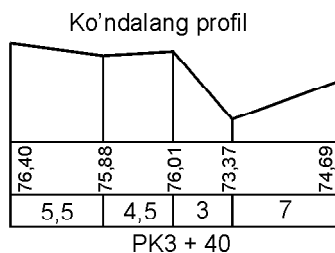
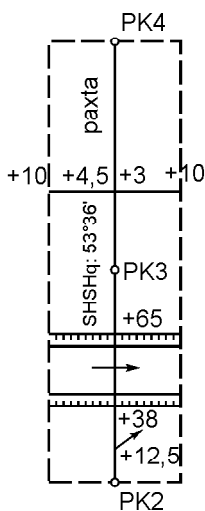
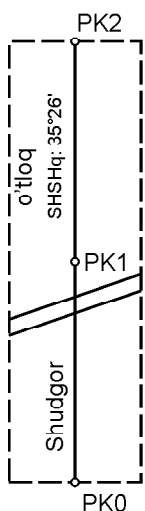
piketlash suv olinadigan joydan, zovurlarniki esa suv qabul qilinadigan joydan boshlanadi.

Trassa bo'ylama profilining burilish nuqtalarida, shuningdek, katta hajmda yer ishlari bajarilishi mumkin bo'lgan joylarda trassaning o'ng va chap yonlarida qabul qilingan, reja masshtabida 2 sm kenglikda ko'ndalanglik (chiziqlar) trassaga perpendikulyar qilib bo'linadi. Ko'ndalanglikda nuqtalar soni joy relyefiga qarab tanlanadi va ular qorovul qoziqlar bilan mahkamlanadi. Trassa yonlari bo'ylab joy konturlari, asosan, perpendikulyar usulida syomka qilinadi. Piketlash, ko'ndalangliklarni rejalash va syomka natijasi millimetrli qog'ozda reja masshtabida tuziladigan piketlash daftarida ko'rsatiladi (58- rasm).

Egri chiziqlarning radiusi R oldindan tayinlangan bo'lsa, o'lchangan qiymatidan foydalanib, egri chiziqlarning elementlari (6.18—6.21) formulalar bo'yicha hisoblanadi va piketlash daftarida keltiriladi. Masalan, $\sphericalangle \sim 28^{\circ}08'$, $R \sim 150$ bo'lsa, $T \sim 37,58$ m, $K \sim 73,65$ m, $D \sim 1,51$ m, $B \sim 4,61$ m bo'ladi va (6.22—6.23) formulalar asosida egrining bosh nuqtalari piketlashda o'lchangan burchak uchi (BU) qiymatidan foydalanib quyidagicha hisoblanadi:

$$\begin{array}{r} \text{BU PK } 2+12,6 \\ - \quad T \quad 37,58 \\ \hline \text{EB PK } 2+75,02 \\ - \quad K \quad 73,65 \\ \hline \text{EO PK } 2+48,67 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{BU PK } 2+12,6 \\ + \quad T \quad 37,58 \\ \hline \text{PK } 2+49,18 \\ - \quad D \quad 1,51 \\ \hline \text{EO PK } 2+48,67 \end{array}$$



58- rasm. Piketlash daftar.

Joyda belgilangan burchak uchidan trassa to'g'ri va teskari yo'nalishlarda tangenslar qiymati lentada o'lchanib, topilgan EB va EO nuqtalariga qorovul qoziqlar qoqiladi, ularga trassa boshlanishidan hisoblangan masofalar yoziladi.

Burchak uchiga teodolit o'rnatilib, burchak bissektrisasi yo'nalishi bo'yicha B qiymatini o'lchab qo'yish orqali EB o'rni topiladi.

Piketlash to'g'ri va ularni tutashtiruvchi egri chiziqlar bo'yicha olib borilsa, ko'pincha egrida piketning o'rnini hisoblash va belgilash kerak bo'ladi. Bunday hollarda EB yoki EO dan piketgacha bo'lgan egrining uzunligi qiymatidan foydalanib, markaziy burchak qiymati (56- b rasm)

$$g_l = \frac{S_l}{pR} \quad (6.24)$$

formula va piketning egri chiziqdagi o'rni koordinatalari

$$x_1 \sim R \sin \alpha, \quad (6.25)$$

$$y_1 = 2R \sin^2 \frac{\alpha}{2} \quad (6.26)$$

formulalar bo'yicha hisoblanadi.

Yuqorida ko'rilgan misolda EB dan PK gacha bo'lgan egri uzunligi $S_1 \sim PK\ 2 - PK\ 1 \sim 75,02 \sim 24,98$ m bo'lsa, (6.24), (6.25) va (6.26) formulalar asosida $\alpha_1 \sim 9^\circ 32''$, $x_1 \sim 24,84$ m, $y_1 \sim 2,07$ m bo'ladi. EB dan trassa bo'ylab $x_1 \sim 24,84$ m va unga perpendikular chiziqda $y_1 \sim 2,07$ m ni o'lchash orqali PK 2 ning egridagi o'rni topiladi. EO $\sim PK\ 2 \sim 48,67$ dan PK 3 gacha bo'lgan 51,33 m masofa o'lchanib. PK 3ning trassadan o'rni topiladi va piketlash shu tarzda davom ettiriladi.

6.8. TRASSANI NIVELIRLASH

Nuqtalar nisbiy balandliklari, asosan, o'rtadan nivelirlash usulida aniqlanadi. Nivelirdan reykgacha bo'lgan masofa — 150 m gacha yo'l qo'yiladi. Nivelir ikki bog'lovchi nuqta o'rtasiga — bekatga o'rnatiladi, doiraviy adilak pufakchasi nol punktga keltiriladi, ko'rish trubasi reykgacha qaratiladi, okulyar gardishi va kremalerani burash orqali iplar to'ri va reykaning aniq ko'rinishiga erishiladi. Reykadan sanoq 1 mm aniqlikda silindrik adilak pufakchasi uchlari elevatsion vint yordamida tutashtirilgandan so'nggina olinadi.

Texnik nivelirlashda (ikki tomonli reykalari qo'llanilganda) har bir bekatda nivelir o'rnatilgandan keyin sanoq quyidagi tartibda olinadi:

- 1) orqadagi reykaning qora tomonidan;
- 2) oldindagi reykaning qora tomonidan;
- 3) oldindagi reykaning qizil tomonidan;
- 4) orqadagi reykaning qizil tomonidan;
- 5) oraliq (yoki ko'ndalang chiziq) nuqtalardagi reykaning qora tomonidan.

Oraliq nuqtalarga orqadagi reyka o'rnatiladi. Reykadan olingan sanoqlar 7- jadval (nivelirlash jurnali)ning 3, 4 va 5- ustunlariga yoziladi. Reykaning qora va qizil tomonlaridan olingan sanoqlar bo'yicha topilgan nisbiy balandliklar 6- ustunga yozilib, ularning farqi 4 mm dan oshmasa, ularning o'rtacha qiymati 7- ustunda keltiriladi.

Nivelirlashda bir tomonli reykalari qo'llanilsa, bekatda nivelirlash ikki gorizontda quyidagicha bajariladi: orqadagi va oldindagi reyalardan sanoqlar olingach, asbob balandligi taxminan 10 sm ga o'zgartiriladi, nivelir qaytadan ish holatiga keltirilib, oldingi va orqadagi reyalardan sanoqlar olinadi. Natijada, topilgan nisbiy balandliklar farqi 4 mm dan oshmasa, orqadagi reyka oraliq (yoki ko'ndalang chiziq) nuqtalarga qo'yiladi va sanoqlar olinadi.

Keyingi bekatlarda ham nivelirlash yuqorida yozilgan tartibda olib boriladi. Nivelirlash natijasida topiladigan nuqtalar balandliklari ma'lum balandlik sistemasida bo'lishi va nivelirlashni tekshirish uchun nivelirlash reperdan boshlanib, reperda tugatilishi — reperlarga bog'lanishi shart.

Balandlik uzatish uchun nivelirlash faqat bir reperdan boshlan-sa, bu yo'l to'g'ri va teskari yo'nalishda nivelirlanadi. Bu holda to'g'ri yo'nalishda nivelirlashda hamma nuqtalar, teskari yo'nalishda esa faqat bog'lovchi nuqtalar nivelirlanadi. Umumiy yo'ldagi nisbiy balandlik to'g'ri va teskari nivelirlash natijalari bo'yicha tekshiriladi.

6.9. TRASSANI NIVELIRLASH NATIJALARINI ISHLAB CHIQISH (1- hisob-chizma ish)

Nivelirlash natijasini ishlash nivelirlash jurnalida daladagi hisoblashlarni tekshirishdan boshlanadi. Buning uchun jurnallar-ning (7- jadval) har betida va umumiy nivelir yo'li uchun tegish-li ustunlarda keltirilgan ma'lumotlar bo'yicha

$$\frac{Sa-Sb}{2} = \frac{Sh}{2} = Sh_{o'r} \quad (6.27)$$

ekanligi tekshiriladi.

TEXNIKAVIY NIVELIRLASH JADVALI (REYKA IKKI TOMONLAMA)

Bekat №	P'iketlar va oraliq nuqtalar №	Reyka sanoqlari			Nisbiy balandlik		O'rtacha nisbiy balandlik		Asbob gorizonti Hi	Mutloq belgi raqami H	Tuzatilgan belgi raqami H
		Orqa	Oldinga	Oraliq	+	-	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Rep ₁₀	0615								153,611	153,61
		5304							1030		
	OPK		1645				1030			152,581	152,58
			6333				1029				
2	OPK	0481							153,062	152,581	152,58
		5169									
	20			0681		2970		2970		152,381	152,38
			3451			2969				149,611	149,61
	1PK		8133								
	1PK	1330							—	149,611	149,61
		6017									
3	2PK		1657			327		328		149,283	149,28
			6346			329					
	2PK	1246							150,529	149,283	149,28
4		5934									
	+65			2412		566				148,117	148,12
	3PK		1812			568		567		148,117	148,12
			6502								
5	3PK	1021							—	148,716	148,72
		5709									

bunda, $h_{o'r}$ — umumiy yoʻldagi nisbiy balandliklar yigʻindisi. Texnik nivelirlashda chekli xatolik qiymati:

$$f_{h_{chekli}} \sim 30 \text{ mm } \sqrt{L} \text{ yoki } f_h \sim 10 \text{ mm } \sqrt{n},$$

bunda, L — nivelir yoʻli uzunligi, km, n — bekatlar soni.

Ikkinchi formula nishabliklari katta boʻlgan joylarni nivelirlashda qoʻllaniladi. Agar $f_h \setminus f_{h_{chekli}}$ boʻlsa, uning qiymati yoʻl qoʻyarli hisoblanadi, teskari ishora bilan nisbiy balandliklarga tarqatiladi. Tuzatmalar yigʻindisi teskari ishora bilan bogʻlanmaslikka teng boʻlishi kerak. Tuzatilgan nisbiy balandliklar boʻyicha bogʻlovchi nuqtalar balandliklari (6.2) formulada, nivelirlangan plyusli nuqtalar va koʻndalang chiziq nuqtalari balandliklari (6.4) formulada hisoblangan asbob gorizonti orqali (6.10) formulada aniqlanadi va tegishli ravishda 9-, 10- ustunlarga yoziladi.

Nivelirlash toʻgʻri va teskari yoʻnalishda bajarilgan boʻlsa, nivelirlash yoʻlidagi bogʻlanmaslik oʻrtacha nisbiy balandliklarning algebratik yigʻindisiga teng, yaʼni

$$f_h \sim h_{o'r},$$

uning chekli qiymati

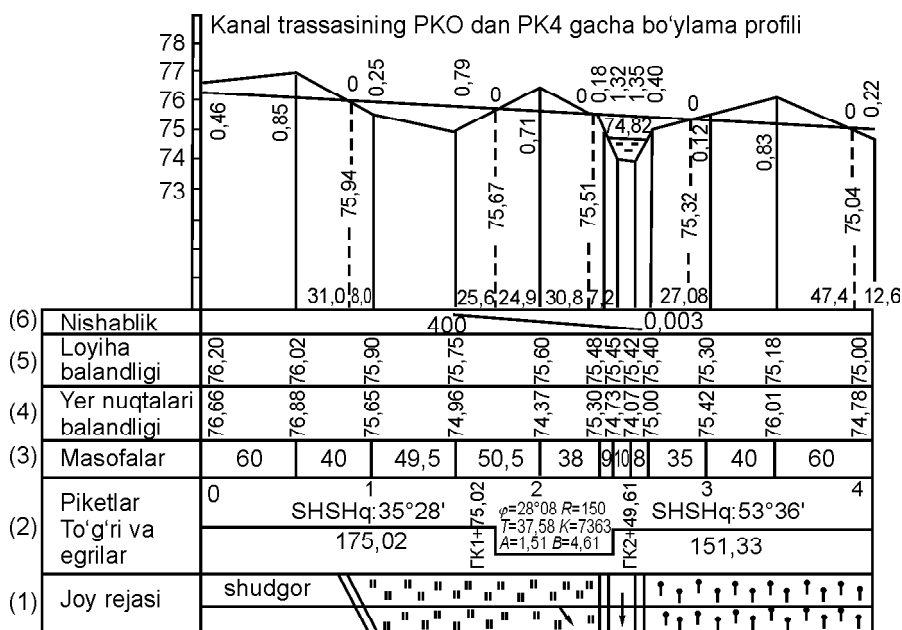
$$f_{h_{chekl}} \setminus 30 \text{ mm } \sqrt{2L}. \quad (6.29)$$

Xatolik yoʻl qoʻyarli darajada $f_h \setminus f_{chekl}$ boʻlsa, uning yarim teskari ishora bilan toʻgʻri yoʻnalish nisbiy balandliklariga tarqatiladi. Hisoblash ishlarining davomi yuqorida yozilgan tartibda amalga oshiriladi.

6.10. TRASSA BOʻYLAMA PROFILINI TUZISH, INSHOOTNI LOYIHALASH

Trassa boʻylama profili inshootni loyihalash va qurish uchun zarur. U piketlash va nivelirlash jadvallari asosida millimetrlilik qogʻozda tuziladi. Trassa boʻylama profili ifodali boʻlishi uchun tik masofalar masshtabi ufqiylarnikiga qaraganda 10—20 marta yirik qilib olinadi.

Har bir inshoot boʻylama profilini tuzish uchun standart mashtablar qabul qilingan. Boʻylama profilda mavjud va loyihaviy qiymatlar birgalikda maxsus profil toʻrida joylashtiriladi. 59- rasm-



59- rasm. Kanal trassasining bo'ylama va ko'ndalang profilari.

Masshtablar: ufqiy chiziqlar 1:2 000, tik chiziqlar 1:100,

ko'ndalang profil 1:500.

da sug'orish kanali tubi chizig'ini loyihalash uchun qabul qilingan shartli profil to'ri keltirilgan. Bo'ylama profil tuzish piketlar, plyusli nuqtalarni tushirish va masofalar grafasini to'ldirishdan boshlanadi, (4) qatorga nivelirlash jurnalidagi 7- jadvaldan olingan piketlash va plyusli nuqtalar balandliklari 0,01 m gacha yaxlitlash-tirilib yoziladi; (1) qator piketlash daftarida berilganlar bo'yicha to'ldiriladi, qator o'rtasidan trassa o'qi o'tkaziladi, trassa burilish-lariga esa ularning yo'nalishi mil (strelka) bilan ko'rsatiladi, konturlar chegaralari tushiriladi; (2) qatorga to'g'ri va egri chiziqlar rejasida, trassa tomonlari yo'nalishlari, ularning uzunliklari, egrining bosh nuqtalari va elementlari qiymatlari keltiriladi; (3), (4) qatorlarga nivelirlangan nuqtalar oralig'idagi masofalar va balandliklar yoziladi. Shartli ufqiy piketlar va plyusli nuqtalar balandliklari qabul qilingan masshtabda qo'yiladi, hosil bo'lgan nuqtalar to'g'ri chiziqlar bilan tutashtiriladi va shu yo'sinda trassa bo'ylama profili yasaladi. Ko'ndalang profililar tegishli nuqtalar ustida ufqiy va tik masofalar masshtablari teng qilib tuziladi.

Profil tuzilgandan keyin chiziqli inshoot, masalan, kanal tubi loyihalashtiriladi. Buning uchun loyiha chizig'i yer ishlari hajmi kam, tuproq qazish va to'kish hajmlari taxminan teng va nishabligi kanal tubi yuvilib ketmaslik yoki loyqalanmaslik kabi shartlarni hisobga olgan holda o'tkaziladi. Loyiha chiziq nishabligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$i = \frac{H_2 - H_1}{S}, \quad (6.30)$$

bunda: H_1 va H_2 loyiha chizig'i boshlanish va oxirgi nuqtalar balandliklari, S bu nuqtalar orasidagi masofa, nishablik va masofa (6) qatorga yoziladi. Loyiha to'g'ri chizig'ida yotgan profil nuqtalari balandliklari

$$H_k \sim H_{k-1} + iS \quad (6.31)$$

formula bo'yicha hisoblanib, (5) qatorga yoziladi. Loyihaviy balandlik H_l va yer balandligi H_{yer} ayirmasi

$$H_k \sim H_l + H_{\text{yer}} \quad (6.32)$$

ish balandligi deyiladi, agar uning qiymati manfiy ishorali bo'lsa, yer qazish (o'yilma) chuqurligi, musbat ishorali bo'lsa, tuproq to'kish (ko'tarma) balandligini ko'rsatadi va u shunga muvofiq ravishda loyiha chizig'i tagida yoki ustida yoziladi. Loyiha chizig'ining yer bilan kesishgan nuqtalari nol ishlari nuqtalari deyiladi, ulardan oldingi piketgacha bo'lgan masofa

$$x = \frac{r_1}{r_1 + r_2} \cdot S \quad (6.33)$$

formulada r_1 ning ishoralari e'tiborga olinmay hisoblanadi va uning qiymatidan foydalanib, nol ishlari nuqtalari balandliklari (6.31) formula asosida topiladi. 59- rasmdagi loyihaviy qiymatlar (6.30)— (6.33) formulalardan foydalanib, quyidagicha aniqlangan:

6- qatordagi loyihaviy chiziq nishabligi (6.30) formula bo'yicha

$$i \sim (75,00 + 76,20) : 400 \sim +0,003.$$

5- qatordagi PK 0 + 60 va PK 1 nuqtalarning loyiha chizig'ida balandliklari (6.31) formula bo'yicha tegishli:

$$H_{\text{PK} + 60} \sim 76,20 + 0,003 \times 60 \sim 76,20 \text{ m};$$

$$H_{PK\ 1} \sim 76,02 \pm 0,003 \times 40 \sim 75,90 \text{ m.}$$

Ular tegishli ravishda loyiha chizig'i tagi va ustida keltirilgan. $PK \wedge 60$ nuqtadan nol ishlari nuqtasigacha bo'lgan masofa quyidagi formula asosida topiladi:

$$x_1 \sim (0,86 \times 40) : (0,86 \wedge 0,25) \sim 31,0 \text{ m.}$$

Uning loyiha chizig'idagi balandligi (6.31) formula asosida:

$$H_{29} \sim 76,02 \pm 0,003 \times 31 \sim 75,93 \text{ m.}$$

Bu qiymatlar profil to'ri ustida va nol ishlari chizig'ida yozilgan.

Bo'ylama profilda loyiha chizig'i: uning nishabliklari, loyiha-viy va ish balandliklari qizil tushda, nol ishlari nuqtalari va masofalari ko'k tushda hamma qolganlari qora tushda chiziladi va yoziladi.

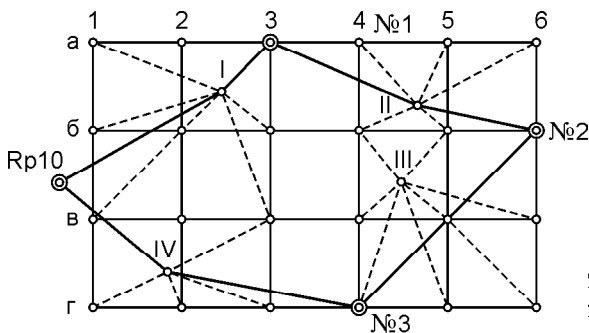
Joyni ifodali tasvirlash maqsadida ko'ndalang profil ufqiy va tik masshtablarni bir xil yirik masshtabda tuziladi.

6.11. YUZANI KVADRAT VA MAGISTRAL USULLARI BILAN NIVELIRLASH

Yuzani nivelirlash yer tekislash va qurilish uchun ajratilgan relyefi kuchsiz ifodalangan joylarning yirik masshtabli topografik rejalarini tuzishda qo'llaniladi. Yuzani nivelirlash, asosan, ikki xil: kvadrat va magistral usullarda bajariladi.

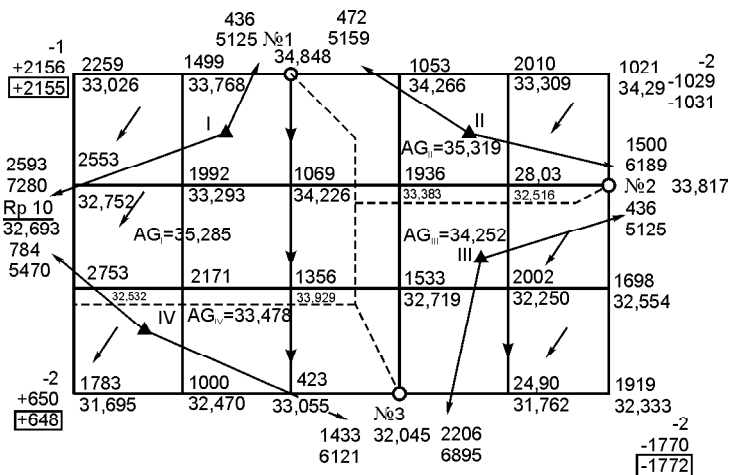
Yuzani kvadrat usulida nivelirlash uchun teodolit va lenta yordamida joy mikrorelyefi murakkabligiga qarab tomonlari 10, 20, 30, 40, 50, 100 metrli kvadratlar to'ri yasaladi. Kvadratlar uchlari qoziqlar bilan mahkamlanadi, konturlar kvadrat tomonlariga nisbatan syomka qilinadi.

Agar uchastka yotiq yoki katta bo'lmasa (4 ga gacha), uni bir bekatdan nivelirlash mumkin. Nivelir uchastkaning taxminan o'rtasiga o'rnatilib, trubaning qarash nuri ufqiy holatga keltiriladi va hamma kvadratlarining uchlariga navbat bilan qo'yilgan reykanadan sanoqlar olinadi. Sanoqlar kvadratlar to'rlari sxemasi — dala jurnaliga yoziladi. Uchlardan birining belgisi yaqin reperdan, qolganlari esa asbob gorizonti orqali hisoblanadi.



50- rasm. Yuzani kvadratlar bo'yicha nivelirlash sxemasi.

Tomonlari 50 m va undan kichik bo'lgan kvadratlar maydon katta bo'lganda bir necha bekatdan nivelirlanadi (60- rasm). Har bir bekatda bog'lovchi nuqtalar ikki tomonli reykada yoki ikki gorizontda yopiq nivelir yo'li hosil bo'ladigan qilib nivelirlanadi, qolgan kvadrat uchlaridan qora sanoqlar olinadi, natijalar nivelirlash jurnali — dala sxemasiga (61- rasm) yoziladi, joydagi nishabliklar yo'nalishlari millar bilan ko'rsatiladi. Tomonlari 100 m va undan katta bo'lgan kvadratlar har birining ikki tomoni reykada alohida-alohida nivelirlanadi. Nivelir kvadrat o'rtasiga o'rnatilib, uning uchlaridan olingan sanoqlar dala sxemasida kvadrat uchlariga yoziladi. Bunda qarama-qarshi yotgan sanoqlar farqi 5 mm dan oshmasa, sanoqlar to'g'ri olingan hisoblanadi. Bog'lovchi nuqta sifatida qabul qilingan kvadrat uchlaridan biri reperga bog'lanadi.



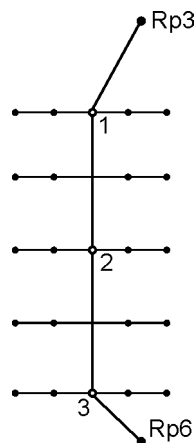
61- rasm. Yuzani kvadratlar usulida nivelirlash jurnali.

Hisoblash ishlarida bog'lovchi nuqtalar nisbiy balandliklari va ularning o'rtachasi topiladi, yopiq nivelir yo'lida bog'lanmaslik, ya'ni nisbiy balandliklari algebraik yig'indisi

$$h_{o'r} \sim f_h \quad (6.34)$$

hisoblanadi. Agar $f_h \setminus f_{h_{chekli}} \sim 10\sqrt{n}$ mm bo'lsa, bu yerda n — bekatlar soni, bog'lanmaslik f_h teskari ishora bilan nisbiy balandliklarga tarqatiladi. Bog'lovchi nuqtalardan biriga balandlik reperdan uzatilib, qolganlari balandliklari tuzatilgan nisbiy balandliklardan foydalanib aniqlanadi. Har bir bekatda asbob gorizonti AG (6.4) formulada, kvadratlar uchlari balandliklari esa (6.10) formula bo'yicha hisoblanadi va tegishli kvadratlar uchlari yoziladi. Har biri alohida-alohida nivelirlangan kvadratlar tomonlari nisbiy balandliklari hisoblanib, tashqi perimetr va ichki yo'llar bo'yicha tenglash-tiriladi, kvadratlar uchlari balandliklari aniqlanadi.

Yuzani magistrallar usulida nivelirlash (62- rasm) teodolit va nivelir yo'llari birgalikda o'tkazilib, joy relyefi va reja masshtabiga qarab, 10 m dan 50 m oraliqlarda nuqtalar belgilanadi. Bu nuqtalar ko'ndalang chiziqlarga bo'linib, ulardagi nuqtalar nivelirlanadi. Magistral yo'llar o'zaro parallel bo'lsa, ular yopiq poligonlar hosil qiluvchi ko'ndalang nivelir yo'llari bilan tutashtiriladi. Magistral nivelir yo'llari uchlari reperlarga bog'lanadi. Nisbiy balandliklarni hisoblash, tenglash va balandliklarni hisoblash yuqorida yozilgan tartibda amalga oshiriladi.



62- rasm. Yuzani magistrallar usulida nivelirlash sxemasi.

6.12. YUZANI BIR NECHA BEKATDAN NIVELIRLASH VA NATIJALARNI ISHLAB CHIQUISH (AMALIY MASHG'ULOT)

Agar uchastka o'lchami 100 m dan katta bo'lsa, relyefi tavsifi hamma kvadratlar uchlari bir necha bekatdan nivelirlanadi. Bog'lovchi nuqtalar sifatida ikki qo'shni bekatdan nivelirlash mumkin bo'lgan kvadratlar uchlari tanlanadi. Bog'lovchi nuqtalar ikki marta nivelirlanadi: bir tomonli reykalarda asbobning ikki

gorizontida va ikki tomonli reykalarda — bir gorizontda, lekin reykalarning ikki tomonidan sanoqlar olinadi. Qolgan uchlari bir marta oraliq nuqtalar kabi nazoratsiz nivelirlanadi. Yuzani kvadratlar bo'yicha nivelirlashda ish va nuqtalar balandliklarini hisoblash tartibi 61- rasmda keltirilgan, bunda bog'lovchi nuqtalar doirachalar bilan belgilanadi.

Nivelir 1- bekatda 10 reper va № 1 nuqta o'rtasida o'rnatiladi. Uni ish holatiga keltirilib, orqadagi Rp 10 va oldindagi № 1 bog'lovchi nuqtalarga qo'yilgan reykalarning ishchi va qo'shimcha tomonlaridan sanoqlar olinadi. Nisbiy balandliklar hisoblanishi-ning to'g'riligi quyidagicha nazorat qilinadi:

$$h_{\nabla} \sim 2593 \pm 436 \sim \pm 2157,$$

$$h. \sim 7280 \pm 5125 \sim \pm 2155.$$

Nisbiy balandliklar farqi yo'l qo'yarli — 5 mm dan kichik bo'lganligi uchun uning qiymati jurnal hoshiyasida Rp 10 va № 1 bog'lovchi nuqta orasida yoziladi. I bekatdan ko'rinadigan kvadratlarning hamma uchlari oraliq nuqtalar singari nivelirlanadi. Bunda reyka mazkur uchni belgilovchi qorovul qoziq yoniga yerga qo'yilib, uning faqat ishchi tomonidan sanoq olinadi, uni sxemadagi tegishli kvadrat uchi yoniga jurnalga yoziladi. Keyin reyka boshqa uchga qo'yiladi va sanoq olinadi, joydagi nishabliklar yo'nalishlari millar bilan ko'rsatiladi va h. k. Shunday tartibda 2259, 1499, 2553 va boshqa sanoqlar olingan. I bekatdan nivelirlangan nuqtalar konturi bo'ylab punktirlar yuritiladi va keyingi II, III va IV bekatlarda ham nivelirlash yuqorida yozilgan tartibda o'tkaziladi va yo'lining oxiri $Rp10$ ga bog'lanib yopiq nivelir yo'li $Rp10$ —№ 1—№ 2—№ 3— $Rp10$ hosil qilinadi. Dala ishlari tugagach, kvadratlar uchlari belgilari hisoblanadi va gorizontalli rejasi tuziladi.

Hisoblash ishlari quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

1. Bog'lovchi nuqtalar orasidagi nisbiy balandliklardagi bog'lanmaslik topiladi, uning yo'l qo'yarli ekanligi tekshiriladi va tuzatmalar kiritiladi. Reper va bog'lovchi № 1, № 2, № 3 nuqtalar yopiq yo'lni hosil qilgani uchun, undagi nisbiy balandliklar yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni ($h_{o'r} \sim 0$). Amalda xatoliklar jamg'arilishi to'g'risida bog'lanmaslik hosil bo'ladi.

Misolda bog'lovchi nuqtalar orasidagi nisbiy balandliklardagi bog'lanmaslik quyidagiga teng:

$$f_h \sim h_{o'r} \sim 2156 \pm 1029 \pm 1770 \pm 650 \sim 7 \text{ mm}.$$

Yuzani kvadratlar bo'yicha nivelirlashda yo'l qo'yiladigan bog'lanmaslik quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$f_{h_{\text{chekl}}} \sim 10 \text{ mm} \sqrt{n},$$

bunda n — bekatlar soni.

Ko'rilayotgan misolda chekli bog'lanmaslik

$$f_h \sim 7 \text{ mm} \exists f_{h_{\text{chekl}}} \sim 10 \text{ mm} \sqrt{2} \sim 14 \text{ mm}$$

bo'lganligi uchun nisbiy balandliklar tenglashtiriladi, ya'ni ularga bog'lanmaslik $\sim 7 \text{ mm}$ teskari ishora bilan tarqatiladi:

Tuzatmalar jurnalda o'rtacha nisbiy balandliklar qiymatlari ustiga ko'chiriladi va tuzatilgan nisbiy balandliklari quyiroqda yoziladi.

2. Boshlang'ich nuqtalar belgilari hisoblanadi, bunda umumiy qoidaga ko'ra keyingi nuqtaning belgisi berilgan nuqta belgisiga nisbiy balandlik qo'shilganiga teng. Misolda reper belgisi $H_{Rp10} \sim 32,693$:

$$H_1 \sim 32,693 \pm 2,155 \sim 34,848;$$

$$H_2 \sim 34,484 \pm 1,031 \sim 33,817;$$

$$H_3 \sim 33,817 \pm 1,772 \sim 32,045;$$

$$H_{Rp10} \sim 32,045 \pm 0,643 \sim 32,643.$$

To'g'ri hisoblashlar oxirida repurning boshlang'ich belgisi kelib chiqadi.

3. Qolgan kvadratlar uchlari belgilari hisoblanadi. Qolgan uchlar oraliq nuqtalar kabi nivelirlanganligi uchun ularning belgilari AG asbob gorizontidan foydalanib hisoblanadi. Har bir bekat uchun belgi qiymati ikki marta — orqadagi va oldindagi bog'lovchi nuqtalar bo'yicha topiladi:

$$AG \sim H_2 \pm a \quad \text{va} \quad AG \sim H_B \pm b,$$

bunda H_2 va H_B — orqadagi va oldindagi nuqtalar belgilari, a va b — bu nuqtalardagi reykalarning ishchi tomonidan olingan sanoq-

lar. I bekatda orqadagi reyka bo'yicha hisoblangan asbob gori-
zonti $AG \sim \sim 32,693 \wedge 2,593 \sim 35,286$, oldingi reyka bo'yicha
esa $AG \sim 34,848 \wedge 0,436 \sim 35,284$. Qiymatlardagi farqlar 10 mm
dan kichik bo'lganligi uchun jurnalga o'rtacha miqdor — 35,285
ko'chiriladi.

Shunday tarzda AG boshqa bekatlar uchun ham hisoblanadi.

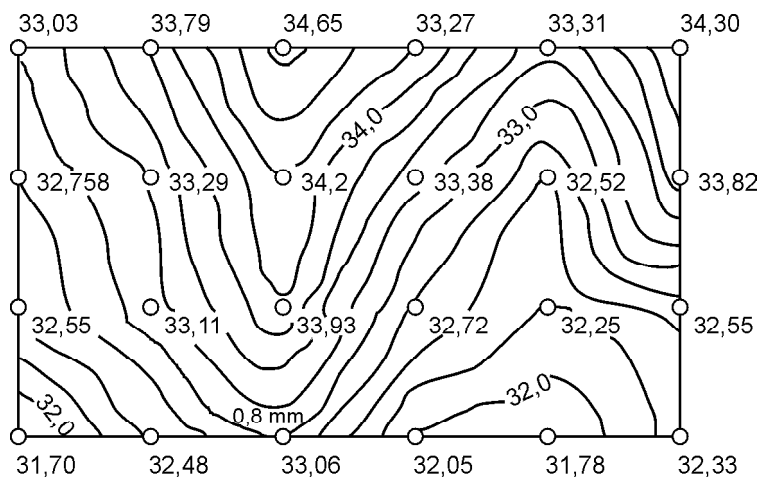
Oraliq nuqtalar belgilarini hisoblashda AG dan bu nuqtalar-
dagi reykarlar bo'yicha olingan sanoqlar c ayiriladi, ya'ni
 $H_0 \sim AG \pm c$:

$$H_1 \sim 35,285 \pm 2,259 \sim 33,026;$$

$$H_2 \sim 35,282 \pm 1,499 \sim 33,186 \text{ va h.k.}$$

Jurnalda nuqtalar belgilari kvadratlar uchlariga qo'yilgan rey-
kadan olingan sanoqlar tagida yoziladi.

Yuzani nivelirlash rejasini tuzish qog'ozda tegishli masshtabda
kvadratlar to'rini va ularda plyusli nuqtalarni yasashdan boshla-
nadi, rejadagi har bir nuqta yonida santimetrgacha yaxlitlangan
belgi yoziladi. Keyin grafik interpolyatsiyalash usulida berilgan
relyef kesimida gorizontallar o'tkaziladi va abris ma'lumotlari
bo'yicha predmetlar va konturlar tushiriladi (63- rasm). Rejani
tuzishda chizishdan oldin uni joy bilan solishtiriladi.



63- rasm. Topografik xarita (gorizontallar 0,25 m dan o'tkazilgan).

7- bob. GEODEZIK TARMOQLAR

7.1. GEODEZIK TARMOQLAR VA ULARNING VAZIFALARI

Geodezik ishlar ikki muhim qismdan — Yer sirtida vaziyatlari aniqlangan tayanch nuqtalar sistemasini yaratish va bu nuqtalar sistemasi asosida syomkalarni bajarishdan iborat. Tayanch nuqtalar sistemasi katta hududda bajariladigan syomkalarning hamma qismlarida oldindan oʻrnatilgan aniqlikni taʼminlashi zarur. Shu sababli holatlari ular uchun umumiy boʻlgan yagona koordinatalar va balandliklar sistemasida aniqlangan, joyda mahkamlangan yer sirtining nuqtalari tizimi — geodezik tarmoq yaratiladi.

Geodezik tarmoqlar kichik maydonlarda qanday yaratilsa, katta maydonlarda ham shu kabi barpo etilishi mumkin.

Xududiy xususiyatlariga koʻra ular butun yer sharini qoplaydigan global geodezik tarmoqlarga, har bir ayrim mamlakat hududi doirasida mazkur davlatda qabul qilingan yagona koordinatalar va balandliklar — referens sistemasidagi milliy (davlat) geodezik tarmoqlariga, topografik syomkalarga asos uchun moʻljallangan zichlashtirish va syomka tarmoqlariga va har xil masalalarni yechish uchun foydalaniladigan lokal uchastkalarda barpo etiladigan mahalliy geodezik tarmoqlarga boʻlinadi.

Geometrik mohiyati boʻyicha rejali, balandlik va fazoviy geodezik tarmoqlar farqlanadi. Rejali tarmoqda oʻlchashlarni ishlash natijasida qabul qilingan nisbiylik sirtida koordinatalar hisoblanadi, balandlik tarmoqlarida punktlar balandliklari sanoq sirtiga nisbatan olinadi, fazoviy tarmoqlarda oʻlchashlar ishlanişidan fazoda punktlarning oʻzaro holati aniqlanadi.

Global geodezik va qisman milliy tarmoqlar hozirgi kunda kosmik geodeziya usullarida yer sunʼiy yoʻldoshlarini kuzatish natijalari boʻyicha yaratiladi. Bunday tarmoqdan punktlarning holati XYZ butun dunyo toʻgʻri burchakli koordinatalarining geomarkaziy WGS -84 sistemasida hisoblanadi, uning boshlanishi yer massasi markaziga, Z oʻqi — uning aylanish oʻqi bilan, X oʻqi tekisligi esa boshlangʻich meridian tekisligi bilan moslashtirilgan, Y oʻqi sistemani oʻnga toʻldiradi (74- rasmga qarang). Global geodezik tarmoq oliy geodeziya, geodinamika, astronomiya va boshqa fanlar ilmiy-texnika muammolari va masalalarni yechish (masalan, yerning shakli va gravitatsiya maydonini oʻrganish) uchun

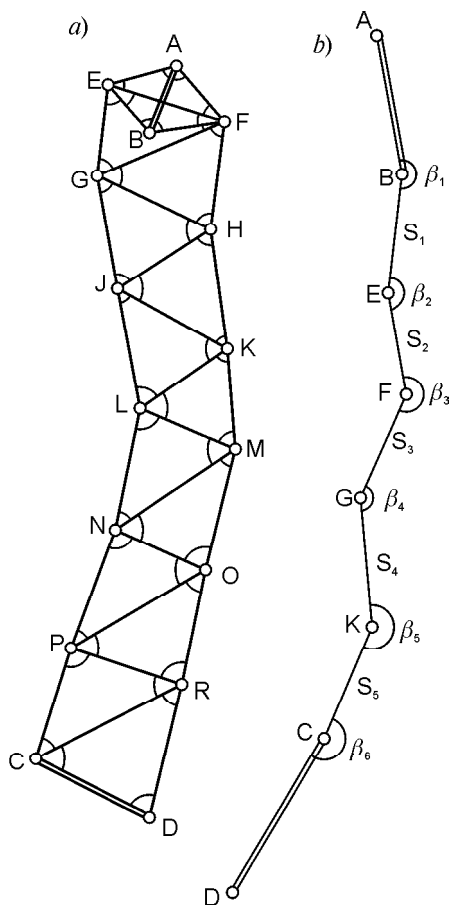
foydalaniladi. Davlat geodezik tarmog'ı tanlangan nisbiylik sirtida geodezik tarmoqlarning o'zaro holatini eng yuqori aniqlikda yaratishni ko'zda tutadi, mahalliy geodezik tarmoq lokal uchastkalarda rejali va balandlik tarmoqlari punktlari koordinatalarini muhandislik masalalarini yechish uchun yetarli bo'lgan zaruriy aniqlikda barpo etiladi.

7.2. GEODEZIK TAYANCH TARMOQLARINI YARATISH PRINSIPLARI

Topografik syomkalarini bajarish, muhandislik inshootlarini qurish va ilmiy masalalarni hal qilish uchun yer sirtida yagona koordinata sistemasida — rejali va yagona balandlik sistemasida

bo'lgan balandlik geodezik tarmoq punktlari barpo etiladi. Rejali geodezik tarmoqlar ilk bor triangulyatsiya, poligonometriya, trilateratsiya yoki ularning kombinatsiyalari usullarida yaratilgan.

Triangulyatsiya usulida joyda bir-biriga tutashib ketadigan uchburchaklar qatori yasilib, ularning hamma burchaklari, bazis deyiladigan S_{EF} va S_{CD} tomonlari o'lchanadi (64- a rasm). O'lchangan bazis tomoni uzunligi S_{EF} va $\bar{e}_i$ burchaklar orqali uchburchaklarning qolgan hamma tomonlari uzunliklari sinuslar teoremasi asosida hisoblanadi va o'lchangan tomon S_{CD} uzunligi bo'yicha tekshiriladi. EF tomon azimuti (direksion burchagi) A_{EF} va A nuqtaning



64- rasm. Triangulyatsiya zvenosi (a), poligonometriya yo'li (b) sxemalari.

x_A va y_A koordinatalaridan foydalanib, hamma nuqtalarning koordinatalari hisoblanadi.

Poligonometriya usulida joyda siniq chiziqlar sistemasi AB , BE , ..., CD poligonometriya yo'llari yasaladi va tomonlar uzunliklari S_i va ular orasidagi $\bar{\epsilon}_i$ burchaklari o'lchanadi (64- b rasm). Bu yo'llar asosan triangulyatsiya punktlari orasidan o'tkaziladi.

Trilateratsiya usulida joyda uchburchaklar qatori yasaliib, uning hamma tomonlari elektromagnit dalnomerlarda o'lchanadi.

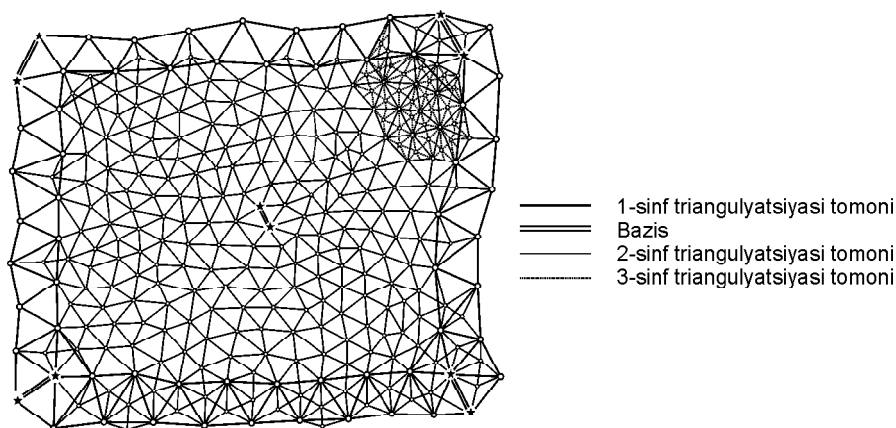
Geodezik balandlik tarmog'i geometrik yoki trigonometrik nivelirlash usullarida barpo etiladi.

Geodezik tayanch tarmoqlari umumiydan xususiyga o'tish prinsipi asosida yasaladi. Bunda oldin katta xududda siyrak geodezik tarmoq yuqori aniqlikda yasaliib, keyin uning ichida punktlar soni ko'p, lekin aniqligi kamroq bo'lgan tarmoq yasaladi. Shu tartibda zichlashtirish qo'yilgan masalani yechish uchun kerak bo'lgan zichlik va aniqlikka ega bo'lgunga qadar bir necha bosqichda bajariladi. Shunga asoslanib rejali va balandlik geodezik tarmoqlar punktlari aniqligi hamda zichligi bo'yicha davlat (milliy) geodezik tarmog'iga, zichlashtirish geodezik tarmog'iga va syomka geodezik tarmog'iga bo'linadi.

7.3. DAVLAT GEODEZIK TARMOG'I

Davlat geodezik tarmog'i boshqa hamma geodezik tarmoqlarni barpo etish uchun asos bo'ladi. Zichlashtirish geodezik tarmog'i geodezik tarmoq punktlari sonini ko'paytirish uchun, syomka tarmog'i esa topografik syomkalarni bevosita bajarishga va har xil muhandislik geodezik ishlarini olib borishga xizmat qiladi.

Davlat rejali geodezik tarmog'i 4 sinfga bo'linadi (65- rasm): 1- sinf tarmog'i ilmiy masalalarni hal qilish uchun mo'ljallanadi va quyi sinf geodezik tarmoqlarini rivojlantirish uchun asos bo'ladi. U iloji boricha meridianlar va parallellar bo'yicha joylashtirilib, zvenolari 200 km ga va perimetri 800 km ga yaqin uchburchaklar qatoridan tashkil topgan *poligonlar* ko'rinishida bo'ladi. Bazislar uchlaridagi punktlar *Laplas punktlari* deyilib, geodezik koordinatalari — kenglik B va uzoqlik L osmon yoritkichlarini astronomik usulda kuzatish yo'li bilan topilgan astronomik koordinatalar — kenlik $>$ va uzoqlik $\geq$ hamda ularda shovun chiziqlari yo'nalishlarini grafimetrik usulda aniqlangan qiymatlaridan foy-



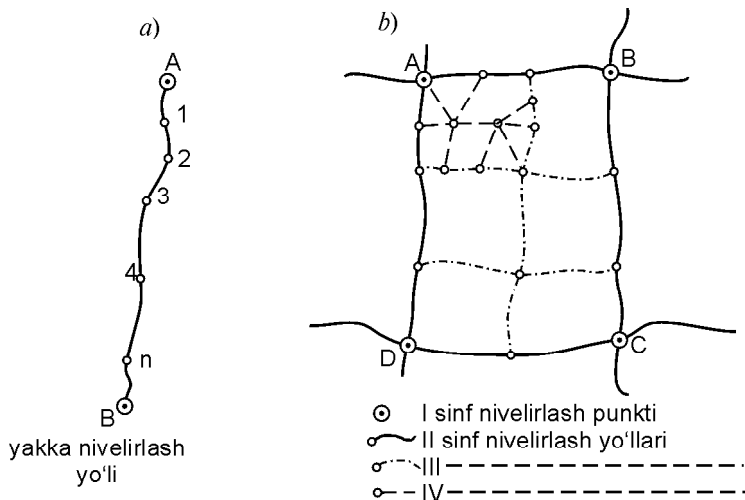
dalanib hisoblanadi, shu sababli uni *astonomik-geodezik tarmog* deyiladi. 2- sinf tarmog‘i 1- sinf poligonlarini qoplaydigan uzluksiz uchburchaklar tarmog‘i yoki bir-birini kesib o‘tadigan poligonometriya yo‘llari ko‘rinishida bo‘ladi. 3- va 4- sinf triangulyatsiya yuqori sinflari punktlarining orasiga qo‘yiladigan uchburchaklar sistemalari yoki ayrim punktlardan iborat bo‘ladi. 1—4- sinflar triangulyatsiyasining asosiy ko‘rsatkichlari 8- jadvalda keltirilgan.

8- *jadval*

1—4- SINFLAR TRIANGULYATSIYASINING ASOSIY KO‘RSATKICHLARI

Ko‘rsatkichlar	Sinflar			
	1	2	3	4
Uchburchak tomoni uzunligi, km	20—25	7—20	5—8	2—5
Uchburchak burchaklarini o‘lchash o‘rta kvadratik xatoligi, b.s.	0,7	1,0	1,5	2,0
Bazis tomoni nisbiy xatoligi	1:400000	1:300000	1:200000	1:100000

Davlat geodezik balandlik tarmog‘i ham 4 sinfga bo‘linadi (66-rasm). 1- va 2- sinflar nivelirlash tarmoqlari mamlakat hududida yagona balandliklar sistemasini o‘rnatish uchun asos bo‘ladi. 3- va 4- sinflar nivelirlash tarmoqlari topografik syomkalarini bajarish va muhandislik masalalarini hal qilish uchun xizmat qiladi. 1- sinf nivelirlash yo‘llari eng yuqori aniqlikda, 2-, 3- va 4- sinf nivelirlash yo‘llari va poligonlari bog‘lanmasliklari tegishlicha



66- rasm. Davlat geodezik balandlik tarmog'ini yaratish sxemalari.

$$f_{h_2} \sim 5 \text{ mm } \sqrt{L}; \quad f_{h_3} \sim 10 \text{ mm } \sqrt{L}; \quad f_{h_4} \sim 20 \text{ mm } \sqrt{L}$$

formulalar bo'yicha hisoblanadi, bulardagi L — poligon perimetri yoki nivelir yo'li uzunligi, kilometr hisobida. Davlat nivelirlash tarmog'i punktlari balandliklari Boltiq dengizi o'rtacha sathini belgilovchi Kronshtadt futshtoki boshlanadigan Boltiq sistemasida hisoblanadi.

Geodezik zichlashtirish tarmog'i davlat geodezik tarmog'i 1—4-sinflar punktlariga nisbatan 1- va 2- razryadli triangulyatsiya va poligonometriya usullarida rivojlantiriladi. 1- razryadli triangulyatsiya va poligonometriya tomonlari uzunliklari $0,5 \setminus S_1 \setminus 5$ km bo'ladi, burchaklari $m_e \sim 5$. o'rta kvadratik xatolik bilan o'lchanadi, 2- razryadlilari uchun mos holda $0,25 \setminus S_2 \setminus 3$ km va $m_e \sim 10$. bo'ladi. Zichlashtirish geodezik balandlik tarmog'i yasash aniqligi yuqori bo'lgan nivelirlash tarmog'i punktlari orasida 4- sinf va texnik nivelirlash yo'llarini o'tkazish orqali amalga oshiriladi.

Rejali geodezik syomka tarmoqlari teodolit, taxeometrik menzula yo'llarini yuqori aniqlikdagi punktlar orasida o'tkazish orqali hamda to'g'ri, teskari va chiziqli kestirmalar usullarida yasaladi. Balandlik geodezik syomka tarmog'i punktlari balandliklari texnik va trigonometrik nivelirlash usullarida aniqlanadi.

Syomka tarmoqlari asosida ufqiy va tik, topografik syomkalar bajariladi.

7.4. GEODEZIK TARMOQLAR PUNKTLARINI JOYDA MAHKAMLASH VA BELGILASH

Rejali va balandlik davlat geodezik tarmogʻi va zichlashtirish geodezik tarmogʻi punktlari uzoq muddatli boʻlib, ular holatining oʻzgarmasligini taʼminlaydigan belgilar bilan yerda mahkamlanadi va belgilanadi.

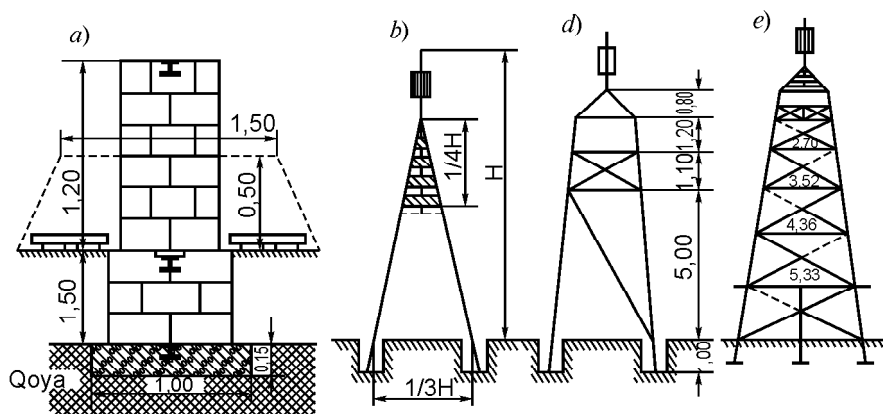
Yerdagi geodezik belgilar tuzilishiga qarab turlarga, piramidalariga, oddiy va murakkab signallarga boʻlinadi.

Turlar — bu qoyaga mahkamlangan marka ustida quriladigan toshdan, gʻishtdan, betondan, temir-betondan yasalgan ustunlar boʻlib, ularni togʻli yerlarda oʻrnatiladi (67- *a* rasm). Qarash moslamalari tur ustida yoki turdagi markada oʻrnatiladi. Asosiy markaning ustida ikkinchi va uchinchi markalar joylashtiriladi.

Piramidalar yondosh punktlarga yerdan koʻrinishi mumkin boʻlgan ochiq joylarda quriladi. Ular uch va toʻrt qirrali, oddiy shtativli va nishon tayoqchali boʻladi. Piramidalar balandligi 5 m dan 8 m gacha. Piramidalar va ularning oʻlchamlari 67- rasmda koʻrsatilgan.

Oddiy signallar ikki piramidali: asbob oʻrnatish uchun xizmat qiladigan ichki va kuzatuvchi uchun tashqi platformadan iborat. Oddiy signallar 4—10 m balandlikka ega. Tashqi piramidalar asosan toʻrt qirrali, ichkilari uch qirrali (67- *b* rasm).

Murakkab signallar 10 m dan 40 m gacha balandlikka ega boʻlib, murakkab uch qirrali va toʻrt qirrali koʻrinishda quriladi,

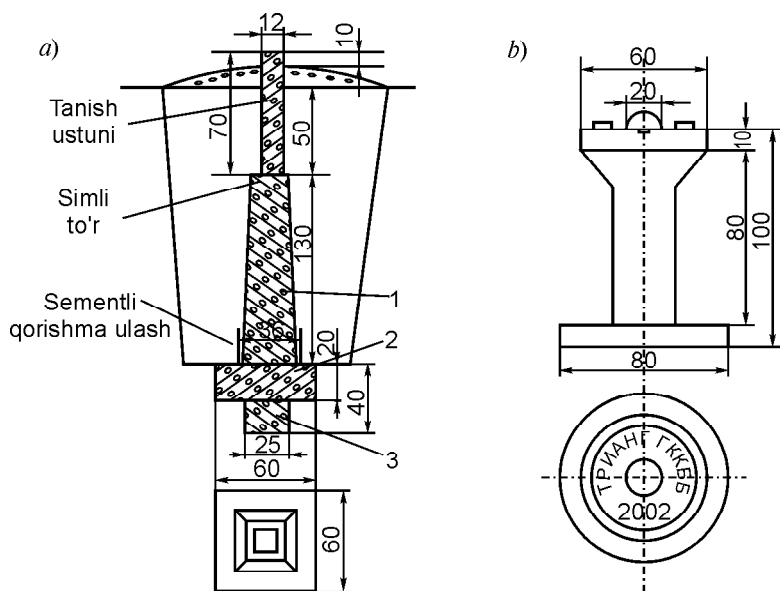


67- rasm. Geodezik belgilar: *a* — turlar; *b* — oddiy piramida; *d* — tashqi piramida; *e* — murakkab signal.

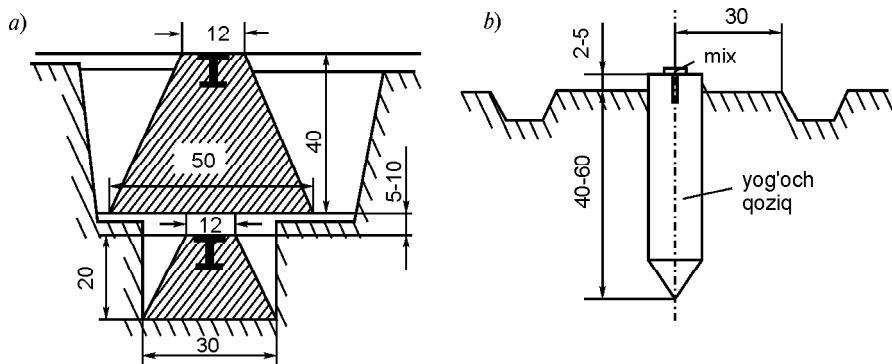
ichki piramida tashqisi ustunlariga tayanadi, ya'ni ular yagona konstruksiyani ifodalaydi (67- *e* rasm). Yer osti belgi (markaz)lari, turlari ishlar rayoni fizik-geografik sharoitlariga, grunt tarkibiga va tuproqning muzlash chuqurligiga qarab o'rnatiladi. Markazlar temir-beton pilonlar va metall trubalardan tayyorlanadi. Betonli bloklarga yoki trubalarga cho'yan markalar mahkamlanib, ularning markazida teshikli yoki krestli yarim sfera joylashadi. Bu nuqtaga hamma chiziqlar va burchakli o'lchashlar koordinatalari va balandliklarni hosil qilish uchun keltiriladi.

68- *a* rasmda gruntlar muzlash unchalik chuqur bo'lmagan rayonlarda o'rnatiladigan punkt markazi ko'rsatilgan. U beton monolit 3, markazning tagi bo'lgan beton yakor 2, markazning usti bo'lib xizmat qiladigan beton pilon 1 dan iborat. Monolitning va pilonning ustki qismida cho'yan marka o'rnatilgan. Markaning tuzilishi 68- *b* rasmda ko'rsatilgan.

Davlat balandlik geodezik tarmog'i gruntli reperlar (68- *d* rasm), devoriy markalar va devoriy reperlar (69- *a*, *b* rasm) bilan mahkamlanadi. Gruntli reper temir-beton pilondan yoki asbosement trubadan iborat. Pilonning yuqori qismida marka sementlanadi. Belgi qazilgan quduq yoki chuqurga o'rnatiladi.



68- rasm. Belgilar markazlari: *a* — punkt markazi; *b* — cho'yan marka.



70- rasm. 1 va 2- razryadli punktlar markazi (a); rejali va balandlik syomka tarmog'ini mahkamlash belgisi (b).

Shaharlarda punktlarni saqlanishi uchun ularni maxsus kons-truksiya (asfalt tagida qoladigan), gruntli markazlar, kapital imoratlar devorlariga o'rnatiladi. Belgi marka teshigining marka-ziga tegishli. Devoriy reperlar fundamental binolar sokoliga o'rnatiladi.

Zichlash va syomka tarmoqlari punktlari markazlar va vaqtin-chalik belgilar yog'och ustunlar va qoziqlar, metall quvur qirgimlar bilan mahkamlanadi (70- rasm).

Davlat balandlik geodezik tarmog'i va zichlash geodezik ba-landlik tarmog'i punktlari devoriy reperlar va markalar (69- a, b rasm) gruntli reperlar bilan mahkamlanadi (69- d, e rasm). Devoriy reper va markalar ko'prik ustunlariga, imoratlar poyde-vorlariga o'rnatiladi. Bunday inshootlar bo'lmagan taqdirda gruntli reper yuqori qismida sferik boshli markalar joylashtirilgan betonli monolitdagi temir quvur yoki rels bo'lagi o'rnatiladi. Syomka tarmog'i punktlari vaqtinchalik reperlar bilan mahkamlanadi (70- b rasm). Hamma rejali geodezik tarmoq punktlari koordinatalari hamda balandlik geodezik tarmog'i punktlari maxsus kataloglarga kiritiladi, unda punktlar nomi va joylashgan o'rni ko'rsatiladi.

7.5. GEODEZIK ZICHLASHTIRISH VA SYOMKA TARMOQLARINI BARPO ETISH

1- va 2- razryadli geodezik zichlashtirish tarmoqlari 1:50000 va undan yirik masshtabli xarita va rejalarda yer sirtini tasvir-

lashda davlat geodezik tarmoqlari yetarli bo'lmaganda qo'llaniladi. Ularning tavsiflari 9- jadvalda keltirilgan.

Rejali zichlashtirish tarmoqlari ham davlat geodezik tarmoqlari singari triangulyatsiya, poligonometriya va ularning kombi-natsiyalari va ayrim punktlari ko'rinishida quriladi. Aniqligi bo'yi-cha ular 2 razryadga bo'linadi. Tarmoqning eng ko'p tarqalgan sxemalariga geodezik to'rtburchak, markaziy sistema, uchburchak-lar zanjiri, yakka punktni uchburchakka qo'yish, guruh punktlarini qo'yish, uzluksiz triangulyatsiya qatori, yakka bir tugunli poligono-metriya sistemasi va boshqalar ko'rinishida yaratiladi (71- rasm).

Uzluksiz triangulyatsiya tarmog'i davlat geodezik tarmog'ining kamida 3 ta punktiga tayanishi kerak, ayrim zanjir va sistemalar kamida ikkita punktga tayanadi.

Zichlashtirish geodezik tarmog'i yasash sxemasini tanlash joy-ning topografik sharoitiga, qo'yilgan vazifaga bog'liq va u 1:10000, 1:25000 masshtabli rejalarda tuziladi. Punktlar o'rni joy bilan batafsil tanishilgandan so'ng tanlanadi. Triangulyatsiya punktlari borish oson bo'lgan, uzoq saqlaniladigan, tez topish mumkin bo'lgan joyda o'rnatiladi.

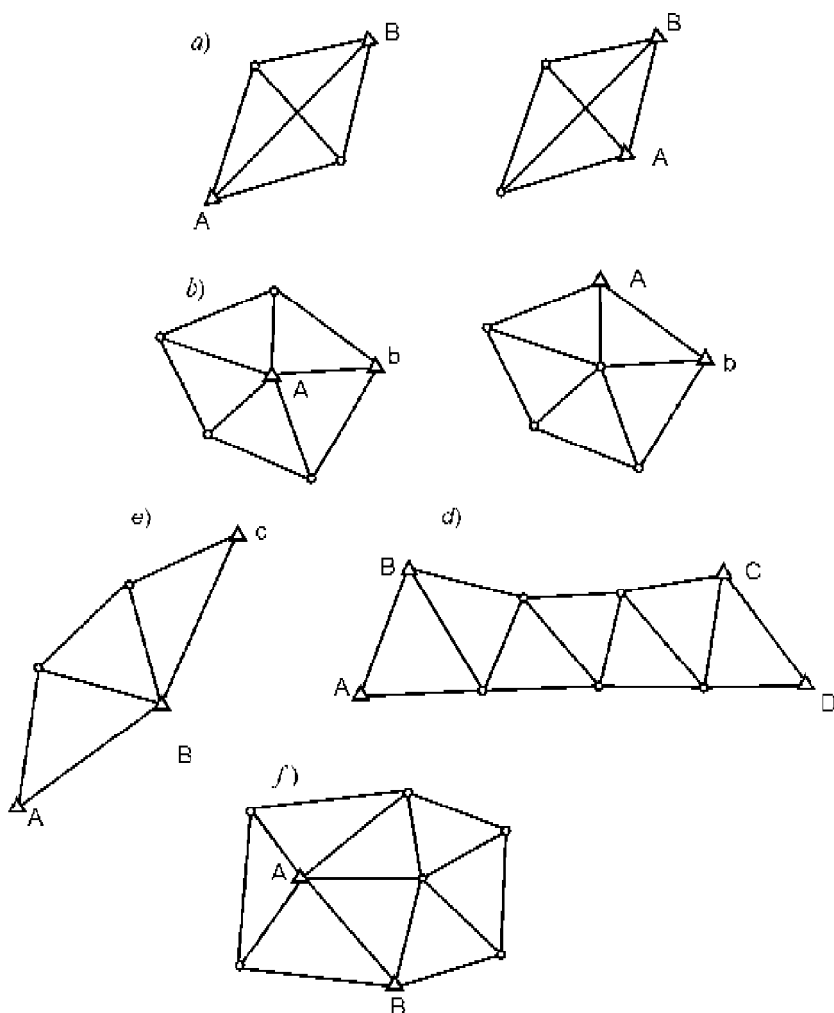
Zichlashtirish tarmoqlarida hamma burchaklar o'lchanadi, punktlar holatini kesishtirish usulida aniqlashda kamida 3 ta yo'na-lish o'lchanadi. Zichlashtirish geodezik tarmog'i punktlari uzoq muddat ular holatining o'zgarmasligini ta'minlaydigan markazlar bilan mahkamlanadi (70- a rasm).

9- jadval

GEODEZIK ZICHLASHTIRISH TARMOQLARINING ASOSIY KO'RSATKICHLARI

№	Triangulyatsiya Poligonometriya		Triangulyatsiya		Poligonometriya	
Razryad	Tomon uzun- ligi, L km	Burchak oʻl- chash oʻrta kvadratik xatoligi	Uchbur- chakda yoʻl qoʻyiladi- gan xatolik cheki	Chiqish (bazis) to- mon oʻl- chash nisbiy xatosi	Burchak bogʻlan- masligi	Yoʻl qoʻyi- ladigan chi- ziqli bogʻ- lanmaslik
1	0,5—5	5"	20"	1:50000	$10\sqrt{n}$	1:10 000
2	0,25—3	10"	40"	1:20000	$20\sqrt{n}$	1:5 000

Zichlashtirish balandlik tarmoqlari asosan davlat nivelirlash punktlari orasida texnik nivelirlashni o'tkazish orqali yaratiladi.



71- rasm. Geodezik zichlashtirish tarmoqlarini yaratish sxemalari:
a — geodezik to'rtburchak; *b* — markaziy sistema; *d* — uchburchaklar
 zanjiri; *e* — yakka uchburchakka kiritish; *f* — guruh punktlarini kiritish.

Texnik nivelirlash aniqligi yo'l bo'yicha nisbiy balandliklarni
 yig'indisida bog'lanmaslikni quyidagi

$$f_{\text{cheki}} \sim 50 \sqrt{L}, \text{ mm}$$

formula bo'yicha hisoblanadigan chekli xatoligi bilan tavsiflanadi,
 bunda L — yo'l uzunligi, km da.

Nishabligi katta joylarda, 1 km yoʻlda bekatlar soni 25 dan ortiq boʻlganda, chekli bogʻlanmaslik miqdori quyidagi formula boʻyicha hisoblanadi:

$$f_{h_{\text{chekli}}} \sim 10 \sqrt{n}, \text{ mm},$$

bunda n — yoʻlda shtativ (bekat)lar soni.

Texnik nivelirlashda 4- sinf nivelirlash tarmogʻiga hamma punktlar kiritiladi.

Geodezik syomka tarmoqlari topografik syomkalarni bevosita asosi boʻladi. Ular muhandislik inshootlari loyihalarini joyga koʻchirishda u yoki boshqa masshtabdagi topografik syomkani bajarishda yetarli zichlikni taʼminlash uchun yasaladi hamda boshqa ishlarni bajarishda bevosita geodezik asos boʻlishi mumkin.

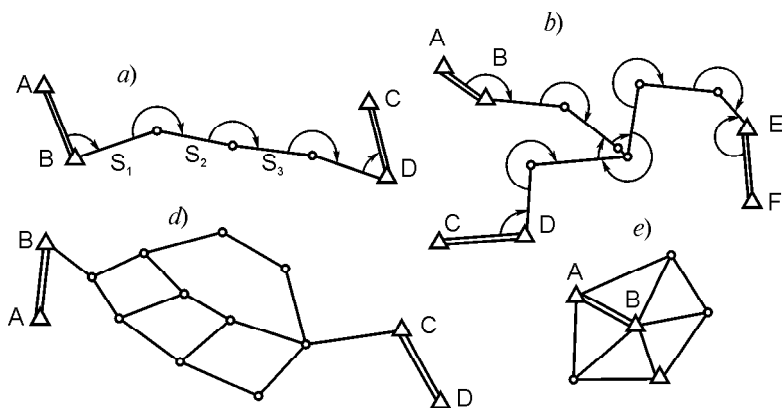
Syomka tarmoqlari yakka teodolit yoʻli, bir tugunli teodolit yoʻli, poligonlar sistemasi, markaziy sistema yasash, teodolit, menzula yoʻllarini oʻtkazish, toʻgʻri, teskari, kombinatsiyalashgan kestirmalarni yasash orqali yaratiladi (72- rasm).

Syomka geodezik tarmoqlari balandliklari geometrik yoki trigonometrik usullarida aniqlanishi mumkin. Bunda yoʻl qoʻyiladigan chekli xatolik

$$f_h \sim 10 \sqrt{L}, \text{ sm}$$

boʻlishi kerak.

Syomka tarmoqlari punktlarining zichligi syomkaning har xil metodlari uchun har xil boʻlib, u relyef xarakteriga, kontur soni



72- rasm. Syomka tarmoqlarini yaratish sxemalari: a — yakka teodolit yoʻli; b — bir tugunli teodolit yoʻli; d — poligonlar sistemasi; e — markaziy sistema.

va o'lchamiga bog'liq: 1 kv km ga mahkamlangan punktlar umumiy soni: 0,1—1:25000 masshtabda, 0,3—1:10000, 1,0—1:5000, 3—1:2000 kam bo'lmasligi kerak.

Syomka tarmoqlari punktlari vaqtinchalik belgilar — yog'och ustunlar va qoziqlar, metall quvur qirqimlari bilan mahkamlanadi (70- b rasm), ular yonida nishon tayoqchalari o'rnatiladi, balandliklari holati vaqtinchalik reperlar bilan mahkamlanadi (70- e rasm). Hamma rejali geodezik tarmoq punktlari koordinatalari hamda balandlik geodezik tarmog'i punktlari balandliklari maxsus kataloglarga kiritiladi, unda punktlar nomi va joylashgan o'rni ko'rsatiladi.

7.6. GEODEZIK TARMOQLARNI YER NAVIGATSIYALI SUN'IY YO'LDOSHLARI (ENSY) SISTEMALARIDAN FOYDALANUVCHI GPS-PRIYOMNIKLAR YORDAMIDA YARATISH TO'G'RISIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

Hozirgi davrda dunyoda yetakchi geodezik asboblarni ishlab chiqaruvchi firmalar tomonidan an'anaviy optik asboblardan, zamonaviy optik-elektron asboblardan (elektron taximetrik stansiyalar va elektron raqamli nivelirlar) bilan birgalikda NAVSTAR (GPS) va Glonass (Rossiya) kabi geodezik yo'ldoshli priyomniklar GYP ishlab chiqarilmoqda.

Shu sababli MDH davlatlarida hozirgi vaqtda Yer sirti va Yer atrofi fazosi nuqtalari (punktlari) koordinatalarini bevosita aniqlashda yo'ldoshli usullar keng qo'llanilmoqda. Avtonom metodlar bilan koordinatalarni aniqlash kosmik YENSY yo'ldoshlaridan GPS-priyomniklar oladigan ma'lumotlarga tayanadi. ENSY sistemalari sinfli davlat geodezik tarmoqlarini yaratishdan tortib to topografik syomkalarni bajarishgacha bo'lgan geodezik ishlarning deyarli hamma turlarini qamrab oladi. Signallarni qabul qilish uchun kanallar qo'llaniladi. 12 kanalli priyomnik odatda bir chastotali, 24 kanalligi esa ikki chastotali hisoblanadi yoki har bir chastotasi bo'yicha GPS va Glonass dan signallarni qabul qilish mumkin. Bir chastota bo'yicha signallarni qabul qilish uchun 12 tagcha kanallar qo'llanilib, bir paytda 12 ta yo'ldoshdan signallarni qabul qilish mumkin. Kanallarning umumiy miqdori chastotalar miqdoriga yoki foydalaniladigan yo'ldoshli sistemalar soniga proporsional tarqatiladi. Ikki chastotali priyomniklar

ionosferali tuzatmalarni hisobga olish imkoniyatiga ega bo'lganligi sababli bir chastotali priyomniklarga nisbatan aniqroq bo'ladi va Yer sirtidagi nuqtalar rejali koordinatalari va balandliklari orttirmalarini tegishlicha $f10 \text{ mm}^2 \cdot 10^{-6} D$ va $f20 \text{ mm}^2 \cdot 10^{-6} D$ nisbiy xatoliklar bilan aniqlashni ta'minlaydi, bunda D — boshlang'ich va aniqlanadigan punktlar orasidagi masofa, km. Ikki chastotali priyomniklarda aniqlashda yo'ldoshlarni kuzatish seanslari davomiyligini oshirish va aniqlashtirilgan efemeridlardan foydalanish fazoviy koordinatalar orttirmalarini 1000 km gacha masofalarda $f10 \text{ mm}^2 \cdot 10^{-8}$ xatolik bilan aniqlash imkonini beradi.

GPS-priyomniklarda o'lchashlar natijalarini kompyuterli qayta ishlash (post) va real vaqt (RTK — Real Time Kinematik) rejimlarida olinishi mumkin. O'lchashlar jarayonida koordinatalarni millimetrli aniqlikda topish, muhandislik-geodezik ishlarini bajarishda — muhandislik inshootlari loyihaviy nuqtalar, chegaralarni, burchaklarni va h. k. joyga ko'chirichda va syomka qilish uchun kiritilgan RTK funksiyali GPS-priyomniklar qo'llaniladi.

Bajarilgan eksperimental tadqiqotlar yo'ldoshli metodlar aniqligi bo'yicha an'anaviy metodlarga nisbatan topografik-geodezik ishlarining hamma turlarini ta'minlashini ko'rsatmoqda. Bunga geodezik signallar qurish, punktlar orasida o'zaro ko'rinishni ta'minlash, o'lchashlarning ob-havoga bog'liq emasligini, harakatdagi tashuvchi (yer usti, suv, havo)larda priyomniklar o'rnatilgan holda koordinatalarni aniqlash, mehnatning unumdorligi va tezkorligi tufayli yo'ldoshli informatsiyani post rejimida va vaqtning real masshtabida avtomatik qabul qilish va ishlov berish hisobiga erishiladi.

Bu afzalliklar borish qiyin bo'lgan hududlarga geodinamik tadqiqotlarni va h. k. ishlarni tashkil etish va yuritishni sezilarli yengillashtiriladi.

O'tkazilgan tadqiqotlar ikki chastotali GPS-priyomniklar 1-sinf yo'ldoshli geodezik tarmoq (YGT) punktlar orasidagi o'rtacha masofa 40 km gacha bo'lganda, rejadagi astronomik-geodezik tarmoqda (AGT) punktlari orasidagi o'rtacha masofa 12 km gacha bo'lgan o'zaro rejadagi xatolik 2—3 sm ni, balandlik bo'yicha esa 3—4 sm ni tashkil etishini isbotladi.

Bir chastotali GPS-priyomniklar 3-sinf geodezik zichlashtirish tarmog'i punktlari orasidagi masofa 6 km va 4-sinf, 1- razryad 2- razryad tarmoqlar punktlari orasidagi masofalar tegishlicha 3,

4 va 2 km bo'lganda punktlarning xatoliklari 3—4 sm dan, balandligi esa 4—5 sm dan ortmaydi.

Yo'ldoshli metodlar davlat geodezik tarmoq punktlari koordinatlarini aniqlashda iqtisodiy samarador hisoblanadi, ular an'anaviy metodlarga nisbatan uch karrali ijobiy samara beradi, syomka tarmoqlari punktlari koordinatlarini aniqlashda esa xarajatlar taxminan teng bo'ladi.

7.7. WGS-84 KOORDINATALAR SISTEMASI

Hozirgi kunda GPS sistemasidan foydalanishda kuzatishlar punktlar holatini 1984- y Dunyo geodezik sistemasi (WGS-84)da aniqlash ko'zda tutilgan. Sistemaning boshlanishi Yer massasi markazida berilgan. Fazoviy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi z o'qi shartli Yer qutbi yo'nalishiga parallel (xalqaro shartli boshlanish), x o'qi WGS-84 shartli meridian tekisliklari bilan aniqlanadi (nolinchi meridianga parallel (73- rasm). y o'qi sistema koordinatlarini o'ngga to'ldiriladi. WGS-84 koordinatalar sistemasi koordinata o'qlarining boshlanishi va holati WGS-84 ellipsoidi geometrik markazi va o'qlariga mos tushadi. WGS-84 koordinatalar sistemasini 2000- yil davriga berilgan FK-5 yulduzlar katalogida berilgan koordinatalar sistemalari orasida bog'liqlik o'rnatilgan. Ellipsoid parametrlari 10- jadvalda berilgan, bu parametrlar sobiq ittifoq hududida yig'ilgan yerda o'lchash informatsiyasi asosida o'rnatilgan, MDH ga nisbiylik sistemasi sifatida qabul qilingan Krasovskiy ellipsoidi parametrlari ham keltirilgan.

WGS-84 ning 80 ta geodezik koordinata sistemalari bilan bog'liqligi o'rnatilgan.

Koordinatalar sistemasining eng muhim tavsiflari punktlar o'zaro holatlarining aniqligi bo'ladi.

10- jadval

Parametr	WGS-84	Krasovskiy
Katta yarim o'qi, L km	6378,137	6378,245
Siqilishi	1:298,26	1:298,3

Yo'ldoshli geodeziyada vaqtning uchta har xil sistemasidan foydalaniladi: dinamik, atomli va yulduzli vaqt.

Dinamik vaqt — bu gravitasion maydonda jismlar harakati beriladigan doimiy shkala. Bu vaqt (noaniq ko‘rinishda) GPS sistemasi yo‘ldoshlari efemerid (koordinata)larini hisoblashda foydalaniladigan vaqt. Hozirgi kunda dinamik vaqtning dastlabki asosi umumiy nisbiylik nazariyasi va inersial referensli koordinatalar sistemasi bo‘ladi. Sanoqning inersial sistemalaridan inersialligiga eng yaqini Quyosh sistemasi markazidan boshlanadigan (barimarkaziy) sistema bo‘ladi, bu sistemada o‘lchanadigan dinamik vaqt Barimarkaziy dinamik Vaqt (VDT) deyiladi. Yo‘ldosh orbitasini hisoblash uchun Yerli Dinamik Vaqt (TDT) ham qo‘llaniladi, u Yerdagi atomli soat singari tezlikka ega.

Yerdagi hamma shkalalar uchun fundamental vaqt shkalasi bo‘lib, Xalqora Atomli Vaqt (IAT) xizmat qiladi. U Quyosh sutkalik vaqti bilan sinxronlashmaganligi sababli IAT dan foydalanish noqulay, shu sababli koordinatalashtirilgan universal Vaqt (UTC)ga o‘tiladi. U IAT vaqti singari tezlikda yuradi, lekin zarurat tug‘ilganda 1 sekundga sakrash tarzida o‘zgaradi.

GPS yo‘ldoshlari uzatadigan vaqtli signallar Bosh Nazorat Stansiyasi (Kolorado Springs) atomli soatlari bilan sinxronlashtiriladi (76- rasm). Bu soatlar o‘z navbatida UTC vaqti bilan davrli ravishda sinxronlashtirilib turiladi.

Vaqt shkalasi va geodezik koordinatalar orasidagi bog‘liqlikni Grinвич haqiqiy yulduzli vaqti berilgan sana uchun bahorgi teng kunlik haqiqiy nuqtasiga Yer aylanish burchagi orqali o‘rnatish mumkin. Haqiqiy Grinвич vaqti notekis. Efemeridlarni tuzishda bir tekis o‘tadigan vaqtni argumenti sifatida foydalanish zarurati quyidagi $UTI \sim UTC + T$ formula bo‘yicha hisoblanadigan efemeridli deyiladigan vaqtni kiritishga olib keldi. T tuzatma vaqtning milliy va xalqaro xizmatlari tomonidan ko‘rib chiqiladi, hisoblanadi va jadvashtiriladi.

7.8. YER SIRTI NUQTALARI O‘RNI KOORDINATALARINI YER SUN‘IY YO‘LDOSHLARI BO‘YICHA ANIQLASH PRINSIPI

GPS (Global Position System — yer sirti nuqtasi o‘rnining holatini aniqlashning global sistemasi) nuqtalarning fazoviy koordinatalarini aniqlash uchun boshlanishi Yer markazida bo‘lgan dekret koordinatalar sistemasini kiritamiz.

Yerning navigatsiya sun'iy yo'ldoshi (ENSY) koordinatalarini x_y, y_y, z_y Yer sirtida joylashgan geodezik P punkt koordinatalarini x_p, y_p, z_p orqali belgilaymiz. ENSY va P nuqta orasidagi $D_j (j \sim 1, 2, 3)$ masofaning kvadratini quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz (73-rasm):

$$D^2 \sim (x_y - x_p)^2 + (y_y - y_p)^2 + (z_y - z_p)^2. \quad (7.1)$$

ENSY koordinatalari hamda yo'ldosh va P nuqta orasidagi D masofa (o'lchangan) ma'lum deb faraz qilamiz. U holda (7.1) tenglamada P nuqtaning uchta koordinatasi noma'lum.

Demak, x_p, y_p, z_p koordinatalarni aniqlash uchun uchta ENSY gacha uchta $D_j (j \sim 1, 2, 3)$ masofani o'lchash zarur. Bunda o'lchash lahzasida yo'ldoshlar $x_{cj}, y_{cj}, z_{cj} (j \sim 1, 2, 3)$ koordinatalari ma'lum bo'lishi kerak. Kiritilgan belgilarni e'tiborga olinsa, (7.1) ifoda uchta tenglama sistemasi ko'rinishiga ega bo'ladi:

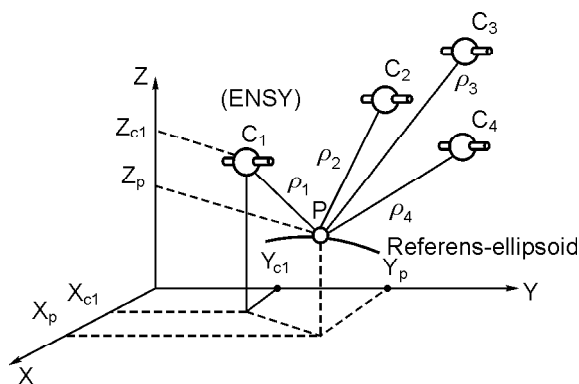
$$D^2 \sim (x_{cj} - x_p)^2 + (y_{cj} - y_p)^2 + (z_{cj} - z_p)^2, \quad (7.2)$$

bunda $j \sim 1, 2, 3$ ENSY nomeriga mos.

(7.2) tenglama quyidagi ko'rinishga keltirilishi mumkin:

$$DD_j = [(x_{cj} - x_j)^2 + (y_{cj} - y_p)^2 + (z_{cj} - z_p)^2]^{\frac{1}{2}} - [(x_{cl} - x_p)^2 + (y_{cl} - y_p)^2 + (z_{cl} - z_p)^2]^{\frac{1}{2}}, \quad (7.3)$$

bunda $j \sim 1, 2, 3$; D_{jl} — P nuqta va ikki ENSY (j va birinchi) ikki yo'ldosh orasidagi (o'lchangan) masofalar farqlari.



73- rasm. Nuqta o'rnining holatini aniqlash prinsipi.

(7.3) sistema ikkita tenglamadan iborat bo'lib, x_p, y_p, z_p koordinatalarning farqli dalnomerli o'lchashlar natijalari bo'yicha aniqlash imkonini beradi.

Bayon qilinganlar dalnomerli sistemada nuqta o'rni holatini aniqlash prinsipini ifodalaydi. Bunda ENSY yuqori aniqlik bilan bog'liq bo'lgan signallarni tarqatadi, o'z koordinatalarini aniqlayotgan abonent berilgan lahzada ko'rinish zonasida qulay joylashgan ENSY dan to'rttasini tanlaydi (73- rasm) va ulardan abonentgacha signallarning tarqalish vaqtini yorug'lik tezligiga ko'paytirilishidan aniqlanadigan (7.2) formulani qayta o'zgartirilishidan kelib chiqadigan quyidagi psevdouzoqlik deyiladigan miqdorlarni o'lchaydi:

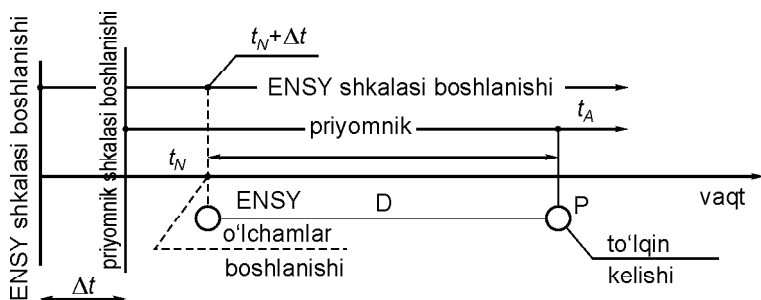
$$r_j^2 = (D_j + uDt_{sh})^2. \quad (7.4)$$

Bu sistemada $\|t_{sh} \sim \text{const}$, noma'lumlar soni to'rtga teng (uchta koordinata x_p, y_p, z_p va vaqt shkalasi farqi $\|t_{sh}$). Demak, uni yechish uchun to'rtta ($j \sim 1, 2, 3, 4$) ENSY gacha masofani o'lchash va to'rt tenglamadan iborat (7.4) sistemani yechish kerak. Umuman:

- Yer sun'iy yo'ldoshlari signallari bo'yicha nuqtalar o'rni holatini aniqlashda o'lchashni o'tkazish vaqti uchun yo'ldoshlarning koordinatalari (efemeridlari)ni bilish zarur;

- yo'ldoshli radionavigatsiya sistemalari ballistik strukturasi bir paytda o'lchashlarni kamida to'rtta yo'ldosh bo'yicha o'tkazishni ta'minlashi kerak;

- nuqta holatini hisoblashda aniqlanadigan parametr ENSY dan aniqlanadigan nuqtagacha elektromagnit to'lqinlarning tarqalish vaqti bo'ladi, bu parametr fazali metodda o'lchanadi.



74- rasm. Psevdouzoqlikni o'lchash prinsipi.

Keyinchalik, bu o'lchangan fazalar farqi tegishli psevdouzoqlik qiymati bilan taqqoslanadi. Bunda ENSY uzatkichning va priyomnikning vaqt shkalalari farqi o'lchash jarayonida o'zgarmagan deb hisoblanadi (74- rasm).

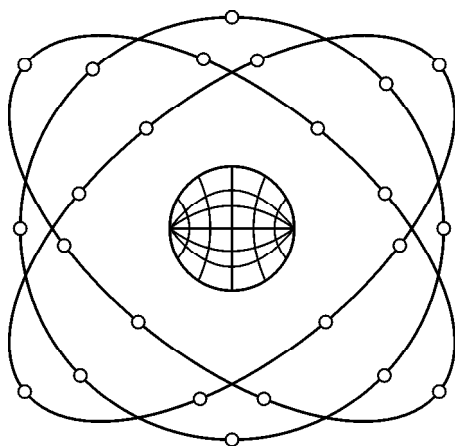
7.9. ENSY TARMOQLARI BALLISTIK STRUKTURASI VA SIGNALLARI

Yer sun'iy yo'ldoshlari tarmoqlari ballistik strukturasini tanlashda asosan obektlar holatini zaruriy qoplash karraligi va topish aniqligi e'tiborga olinadi. Bunda ENSY xizmat ko'rsatish sferasiga qo'yiladigan eng ahamiyatli talablar majmuyi o'z o'rin holatini real vaqt ichida berilgan xatolikdan oshmaydigan darajada aniqlashdan iborat.

ENSY ballistik tarkibi tarmog'i yo'ldoshli radionavigatsiya sistemalari (YRNS) xizmat qiladigan zonaning har bir nuqtasida to'rttadan kam bo'lmagan ENSY bo'lish imkonini ta'minlashi shart. Sistemada va bir orbitada yo'ldoshlar soni minimal bo'lishi joy obektlari holatini optimal aniqlash talabi va boshqa qator prinsiplar yo'ldoshlar radioanvigatsiya sistemalari tarmoq ballistik strukturalarini tanlash asosida yotadi.

GPS yo'ldoshli radionavigatsiya sistemasi tarkibiga uchta rezervdagilarni qo'shgan holda 24 ENSY (1994) kiradi. Yo'ldoshlar uzoqligi bo'yicha 120° ga tarqatilgan uch orbital tekislikda teng oraliqda joylashgan (73-rasm), orbitalar balandligi 20183 ($a \sim 26560$) km atrofida, orbital ellips eksentrsiteti 0,1 ga teng.

Orbitaning ekvator tekisligiga og'ish burchagi 60° . Har bir tekislikda ENSY shunday joylashadiki, unda ENSY har bir tekisliklardan ekvator orqali qo'shni sharqiy tekislikka oxirgisidan shimolga 40° oldinda bo'ladi (75- rasm). Har bir tekislikda 8 tadan yo'ldosh bo'lib, birinchi, uchinchi va



75- rasm. ENSY yulduzlari turkumi.

beshinchida tekisliklarda bittadan zaxira — zarurat tugʻilganda ishchi rejimga oʻtishga tayyor yoʻldosh oʻrnatilgan.

Orbitaning Yer sirtidan balandligi yoʻldoshning aylanish davri yulduz sutkasining yarmi ($11^h 57^m 58.3^s$)ga teng. Bu ENSY yulduz sutkasida Yer sirtining ayni bir nuqtasidan oʻtadi, demak, har bir ENSY shu nuqtadan oʻtgan quyosh sutkasiga nisbatan toʻrt minut oldin oʻtadi.

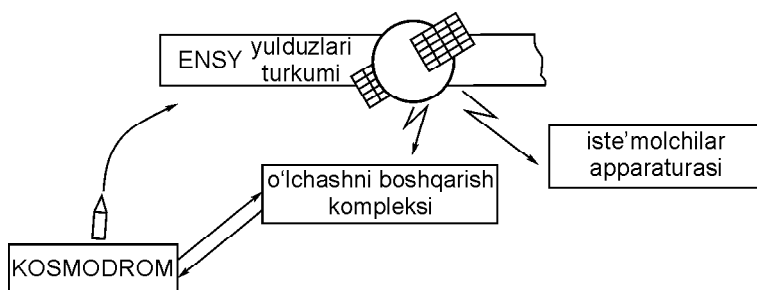
Yoʻldoshlar har bir orbital tekisliklarda 1,5 soat interval bilan yuradi, ular orbitalari izlari ekvatorni $22,5^\circ$ uzoqlikda siljish bilan kesib oʻtadi.

ENSY oʻtish strukturasi (tarkibi) sutkada nazorat segmenti sistemasida har bir ENSY bir marta kuzatish imkonini beradi. ENSY miqdori 4 yoʻldosh tomonidan Yer sirtining har bir nuqtasini 100 % koʻrinishini qamrab olishni taʼminlaydi.

Yer sirtining qandaydir nuqtasidan yoʻldoshning koʻrinish zonasida asosan yoʻldoshning gorizontdan koʻtarilish va ENSY signal-lari Yer sirtini qoplash maydoni bilan aniqlanadi.

Yoʻldoshlar shakli diametri 580 sm boʻlgan shar, massasi 544 kg. Yer sirtini gofrirlangan gidrid rupor sistemasi yoʻnaltirish diagrammasida «yoritilish» burchagi $28,6^\circ$ ni tashkil etadi.

Hamma ENSY uchishini va bortlar sistemalari ishlashini yerdagi boshqarish-oʻlchash kompleksi (OʻBK) amalga oshiriladi (76- rasm). Uning vazifalariga hamma ENSY orbitalari trayektoriyalarini oʻlchash, bortlardagi vaqt shkalalari sistemali vaqtdan farqini aniqlash uchun oʻlchash, har bir kelajakdagi holati (efemeridi) va bortli vaqt ketishini oldindan aytish, xizmatchilik axborot massivini bashorat qilinadigan efemerid, almanax (efemeridlar jadvali)ni qoʻshgan holda yigʻish, butun sistemaning ishlashini nazorat qilish va boshqa vazifalar kiradi.



76- rasm. Yerdagi boshqarish-oʻlchash kompleksi sistemasi.

GPS radionavigatsiya yo'ldoshli sistemalarning signallari.

Yo'ldoshdan keladigan signallar xizmat informatsiyasi fazosi, dalnomerli kodlar fazosi va nurlanadigan radionavigatsiya signallarini o'z ichiga oladi. Radionavigatsiya signallari kogerentli ikkita eltuvchi chastotalarda nur tarqatadi, ularning har biri sinxronli chastotani 10,23 mGs ga ko'paytirishdan hosil bo'ladi, bunda bu L1 deyiladigan chastota 1575,4 MGs (to'lqin uzunligi 19 sm), ikkinchisi L2 ~ 1227,6 MGs (24,4 sm)ni tashkil etadi.

ENSY xizmat axborotli fazosi ayrim kodlardan iborat tezkor informatsiya quyidagilarga ega: yo'ldoshning efemeridlari — uchta koordinatasi, tezlikning uchta tashkil etuvchi hamda Quyosh va Oyning tortishidan kelib chiqqan tezlanishning uchta tarkibiy qismi: yo'ldoshlar vaqtining raqamlangan belgilari, sistema vaqtining shkalasiga nisbatan yo'ldosh vaqti shkalasining siljishi, vaqtning markaziy saqlovchisi tayanch chastotasi radiosignalidan nurlanadigan eltuvchi chastotaning nisbiy farqi.

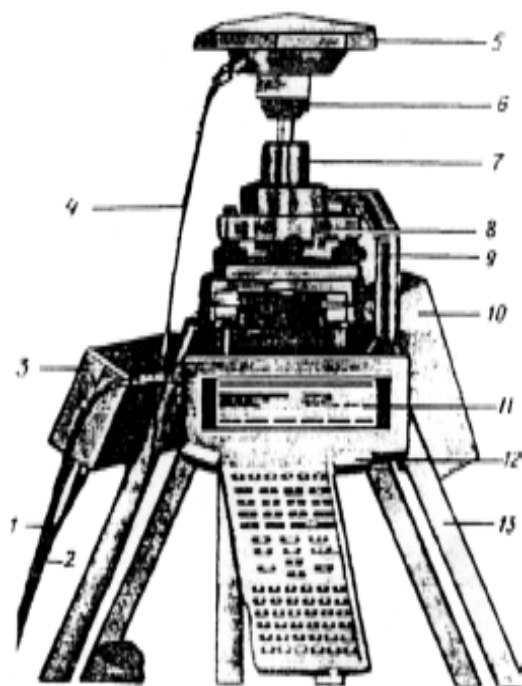
Tezkor bo'lmagan informatsiyani quyidagilarga ega bo'lgan majmua tashkil etadi:

Sistemaning hamma yo'ldoshlari orbitalari parametrlari vaqt shkalasining siljishi yaxlitlangan qiymatlari; sistema hamma yo'ldoshlarining ishlash qobiliyati belgilari; UTC shkalasiga nisbatan vaqt shkalasining tuzatmalari. Yer sun'iy yo'ldoshlari kuzatishlari natijalarini qayta ishlanishi uchun maxsus dasturlar tuzilgan. Unda GPS kuzatishlar natijalari ma'lumotlari bo'yicha yakuniy hisobotni rejalash, ishlash va tuzish uchun birlashtirilgan matematik dasturli maxsus ishlab chiqilgan paket qo'llaniladi.

7.10. QABUL QILISH (PRIYOMNIKLI) APPARATURANI QURISH PRINSIPI

Priyomnikli apparaturaning yechadigan asosiy masalalaridan ENSY ishchi turkumini tanlash, navigatsiya signallarini izlash, dalnomerli signallarni kuzatish, sinxronli sistemasiga kirish, navigatsiyali axborotni ajratish va masalani yechish (qabul qiluvchi apparatura o'rnatilgan joyning koordinatalarini aniqlash), ma'lumotlarni raqamli tabloda aks ettirish kiradi (77- rasm).

GPS priyomnikni amalda qo'llashni yengillashtirish maqsadida uni ishlab chiqaruvchi har bir firma undan foydalanish uchun qo'llanma ishlab chiqqan. Bunda priyomnik uning standart va



77- rasm. Geodezik tarmoqlarni yaratishda qo'llaniladigan GPS-priyomnikning tuzilishi:

- 1 — ta'minot shnuri; 2 — kabel; 3 — ta'minot bloki; 4 — kabel;
 5 — antenna; 6, 7, 8, 9 — taglik detallari; 10 — ta'minot bloki;
 11 — nazorat (kichik EHM), 12 — ustun; 13 — shtativ.

qo'shimcha konfiguratsiyasi, ishga tayyorlash, ta'minotiga talablar va boshqa qo'shimcha jihozlar bilan bog'liqligi yoritilgan, priyomnikni qanday o'rnatish, ishni boshlash va ma'lumotlarni to'plash yo'llari ko'rsatiladi.

Hamma GPS signal qabul qiladigan antenaning yuqori qis-midagi fazali markazga keltiriladi. Buning uchun antenna va punkt orasidagi antenna yoki asbob balandligi deyiladigan masofa o'lcha-nadi va u priyomnikka kiritiladi, ma'lumotlarni yig'ish uchun priyomnik ulanadi. Bunda priyomnik avtomatik tarzda nazorat testlarini bajaradi, imkoni boricha hamma yo'ldoshlarni izlaydi va qayd qiladi, GPS o'lchashlarni bajaradi va o'z holatini hisob-laydi, fayl ochib, unga hamma ma'lumotlarni to'playdi. Syomka tugagach, priyomnik uzilganda fayl avtomatik tarzda bekilib, to'plangan ma'lumotlar saqlanadi.

GPS-priyomnik geodeziya va navigatsiya maqsadlari uchun o‘rin holatini aniqlashning global NAVSTAR sistemasidan foydalanadi. Antenna priyomnikni ko‘rish maydonida joylashgan hamma yo‘ldoshlarni o‘zaro bog‘liq bo‘lmagan 12 kanal bo‘yicha qo‘lda yoki oldindan dasturlab tanlash zaruriyatisiz kuzatadi.

Navigatsiyali rejimda fuqaro foydalanuvchilar mutlaq koordinatalarni 30—100 m, harbiy foydalanuvchilar esa mutlaq koordinatalarni 1 m gacha xatolik bilan topish imkoniyatiga ega. Geodeziyada ikki va undan ortiq priyomniklar bilan yo‘ldoshlarga masofa fazali usulda aniqlanadi va bu o‘lchashlar natijalari bo‘yicha punktlar orasida fazoviy vektolar hisoblanadi, bu punktlar orasida koordinatalarni uzatish imkonini beradi. GPS bilan ishlash oson, syomkani bajarish uchun shtativni punkt ustida markazlashtirish, o‘rnatish va priyomnikni ulash yetarli. U ma’lumotlarni avtomatik tarzda to‘uzilgunicha to‘play boshlaydi.

Priyomnik uchta yo‘ldoshni kuzatganda antenaning holati va tezligini hisoblash mumkin, to‘rtta yo‘ldoshni «ushlagan»da esa uch o‘lchamli holatini va tezligini aniqlashi mumkin. O‘zaro bog‘liq bo‘lmagan o‘lchashlar interpolyatsiya va ekstrapolyatsiyasiz har yarim sekundda bajariladi, bir paytda ko‘rinayotgan hamma yo‘ldoshlar holati va tezligi hisoblanadi. Bunda dinamik tezlikni hisoblash uchun koordinatalarni differensiyalashni talab qilmaydigan to‘rtta yo‘ldoshdan lahzali o‘lchashlardan foydalaniladi. Priyomnik 12 ko‘rinadigan yo‘ldoshni 12 ta o‘zaro bog‘liq bo‘lmagan kanallarda kuzatishi mumkin. Har bir yo‘ldosh 30 sek chastota bilan almanax va efemeridlar to‘g‘risida informatsiya beradi, priyomnik bu informatsiyani o‘chmaydigan xotirasiga yozadi.

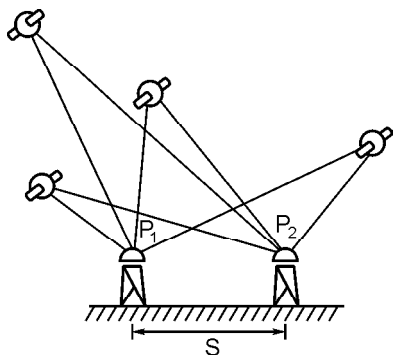
Koordinatalarni aniqlashning absolyut (mutlaq) va nisbiy metodlari farqlanadi.

Mutlaq koordinatani aniqlashda punktlar holati punktlar koordinatalarini yo‘ldoshli radionavigatsiya sistemasida qabul qilingan boshqa obyekt koordinata sistemasida aniqlash ko‘zda tutiladi.

Obyektning nisbiy xolatini aniqlashda bir obyekt holatini boshlang‘ich deb qabul qilingan boshqa obyekt koordinata sistemasida aniqlash ko‘zda tutiladi.

7.11. GPS SYOMKA

Qo‘llaniladigan GPS-priyomniklar soni ikki va undan ortiq bo‘lganda syomka (tasvirlash) o‘tkazishning uch turi mavjud. Bu



78- rasm. Nisbiy aniqlashlar prinsipi.

turlar umumiy, nisbiy yoki differensial aniqlashlar nomiga ega bo'lib, statik, psevdokinematik va kinematik tasvirlash deyiladi.

Statik tasvirlashda ikki GPS-priyomnikda bir vaqtda ushlangan umumiy bir necha yo'ldoshlar holati fazali o'lchashlar bo'yicha aniqlanadi. Bir priyomnik ma'lum punktning holati, ikkinchisi esa noma'lum punktning ko'rinish holati to'g'risida ma'lumot yig'adi. Differensiyalangan fazoli o'lchashlar

yo'ldoshli axborot va priyomnik muntazam xatoliklari bilan bog'liq fazoli o'lchashlar xatoligini minimallashtiradi (78- rasm).

Statik syomkada kamida ikkita statsionar GPS qo'llaniladi, ular bir paytda vaqtning konkret davrida bir necha umumiy yo'ldoshlardan psevdouzoqliklar va eltuvchi chastotalar fazalarini o'lchaydi. Antennalardan biri ma'lum punktda markazlashtiriladi, boshqalari aniqlanadigan punktlarda o'rnatiladi.

Statik syomka eng ishonchli va eng aniq usul bo'lib, koordinata orttirmalarini millimetrli aniqlikda aniqlaydi. Priyomnikning bir punktda nisbatan uzoq vaqt ortiqcha o'lchashlarni olish uchun qoplashi bu usulning kamchiligi bo'ladi.

Psevdokinematik syomkada nuqtalarda priyomniklar vaqt bo'yicha uzoq davr (1 soat) bilan ajralgan ikki, qisqa davr (ma'lumotlarni yig'ish 5 dan 10 minutgacha) turishi talab qilinadi. Keyingi nuqtaga o'tish vaqtida yo'ldoshlarni uzluksiz kuzatish talab qilinmaganligi sababli bu usul marshrut bo'ylab havoli to'siqlari bo'lgan joylarga mos keladi.

Psevdokinematik tasvirlashni statik tasvirlashdan afzalligi nuqtada kam vaqt turishi, kinematik usuldan farqi esa priyomnikni ko'chirishda yo'ldoshni uzluksiz o'lchash zarurati yo'qligidan iborat. Kamchiligi esa ma'lumotlar segmenti o'lchami statik va kinematik tasvirlashlarga qaraganda aniqligi kamligi, takroriy o'lchashlar oralig'ida ionosfera to'lqinlari ta'siriga sezgirligi bo'ladi.

Kinematik usul yo'ldoshning ko'rinishi yaxshi bo'lgan joyda ko'p miqdorda bazisli vektorlarni aniqlash imkonini beradi. Bu usul uchun koordinatalari ma'lum nuqtada kamida bir priyomnik

va nuqtadan nuqtaga o'tishda bir yoki ko'p harakatlanish priyomniklari zarur.

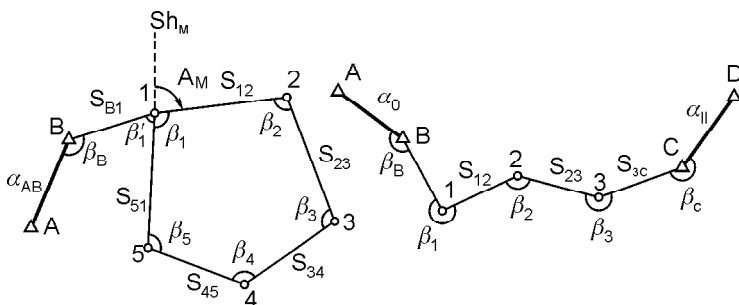
Bu usullardan har xil kombinatsiyalarda foydalanish mumkin. Bunda har bir tasvirlash loyihasi uchastkalari uchun o'lchash usulining maqbul variantini tanlashga katta e'tibor berilishi kerak. Tasvirlash loyihasini tuzishda eng yaxshi ko'rinishni ta'minlash marshrutini tanlash ahamiyatli. Bu syomkalarni bajarishda asosiy amallarni bajarish: komplektni o'rnatish, antenna balandligini o'lchash, priyomnik bilan ishlash va boshqa zaruriy ma'lumotlar hamda Yer sun'iy yo'ldoshlari kuzatishlari natijalarini qayta ishlash uchun maxsus dasturli paketlar tuzilgan. Hamma matematik ta'minotni birlashtirish uchun konstuksiya­langan Ashtek firmasi (AQSh) dasturli paketi GPS kuzatishlarni rejalashtirish, natijalarni qayta ishlash va yakuniy hisobotni tuzish bo'yicha qulay vosita taqdim etadi. U kuzatishlarni rejalashtirish, priyomnikdan informatsiyani shaxsiy EHM ga o'tkazish, o'lchash fayllari bilan ishlash, boshlang'ich ma'lumotlarni kiritish va qayta o'zlashtirish, tarmoqlarini shakllantirish, shaxsiy EHM parametrlarini o'rnatish, tenglashtirish, ishlar natijalarini grafikli ifodalash, tahrir qilish, koordinatalarni bir sistemadan boshqasiga qayta hisoblash uchun dasturli modullarga ega.

8- bob. GORIZONTAL SYOMKALAR

8.1. TEODOLIT SYOMKASI, TEODOLIT YO'LINI O'RNATISH

Teodolit syomkasi joyning konturli rejasini tuzish maqsadida bajariladi. Teodolit syomkasi tayyorgarlik ishlari, teodolit yo'lining loyihasini tuzish, uni joyda o'rnatish, geodezik tarmoq punktlariga bog'lash, tafsilotni syomka qilish, kameral (hisoblash va chizma-grafik) ishlardan iborat.

Hamma tomonlari va ular orasidagi ufqiy burchaklari o'lchan-gan ochiq yoki yopiq ko'pburchak *teodolit yo'li* deyiladi (79- rasm). Teodolit yo'li uchlari atrof yaxshi ko'rinadigan burchak va chiziq o'lchash uchun qulay joylarda tanlanadi va mahkamlanadi, tomonlar uzunliklari o'rtacha 200—250 m bo'ladi, ular lentada to'g'ri va teskari yo'nalishda 1:2000 chekli nisbiy xatolik bilan, burchaklari teodolitda to'la qabul usulida texnik aniqlikda o'lcha-



79- rasm. Teodolit yo‘llari sxemalari: a — yopiq; b — ochiq.

nadi, joy tafsiloti yo‘l tomonlariga nisbatan syomka qilinadi, olingan natijalar maxsus hujjatlarda qayd qilinadi. Yopiq va ochiq (diagonal) teodolit yo‘llarida burchak va chiziqli o‘lchash natijalarini yozish namunasi 12- jadvalda keltirilgan.

Teodolit yo‘li uchlari koordinatalari davlat rejali koordinata sistemasida bo‘lishi uchun ma‘lum geodezik tarmoq (A va B) nuqtalariga burchaklar va chiziqlar uzunliklarini (79- a rasmda $\bar{e}_B$, $\bar{e}_1^\nabla$ va S_{B1}) o‘lchash orqali bog‘lanadi. Kichik joylarning rejaları shartli koordinata sistemasida tuzilsa, teodolit yo‘li magnit meridian bo‘yicha bussol yordamida aniqlanadi. 1—2 chiziqli magnit azimutni teodolitda aniqlash uchun 1 nuqtada limbdagi sanoq nol holatida bussol mili (80- rasm) nolinci diametr ustiga keltiriladi. Limb mahkamlanib, alidada bo‘shatiladi va kuzatila-yotgan 2 nuqtaga truba qaratilganda limbdagi sanoq 1—2 chiziqli magnit azimuti A_M qiymatiga teng bo‘ladi.

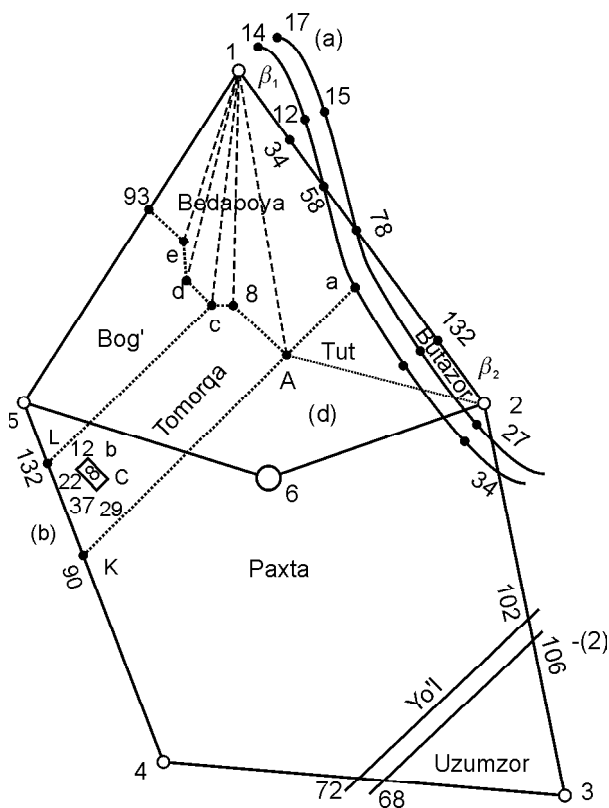
1 nuqtadan

11- jadval (80- rasmga q.)

nuqta	β_i	S_i
a	14°45′	99,0
b	36°30′	96,0
c	43°15′	96,5
d	52°00′	87,0
e	55°10′	74,5

8.2. TAFSILOTNI SYOMKA QILISH

Tafsilotni aylanma, perpendikulyarlar, burchaklar kestirmalari, chiziqlar kestirmalari, qutb koordinatalari, chiziqlar (stvor-

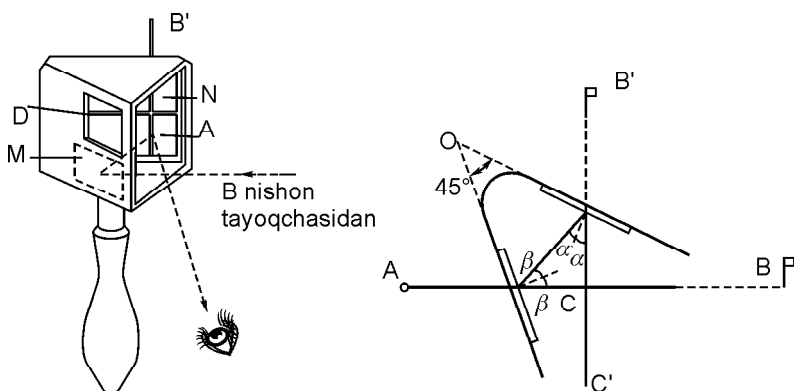


80- rasm. Syomka usullari ko'rsatilgan abris.

lar) usullarida syomka qilinadi. Maydonning chegaralari bo'ylab teodolit yo'lini o'rnatish orqali syomka qilishda **aylanma usul** qo'llaniladi. **Perpendikular usuli** to'g'ri geometrik shakllarni yoki egri konturlarni syomka qilishda qo'llaniladi. Konturning burilish nuqtalarida absissalar o'qi sifatida tanlangan chiziqqa perpendikularlar tushiriladi, ularning ordinata va absissa uzunliklari o'lchanadi (80- rasm).

Ordinata uzunligi 10 m dan katta bo'lganda perpendikular ekker yordamida tushiriladi.

Ikki ko'zguli ekkerda (81- rasm) 45° burchak ostida o'rnatilgan ikki M va N ko'zgu shovun osish uchun dastaga ega bo'lgan asosning ichki tomoniga mahkamlanadi. Asosda ko'zgular ustida darchalar bor, M ko'zguga B nuqtadan $\bar{e}$ burchak ostida tushayotgan nur bu ko'zgudan qaytarilib, boshqa N ko'zguga +



81- rasm. Ikki ko'zguli ekker.

burchak ostida tushadi va bu ko'zgodan qaytib, $CC\triangledown$ yo'nalishida kuzatuvchining ko'ziga tushadi. Bu yo'nalish AB chiziqni 90° burchak ostida kesib o'tadi. C nuqtadan AB ga perpendikulyarni tiklash uchun ekkerni shovun chizig'i bo'yicha C nuqtada M ko'zguni B dagi nishon tayoqcha tomonga qaratib ushlab turiladi. Keyin N ko'zgu va uning ustidagi darchadan B dagi nishon tayoqchasining tasviri yo'nalishida $B\triangledown$ nishon tayoqcha o'rnatiladi. $B\triangledown$ nuqtadan AB ga perpendikulyar tushirish kuzatuvchi ekker bilan B dagi nishon tayoqchaning tasviri $B\triangledown$ nishon tayoqchani to'sguncha AB chiziqda o'z joyini o'zgartirib turadi.

Burchaklar kestirmalari usuli borish qiyin bo'lgan konturlarni syomka qilishda qo'llaniladi. Masalan, dala o'rtasidagi yakka tutning (80- rasm) A o'rnini aniqlash uchun 1 va 2 tayanch nuqtalarida $\bar{e}_1$, $\bar{e}_2$ burchaklar teodolitda yarim qabulda o'lchanadi. Chiziqlar kestirmalari usulida tayanch chizig'i nuqtalari hamda yaqin b va c nuqtalarining o'rnini aniqlash uchun ulargacha bo'lgan chiziqlar uzunliklari ikki K , L nuqtalardan lentada o'lchanadi.

Qutb koordinatalari usulida 1 nuqtaga — qutbga teodolit o'rnatilib, truba ikkinchi nuqtaga qaratiladi, limb sanog'i nol holatida mahkamlanadi. Alidada bo'shatilib, konturning e , d , c nuqtalariga o'rnatilgan reykalardan masofalar S_i va qutb burchaklari $\bar{e}_i$ o'lchanadi, ular jadvalga yoziladi (80- rasm, 11- jadval).

Chiziqlar usuli teodolit yo'li tomonlarida, masalan, kanalning ikki chekkasida yotgan nuqtalarning o'rnini aniqlashda qo'llaniladi.

Tafsilot syomkasida sxematik chizma-abris qalamda chiziladi. Abrisda hamma olingan konturlar nuqtalarning tartibi o‘zaro va tayanch chiziqlarga nisbatan joylanishi ko‘rsatiladi.

8.3. DALADA O‘LCHASH NATIJALARINI ISHLASH (2- hisob-chizma ish)

Teodolit syomkasida hosil bo‘lgan burchaklar, chiziqlar o‘lchash jurnallari va abris rejasini yasashda asos bo‘ladi (80-rasm, 12- jadval). Bunda o‘lchangan burchaklarni ishlash, tomonlari direksion burchaklari va rumblarini hisoblash, koordinata ort-tirmalarini va ko‘pburchak uchlari koordinatalarini hisoblash, joy qismi teodolit syomkasi rejasini tuzish ishlari bajariladi. Yopiq n burchakli ko‘pburchakda ichki burchaklar amaliy yig‘indisi $''\bar{e}_+$ va nazariy qiymati yig‘indisi

$$''\bar{e}_n \sim 180^\circ(n - 2) \quad (8.1)$$

hisoblanadi va poligonda burchak bog‘lanmasligi

$$f_{\bar{e}} \sim ''\bar{e}_+ - ''\bar{e}_n \quad (8.2)$$

aniqlanadi. Burchaklar o‘ttiz sekundli teodolitda to‘la qabulda o‘lchanadigan bo‘lsa, chekli bog‘lanmaslik

$$f_{\bar{e}_{\text{chekl}}} \sim 1 \cdot \sqrt{n} \quad (8.3)$$

formula orqali hisoblanadi. $f_{\bar{e}} \setminus f_{\bar{e}_{\text{chekl}}}$ bo‘lsa, yo‘l qo‘yarli bog‘lanmaslik burchaklarga 0,5 gacha yaxlitlanib, teskari ishora bilan tarqatiladi. Boshlang‘ich 1—2 tomon direksion burchagi (yoki magnit azimuti) ma‘lum qiymati $a_{12}(A_{12})$ va tuzatilgan $\bar{e}_i$ burchaklar bo‘yicha (8.3) formula asosida, qolgan tomonlar direksion burchaklari quyidagi formulalar bo‘yicha hisoblanadi:

$$\begin{aligned} +_{23} &\sim +_{12} \wedge 180^\circ - \bar{e}_2; \\ +_{34} &\sim +_{23} \wedge 180^\circ - \bar{e}_3; \\ &\dots\dots\dots \\ +_n &\sim +_{n-1} \wedge 180^\circ - \bar{e}_n; \\ +_{12} &\sim +_n \wedge 180^\circ - \bar{e}_1(!). \end{aligned} \quad (8.4)$$

KOORDINATA ORTTIRMALARINI HISOBLASH JADVALI, YOPIQ TEODOLIT YO'LI

Yo'l uchlarini	Ufqiy burchaklar				Direk-sion bur-chaklar α	Rumb			Teodolit yo'li to-monlarning uqiy qo'yishli s. m	Hisoblangan koordinata orttirmalari				To'g'rilangan koordinata orttirmalari				Koordinatalar			
	o'lashgan	Gradus	Minut	tuzatilgan		o'	nomi	o'		+	Δx	+	Δy	+	Δx	+	Δy	+	x	+	y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	-	12	13	14	15	-	16	-	17		
1	87	10,2	87	10	162	12	J:SHQ	17	48	104,15	-	-0,02	99,16	+	+0,02	31,83	-	389,6	-	49,37	
2	216	17,5	216	17	125	55	J:SHQ	54	05	161,30	-	-0,04	94,63	+	+0,01	130,63	-	290,49	-	17,52	
3	95	39,8	95	40	210	15	J:SHQ	30	15	112,85	-	-0,03	97,48	+	+0,01	56,86	-	195,82	+	113,12	
4	180	27	180	27	209	48	J:G'	29	48	225,25	-	0,03	98,28	-	+0,01	56,28	-	98,31	+	56,27	
5	99	19,2	99	19	290	29	SH:G'	69,31		165,95	+	-0,04	58,07	-	+0,02	155,46	+	00,00		00,00	
6	155	15,5	155	15	315	14	SH:G'	44	46	136,65	+	-0,03	97,02	-	+0,01	96,23	+	58,03	-	155,44	
7	216	23,5	216	23	218	51	SH:G'	81	09	82,05	+	-0,02	12,63	-	+0,01	81,08	-	155,02	-	251,66	
8	90	52,0	90	51	8	00	SH:SHQ	8	00	123,10	+	-0,03	121,90	+	+0,01	57,73	+	167,63	-	332,73	
9	118	38	118	38	69	22	SH:SHQ	69	22	284,45	+	-0,02	100,24	+	+0,02	226,20	+	289,53	-	315,59	

" $\bar{e}$ " o'tichun $\sim 1260''$ $27 \nabla''$ $\sim 1260''00 \nabla''$.

" $\bar{e}$ " o'tichangan $\sim 180'' \sqrt{n-2} = 180'' \sqrt{9-2} = 180''$ $7 = 1260''00'$.

1. Burchaklar uchun yo'l qo'yarli xato: $Dq_{\text{chek}} = \pm 1,5 \cdot t \cdot \sqrt{n} = \pm 1,5 \cdot t \cdot \sqrt{9} = 4,5$.

2. Koordinata orttirmalaridagi mutlaq xato: $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(0,31)^2 + (0,11)^2} = \sqrt{0,1082} = 0,35 \text{ m}$.

3. Koordinata orttirmalaridagi nisbiy xato: $f = \frac{0,3B}{p} \gg \frac{1}{139575} \gg \frac{1}{4000} \gg \frac{1}{2000}$.

4. Orttirmalardagi yo'l qo'yarli xato: 2000 .

$$\Sigma d = 1395,75 + 389,86 + 445,80 + 389,67 + 445,85 - 389,55 - 445,91 - 389,67 - 445,85$$

$$f_x = 0,31 \quad f_y = 0,11 \quad 0,0 \quad 0,0$$

KOORDINATA ORTTIRMALARINI HISOBLASH JADVALI, OCHIQ TEODOLIT YO'LI

Yo'l uchlari	Ufqiy burchaklar				Direksion burchaklar α		Rumb			Teodolit yo'li tomonlarning ufqiy qo'yilishi s, m	Hisoblangan koordinata orttirmalari		To'g'rilangan koordinata orttirmalari		Koordinatalar	
	Gradus o'lchangan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\pm \Delta x$	$\pm \Delta y$	$\pm \Delta x$	$\pm \Delta y$
A							254	23,5								
B	186	25,0	186	25,0			247	58,5	J:G'	67	58,5	204,00	-0,05 -76,50	-0,04 -189,10	-76,55	+4800,70
1	274	28,0	274	280			153	30,5	J:SHQ	26	29,5	148,10	-0,01 -132,54	+0,03 +66,05	-132,58	+4724,15
2	75	+0,5 57,5	75	58,0			257	32,5	J:G'	77	32,5	241,00	-0,01 -51,98	+0,05 -235,31	-52,05	+4591,57
3	194	30,0	194	30,0			243	02,5	J:G'	63	02,5	235,60	-106,79	-209,99	-106,85	+4539,52
4	268	+0,5 0,35	268	04,0			154	58,5	J:SHQ	25	01,5	225,00	-203,87	+95,17	-203,92	+4432,67
C	111	10,5	111	11,0			223	47,5	J:G'	43	47,5					+4228,75
D																

$$\begin{aligned} \overline{e}^{o'lchangan} &\sim 110^\circ 34' \nabla 5 \\ \overline{e}^{nazariy} &\sim 110^\circ 36' \nabla 00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &\sim 1053,70 \quad \overline{e}^{x_{hisob}} \sim 571,68 \\ \overline{e}^{y_{to'g'ri}} &\sim 472,96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{e}^{x_{hisob}} &\sim 473,18 \\ \overline{e}^{y_{nazariy}} &\sim 571,95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{e}^{x_{to'g'ri}} &\sim 571,95 \\ \overline{e}^{y_{nazariy}} &\sim 472,96 \end{aligned}$$

$$\overline{q} \sim 1,5$$

$$\overline{q}_{chek} \sim 1,5 \sqrt{n} \sim 3,6$$

$$f_x \sim 0,27$$

$$f_{mutloq} \sim \sqrt{(0,27)^2 + (0,22)^2} = 0,35$$

$$f_y \sim 0,22$$

$$f_{nisbiy} \sim \frac{0,35}{105,7} = \frac{1}{3000} < \frac{1}{2000}$$

(8.4) tengliklarning oxirgi qatori tekshirish uchun xizmat qiladi. Direksion burchaklardan rumblarga ular orasidagi munosibatdan foydalanib o'tiladi.

Ochiq teodolit yo'li (79- b rasm) uchun burchaklarning nazariy yig'indisi

$$\sum_{n=1}^n \bar{e}_n \sim +_0 +_n \wedge n \cdot 180^\circ \quad (8.5)$$

formula bo'yicha, burchak bog'lanmasligi esa (8.2) formulalar bo'yicha hisoblanadi. Ochiq teodolit yo'lida yo'l qo'yarli bog'lanmaslikni tarqatish, tomonlar direksion burchaklari va rumblarini va boshqa hisoblash yopiq poligondagi kabi bajariladi, ularning natijasi 13- jadvalda keltirilgan.

8.4. TO'G'RI GEODEZIK MASALA. KOORDINATA ORTTIRMALARINI HISOBLASH

Berilgan direksiya chizig'idagi burchagi $1^2 +_{1^2} \sim 207^\circ 24' \nabla$ va ufqiy tomon chiziqlar $1^2 d_{1^2} \sim 153,24$ m berilgan (82- rasm).

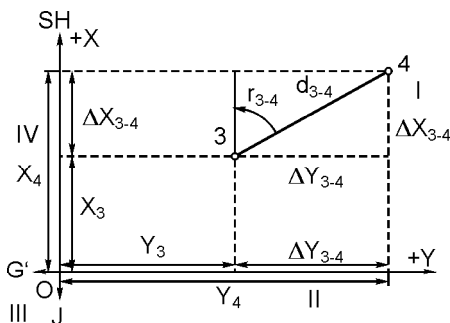
Ye ch i s h. Hisoblash uchun formula:

$$\begin{aligned} \|x &\sim d \cdot \cos r, \\ \|y &\sim d \cdot \sin r. \end{aligned}$$

Direksion burchak va rumb orasidagi munosabatni quyidagi jadvaldan aniqlanadi:

14- jadval

Direksion burchak	0—90° gacha	90° dan 180° gacha	180° dan 270° gacha	270° dan 360° gacha
Rumb	=	= 180—	= — 180	= 360—
Rumb nomi	SH:SHQ	SH:SHQ	J:G'	SH:G'



82- rasm. To'g'ri geodezik masala.

Bizning misolimizda

$$\begin{aligned} r_{1^2} &\sim 180^\circ 00' \nabla \\ r_{1^2} &\sim 207^\circ 24' \nabla + 180^\circ 00' \nabla \sim \\ &\sim 27^\circ 24' \nabla \\ r_{1^2} &\sim J:G' \sim 27^\circ 24' \nabla. \end{aligned}$$

Koordinata orttirmalarini hisoblashning bir necha xili mavjud.

A. Besh xonali matematik jadvalning natural qiymatning trigonometrik funksiyasidan foydalaniladi (V. V. Bakanov va P. I. Fokinlarning 1988- yilda nashr etilgan «Приращение координат» jadvalidan foydalanish mumkin):

$$\|x \sim d \cdot \cos r,$$

$$\|y \sim d \cdot \sin r.$$

$$\|x_{1+2} \sim 153,24 \cos 27^{\circ}24' \sim 153,24 \times 0,88782 \sim 136 \times 0495368 \sim 136,05 \text{ m.}$$

$$\|y_{1+2} \sim 153,24 \sin 27^{\circ}24' \sim 70,5210480 \sim 70,52 \text{ m.}$$

Koordinata orttirmalarining belgisi bilan rumb nomi o'zgarib boradi:

Rumb nomi		SH:SHQ	J:SHQ	J:G'	SH:G'
Belgilar	Δx	+	-	-	+
	Δy	+	+	-	-

Rumb J:G' nomi hisobga olinsa, quyidagicha yoziladi:

$$x_{1+2} \sim \pm 136,05 \text{ m,}$$

$$y_{1+2} \sim \pm 70,52 \text{ m.}$$

B. Koordinata orttirmalarini hisoblash jadvalidan foydalanilgan holda quyidagini yozamiz:

$$r_{1+2} \sim J:G' \sim 27^{\circ}24', \quad d_{1+2} \sim 153,24 \text{ m.}$$

15- jadval

$d \text{ (m)}$	Δx	Δy
100	88,782	46,020
50	344,391	23,010
3	2,6634	1,3806
0,24	0,21	0,11
153,24	136,0464	70,5206

$$\|x_{1+2} \sim \pm 136,05 \text{ m,}$$

$$\|y_{1+2} \sim \pm 70,52 \text{ m.}$$

Koordinata orttirmalarini hisoblash mashinasida, kalkulyatorda, kompyuterda va to'g'ri burchakli koordinatalarni hisoblash uchun

tegishli jadvaldan foydalanish mumkin. Quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\begin{aligned} \|x &\sim d \cdot \cos r, \\ \|y &\sim d \cdot \cos r \wedge d(\sin r \pm \cos r). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \|x_{1+2} &\sim \pm 136,04954 \wedge 153,24 (\pm 0,42762) \sim 136,04954 \pm \\ &\pm 65,52849 \sim 70,52105 \sim 70,52 \text{ m.} \end{aligned}$$

Rumbni hisobga olinganda:

$$\begin{aligned} \|x_{1+2} &\sim \pm 136,05 \text{ m,} \\ \|y_{1+2} &\sim \pm 70,52 \text{ m.} \end{aligned}$$

Hisobni tekshirish formulasi:

$$\begin{aligned} \|y &\sim \|x \operatorname{tg} r, \\ \|y &\pm \|x \sim d(\sin r \pm \cos r). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \|y &\sim 136,04954 \pm 0,51835 \sim 70,52127 \sim 70,52 \text{ m} \\ 70,52105 &\pm 136,04954 \sim 153,24 (\pm 0,42762), \\ &\pm 65,52849 \sim \pm 65,52849. \end{aligned}$$

Koordinata orttirmalarini 16- jadval bo'yicha hisoblang:

16- jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8
Direksion burchak	38 23	119 15	241 33	312 02	10 55	147 10	202 14	340 41
Ufqiy masofalarning qo'yilishi (m)	276,15	209,47	173,05	83,91	156,07	74,29	229,34	78,24

Berilgan koordinatali nuqta: $3x_3 \sim \wedge 376,25 \text{ m}$, $y_3 \sim \wedge 437,26 \text{ m}$. Nuqtalar orasidagi ufqiy chiziq holati 3 ± 4 $d_{3+4} \sim 86,51 \text{ m}$. Rumb chizig'i 3 ± 4 . $c_{3+4} \sim \text{SH:SHQ } 57^\circ 18' \nabla$. Koordinata nuqta 4 ni hisoblang.

Y e c h i s h . Kelgusi koordinata holatini quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\begin{aligned} x_n &\sim x_{n+1} \wedge \|x, \\ y_n &\sim y_{n+1} \wedge \|y. \end{aligned}$$

Bizning misolimiz (81- rasm)ga asoslanib quyidagini yozamiz:

$$\begin{aligned}x_4 &\sim x_3 \wedge \nparallel x_{3^4}, \\ y_4 &\sim y_3 \wedge \nparallel y_{3^4}.\end{aligned}$$

Koordinata orttirmalarini ularni hisoblash jadvalidan topiladi:

$$r_{2^4} \sim SH:SHQ \sim 57^{\circ}18', \quad d_{3^4} \sim 86,51 \text{ m.}$$

Rumb nomini hisobga olganda:

$$\nparallel x_{3^4} \sim 46,74 \text{ m}, \quad \nparallel y_{3^4} \sim 72,80 \text{ m.}$$

$d \text{ (m)}$	Δx	$\Delta y \text{ (m)}$
80	43,22	67,32
6	3,241	5,049
0,51	0,28	0,43
86,51	46,741	72,799

Koordinata nuqta 4 ni aniqlang.

$$\begin{aligned}x_4 &\sim 376,25 \wedge 46,74 \sim 422,99 \text{ m}, \\ y_4 &\sim 437,26 \wedge 72,80 \sim 510,06 \text{ m}.\end{aligned}$$

Koordinataning 2 nuqtasini 17- jadval bo'yicha hisoblang.

17- jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8
$x_1 \text{ (m)}$	+ 264,47	+ 422,09	+ 463,69	+ 542,08	+ 613,54	+ 25,65	+ 80,16	+ 511,34
$y_1 \text{ (m)}$	+ 535,96	+ 510,06	+ 447,10	+ 554,06	+ 498,60	- 15,45	- 143,63	+ 650,61
Ufqiy masofaning qo'yilishi (m) d_{1-2}	- 96,91	99,09	98,95	89,50	92,41	125,50	92,38	72,80
Rumb ₁₋₂	SH:G'	SH:SHQ	SH:G'	J:G'	J:SHQ	SH:G'	SH:SHQ	J:G'

$\nparallel x$ va $\nparallel y$ orttirmalarni hisoblashda yuqorida qayd qilingan maxsus jadvaldan foydalaniladi. Jadvaldan foydalanish qoidasi jadval boshida ko'rsatilgan. Jadvalda 0° dan 44° gacha bo'lgan burchak qiymatlari har qaysi betning yuqorisiga yozilgan, 45° dan 89° gacha burchak qiymatlari esa har qaysi betning tagiga yoziladi. Burchak

qiymati betning yuqorisidan olinsa, minutlar chap tomondagi ustundan (minutlar ustunidan olinadi). Qiymatlar betning pastidan olinganda, minutlar o'ng tomon ustinidan (minutlar ustunidan) olinadi.

Tomon uzunligi 100 m dan 900 m gacha har qaysi betning yuqori va pastdagi ufqiy qatorda berilgan. Masalan, birinchi tomon rumbi SH:SHQ $57^{\circ}18'$ bo'lganligidan orttirmani hisoblash uchun jadvalning pastida 57° yozilgan bo'lib, ana shu betning o'ng tomonida minut belgisi ko'rsatilgan. Ana shu belgi bo'yicha pastdan yuqoriga ko'tarilib 18 minutgacha borib, yuqoriga qaralsa, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 va 900 sonlarning yozilganligini ko'rasiz. Pastga qarasangiz ham xuddi ana shu raqamlarni ko'rasiz. Shunday qilib, 80 m ga miqdor olish uchun yuqoriga qaralsa, 800 son yozilgan bo'lib, 18 minutning to'g'risiga qarasangiz, 432,192 sonni ko'rasiz va uni yaxlitlasangiz 43,219 bo'ladi. Keyin 6 metr ga miqdor olish uchun ana shu $18'$ li qatorda 600 lik xonasidan 324, 144 son yozilgan bo'lib, 6 metrni olish uchun ikkita raqamni orqaga surilsa, 8,241 miqdorga ega bo'linadi. 0,51 ni olish uchun ana shu jadvalni pastida mm ga bo'lingan alohida jadvalchadan foydalaniladi. Bunda mm 00 20 30 40 50 60 70 80 90 raqamli yozuvlari mavjud bo'lib, jadvalning chap tomonida 100 200 300 400 500 600 700 800 900 sonlar millimetrdan yozilgan. Ana shu raqamning 500 gacha yuqoridan pastga kelib, 500 son to'g'risiga ufqiy holatda 10 soniga qarasangiz, bu yerda 276 sonni ko'rasiz, bu son mm hisobida bo'ladi (18- jadvalga qarang).

x qiymatni jadvalda qanday hisoblangan bo'lsa, y ham xuddi ana shu usulda hisoblanadi.

18- jadval

'	100	200	300	400	500	600	700	800	900	'
30	53,7299	107,460	161,289	214,919	268,649	322,379	376,109	429,839	483,569	30
31	53,7544	107,509	161,263	215,018	268,772	322,527	376,281	430,036	483,790	29
42	54,0240	108,048	162,072	216,096	270,120	324,144	378,168	432,192	486,216	18
59	54,4395	108,379	163,318	217,758	272,197	326,637	381,076	435,516	489,955	1
60	54,4630	108,927	163,391	217,855	272,319	326,783	381,247	435,711	290,175	0
'	100	200	300	400	500	600	700	800	900	'

8.5. TEODOLIT YURISHIDAGI OCHIQ VA YOPIQ MASHG'ULOT JOYINING KOORDINATA ORTTIRMALARINING BOG'LANMASLIK XATOSINI HISOBLASH

Yopiq teodolit yurishidagi koordinata orttirmalarining bog'langan va bog'lanmaslik yig'indi xatosi berilgan: 481,21 m.

Koordinata orttirmalarining bog'lanmaslik xatosini x o'qi bo'yicha aniqlang.

$$\begin{aligned}\hat{''}x &\sim \hat{''}57,24 \text{ m}, \\ \hat{''}x &\sim \hat{''}57,28 \text{ m}.\end{aligned}$$

U o'qi bo'yicha:
$$\begin{aligned}\hat{''}y &\sim \hat{''}190,70 \text{ m}, \\ \hat{''}y &\sim \hat{''}190,64 \text{ m}.\end{aligned}$$

Yechish. Koordinata orttirmalaridagi bog'lanmaslik xatosini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned}fx &\sim ''x \text{ va } fy \sim ''y, \\ fx &\sim \hat{''}57,24 \hat{''}57,28 \sim \hat{''}0,04 \text{ m}, \\ y &\sim \hat{''}190,70 \hat{''}190,64 \sim \hat{''}0,06 \text{ m}.\end{aligned}$$

19-jadval

Variant	x o'q		y o'q	
	Bog'langanlik orttirma yig'indisi	Bog'lanmaslik orttirma yig'indisi	Bog'langanlik orttirma yig'indisi	Bog'lanmaslik orttirma yig'indisi
	$+\Sigma\Delta x(m)$	$-\Sigma\Delta x(m)$	$+\Sigma\Delta y(m)$	$-\Sigma\Delta y(m)$
1	843,56	843,69	623,70	623,56
2	605,03	605,10	1027,35	1027,56
3	269,95	270,01	583,44	583,52
4	1125,01	1124,87	495,93	496,10
5	244,15	244,22	734,89	735,03
6	434,10	434,18	202,46	202,37
7	729,93	730,06	831,55	831,62
8	637,12	637,21	430,90	431,01

Agar koordinata orttirmasidagi x va y o'q bo'yicha bog'lanmaslik xato ma'lum bo'lsa, koordinata orttirmasidagi mutloq (chiziqli) bog'lanmaslik xatosini aniqlang.

$$fx \sim \hat{''}0,04 \text{ m}, \quad fy \sim \hat{''}0,06 \text{ m}.$$

Teodolit yurishidagi yopiq perimetr $p \sim 418,21$ m.

Y e c h i s h . Mutloq bog‘lanmaslik xatosini hisoblash formulasi:

$$f_p \sim (fx)^2 + (fy)^2,$$

$$f_p \sim \sqrt{(-0,04)^2 + (+0,06)^2} = 0,072 \text{ m.}$$

Mutloq bog‘lanmaslik xatosi:

$$n = \frac{f_p}{P} = \frac{1}{P : f_p},$$

$$n = \frac{1}{418,21 : 0,072} = \frac{1}{5974}.$$

Agarda teodolit yurishidagi perimetr $p \sim 500$ m ma‘lum bo‘lsa, koordinata orttirmalaridagi mutloq bog‘lanmaslik xatosini 20- jadval bo‘yicha aniqlang.

20-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8
$fx(m)$	+ 0,02	- 0,05	- 0,03	+ 0,12	- 0,07	+ 0,06	- 0,03	+ 0,10
$fy(m)$	- 0,04	+ 0,04	- 0,05	+ 0,16	+ 0,11	+ 0,14	- 0,04	- 0,06

Yopiq teodolit yurishidagi masofa uzunligi $p \sim 904,09$ m. Bog‘lanmaslik xatoga nisbatan yo‘l qo‘yarlimi? Agar $f_x \sim 0,44$ m f_y bo‘lsa, koordinata orttirmasiga beriladigan ruxsatnoma $\frac{1}{1500}$ bo‘lganligi sababli, yo‘l qo‘yarli xatoni aniqlang.

Y e c h i s h . Perimetrdagi mutloq bog‘lanmaslik xatosini aniqlaymiz:

$$f_p = \sqrt{(0,44)^2 + (0,23)^2} = 0,49 \text{ m.}$$

Nisbatan bog‘lanmaslik xatosi:

$$n = \frac{f_p}{p} = \frac{1}{p : f_p} = \frac{1}{904,09 : 0,49} = \frac{1}{1845}.$$

Demak, $\frac{1}{1845} < \frac{1}{1500}$, shunday qilib, yo‘l qo‘yarli xatoga ijozat beriladi.

Yopiq teodolit yurishidagi bog‘lanmaslik xatoga yo‘l qo‘yarlimi?
Jadvaldan aniqlang.

21-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8
(m)	– 0,03	+ 0,04	+ 0,02	+ 0,10	– 0,07	+ 0,02	+ 0,12	– 0,15
(m)	– 0,05	– 0,04	– 0,06	+ 0,11	10,05	– 0,06	– 0,11	+ 0,14
Teodolit yurishidagi uzunlik P(m)	346,50	320,15	421,15	523,10	431,16	324,17	624,15	739,14
Yo‘l qo‘yarli xatoga ruxsat-noma	$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{1500}$	$\frac{1}{1500}$	$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{1500}$	$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{1500}$	$\frac{1}{2000}$

Yopiq teodolit yurishidagi perimetr 783,15 m, koordinata orttirmasidagi bog‘lanmaslik $f_x \sim \pm 0,47$, $f_y \sim \pm 0,17$ m. Uzunlik masofasi $d_{1-2} \sim 101,03$ m va hisoblangan koordinata orttirmalari $x_{1-2} \sim \pm 4,05$ m, $y_{1-2} \sim \pm 100,94$ m

Koordinata nuqtalari: $x_1 \sim \pm 479,87$ m, $y_1 \sim \pm 752,66$.

Koordinata orttirmalaridagi yo‘l qo‘yarli xatoni hisoblang. Agar yo‘l qo‘yarli xatoga ruxsat berilgan bo‘lsa ($\frac{1}{1500}$ dan oshmagan holda), to‘g‘rilangan koordinata orttirmalarini va 2 nuqta koordinatasini hisoblang.

Y e c h i s h . Mutloq xatoni topamiz:

$$f_p \sim \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2},$$

$$f_p \sim \sqrt{(0,47)^2 + (0,17)^2} = 0,50 \text{ m.}$$

Mutloq xatoga nisbatan yo‘l qo‘yarli xatoni aniqlaymiz:

$$n = \frac{1}{p \cdot f_p} = \frac{1}{783,15 : 0,50} = \frac{1}{1566},$$

ruxsat beriladi $\left(\frac{1}{1566} < \frac{1}{1500} \right)$.

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8
Perimetr $p(m)$	600	450	800	1050	750	750	950	550
x o'qi bo'yicha bog'lanmaslik $f_x(m)$	+ 0,60	- 0,09	- 0,40	+ 0,42	- 0,30	+ 0,60	- 0,57	+ 0,22
y o'qi bo'yicha bog'lanmaslik $f_y(m)$	- 0,06	+ 0,18	+ 0,64	- 0,28	+ 0,45	- 0,15	+ 0,76	- 0,33
Ufqiy holatda chiziqning qo'yilishi $d_{1-2}(m)$	100	150	200	150	200	250	150	200
Koordinata orttirmalari Δx_{1-2} Δy_{1-2}	+ 74,12 - 67,12	- 88,17 + 121,35	+ 172,62 + 101,01	- 137,02 + 59,21	- 175,76 - 95,43	- 214,29 - 128,76	+ 128,24 - 77,82	- 197,74 + 68,95
Koordinatalar x_1 y_1	+ 28,57 - 41,15	+ 28,44 + 116,32	- 87,24 + 61,07	- 37,84 + 81,24	- 61,44 + 99,01	+ 67,32 + 123,19	- 162,61 - 110,91	+ 34,61 - 78,24
Yo'l qo'yarli xato	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000}$

Koordinata orttirmasiga tuzatma kiritiladi va tuzatmani masofa uzunligiga taqsimlanadi. Bizning misolimizda:

$$dx_{1-2} = \frac{f_x}{p} d_{1-2}, \quad dy_{1-2} = \frac{f_y}{p} d_{1-2},$$

$$dX_{1-2} = \frac{-0,47}{783,15} \cdot 101,03 = -0,06 \text{ m},$$

$$dY_{1-2} = \frac{+0,17}{783,15} \cdot 101,03 = 0,024 = 0,02 \text{ m}.$$

To'g'rilangan orttirmani hisoblab, tuzatmani teskari ishora bilan yoziladi:

$$\|x_{1-2} \sim \pm 4,05 (\pm 0,06) \sim \pm 4,11 \text{ m}.$$

$$\|y_{1-2} \sim \pm 100,94 (\pm 0,02) \sim \pm 100,96 \text{ m}.$$

2 nuqta koordinatasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$x_n \sim x_{n-1} \pm \|x$$

$$y_n \sim y_{n+1} \wedge \nparallel y$$

$$x_2 \sim \wedge 479,67 \wedge 4,11 \sim \wedge 483,98 \text{ m}$$

$$y_2 \sim \wedge 752,66 \wedge (\pm 100,96) \sim \wedge 651,70.$$

Yopiq teodolit yurishidagi 2 nuqta koordinatasini hisoblang. Agar perimetr ma'lum bo'lib, koordinata orttirmasidagi yo'l qo'yarli xato aniq bo'lib, 1^{±2} masofa uzunligi berigan bo'lsa, 1 nuqta koordinatasini 22- jadvaldan aniqlang.

8.6. TESKARI GEODEZIK MASALA

Agar 1^{±2} nuqta koordinatalari ma'lum bo'lsa, ufqiy holatdagi 1^{±2} chiziqning rumb miqdorini aniqlang (83- rasm).

$$x_1 \sim \wedge 250,60 \text{ m}; \quad x_2 \sim \wedge 260,86 \text{ m},$$

$$y_1 \sim \wedge 123,48 \text{ m}; \quad y_2 \sim \pm 119,45 \text{ m}.$$

Yechish. 1^{±2} chiziq rumbini ushbu formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$\text{tg } r = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{Dy}{Dx}.$$

Tekshirish uchun esa quyidagi formuladan foydalanamiz:

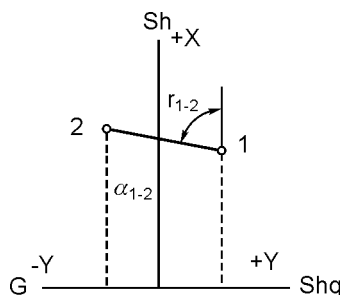
$$\text{ctg } r = \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} = \frac{Dx}{Dy}.$$

$$\text{tg } r = \frac{(-119,45) - (+123,48)}{(+260,86) - (250,60)} = \frac{-242,93}{+10,26} = -23,6773 = -23,68.$$

Tekshirish:

Trigonometrik funksiyaning $87^\circ 35'$ burchakka mos natural qiymatini jadvaldan topamiz. Koordinata orttirmalari $\wedge \nparallel x$ va $\pm \nparallel y$ ni hisobga olgan holda 1^{±2} chiziq rumb nomini aniqlaymiz $r_{1\pm 2} \sim \text{SH}; G' \sim 87^\circ 35'$.

Ufqiy holatdagi 1^{±2} chiziqni quyidagi formula bilan aniqlaymiz:



83- rasm. Teskari geodezik masala.

$$d = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} = \sqrt{(Dx)^2 + (Dy)^2}$$

$$d = \frac{Dx}{\cos r} = \frac{x_B - x_A}{\cos r}$$

$$d = \frac{Dy}{\sin r} = \frac{y_B - y_A}{\sin r}$$

$$d = \sqrt{(10,26)^2 + (242,93)^2} = 243,13 \text{ m.}$$

$$d = \frac{10,26}{0,04217} = 243,13 \text{ m.}$$

Tekshirish:

$$d = \frac{242,93}{0,99911} = 243,11 \text{ m.}$$

1-2 chiziq koordinata orttirmalari 23- jadvalda berilgan bo'lib, ufqiy holatdagi 1-2 chiziq rumb miqdorini aniqlang.

23- jadval

Variant	1—2 chiziq koordinata orttirmasi	
	Δx_{1-2}	Δy_{1-2}
1	– 235,64	– 56,21
2	+ 73,56	+ 130,09
3	– 394,24	– 154,67
4	– 38,20	+ 145,27
5	– 102,61	– 112,38
6	+ 152,64	+ 122,21
7	– 412,12	– 14,22
8	– 271,72	– 754,69

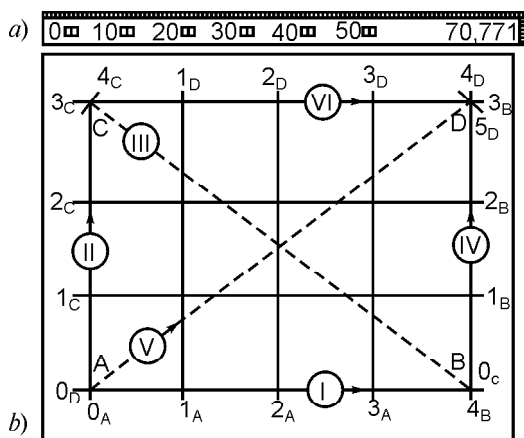
8.7. TEODOLIT SYOMKASI REJASINI TUZISH

Sifatli chizma qog'ozda tomonlari 10 sm va o'lchamlari 50 × 50 yoki 30—40 sm bo'lgan kvadratlar to'ri F. D. Drobishev chizg'ichida yasaladi (84- a rasm). Bu chizg'ichning bir qirrasi yo'nilgan bo'lib, undan chiziqlarni chizishda foydalaniladi, chizg'ichning o'zida har 10 sm darchalar yoylari konsentrik doiralar qirralari yo'nilgan. Yoylar bo'yicha kesishgan tomonlari 50 sm dan va diagonali 70,711 sm bo'lgan to'g'ri burchakli uchburchakni yasashga asoslangan. Drobishev chizg'ichida kvadratlar to'rini

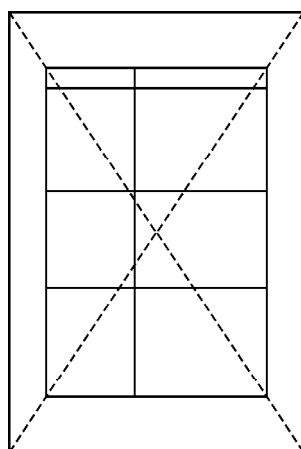
yasash (84- b rasm)da ko'rsatilgan ketma-ket amallarni bajarishdan iborat.

To'ring asosi chizilib, unga chizg'ich qo'yiladi, yoylar markazi o'tkir uchli qalamda belgilanadi, buning bilan asos to'rt qismga bo'linadi va $0_A \rightarrow 4_B$ olinadi (1 holat). Bundan keyin chizg'ich taxminan 90° ga II holatga buriladi va $1_C \rightarrow 3_C$ yoyi chiziladi. Keyin chizg'ich diagonal BC — gipotenuza bo'yicha joylashtiriladi (III holat) va uning yo'nilgan uchi — 5_C yoy bilan 3_C yoy kestiriladi, bunda C nuqta topiladi. Shunga o'xshash (IV va V holatlar) ikkinchi uchburchak yasalami va D nuqta olinadi. Yakunida chiziq nol punkti C nuqta bilan tutashtirilib, 4 yoyning D nuqtadan o'tishi tekshiriladi. Agar AB va CD chiziqlar orasidagi farq 0,2 mm dan ortmasa, o'sha chizg'ich yordamida to'g'ri burchak chegaralarida belgilangan nuqtalar orqali chiziqlar o'tkaziladi va shu tarzda tomonlari 10 sm bo'lgan kvadratlar to'ri hosil qilinadi. Bu to'rt diagonallar bo'yicha pargar (o'lchagich)da sinchkovlik bilan tekshiriladi, ular orasidagi farq 0,2 mm bo'lishiga yo'l qo'yiladi. Tomonlari 50×50 sm li va undan katta bo'lgan kvadratlar ham yuqoridagidek yasalami.

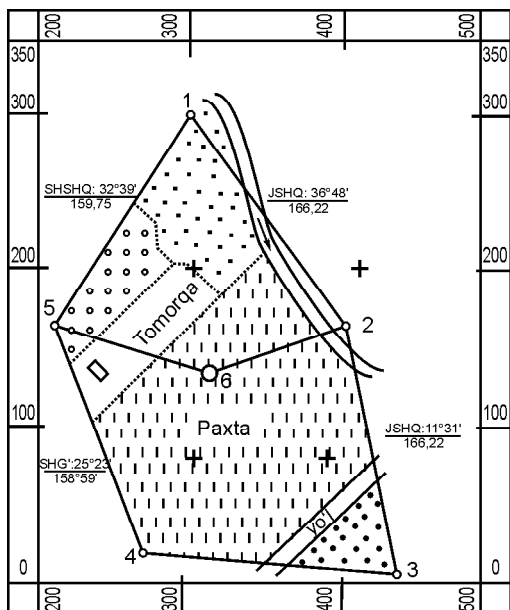
Kvadratlar soni kam bo'lgan to'rtini tekshirilgan chizg'ich, masshtab chizg'ichi va o'lchagich yordamida yasash mumkin. Buning uchun qog'oz diagonallari bo'yicha o'zaro kesishadigan ikkita to'g'ri chiziq o'tkaziladi (85- rasm). Ularda kesishgan nuq-



84- rasm. Drobishev chizg'ichi (a) va unda koordinatalar turini yasash sxemasi (b) (Amallar ketma-ketligi rim raqamlarida ko'rsatilgan).



85- rasm. Kvadratlar to'rtini yasash.



86- rasm. Teodolit syomkasining rejasi.

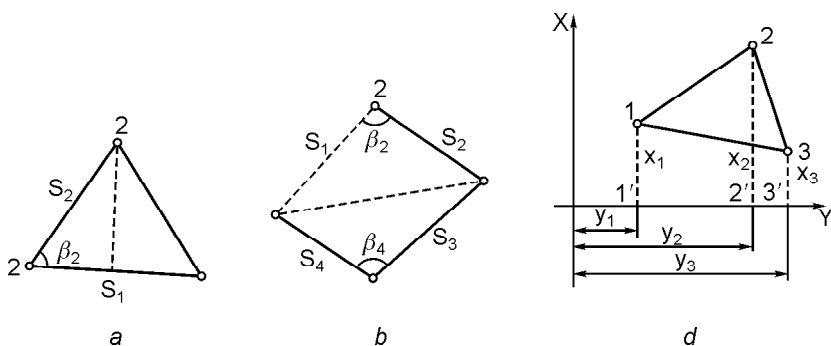
qilingan joy qog'ozning taxminan o'rtasida joylashadigan qilib koordinatalar boshi tanlanadi. Koordinatalar bo'yicha teodolit yo'llari uchlari masshtab chizg'ichi va o'lchagichdan foydalanib tushiriladi. Rejada o'lchangan chiziqlar uzunliklari qaydnomada keltirilgan tegishli uzunliklarga teng bo'lishi kerak. Hosil bo'lgan rejadagi teodolit yo'li asosida abrisda (80- rasm) keltirilgan qiymatlar bo'yicha sirkul (pargar), masshtab chizg'ichi va transportirdan foydalanib, joy tafsiloti rejaga tushiriladi. Qalamda tuzilgan teodolit syomkasi rejasi amaldagi shartli belgilarga rioya qilingan holda rasmiylashtiriladi.

86- rasmda koordinata hisoblash qaydnomasi (18- jadval va abris) asosida tuzilgan teodolit syomkasi rejasi keltirilgan.

8.8. YUZANI ANALITIK USULDA HISOBLASH

Ko'pincha amaliy masalalarni yechish joydagi yoki xaritada shakllar yuzalarini aniqlash bilan bog'liq bo'ladi. Joydagi shakllar yuzalari analitik usulda, xaritada maydon yuzalari esa grafik yoki mexanik usullarda aniqlanadi.

tasidan teng kesmalar o'lchab qo'yiladi, kesmalar uchlari tutashtiriladi, to'g'ri to'rtburchak yasaladi. Unda masshtab chizg'ichi va o'lchagichdan foydalanib, 10 sm li kesmalar o'lchab qo'yiladi. Qarama-qarshi tomondagi tegishli nuqtalar to'g'ri chiziqlar bilan tutashtirilishidan kvadrat to'ri hosil bo'ladi. Har bir kvadrat tomonlari va diagonal uzunliklari o'lchagichda va masshtab chizg'ichida tekshiriladi, og'ish 0,1 mm dan oshmasligi kerak. Yasalgan kvadrat to'rida syomka



87- rasm. *a*, *b* — analitik usulda yuzani aniqlash sxemalari; *d* — poligon yuzasini uning uchlari koordinatalari bo'yicha aniqlash.

Analitik usulda shakl yuzasi joyda bevosita o'lchangan chiziqlar va ular orasidagi burchaklar natijalari yoki maydon chegaralari uchlarning koordinatalari bo'yicha hisoblanadi. Agar joyda uch-burchakning ikki tomoni S_1 , S_2 va ular orasidagi burchak $\bar{e}$ (87- *a* rasm) o'lchangan bo'lsa, uning yuzasi:

$$2P \sim S_1 S_2 \sin \bar{e} \quad (8.6)$$

formula bo'yicha, to'rtburchakning hamma tomonlari va ular orasidagi burchaklari $\bar{e}_2$ va $\bar{e}_4$ (87- *b* rasm) o'lchangan bo'lsa, uning yuzasi

$$2P \sim S_1 S_2 \sin \bar{e}_2 + S_3 S_4 \sin \bar{e}_4 \quad (8.7)$$

formula bo'yicha hisoblanadi.

Yopiq ko'pburchak yuzini uning uchlari koordinatalari bo'yicha hisoblash mumkin. Kerakli formulani keltirib chiqarishni uchlaridan ordinatalar (yoki absissalar) o'qiga perpendikulyar tushirilgan uchburchak misolida ko'rib chiqamiz (87- *d* rasm). Uchburchak yuzasi $1 \nabla 2 \nabla 3$ va $1 \nabla 2 \nabla 3$ trapetsiyalar yuzalari-ning algebraik yig'indisi bilan ifodalanadi. Shuning uchun uchburchakning ikkilangan yuzasi qiymati uchun

$$2P \sim (x_1 \wedge x_2)(y_2 \pm y_1) + (x_2 \wedge x_3)(y_3 \pm y_2) + (x_1 \wedge x_3)(y_3 \pm y_1)$$

yoki qavslarni ochib, kerakli qisqartirishdan va qayta guruhlangandan so'ng

$$2P \sim x_1(y_2 \pm y_3) \wedge x_2(y_3 \pm y_1) \wedge x_3(y_1 \pm y_2)$$

yoki

$$2P \sim y_1(x_3 \pm x_2) \wedge y_2(x_1 \pm x_3) \wedge y_3(x_2 \pm x_1)$$

ni hosil qilamiz.

Keltirilgan formulalarni n uchli ko'pburchak yuzasini hisoblash uchun umumlashtiramiz:

$$2P = \sum_1^n x_i(y_{i+1} - y_{i-1}), \quad (8.8)$$

$$2P = \sum_1^n y_i(x_{i-1} - x_{i+1}), \quad (8.9)$$

bunda n — ko'pburchak uchlari soni — soat mili yo'li bo'yicha ortib boradigan uch tartib raqami.

Shunday qilib, poligonning ikkilangan yuzasi har bir absissa-ni keyingi va oldingi nuqtalar ordinatalari farqiga ko'paytmalari yig'indisiga yoki har bir ordinatani oldingi va keyingi nuqtalar absissalari farqiga ko'paytmalari yig'indisiga teng.

24- jadvalda yopiq teodolit yo'li uchlari koordinatalarini hisoblash qaydnomasi asosida u bilan chegaralangan uchastka yuzasini hisoblash namunasi keltirilgan. Analitik usulda hisoblangan yuzaning nisbiy xatoligi poligon uchlari koordinatalarining aniqligiga bog'liq bo'ladi. Agar yuzalar (8.8) — (8.9) formulalardagi koordinatalar poligonometriya usulida topilgan bo'lsa, 1:5000 mashtabda teodolit yo'llari usulida aniqlanganda 1:2000 nisbiy xatoliklar bilan ifodalanadi.

24- jadval

KO'PBURCHAK YUZASINI UNING UCHLARINING KOORDINATALARI BO'YICHA HISOBLASH

T/r	x	y	$x_{i-1} - x_{i+1}$	$y_{i+1} - y_{i-1}$	$y_i(x_{i-1} - x_{i+1})$	$x_i(y_{i+1} - y_{i-1})$
1	+ 300,00	+ 300,00	+ 0,86	- 187,82	+ 258	- 56346
2	+ 165,20	+ 400,82	+ 297,54	- 034,98	+ 119260	- 22299
3	+ 2,46	+ 434,98	+ 146,75	+ 130,03	+ 63833	+ 320
4	+ 18,45	+ 270,79	- 163,60	+ 221,98	- 44301	+ 4096
5	+ 166,06	+ 213,00	- 281,55	- 29,21	- 59970	- 4851
					+ 183351	+ 4416
					- 104271	- 83496
					+ 79080	- 79080
			$P = 39540 \text{ m}^2$			

Yuza rejadani olingan ko'pburchak uchlari koordinatalari bo'yicha hisoblansa, yuzani bunday aniqlash usuli **grafik usul** deyiladi, uning natijasi aniqligi katta bo'lmaydi.

(8.8), (8.9) formulalar kompyuterdagi raqamli xarita va rejalarda yopiq ko'nturlar yuzalarini va perimetrlarini maxsus dastur asosida aniqlashga asos bo'ladi, bunda shakl chegarasi bo'ylab kursor yuritilib, tanlangan va boshlang'ich nuqtalarda tugmacha ketma-ket bosilib, yopiq kontur hosil qilinadi va hisoblangan natijalar ekranga chiqariladi.

8.9. YUZANI GRAFIK USULDA ANIQLASH

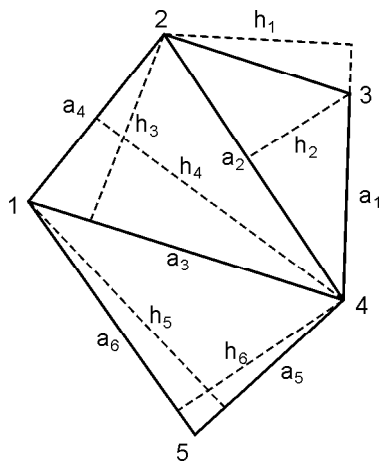
Yuzani aniqlashning bu usulida rejadagi ko'pburchak yuzasi taxminan teng tomonli uchburchaklarga bo'linadi. Har bir uchburchak yuzasi (88- rasm) uzunliklari pargar va masshtab chizg'ichida topilgan har xil asos balandliklar bo'yicha $P \sim a \cdot h/2$ formulada ikki martadan hisoblanadi. Ikki variantda hisoblangan uchburchak yuzasi farqi

quyidagi $\|P_{\text{chek}} \sim 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{P}$ (bunda M — sonli masshtab maxraji, P — uchburchak yuzasi) formulada topilgan chekdan oshmasa, ularning o'rtachasi bo'yicha hisoblangan shaklning ikkilangan yuzasi

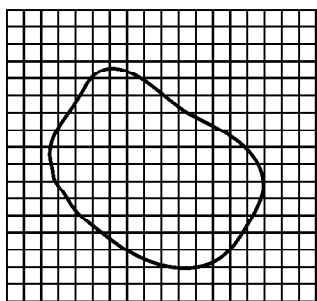
$$2P \sim a_1 h_1 + a_2 h_2 + \dots + a_n h_n \quad (8.10)$$

bo'ladi.

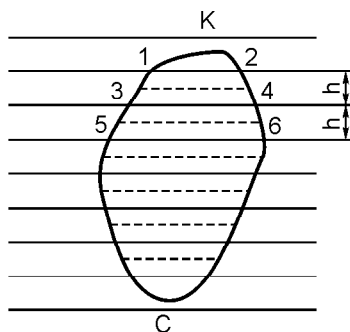
Egri chiziqlar bilan chegaralangan kichik maydon yuzalarini aniqlash uchun kvadrat yoki parallel paletkalar (89- rasm) qo'llaniladi. Kvadrat paletka shaffof asosga (kalkaga) chizilgan tomonlari 1—2 mm li kvadrat to'rlardan iborat (89- a rasm). Paletka shakl ustiga yotqizilib, to'la kvadratlar soni, chalaridan butun son chamalab sanaladi. 1:10000 masshtabda kvadrat tomoni 2 mm bo'lsa, uning yuzasi 0,04 ga, shakl yuzasi esa kvadrat yuzasining kvadratlar soniga bo'lgan ko'paytmasiga teng. Kvadratlar so-



88- rasm. Grafik usulda yuza aniqlash sxemasi.



a)



b)

89- rasm. Yuza aniqlash paletkalar: a — kvadratli; b — parallel.

nini sanashni yengillashtirish maqsadida santimetrli chiziqlar yo'g'onlashtiriladi.

Parallel paletka — shaffof asosga oraliqlari $h \sim 2$ mm qilib o'tkazilgan qator parallel to'g'ri chiziqlardan iborat (89- b rasm) bo'lib, 10 sm^2 gacha bo'lgan shakllar yuzasini aniqlashda qo'llaniladi. Yuzani aniqlash uchun paletka shakl ustiga uning chekkadagi K , C nuqtalari chiziqlar o'rtasida yotadigan qilib qo'yiladi. Bunda paletka chiziqlari shaklni balandligi chiziqlar orasidagi h masofaga teng bo'lgan trapetsiyalarga bo'ladi. O'lchagichda trapetsiya o'rta chiziqlari uzunliklari masshtabda topilib, shaklning umumiy yuzasi

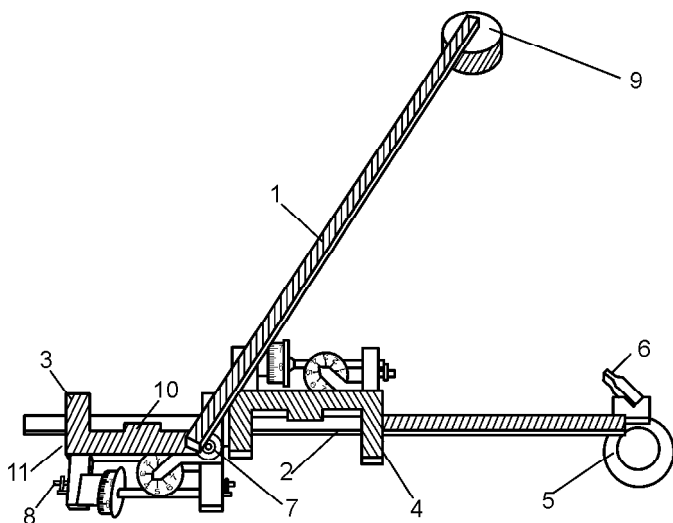
$$P \sim h(S_{12} \wedge S_{34} \wedge \dots \wedge S_{n-1, n}) \quad (8.11)$$

formula bo'yicha hisoblanadi.

Misol. O'rta chiziq uzunliklari yig'indisi 551 m, reja mashtabi 1:10000 bo'lsa, shakl yuzasi $P \sim 20 \times 551 \sim 11020 \text{ m}^2$ bo'ladi.

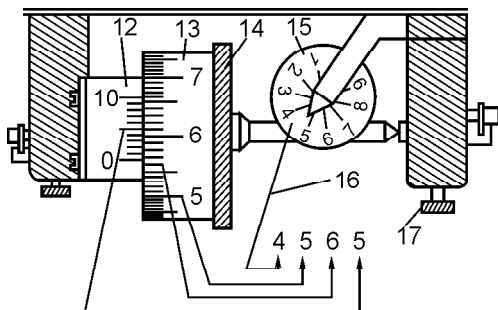
8.10. YUZANI MEXANIK USULDA ANIQLASH

Yuzani bu usulda aniqlash uchun sanoq olish mexanizm (91- rasm), qutbli planimetr qo'llaniladi (90- rasm). Qutbli planimetr asosan qutb richagi 1, o'zgaruvchan uzunlikli aylantirish richagi 2 hamda 3 va 4 karetkalardan tashkil topgan. Qutb richagining bir oxirida ignali yukcha — qutb 9, ikkinchi oxirida richaglarni tutashtiruvchi sharnir 7 joylashgan. Qutb rejada ignani sanchish orqali mahkamlanadi. Aylantirish richagi 2 doira markazida

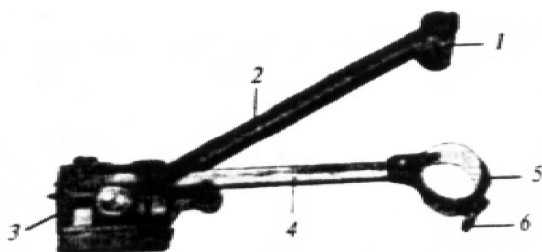


90- rasm. Qutbli planimetr ПП-2K: 1 — qutb richagi; 2 — aylanma richag; 3, 4 — sanoq olish mexanizmlari; 5 — aylantirish indeksi; 6 — dasta; 7 — shtift; 8 — vint; 9 — yuk ostidagi qutb; 10 — verner; 11 — vint.

aylantirish indeksi (nuqtasi) bo'lgan oyna 5 va dasta 6 bilan tutashtirilgan. Richag uzunligini sanash aniqligini oshiradigan verner 12 bor. Sanoq olish mexanizmi (91- rasmga q.) hisoblash g'ildiragi 13, uning butun aylanishlar sonini sanaydigan g'idlrak 15 dan iborat. Hisoblash g'ildirigidan sanoq olish uchun verner 12 bor. Hisoblash g'ildiragi aylantirish richagi o'qiga parallel bo'lgan o'qda aylanadi. Aylanish uzatkich orqali siferblat 15 ga uzatiladi. Hisoblash g'ildiragi 100, siferblat 10 qismga bo'linadi. Verner 12 ham 10 qismga bo'lingan bo'lib, uning yordamida hisoblash g'ildiraginging mingdan bir ulushi — bo'lak qiymati sanaladi.



91- rasm. ПП-2K qutbli planimetr sanoq olish mexanizmi: 12 — verner; 13 — hisoblash g'ildiragi; 14 — hisoblash gar-dishi; 15 — siferblat; 16 — sa-noq — 4565; 17 — vint.



92- rasm. ПП—М qutbli planimetr: 1 — qutb; 2 — qutbli richag;
3 — sanoq olish mexanizmi; 4 — aylanish richagi;
5 — aylantirish indeksi; 6 — dasta.

Hisoblash mexanizmidan olinadigan sanoq har doim to'rt raqamli siferblat 15, hisoblash g'ildiragi 13 va verner 12 sanoqlaridan iborat, 91- rasmda sanoq 4565. Planimetrda yuzani aniqlash uchun qutb mahkamlanib, shaklda boshlang'ich nuqta belgilanadi. Aylantirish indeksi nuqta ustiga qo'yilib, sanoq moslamasidan u_1 sanoq olinadi. Keyin aylantirish indeksi bo'yicha soat mili yo'nalishida boshlang'ich nuqtaga qaytguncha yurgiziladi va ikkinchi u_2 sanoq olinadi. Sanoqlar ayirmasi $u \sim u_2 - u_1$ shakl yuzasining planimetr bo'laklarida ifodalangan qiymatiga teng bo'ladi. Planimetr bir bo'lagi qiymati p ma'lum bo'lganda shakl yuzasi quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$P \sim up. \quad (8.12)$$

Planimetr bo'lagining nazariy qiymati

$$p \sim Rt, \quad (8.13)$$

bunda R — aylantirish richagi uzunligi, verner 10 dan topiladi, $t \sim 0,006 \text{ mm}$ — planimetr hisoblash g'ildiragi uzunligining mingdan bir bo'lagi qiymati.

Odatda yuzani aniqlashdan oldin planimetr bo'lak qiymati yuzasi ma'lum bo'lgan kvadratni qutbning o'ng (QO') va qutbning chap (QCh) holatda ikki martadan aylantirib, topilgan sanoqlar o'rtachasi u bo'yicha (8.12) formula yordamida hisoblanadi:

$$P = \frac{P}{u}. \quad (8.14)$$

Planimetr p_1 qiymati besh xonali belgiga qadar topiladi va u ko'pincha (8.12) formulada yuzalarni hisoblashda noqulaylik tug'-

diradi. Hisoblashni yengillashtirish maqsadida p_1 qiymati yaxlit p_2 qiymatga, R_1 ni

$$R_2 = \frac{p_2}{p_1} R_1 \quad (8.15)$$

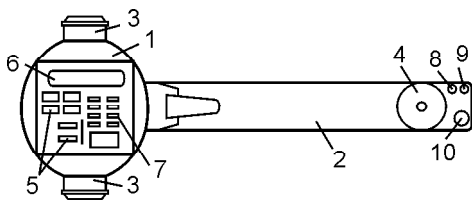
qiymatga o'zgartirish orqali keltiriladi.

Misol. Masshtabi 1:10000 bo'lgan rejada kvadrat yuzasi $P \sim 100$ ga, uni o'lchashda olingan sanoqlar ayirmasi $u \sim 1025$, hisoblangan planimetr bo'lak qiymati $p_1 \sim 100/1025 \sim 0,9756$, unga mos bo'lgan richag uzunligi $R_1 \sim 163,6$ bo'lsin. $R_2 \sim 0,1$ bo'lishi uchun richag uzunligi (8.15) formulaga ko'ra $R_2 \sim 0,1 \times \times 163,6/0,09756 \sim 167,7$ qiymatga hisoblash moslamasini surish orqali erishiladi. Planimetr to'g'ri ishlashi uchun hisoblash g'ildiragi gardishidagi chiziqlar yo'nalishi aylantirish o'qiga parallel bo'lish kerak. Shartni tekshirish uchun qutb nuqtasi o'zgartirilmadan, maydon chegarasi qutbning O' va Ch holatida aylantirib chiqiladi. Hisoblangan sanoqlar ayirmasi 3 bo'lakdan oshmasa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda chiziqchalar va aylantirish richagi orasidagi burchak II vint (90- rasm) yordamida tuzatiladi.

92- rasmdagi ПП—2М qutbli planimetrni tekshirish, tuzatish va unda yuza hisoblash ham yuqorida yozilgan tartibda olib boriladi.

Planimetr bilan ishlashda reja usti tekis, silliq gorizontal stolga yoki chizma taxtasiga yotqiziladi va mahkamlanadi. Aylantirish indeksi shakl bo'yicha yurgiziladi, bunda aylantirish va qutb richagi oralaridagi burchak 30° dan kam va 150° dan katta bo'lmagan va hisoblash g'ildiragi rejadan tashqariga chiqmagan holda qutb shakldan tashqariga o'rnatiladi. Keyin boshlang'ich nuqta tanlanadi, aylanish indeksi nuqta bilan tutashtiriladi va u_1 sanoq olinadi. Shaklni aylantirish soat mili yo'li bo'yicha, asta silkitmasdan bir xil tekislikda, aylantirish nuqtasining shakl chegarasi chizig'ida olib borilishi kerak. Aylantirish boshlang'ich nuqtada tugatilib, hisoblash moslamasidan ikkinchisi u_2 sanoq olinadi. Natijani tekshirish maqsadida har bir shakl kamida ikki martadan aylantirilib, sanoqlar ayirmalari farqi 3 bo'lakdan oshmasa, ularning o'rtacha qiymati topiladi va yuza hisoblanadi. Planimetrda yuza o'lchash yaxshi sharoitda bajarilsa, uning chekli nisbiy xatoligi 1/400 atrofida bo'ladi.

Yuzalarni aniqlashda chiziqli planimetrlar, sanoq olish va yuza hisoblashning to'la avtomatlashtirilgan «Stenli» (Angliya) pla-



93- rasm. X—PLAN 360d raqamli planimetr (Yaponiya).

nimetri, sanoqlarni olish, yuzalarni hisoblash va o'lchashlar natijalarini chop etadigan avtomatlashtirilgan raqamli planimetr X—PLAN360d (Yaponiya) qo'llaniladi (93- rasm). Rasm-dagi belgilar: 1 — korpus, 2 — richag, 3 — rolik, 4 —

linza, 5 — klaviatura, 6 — tablo, 7 — klaviatura (raqamli), 8 — ish rejimi indikator, 9 — kuzatish rejimini ulash klavishi, 10 — nuqtali rejimga o'tish klavishi. Asbob xaritalar, chizmalar, sxemalar va boshqa rejali materiallar bo'yicha shakllar yuzalari, chiziqlar uzunliklarini tez va sifatli o'lchash imkonini beradi. Chiziqlar uzunliklari ularning ikki nuqtasini, to'g'ri chiziqning uchi va oxirini belgilash (tayinlash) yo'li bilan aniqlanadi, egri chizikli konturlar ularni kuzatish orqali topiladi. Hamma hollarda bir o'lchash siklida chiziqlar (konturlar) uzunliklari hamda shakllar yuzalari aniqlanadi. O'lchash natijalari yig'indisi va o'rtachasi to'planishi mumkin. Ulangan kalkulyator o'lchash natijalari bilan har xil amallarni bajarish imkonini beradi.

9- bob. TOPOGRAFIK SYOMKALAR

9.1. TRIGONOMETRIK NIVELIRLASH

Taxeometrik syomka katta bo'lmagan yoki chiziqli inshootlarning o'qlari bo'ylab kengligi tor maydonlarning yirik masshtabli topografik rejalarini qisqa muddatda tuzish uchun qo'llaniladi. Taxeometrik syomkani bajarish uchun ko'pincha teodolit va reyka qo'llaniladi. Ko'chiriladigan nuqtaning rejali va balandlik o'rnini aniqlash uchun kerak bo'lgan qiymatlar asbob trubasini nuqtaga bir qaratishda topish hisobiga tezlikka erishiladi. Bunda teodolitda ufqiy va tik burchaklar, ipli dalnomerda masofa aniqlanadi. Nisbiy balandlik trigonometrik usulida o'lchangan masofa va qiyalik burchagi orqali hisoblanadi. Bu usulda teodolit A va B nuqtalar (94- rasm) orasidagi h nisbiy balandlikni topish uchun A nuqtaga o'rnatiladi, uning i balandligi reykada o'lchanadi. Truba B nuqtaga

oʻrnatilgan reyka (yoki nishon ta-yoqchasi)ning M nuqtasiga qaratilib, ipli dalnomerda masofa D va qiyalik burchagi $\ll$ tik doirada oʻlchanadi (94- rasmda):

$$h \sim S \operatorname{tg} \ll \hat{i} \pm l, \quad (9.1)$$

bunda S — AB chiziq ufqiy qoʻyilishi, $\ll$ — qiyalik burchagi, l — ku-zatish balandligi. (9.1) formula *tri-gonometrik nivelirlash formulasi* deyiladi.

Geodeziyada koʻpincha qiyalik burchagi $\ll$ oʻrniga zenit oraligʻi z oʻlchanadi. Uni (9.1) formuladagi $\ll$ oʻrniga qoʻyilsa, $\ll \sim 90^\circ \pm z$ boʻlganidan:

$$h \sim S \operatorname{ctg} z \hat{i} \pm l, \quad (9.2)$$

bu ifoda *geodezik nivelirlash* formulasi deyiladi va katta masofa-larda nisbiy balandliklarni teododitda oʻlchashda qoʻllaniladi.

Koʻpincha hisoblashlarni yengillashtirish maqsadida reykadagi kuzatish balandligi l asbob balandligi i ga teng qilib belgilanadi. U holda (9.1) ifoda quyidagi koʻrinishga keladi:

$$h \sim S \operatorname{tg} \ll, \quad (9.3)$$

(9.3) ifoda qiya nurda nivelirlash formulasi deyiladi.

Taxeometrik syomkani bajarishda qiya masofa D ipli dalno-merda oʻlchanganligi uchun uning ufqiy qoʻyilishi

$$S \sim D \cos^2 \ll \quad (9.4)$$

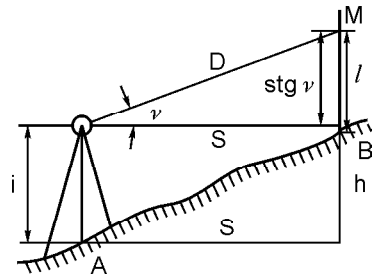
formula boʻyicha hisoblanishini eʼtiborga olsak,

$$h = \frac{D}{2} \sin 2\ll \quad (9.5)$$

ga ega boʻlamiz.

(9.4), (9.5)ning qiymatlari mikro EHM da yoki maxsus taxe-ometrik jadvallardan topiladi [28].

(9.1) formulani keltirib chiqarishda sathiy sirt ufqiy tekislikni ifodalaydi va qarash nuri toʻgʻri chiziq deb faraz qilingan. Haqi-



94- rasm. Trigonometrik nivelirlash sxemasi.

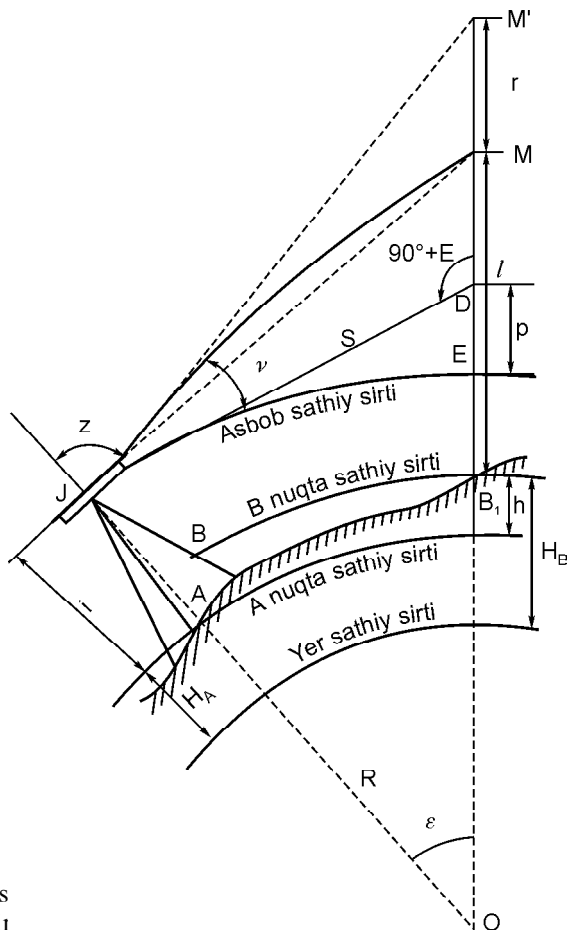
qatda esa qarash nuri har xil zichlikdagi atmosfera qatlamlarida sinishidan refraksiya egri chizig'i $JM \nabla$ bo'yicha ketmay, JM bo'yicha ketadi va refraksiya xatoligi $MM \nabla \sim r$ hosil bo'ladi. 95- rasmga ko'ra:

$$h \wedge l \wedge r \sim B_1 E \wedge ED \wedge EM \nabla, \quad (9.6)$$

$B_1 E \sim i$ — asbob balandligi. Undan keyin (9.6) formulaga ko'ra $ED \sim p$ Yer egriligini joy nuqtalari balandliklariga ta'sirini ifodalaydi. (9.6) formuladan:

$$h \sim EM \nabla \wedge i \pm l \wedge p \pm r. \quad (9.7)$$

$EM \nabla$ qiymatni $JMM \nabla$ uchburchakdan topamiz. Undagi $JMM \nabla$ burchak 90° dan nivelirlanuvchi nuqtalar orasidagi masofa 20 km



95- rasm. Nis
nivelir

gacha bo'lganda 1∇ dan kam farq qiladi, shu sababli uni to'g'ri chiziq deb hisoblash mumkin. U holda $JE \sim S$, $p \sim k$ va $EM \nabla \sim S \text{tg} \ll$ ekanligidan:

$$h \sim S \text{tg} \ll \wedge i^{\pm} l^{\wedge} k^{\pm} r, \quad (9.8)$$

bu yerda k — yer egriligi uchun tuzatma, r — refraksiya uchun tuzatma, ularning birgalikdagi ta'siri tuzatmasini $k^{\pm} r \sim f$ bilan belgilasak,

$$h \sim S \text{tg} \ll \wedge i^{\pm} l^{\wedge} f \quad (9.9)$$

ga ega bo'lamiz, bunda

$$f \sim 0,42 S^2/R.$$

Agar (9.10) formulaga Yer radiusi $R \sim 6400$ km qo'yilsa va reykgacha bo'lgan masofa yuz metrlarda ifodalansa:

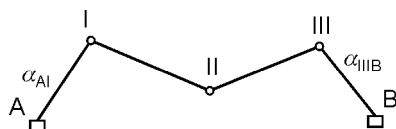
$$f \sim 0,66 S^2.$$

Agar $S \sim 300$ m bo'lsa, $f \sim 1$ mm, ya'ni u sezilarli va uni hisobga olmaslik mumkin emas.

(9.9) formula aniq teodolitlarda katta oraliqdagi nuqtalar o'zaro nisbiy balandliklarni aniqlashda hamda elektron taxeometrlarda topografik syomkalarni bajarishda qo'llaniladi.

9.2. TAXEOMETRIK SYOMKANI BAJARISH (3-hisob-chizma ish)

Taxeometrik syomka taxeometrik yo'l asosida bajariladi. Taxeometrik yo'l deb hamma tomonlari, ular orasidagi ufqiy burchaklari hamda har bir nuqtasidan yondosh nuqtalarga tik burchaklarni o'lchangan joyda yasalgan ochiq yoki yopiq ko'pburchakka aytiladi (96- rasm). Taxeometrik yo'lga kiritilgan hamma nuqtalarning rejali va balandlik holatlari aniqlanadi. Taxeometrik syomkada konturlar va relyef nuqtalari bekatda taxeometrik yo'lga nisbatan qutb usulida quyidagi tartibda syomka qilinadi:



96- rasm. Taxeometrik yo'l sxemasi.

1. Teodolit ish holatiga keltirilib, uning balandligi o'lchanadi va reyka belgilanadi, limb mahkamlanadi.

2. Orqadagi va oldindagi nuqtalarga o'rnatilgan reykalariga truba qaratilib ipli dalnomerda masofa, ufqiy va tik doiralardan sanoqlar olinadi. Doiraning boshqa holatida ham bu ish takrorlanadi.

3. Alidada va limbning nolinci shtrixlari tutashtirilib, truba oldindagi nuqtaga qaratiladi, limb bunda yo'l tomoniga nisbatan yo'nalishni aniqlagan bo'ladi.

4. Limb qo'zg'almas holatida konturlar va relyefning xarakterli (reykali) nuqtalariga o'rnatilgan reykadan dalnomerda masofa, ufqiy va tik doiralardan sanoqlar olinadi.

5. Syomka tugagach, oldingi nuqtadan olingan sanoq boshlang'ich sanoqdan $2\sqrt{n}$ dan ortiq farq qilmasligi tekshiriladi. O'lchash natijalari taxeometrik syomka jurnaliga yoziladi (25- jadval). Asbob turgan syomka nuqtasi (bekat), reyka o'rnatilgan kontur va relyef nuqtalari tartib raqamlari abrisda (97- rasm) ko'rsatilgan. Bir xil nishablikda yotgan nuqtalar millar bilan belgilanadi, bu reja tuzishda, gorizontallar o'tkazishda kerak bo'ladi.

Hisoblash va reja tuzishda quyidagi ishlar bajariladi:

a) dala qaydnomalari tekshiriladi va taxeometrik yo'l sxemasi tuziladi;

b) taxeometrik yo'l n burchaklari va n_1 tomonlari uzunliklari bog'lanmasliklari $f_{\bar{e}}$ va f_s hisoblanadi va ular qiymatlari tegishli

$$f_{\bar{e}} \setminus f_{\text{chek}} \sim 1,5 \sqrt{n}; \quad f_s \setminus f_{\text{chek}} \sim S/400 \sqrt{n_1}$$

bo'lsa, ular tenglashtiriladi va bekatlar H_b balandliklari hisoblanadi.

b) reykali nuqtalar balandliklari H_b va (9.5) formulaga topilgan nisbiy balandliklar orqali

$$H_i \sim H_b \wedge h_{bi} \quad (9.10)$$

formula bo'yicha hisoblanadi,

g) chizma qog'ozda taxeometrik yo'l rumblar va chiziq uzunliklari yoki koordinatalar bo'yicha tushiriladi, ularga nisbatan reykali nuqtalarning o'rni qutb usulida aniqlanadi, yozilgan balandliklari bo'yicha gorizontallar o'tkaziladi, konturlar tushiriladi;

TAXEOMETRIK SYOMKA JURNALI

Nuqtalar tartib raqami	Sanoqlar			Qiyalik burchagi	Ufqiy qo'yilishning bajarilgan ish tartibi S , m	Nisbiy balandlik, h , m	Nuqta balandligi H , m	Izoh
	Reykadan	Ufqiy doiradan	Tik doiradan					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I bekat								
A	126°15'	O'	NO' = 0,01			H _I = 38,42		i- l= 0
II	29°43'							
A	128,54	$\beta_1 = 96^\circ 31'$	- 1°36'	1°37'	105,1			
II	105,2	CH	1°38'	1°37'	105,1	2,97		
II		0°00'						
1	45,5	27°32'	1°30'	1°29'		1,18	39,60	
2	96,2	47°16'	- 0°59'	- 1°00'		- 1,68	36,74	
3	46,8	73°48'	- 2°36'	- 2°37'	96,2	- 2,13	36,29	
4	91,1	87°35'	- 2°37'	- 2°38'	46,7	- 4,18	34,24	
5	36,4	156°24'	- 2°39'	- 2°40'	90,9	- 1,69	36,73	
6	47,4	230°40'	- 3°58'	- 3°59'	36,3	- 3,28	35,14	
7	60,2	288°16'	- 1°19'	- 1°20'	47,2	- 1,40	36,83	
II bekat								
I			NO' = 0°00'			H _{II} = 41,44		i- l= 0
		323°34'	O'					
		96°12'	- 1°39'					
			- 0°44'					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
III	$\beta_{II}=227^{\circ}23'$		CH					
I	105,0	328°46'	1°39'	1°39'	105,0	3,02		
III	116,3	101°22'	0°44'	0°44'	116,3	1,49		
III		0°00'						
8	50,3	17°16'	- 120	- 120		- 1,17	40,06	
9	65,3	85°34'	- 346	- 346	65,0	- 4,28	37,15	
10	58,5	115°20'	- 223	- 223	58,4	- 2,43	39,00	
11	35,1	173°25'	4 09	- 4 09	34,9	- 2,54	38,89	
12	47,8	244°56'	1 09	- 1 09		- 0,96	40,47	
13	52,4	297°16'	- 3 28	- 3 28	52,2	3,16	38,26	
14	78,6	325°44'	- 2 02	- 2 02	78,5	2,79	38,64	
III бекат			O*	NO*=0°01'		H _{III} =42,96	i ₋ l ₋ 0	
II		238°13'						
B		138°48'	CH					
II	$\beta_{III}=99^{\circ}26'$							
B	116,4	240°56'	0°45'	- 0,44		- 1,49		
		140°29'						
II		0°00'						
15	57,2	60°16'	- 340	341	57,0	- 3,67	39, 29	
16	52,1	97°26'	- 2 07	2 08	52,0	- 1,94	41,02	
17	43,9	143°15'	- 2 20	2 21	43,8	- 1,62	41,30	
18	42,3	267°15'	- 337	3 38	42,3	- 2,57	40,28	
19	78,1	302°10'	- 2 24	2 25	77,6	- 3,29	39,57	
20	40,0	339°16'	- 1 24	1 25	40,0	- 0,99	41,97	

d) qalamda tuzilgan reja joy bilan taqqoslanadi va reja rasmiylashtiriladi. 26- jadvalda 2T30П teodoliti va PH-10 reykasi yordamida bajarilgan taxeometrik syomka natijalari — dalada ipli dalnomerda o‘lchangan masofa D qiymatlari, ufqiy va tik doiradan sanoqlar tegishli 2, 3, 4-ustunlarda keltirilgan. Ochiq taxeometrik yo‘l AI-III B tomonlari direksion burchaklari $+_{AI}, +_{III B}$ koordinatalari $x_I, y_I, x_{III}, y_{III}$, balandliklari H_I, H_{III} ma’lum I va III punktlar bo‘yicha o‘tkazilgan (96- rasm).

26- jadval

**TAXEOMETRIK YO‘L UCHLARINING BALANDLIKLARINI
HISOBLASH QAYDNOMASI**

Nuqtalar tartib raqami	Masofa S_{100}, m	Nisbiy balandlik, m				H_b, m
		To‘q‘ri	Teskari	O‘rtacha	Tuzatilgan	
I	1,1	2,97	– 3,02	$\begin{matrix} + 2 \\ + 3,00 \end{matrix}$	+3,02	38,42
II	1,2	1,49	– 1,49	$\begin{matrix} + 3 \\ + 1,49 \end{matrix}$	+1,52	41,44
III						42,96
$\Sigma S_{100}=2,3$				$\Sigma h_{\text{chek}}= 4,49$		

$$h_H \sim H_{III} \div H_I \sim 42,96 \div 38,42 \sim 4,54 \text{ m};$$

$$f_n \sim h_{III} \sim h_H \sim 4,39 \div 4,54 \sim 0,05 \text{ m};$$

$$f_{\text{chek}} \sim 0,04'' s_{100} / \sqrt{h_1} \sim 0,04 \cdot 2,3 / \sqrt{2} \sim 0,07 \text{ m}.$$

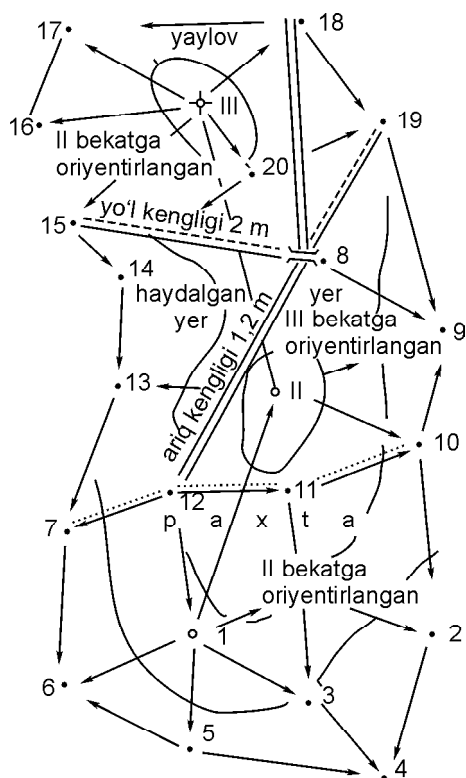
Hisoblash ishlarini bajarishda har bir bekat uchun nol o‘rni (4.2) formula bo‘yicha hisoblanadi. I bekatda $NO' \sim (^{\circ}1^{\circ}36' \nabla \wedge ^{\circ}1^{\circ}38' \nabla) / 2 \sim 0^{\circ}01' \nabla$ qaydnomaning bekatga tegishli qatoriga keltirilgan.

5- ustundagi qiyalik burchaklari (4.3)—(4.5) formulalarda hisoblanadi: I—II va I—I chiziqlar qiyalik burchaklari $\ll_{I-II} \sim ^{\circ}1^{\circ}30' \nabla \div ^{\circ}0^{\circ}01' \nabla \sim ^{\circ}1^{\circ}29' \nabla, \ll_{I-I} \sim ^{\circ}0^{\circ}59' \nabla \sim ^{\circ}0^{\circ}01' \nabla \sim ^{\circ}1^{\circ}00' \nabla$.

6- ustundagi D_{I-II}, D_{I-III} qiya masofalarning ufqiy qo‘yilishlari qiymatlari (9.2) formulaga ko‘ra:

$$S_{I-II} \sim 105,2 \cos^2 1^{\circ}37' \nabla \sim 105,1 \text{ m},$$

$$S_{I-III} \sim 46,8 \cos^2 2^{\circ}37' \nabla \sim 46,7 \text{ m}.$$



97- rasm. Taxeometrik syomka abrisi: I—III bekatlar.

7- ustundagi h_{I-II} , h_{I-I} nisbiy balandliklar qiymatlari (9.3) formulaga ko'ra:

$$h_{I-II} = \frac{105,2}{2} \sin 2(1^{\circ}37') = 2,97 \text{ m},$$

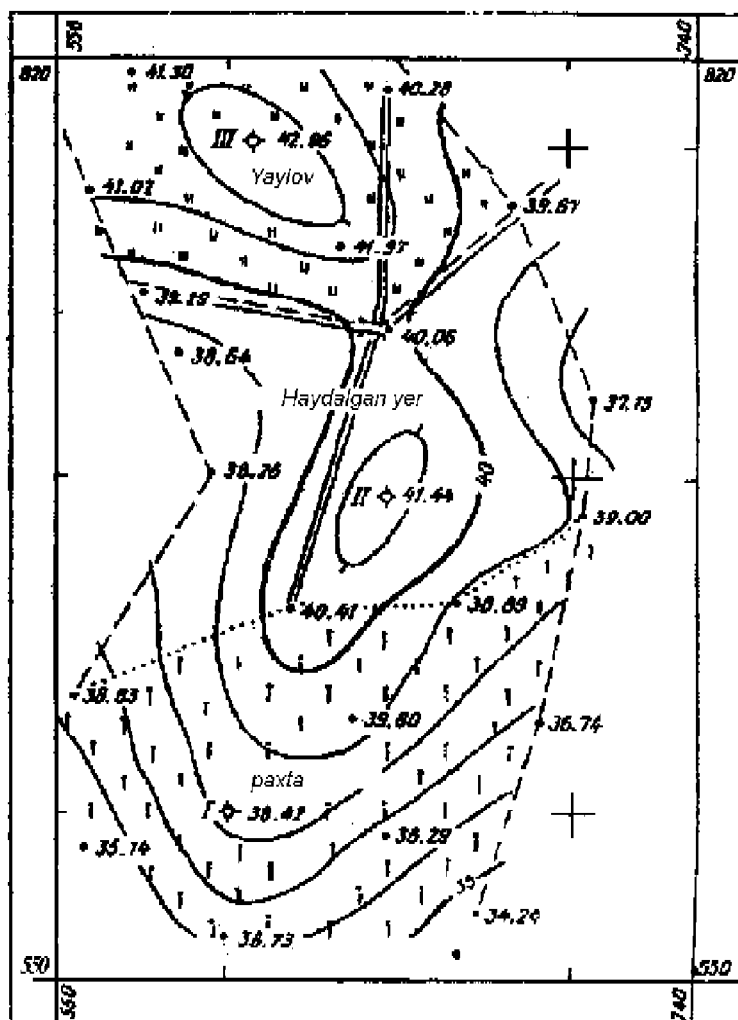
$$h_{I-I} = \frac{45,5}{2} \sin 2(1^{\circ}29') = 1,18 \text{ m};$$

8- ustundagi 1 va 2 reykali nuqtalar balandliklari (9.7) formula bo'yicha

$$H_1 \sim 38,42 \pm 1,18 \sim 39,6 \text{ m}, \quad H_2 \sim 38,42 \pm 1,68 \sim 36,74 \text{ m}$$

va boshqa qiymatlar keltirilgan tartibda hisoblangan.

Taxeometrik yo'l II uchi koordinatalarini hisoblash teodolit yo'li singari bajarilgan va 27- jadvalda keltirilgan. Faqat bunda



98- rasm. Taxeometrik syomka 2002, 1:1000. Relyef kesimi balandligi 1 m.

o'lchangan burchaklarning nazariy qiymatlari (8.5) formula bo'yicha

$$\begin{aligned} \alpha_{HI}'' &\sim \alpha_{AI} \wedge h \cdot 180^\circ \div \alpha_{IIB} \sim 303^\circ 18' \nabla \wedge 3 \cdot 180^\circ \div \\ &\div 59^\circ 56' \nabla \sim 423^\circ 22' \nabla, \end{aligned}$$

koordinata orttirmalari bog'lanmasligi esa quyidagicha hisoblanadi:

TAXEOMETRIK YO'L UCHLARI KOORDINATALARINI HISOBLASH QAYDNOMASI

Nuqtalar tartib raqami	Ufqiy burchaklar		Direksion burchak- lar, α	Ufqiy qoʻyilish- ning bajari- lish tartibi, S , m	Koordinata orttirmalari, m				Koordinatalar, m	
	Oʻlchan- gan, β_i	Tuzatil- gan, β			hisoblangan		tuzatilgan		x	y
					Δx	Δy	Δx	Δy		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A			303°18′							
I	96°31′	96°32′	26°46′	105,05	+10 93,79	-8 47,31	93,89	47,23	600,00	600,00
II	227°23′	227°23′	339,23	116,35	+11 108,90	-9 40,97	109,01	41,06	693,89	647,23
III	99°26′	99°27′	59°56′						802,90	606,17
B										
$\Sigma \beta_a =$	423°20′			$\Sigma S = 221,4$	+ 202,69	6,34	- 202,90	+ 6,17		
$\Sigma \beta_H =$	423°22′				+ 202,90	+ 6,17	+ 202,90	+ 6,17		
$f_\beta =$	2′									
$f_{\beta\text{chek}}$	3′				- 0,21	+ 0,17	0,00	0,00		
$f_s = \sqrt{0,21^2 + 0,17^2} = 0,27\text{ m},$					$f_{s\text{chek}} = 221,4 / 400 \cdot \sqrt{2} = 0,39\text{ m}$					

$$f_x \sim \sigma \|x\| (x_{III} \pm x_I) \sim 202,69 \pm (802,90 \pm 6000,00) \sim \pm 0,21 \text{ m},$$

$$f_y \sim \sigma \|y\| (y_{III} \pm y_I) \sim 6,34 \pm (606,17 \pm 6000,00) \sim \pm 0,17 \text{ m}.$$

Taxeometrik yoʻlning II bekat balandligini hisoblash natijasi 26- jadvalda keltirilgan. Reja tuzishda (98- rasm) kvadratlar toʻri masshtab chizigʻi va oʻlchagichda yasaliib, taxeometrik yoʻl uchlari koordinatalar boʻyicha tushirilgan, reykali nuqtalar oʻrni koordinatalari usulida aniqlangan va yozilgan balandliklar boʻyicha abris (97- rasm)ga asoslanib relyef kesimi balandligini 1 m boʻlgan gorizontallar oʻtkazilib, joy relyefi tasvirlangan. Reja shartli belgilar asosida rasmiylashtirilgan.

9.3. TAXEOMETRIK SYOMKANI AVTOMATLASHTIRISH TOʻGʻRISIDA TUSHUNCHA

Hozirgi davrdagi geodezik asbobsozlikning ajralib turadigan jihatlaridan asosiysi ilgʻor zamonaviy texnologiyalarni qoʻllash bilan bogʻliq boʻlgan texnologik sakrash boʻldi. Zamonaviy geodezik asboblarning faqat optik asboblarning boʻlib qolmay, balki kompyuterlashtirilgan optik elektron sistemalar yoʻnalishida rivojlanmoqda va geodezik asboblarning ishlab chiqaruvchilar anʼanaviy optik asboblarning bilan birgalikda zamonaviy optik elektron asboblarning — elektron teodolitlar, taxeometrik stansiyalar, elektron (raqamli), lazerli nivelirlar, ruletkalar va boshqa asboblarning ishlab chiqarilmoqda. Bunday asboblarning koʻpchiligi mexanik blok, optik blok va tarkibida oʻlchash moduli va interfeysli modul boʻlgan elektron blokdan iborat.

Elektron taxeometrik stansiyalar eng ommaviy boʻlib, koʻp firmalar tomonidan chiqarilmoqda. Har bir firma oʻz asboblarni kodlash sistemasiga ega. Ular odatda maʼlum aniqlik diapazonini qamrab oladigan bir avlod asboblarning 3 sinfi (seriyasi) chiqariladi. Har bir seriyada oʻrnatilgan diapazon doirasida aniqligi, avtomatlashtirish darajasi va qoʻshimcha funksiyalarning har xil toʻplami boʻyicha farqlanadigan bir necha modifikatsiyasi boʻladi (45- rasm).

Taxeometrik stansiyalar masofalarni va burchaklarni bevosita oʻlchash — qutbli syomka, rejalar ishlarini, masofani vositali aniqlash, balandlikni aniqlash, maxsus ishlarni — doiraviy qabullar

usulida, doiraviy egrilarni rejalash, fasadli syomka, poligonometriyani o'rnatish va boshqa maxsus ishlarni bajarishda qo'llaniladi.

Zamonaviy elektron taxeometrik stansiyalar avtomatlashtirish darajasiga ko'ra mexanik, motorlashtirilgan, robotlashtirilgan (radioaloqa orqali olisdan motorlashtirilib boshqariladigan)larga bo'linadi.

Burchakli va chiziqli o'lchash aniqligi bo'yicha ular tegishlicha: o'rtacha aniqlikda $m_e \sim 3 \div 5$; $m_D \sim 5 \div [5 \div 3]$ mm/km, aniq $m_e \sim 2 \div 3$., $m_D \sim 3 \div [3 \div 2]$ mm/km va yuqori aniqlikda $m_e \sim 1$., $m_D \sim 1 \div [2 \div 1]$ mm/km o'rta kvadratik xatoliklar bilan o'lchaydiganlarga bo'linadi.

Dasturli ta'minoti, ma'lumotlarni saqlash, uzatish turi va qo'shimcha funksiyalari bo'yicha: mexanik-izlovchi nur, pozisiyalari nur, markazlashtirgich, motorlashtirilgan aniq avtomatik yo'nalishtirish, qaytargichni avtomatik kuzatish, robotlashtirilgan (qo'shimcha) identifiktor bo'yicha qaytargichni izlash, qaytargichdan radiomodem bo'yicha distansiyali boshqarish kabilarga bo'linadi. Topografik syomkalar an'anaviy geodezik asboblardan shuningdek, zamonaviy elektron asboblarda ham bajarilishi mumkin, ammo syomka metodlari avvalgidek qoladi. Ufqiy va tik syomkalar ko'pincha qutbli usulda bajariladi, bunda elektron asboblarda koordinatalarni topish aniqligi yuqori.

Elektron taxeometrlarning paydo bo'lishi bilan taxeometrik syomkani to'la va qisman avtomatlashtirish imkoni tug'iladi. Bunda elektron taxeometr syomkali nuqtalarda o'rnatiladi va piketli nuqtalarga taxeometr komplektiga kiradigan qaytargichli nishon tayoqchalar qo'yiladi. Bu hamda yondosh va syomkali nuqtalardagi nishon tayoqchalarga asbob trubasi yo'naltirilganda ufqiy va tik burchaklar hamda ulargacha masofa avtomatik rejimda aniqlanadi. Taxeometrning mikro EHMni o'lchash natijalariga avtomatik tarzda ishlov beradi va $\angle x$ va $\angle y$ orttirmalarni, yondosh syomkali hamda piketli nuqtalargacha nisbiy balandliklarni aniqlaydi. Bunda o'lchanadigan masofalarga va o'lchanadigan burchaklarga asbob tik o'qini qiyaligi ta'siri uchun ham tuzatmalar avtomatik tarzda hisobga olinadi. O'lchashlar natijalari maxsus xotira (informatsiya yig'uvchi) moslamalariga kiritilishi yoki magnitli kassetaga yozilishi mumkin. Keyinchalik informatsiya magnitli kasseta — yig'uvchidan EHMga kiradi, u maxsus dastur bo'yicha o'lchashlar natijalarini yakuniy ishlovini bajaradi, syomkali va piketli nuqtalarning koordinatalarini hisoblashni, joy

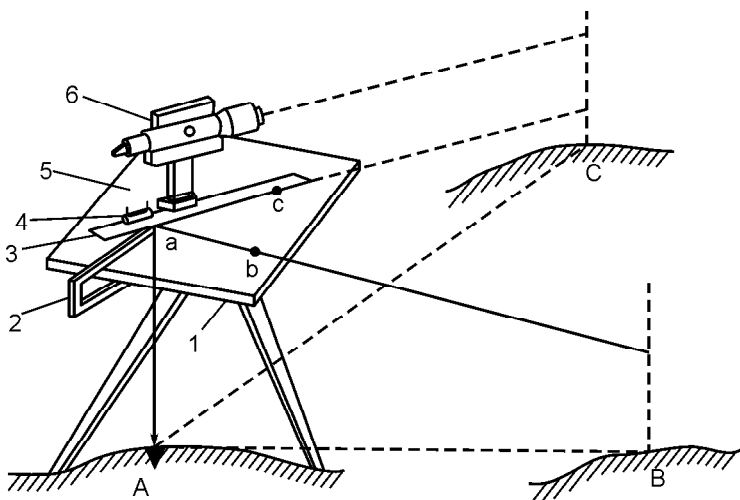
topografik rejasini grafikli yasash va joyning raqamli modelini tuzish uchun zarur bo'lgan hisoblashlarni o'z ichiga oladigan o'lchashlar natijalarini topografik rejasini yasashni EHM bilan ulangan grafo-yasovchida amalga oshiriladi.

Total stansiya 3TA 5 (elektron taxeometr 3TA5-Rossiya). Elektron taxeometr 3TA5 (45- b rasm) yerlarni ro'yxatga olish, yer kadastrini yaratish va yangilash, yer ajratish masalalarini yechish (loyihani joyga ko'chirish)da yirik masshtabli topografik syomkalarni bajarish uchun mo'ljallangan. Taxeometrda qutbli va to'g'ri burchakli koordinatalarni, balandlik belgilarini, yer uchastkalari yuzalarini hamda ufqiy qo'yilishlarini o'lchash ham mumkin. O'lchashlar natijalari PCM/CTA turdagi shaxsiy kompyuterga bevosita uzatilishi mumkin. Bir qabulda burchakni o'lchash o'rta kvadratik xatoligi ufqiy burchakniki — 5., tik burchakniki — 5., qiya masofaniki — $D \sim (5 \sqrt{3D \times 10})$ mm. Masofani o'lchash vaqti aniq rejimda 6., uzluksiz rejimda 3..

9.4. MENZULA SYOMKASI

Menzula syomkasi kichik maydonlarning topografik rejasini menzula va kipregel yordamida dalada bevosita tuzishda qo'llaniladi. Syomkani bajarish joydagi ayrim nuqtalarning planshetdagi o'zaro holatini grafik usulda aniqlashga asoslangan. Bunda nuqtalargacha bo'lgan masofa kipregel dalnomeri va reyka yordamida o'lchanadi, ufqiy burchaklar o'lchanmaydi, grafik yasash yo'li bilan hosil qilinadi.

Dalada tuzilgan topografik reja joy bilan taqqoslanadi. Menzula syomkasini bajarish uchun zichlash syomka tarmog'i joy sharoiti va syomka masshtabiga qarab analitik yoki grafik usullarda barpo etiladi. Analitik usulga teodolit va taxeometrik yo'llari kiradi, ularning uchlari balandliklari relyef kesimni 1 m gacha bo'lganda geometrik nivelirlash usulida aniqlanadi. Ish boshlashdan avval planshet tayyorlanadi — sifatli chizma qog'oz aluminiy yoki fanerga tuxum oqi yoki kraxmal yordamida yopishtirilib, unda kvadratlar to'ri yasaladi, syomka asosi nuqtalari koordinatalari bo'yicha tushiriladi, balandliklari yoziladi. Planshet menzula taxtasiga mahkamlanadi, usti (kalka) shaffof qog'oz bilan qoplanadi. Syomkani bajarish uchun menzula joy nuqtasi (bekat)da



99- rasm. Menzula planshetida ufqiy burchakni yasash prinsipi.
 1 — taxta; 2 — markazlashtirish ayrisi; 3 — kipregel chizg'ichi;
 4 — silindrik adilak; 5 — planshet; 6 — kipregel; 7 — shtativ.

o'rnatiladi — menzula markazlashtiriladi, taxtasi ufqiy holatga keltiriladi va yo'nalish aniqlanadi (99- rasm).

Menzulani markazlashtirishda syomka planshetidagi nuqta joyining tegishli nuqtasi ustiga 1:2000 va undan yirik masshtab syomkalarda markazlashtirish ayrisi yordamida, undan maydaroq masshtabli syomkalarda esa ko'z bilan chamalab o'rnatiladi.

Menzula taxtasi (planshet)ni ufqiy holga keltirish uchun kipregel chizg'ichi ikki ko'targich vint yo'nalishida qo'yilib, ular yordamida adilak pufakchasi o'rtaga keltiriladi. So'ngra chizg'ich boshlang'ich yo'nalishga perpendikulyar qo'yilib, uchinchi vint orqali pufakcha o'rtaga keltiriladi. Bundan keyin chizg'ichning har xil holatida pufakcha o'rtada qolishi kerak.

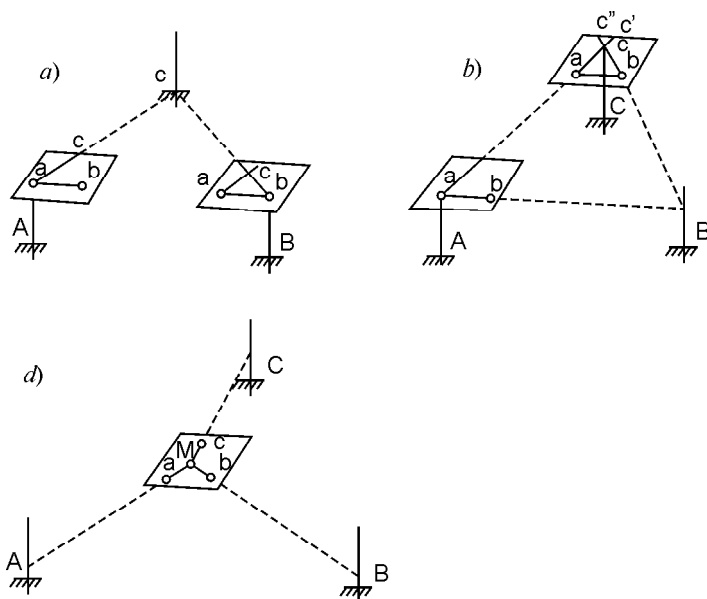
Menzula yo'nalishini aniqlashda (oriyentirlashda) syomka planshetidagi va joydagi chiziqlarning o'zaro parallelligiga erishiladi. Bunda kipregel chizg'ichi planshetda asbob turgan nuqta undan eng olis va joyda yaxshi ko'rinadigan nuqta bilan tutashtiruvchi chiziqqa qo'yiladi. Menzula taxtasi avval qo'lda, so'ngra taglik surish vintida aylantirilib, truba ko'rish o'qi shu nuqtaga mos kelishiga erishiladi. Menzula yo'nalishini aniqlash boshqa yo'nalish orqali tekshiriladi. Menzulaning taxminiy yo'nalishni aniqlash uchun bussol planshet tomoniga parallel qo'yilib, menzulani burash orqali uning mili nolinch diametriga keltiriladi.

Syomka bajarish uchun planshetdagi nuqtalar zichligi yetarli bo'lmaganda ular syomka asosli punktlari — to'g'ri birlashgan (kombinatsiyalashtirilgan), teskari kesishtirish usullarini qo'llab, shuningdek, menzula yo'llarini o'rnatish orqali zichlantirilishi mumkin.

1. To'g'ri kestirma — joydagi A va B nuqtalarga tegishli planshetdagi a va b nuqtalardan foydalanib, joydagi C nuqtaning planshetdagi o'rni c ni aniqlash talab qilinadi (100- a rasm). Buning uchun menzula A nuqtaga o'rnatilib, AB chiziq bo'yicha yo'nalish aniqlanadi. Kipregel chizg'ich a nuqta orqali aylantirilib, ko'rish trubasi joydagi C nuqtaga qaratiladi va planshetda ac yo'nalish chiziladi. Bundan keyin menzula B nuqtaga o'rnatilib, ba chiziq bo'yicha yo'nalish aniqlanadi. Kipregel chizg'ichi B nuqtaga qo'yilib, truba C nuqtaga qaratiladi, ba va bc yo'nalishlar chiziladi, ac va bc chiziqlarning kesishish nuqtasi c joydagi C nuqtaning planshetdagi o'rni bo'ladi.

Bayon etilgan usulda joydagi bir necha nuqtalarning planshetdagi o'rinlari aniqlansa, u geometrik tarmoq deyiladi.

2. Kombinatsiyalangan kestirma A va B nuqtalarga nisbatan joydagi C nuqtaning o'rnini B nuqtada menzula bilan ko'rish imkoni bo'lmaganda qo'llaniladi (100- b rasm). Menzula A nuqtada o'rnatilib ab chizig'i bo'yicha yo'nalishni aniqlanadi,



kestirmalar:
kombinatsiyalangan;

ko'rish trubasi C nuqtaga qaratilib, ac yo'nalish chiziladi. So'ngra menzula C nuqtaga ko'chirilib, taxminan markazlashtiriladi, ca yo'nalish bo'yicha yo'nalish aniqlanadi. Keyin kipregelni b nuqta atrofida aylantirilib, truba joydagi B nuqtaga qaratiladi va bc yo'nalish chiziladi, ac va bc yo'nalishlarning kesishish c nuqtasi izlanayotgan C nuqtaning planshetdagi holatini beradi.

3. Teskari kestirma (Potenot masalasi). Aniqlanayotgan nuqtaning planshetdagi holati uchta boshlang'ich nuqtaga nisbatan topiladi (100- d rasm). Menzula M nuqtaga o'rnatilib, bussol bo'yicha yo'nalish aniqlanadi. Planshetda a , b va c nuqtalarga kipregel chizg'ichi ketma-ket qo'yilib, truba joydagi A , B va C nuqtalarga qaratiladi, har gal kipregel chizg'ichida yo'nalish chiziladi. Agar uchta yo'nalish bir nuqtada kesishmasa, hosil bo'lgan xatolik uchburchagi ichida nuqta belgilanadi va uzoqdagi nuqta bo'yicha menzula yo'nalishni aniqlanib, qaytadan a , b va c nuqtalar orqali joyning tegishli nuqtalariga truba qaratiladi. Bundan keyin hamma yo'nalishlar bir nuqtada kesishsa, masala yechilgan hisoblanadi. O'lchangan qiyalik burchagi planshetdan aniqlangan ufqiy S masofa bo'yicha topilgan nuqtalar balandliklar (9.1) formula yordamida hisoblanadi.

4. Syomkani bajarishda tafsilotning xarakterli nuqtalari qutb usulida syomka qilinadi, ularga reyka o'rnatilib, ipli dalnomerlarda masofa aniqlanadi, so'ngra masshtab chizg'ichidan foydalanib, planshetga tushiriladi.

Relyef syomkasi tafsilot syomkasi bilan birgalikda olib boriladi. Nomogrammali kipregelda ufqiy masofa va nisbiy balandliklar aniqlanadi. Gorizontallar bekatining o'zida o'tkaziladi.

Har xil masshtabli syomkalarda asbobdan reykgacha bo'lgan masofa 150—350 m ni, piketlar oralig'i esa reja masshtabida 2 sm ni tashkil etadi. Syomka jarayonida balandliklar va konturlar kalkasi tuziladi. Syomka tugagach, joy konturlari va gorizontallar shartli belgilar jadvali bo'yicha chiziladi.

9.5. MENZULANING TUZILISHI VA UNI TEKSHIRISH

Menzula (99- rasm) menzula taxtasi (planshet) I , taglik va shtativdan iborat. Menzula tagligi planshet bilan birgalikda ikki: yuqori va quyi qismdan iborat, yuqori qismi surish va qaratish

vinti 7 vositasida planshet 6 bilan biriktirilgan disk 5 dan iborat. Planshet o'lchami 60×60 sm li taxta bo'lib, unda metall asos mavjud va u kipregelni o'rnatish uchun xizmat qiladi, azimut bo'yicha 7 vintda suriladi, adilak bo'yicha 8 vintda o'rnatiladi. Metall quyi qismi yuqori qismi bilan mahkamlash vinti yordamida tutashtiriladi. Menzula jihozida 1:2000 va undan yirik masshtabli syomkalarni bajarishda qo'llaniladigan markazlashtirish ayrisi, taglikda suriladigan va noli asbob balandligida o'rnatiladigan maxsus reyka va yo'nalishni aniqlash bussoli bo'ladi.

Menzulani tekshirish

1. Menzula turg'un bo'lishi kerak. Menzula ish holatiga keltirilib, kipregel joyning uzoqdagi nuqtasiga qaratiladi. Menzula taxtasi qo'lda asta bosilib, so'ngra qo'yib yuboriladi. Ana shunda iplar to'ri o'z holatini o'zgartirmasa, shart bajarilgan hisoblanadi. Aks holda menzula ustaxonada tuzatiladi.

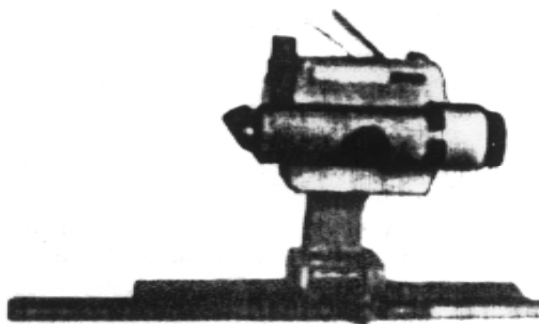
2. Menzula taxtasining ustki sirti tekis bo'lishi kerak. Kipregel chizg'ichi menzula taxtasi ustiga qo'yilganda ular orasidan yorug'lik o'tmasa, shart bajarilgan bo'ladi.

3. Menzula taxtasining ustki sirti menzula aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak. Ko'targich vintlar va kipregel chizg'ichidagi adilak yordamida menzula taxtasi ufqiy holatga keltiriladi. Menzula taxtasi menzula aylanish o'qida aylantirilganda pufakcha o'rtadan uch bo'lakdan ortiq og'masa, shart bajarilgan bo'ladi. Aks holda menzula ustaxonada tuzatiladi.

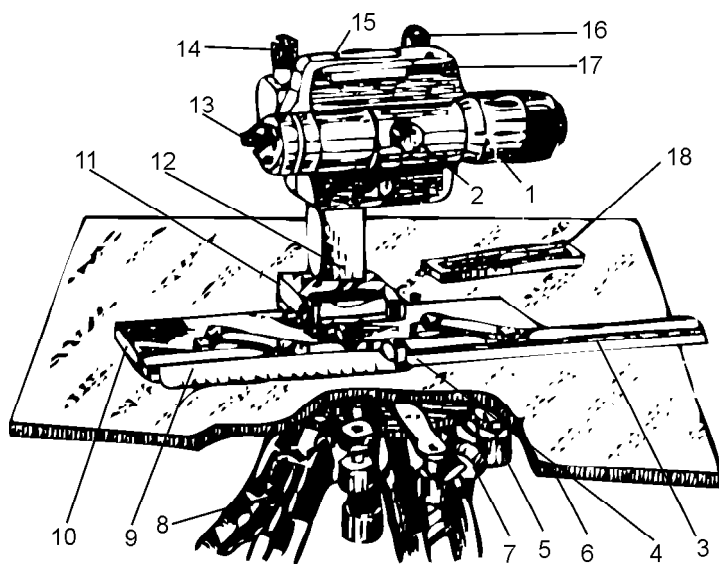
9.6. KIPREGELNING TUZILISHI VA UNI TEKSHIRISH

Umumiy ko'rinishi 101- rasmda keltirilgan KN kipregeli ko'rish trubasi 1, ustun 12, asosiy 10 va qo'shimcha 3 chizg'ichlardan iborat (102- rasm).

Ko'rish trubasi kuzatilayotgan narsaning to'g'ri tasvirini beradi, kremalyera 2 da fokuslantiriladi, qo'zg'almas tik doiraga nisbatan aylanadi. Tik doira har bir darajadan 0° dan 50° gacha soat mili yo'li va unga teskari yo'nalishda yozilgan, limb bo'lagi qiymati $5'$ dan. Tik doiradagi silindrik adilak 15 doira nolini nolga



101- rasm. KN nomogrammalı kipregelining umumiy ko'rinishi.



102- rasm. KN nomogrammalı kipregelining tuzilishi:

1 — ko'rish trubasi; 2 — kremalyera; 3 — qo'shimcha chizg'ich; 4 — ignali shtift; 5 — disk; 6 — planshet; 7 — surish vinti; 8 — ko'tirgich vinti; 9 — masshtab chizg'ichi; 10 — asosiy chizg'ich; 11 — silindrik adilak; 12 — ustun; 13 — okulyar; 14 — truba qaratish vinti; 15 — vertikal doiradagi adilak; 16 — elevatsion vint; 17 — trubadagi adilak.

oʻrnatishga xizmat qiladi, nol oʻrni va qiyalik burchaklari quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

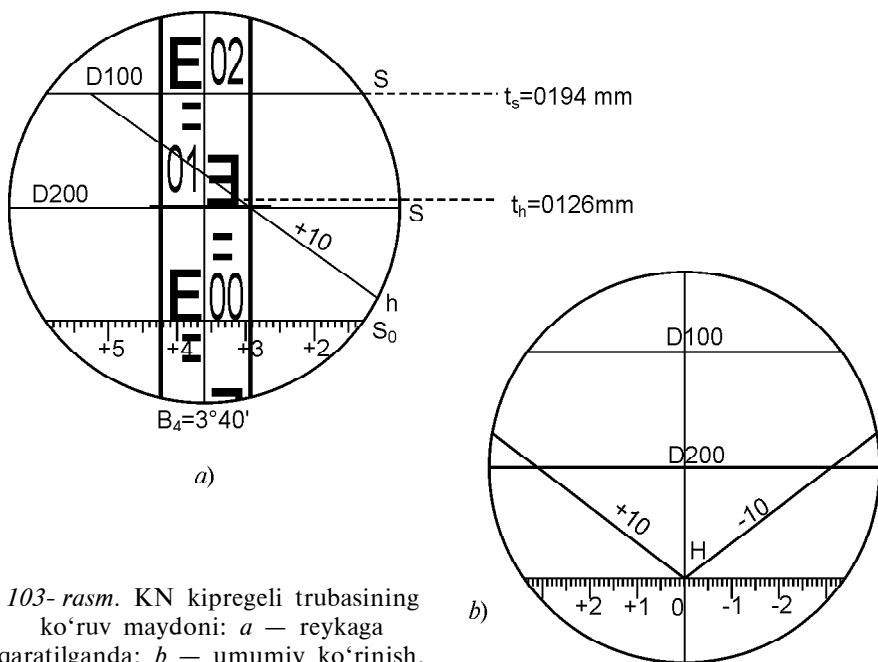
$$NO' \sim (O' \pm Ch), \quad (9.11)$$

$$\ll \sim (O' \pm NO') \sim (Ch \wedge NO'), \quad (9.12)$$

$$\ll \sim 0,5(O' \wedge Ch). \quad (9.13)$$

Nol oʻrni nol boʻlganda sanoqlar yozilishi qiyalik burchaklari tegishli ishoralarga ega boʻladi. Chiziqlar uzunliklari va nisbiy balandliklarini hosil qilish uchun tik doira limbida yasalgan hamda doiraning chap holatida trubaning koʻrish maydonida koʻrinadigan nomagramma bor (103- rasm). U asosiy egri chiziq koefitsiyenti $K \sim 100$ va 200 boʻlgan ufqiy qoʻyilishlar egrisi koefitsiyentlari $K_h \sim 10, 20$ va 100 tegishli egrilarda yozilgan nisbiy balandliklar egrisi h dan iborat.

Masofani va nisbiy balandlikni aniqlash uchun asosiy egri reykaning noliga qaratiladi va tegishli S va h egrilardan l_s va l_h kesmalar sanoqlari olinadi, ufqiy masofa $S \sim Kl_s$, nisbiy balandlik $h \sim K_h l_h$ hisoblanadi. 103- a rasmda $S \sim 19,4 \text{ sm} \cdot 100 \sim 19,4 \text{ m}$, $h \sim 12,6 \text{ sm} \cdot 10 \sim 1,26 \text{ m}$.



103- rasm. KN kipregeli trubasining koʻruv maydoni: a — reyka qaratilganda; b — umumiy koʻrinish.

Trubadagi silindrik adilak kipregeldan nivelir sifatida foydalanish imkonini beradi. Ustun 12 ning yuqori qismida (102- rasm) mahkamlangan doiraning o'qida ko'rish trubasi o'rnatiladi, ustunning pastki qismi kipregel zaminining asosiy chizg'ichi 10 bilan biriktirilgan. Qo'shimcha chizg'ich 3 olinadigan nuqtaning planshetdagi o'rnini masshtab chizg'ichi 9 va ignali shtift 4 yordamida asbobni qo'zg'atmasdan aniqlash imkonini beradi. Ustunga biriktirilgan silindrik adilak 11 menzula taxtasini (planshetni) ufqiy holga keltirishga xizmat qiladi.

Kipregelni tekshirish. Kipregel teodolitning alidadadan boshlab, yuqori qismi vazifasini bajaradi. Kipregelda ufqiy burchak o'lchash va uni planshetda grafik yasash prinsipini amalga oshirish uchun kipregelning quyidagi geometrik shartlarni qanoatlantirishi tekshiriladi:

1. *Kipregel chizg'ichidagi silindrik adilak o'qi chizg'ich ostki tekisligiga parallel bo'lishi kerak.* Kipregel chizg'ichi ikki ko'targich vint yo'nalishida chizilgan chiziqqa qo'yilib, adilak pufakchasi nol punktga keltiriladi. Kipregel chiziq bo'yicha 180° aylantirilganda pufakcha nol punktdan og'sa, u og'ish yoyining yarmiga adilak tuzatkich vinti, qolgan yarmiga esa ko'targich vintlar bilan keltiriladi va tekshirish shu yo'sinda takrorlanadi.

2. *Truba ko'rish o'qi truba aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak.* Ko'rish trubasi uzoqdagi nuqtaga doiraning o'ng va chap holatida qaratilib, chizg'ich qirrasini bo'yicha chiziqlar o'tkaziladi. Chiziqlar ustma-ust tushsa, shart bajarilgan bo'ladi. Agar chiziqlar burchak hosil qilsa, ularning bissektrisasi bo'yicha chizg'ich qirrasini qo'yilib, tuzatkich vintlar orqali iplar to'ringning kuzatilayotgan nuqtadan og'ishi bartaraf etiladi.

3. *Ko'rish trubasi aylanish o'qi kipregel chizg'ichi ostki tekisligiga parallel bo'lishi kerak* (teodolitning uchinchi shartini tekshirish kabi bajariladi).

4. *To'ring tik ipi truba aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak* (teodolitning to'rtinchi shartini tekshirish kabi bajariladi).

5. *Truba ko'rish tekisligi kipregel chizg'ichi qirrasida yoki unga parallel chiziqdan o'tishi kerak.* Truba uzoqdagi nuqtaga qaratilib, chizg'ich qirrasini uchlariga ikki igna tik qadaladi. Kuzatilayotgan nuqta ignalardan o'tuvchi chiziqda yotsa, shart bajarilgan hisoblanadi.

6. *Tik doiraning nol o'rni (NO') nolga yaqin son bo'lishi kerak.* U (9.8) formula asosida hisoblanadi, agar uning qiymati 1∇ (bir minut)dan katta bo'lsa, teodolitniki kabi nolga keltiriladi.

10- bob. INSHOOTLARNI LOYIHALASH VA QURISHDA GEODEZIK ISHLAR

10.1. UFQIY VA QIYA TEKISLIKNI LOYIHALASH

Ufqiy tekislikni ko'pincha yer sirti kvadratlar bo'yicha nive-
lirlangan reja asosida loyihalanadi (104- rasm). Bunda ufqiy te-
kislik yer sirti o'rtacha balandligida yotgandagina yer qazish va
tuproq to'kish hajmlari taxminan o'zaro teng bo'ladi. Loyiha-
lanayotgan tekislikning o'rtacha loyiha balandligi quyidagi formula
yordamida hisoblanadi:

$$H_0 = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4}{4n}, \quad (10.1)$$

bunda " H_1 ", " H_2 ", " H_3 ", " H_4 " — bir, ikki, uch va to'rt kvadratlar
uchun umumiy bo'lgan balandliklar yig'indisi, n — kvadratlar
soni. Hisoblangan o'rtacha balandlikdan kvadratlar uchlari ba-
landliklari ayirmasi

$$r_i = H_0 - H_1 \quad (10.2)$$

ish balandligi deyiladi. Uning ishorasi manfiy bo'lsa, yer qazish
chuqurliligini, musbat bo'lganda esa tuproq to'kish balandligini
ko'rsatadi. Kvadrat uchlari, ish balandliklari har xil ishorali
bo'lganda u to'liq kvadrat, uchlari ishoralari turlicha bo'lganda
esa to'liqsiz kvadrat deyiladi. Bunday kvadratlar ichida nol ishlari
chizig'i, ya'ni loyihaviy tekisliklar yer sirti bilan kesishish chi-
zig'i yotadi. Uning rejadagi o'rnini tegishli kvadrat uchidan aniq-
lash uchun

$$x = \frac{r_1}{r_1 + r_2} a \quad (10.3)$$

masofa hisoblanadi, bu yerda r_1 , r_2 — ish balandliklari (hisob-
lashda ularning ishoralari e'tiborga olinmaydi), a — kvadrat to-
moni uzunligi. Topilgan chiziq yer qaziladigan va tuproq to'ki-
ladigan yuzalarning chegarasi bo'ladi. Bu yuzalarning og'irlik
markazlari orasidagi masofa o'rtacha tuproq masofasi deyiladi.
Yer qazish va tuproq to'kish hajmlari to'rt va besh qirrali prizmalar
uchun taxminiy

$$V = \frac{\sum r_i}{4} p \quad (10.4)$$

formula, uch qirrali prizmalar uchun esa

$$V = \frac{\sum r_i}{3} p \quad (10.5)$$

formula bo'yicha hisoblanadi, bunda r_i — ish balandliklari yig'indisi, p — prizma asosi yuzasi.

Hisoblangan hajmlar ishoralari bilan rejada yoziladi va har bir gorizontall chiziqlar bo'yicha yig'indilari topiladi. Hajmlar farqi 3 %dan oshmasligi kerak.

Suv oqishni ta'minlash uchun qiya tekislik bo'ylama i_x va ko'ndalang i_y nishabliklar va boshlang'ich A nuqta balandligi H_A bo'yicha loyihalanadi. Boshlang'ich H_A nuqtadan S_x , S_y masofalarda joylashgan tegishli kvadrat uchining loyihaviy balandligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$H_L \sim H_A + S_x i_x + S_y i_y. \quad (10.6)$$

Kvadratlar har bir uchlarining loyihaviy va haqiqiy balandliklari farqi ish balandliklar hisoblanadi. Qolgan ishlar ufqiy tekislikni loyihalash masalalari singari amalga oshiriladi.

10.2. YER ISHLARI KARTOGRAMMASINI TUZISH (amaliy mashg'ulot)

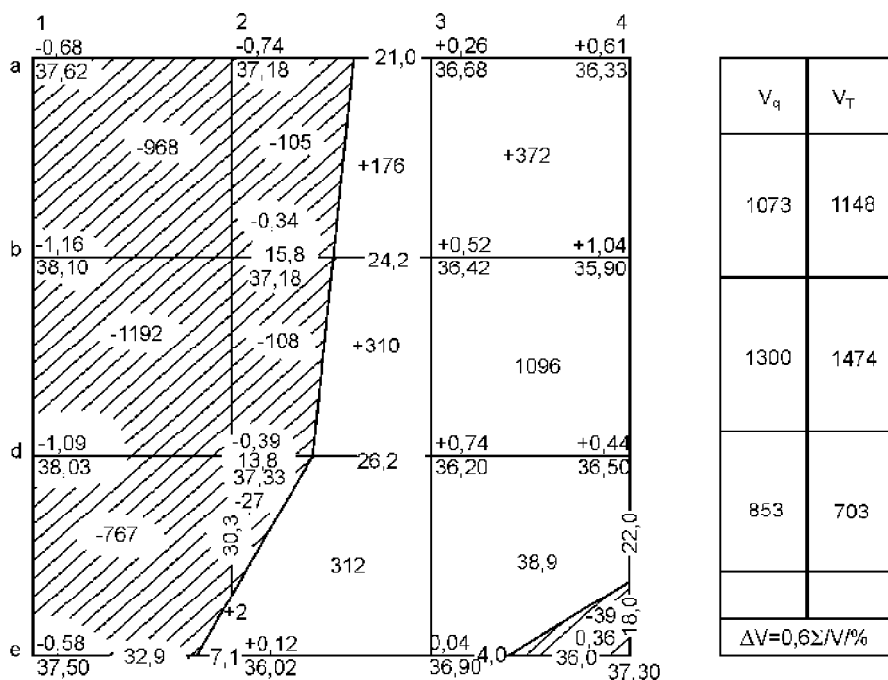
Yer tekislash loyihasi hujjati *yer ishlari kartogrammasi* deyiladi va bu chizmaning namunasi 104- rasmda keltiriladi. Kartogrammada haqiqiy, loyihaviy, ish balandliklari qiymatlari va nol chiziqlari holati ko'rsatiladi.

Kerakli ma'lumotlar (10.1)—(10.5) formulalar asosida aniqlanadi. Ko'rilayotgan misolda kvadratlar tomonlari 40 m dan.

Hisoblashlar quyidagi tartibda olib boriladi:

1. Ufqiy tekislikning loyihaviy balandligi (10.1) formula bo'yicha hisoblangan:

$$H_0 = \frac{178,75 + 2 \cdot 298,11 + 4 \cdot 147,23}{4 \cdot 9} = 36,94 \text{ m.}$$



104- rasm. Yer ishlari kartogrammasi.

2. Ish balandliklari (10.2) formula asosida hisoblangan: a_2 va a_3 kvadrat uchlari uchun tegishli ravishda:

$$r_{a_2} \sim 36,94 - 37,18 \sim 0,24 \text{ m,}$$

$$r_{a_3} \sim 36,94 - 36,68 \sim 0,26 \text{ m.}$$

3. Nol ishlari nuqtalarigacha masofalar (10.3) formula bo'yicha topilgan:

a) a_2 va b_2 kvadrat uchlariidan nol nuqtalarigacha bo'lgan masofalar:

$$x_{a_2-0} = \frac{0,24}{0,24 + 0,26} \cdot 40 = 19,2 \text{ m,}$$

$$x_{b_2-0} = \frac{0,34}{0,34 + 0,52} \cdot 40 = 15,8 \text{ m;}$$

b) shunday qiymatli asoslar bilan chegaralangan yer qazish trapetsiyasi va kvadrat qolgan tuproq to'kish qismining trapetsiyasi yuzalari tegishli ravishda quyidagicha aniqlanadi:

$$P_q = \frac{19,2+15,8}{4} \cdot 40 = - 700 \text{ m}^2 ,$$

$$P_m \sim 1600 \pm 700 \sim 9000 \text{ m}^2 ;$$

d) qiymatlari bunday asosli yer qazish va tuproq to'kish prizmalarining hajmlari (10.4) formulaga asosan quyidagicha:

$$V_q = \frac{-0,24-0,34}{4} \cdot 700 = 105 \text{ m}^3 ,$$

$$V_t = \frac{-0,26+0,52}{4} \cdot 900 = 176 \text{ m}^3 .$$

4. To'la kvadratlar uchun yer ishlari hajmlari (10.4) formula bo'yicha hisoblangan: $a1 \pm a2 \pm b2 \pm b1$ va $a3 \pm a4 \pm b4 \pm b3$ to'la kvadratlar uchun tegishli ravishda:

$$V_q = \frac{-0,68-0,24-0,34-1616}{4} \cdot 1600 = - 968 \text{ m}^3 ,$$

$$V_t = \frac{+0,26+0,61+1,04+0,52}{4} \cdot 1600 = +972 \text{ m}^3 .$$

5. Ish balandligi $r_{b3} \sim \pm 0,39 \text{ m}$ bo'lgan uchburchakli prizma asosi $P \sim 13,8 \times 30,5/2 \sim 210 \text{ m}^2$ va hajmi (10.6) formulaga ko'ra: $V \sim \pm 0,39 \times 210/3 \sim \pm 27 \text{ m}^3$.

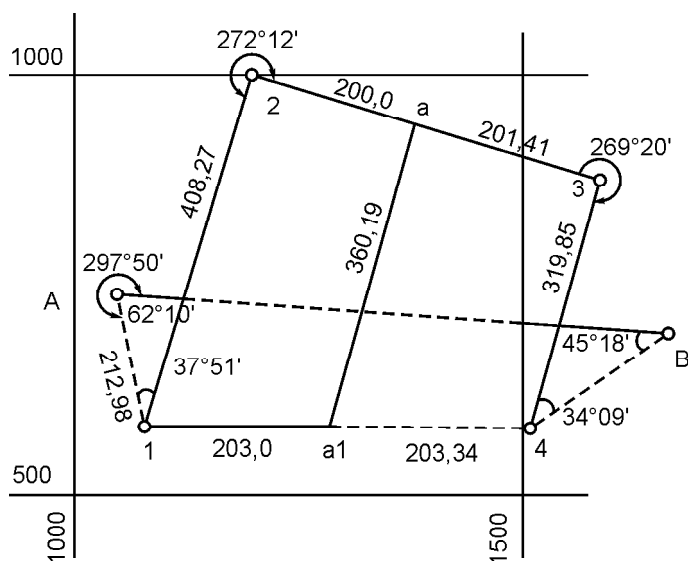
6. Hajmlarning har bir ufqiylik bo'yicha va umumiy yig'indilari chizmadan o'ngdagi jadvalda keltirilgan. Yer qazish va tuproq to'kish hajmlari farqi:

$$\frac{V_{qaz} - V_{to'kish}}{\Sigma IVI} = \frac{-3226 + 3265}{6493} = 0,6\% .$$

Demak, u yo'l qo'yarli darajada.

10.3. LOYIHANI JOYGA KO'CHIRISH UCHUN ASOS VA REJALASH CHIZMALARINI TAYYORLASH (amaliy mashg'ulot)

Rejada loyihalashtirilayotgan yo'llar va kanal trassalarini ochiq va tekis yerlarda ma'lum nuqtalar orasida yotgan chiziqli uzunliklari lentada o'lchash orqali joyga ko'chiriladi. Yopiq, notekis katta



105- rasm. Loyihani joyga ko‘chirish uchun ishchi chizma.

maydonli yerlarda inshootlar o‘qi siniq chiziqlardan iborat bo‘lganda loyiha geodezik asos yoki mavjud punktlarga nisbatan burchak va chiziq uzunliklarini yasash orqali joyga ko‘chiriladi. Bu holda koordinatalari ma’lum geodezik tarmoq *A* va *B* punktlari orasida joyga ko‘chiriladigan trassa bo‘lib loyihaviy teodolit yo‘li *A*-1-2-3-4-*B* belgilanadi (105- rasm). Uning burchaklari va tomonlari uzunliklari rejadan masshtabda aniqlangan burilish 1, 2, 3 va 4 uchlari hamda ma’lum *A* va *B* nuqtalar koordinatalari bo‘yicha teskari geodezik masala

$$x_2 \sim x_1 \wedge \nparallel x,$$

$$y_2 \sim y_1 \wedge \nparallel y$$

yoki

$$\operatorname{tg} r_{12} = \frac{Dy}{Dx}$$

formulalar asosida hisoblanadi. Loyihaviy teodolit yo‘li burchaklari va tomonlari uzunliklarini hisoblash qaydnomasi namunasi 28-jadvalda keltirilgan, 2 va 3- ustundagi *A* va *B* nuqtalarga tegishli koordinatalar katalogidan olib ko‘chirilgan, 1, 2, 3 va 4 burilish uchlari koordinatalari esa rejadan grafik usulida aniqlangan. 4 va 5- ustundagi koordinata orttirmalari

$$\begin{aligned}x_2 \pm x_1 &\sim \|x \sim S \cos +_{12} \sim ^\wedge S \cos r_{12}, \\y_2 \pm y_1 &\sim \|y \sim S \sin +_{12} \sim ^\wedge S \sin r_{12}\end{aligned}$$

formula asosida hisoblangan, A-1 tomon uchun:

$$\begin{aligned}\|x_{A1} &\sim 612,2 \pm 806,6 \sim ^\pm 194,4 \text{ m}, \\ \|y_{A1} &\sim 1128,4 \pm 1041,4 \sim ^\pm 87,0 \text{ m}.\end{aligned}$$

6, 7- ustunlardagi S va $\text{tg } r$ chiziq uzunliklari mos ravishda

$$\text{tg } r_{12} = \frac{Dy}{Dx}$$

yoki

$$S_{12} = \sqrt{Dx^2 + Dy^2}$$

formulalar orqali topilgan:

$$\begin{aligned}\text{tg } r_{A1} &\sim 87,0/194,0 \sim 0,44753, \\ S_{A1} &\sim 194,4 ^\wedge 87,0 \sim 212,38 \text{ m}.\end{aligned}$$

8- ustundagi $r \sim \arctg 0,44753 \sim 24^\circ 07' \nabla$, uning nomi JShq ikkinchi chorakda koordinata orttirmalari ishoralari bo'yicha aniqlangan, $+_{A1} \sim 180^\circ \pm r_2$ munosabatdan 9- ustundagi direksion burchak $+_{A1} \sim 180^\circ \pm 24^\circ 07' \nabla \sim 155^\circ 53' \nabla$ topilgan.

28- jadval

LOYIHANI JOYGA KO'CHIRISH UCHUN GEODEZIK QIYMATLAR HISOBLASH QAYDNOMASI

Nuqtalar tartib raqami	Koordinatalar		Orttirmalar		$S \cdot m$	$t_y r$	r	x	y_r
	x	y	$\pm \Delta x$	$\pm \Delta y$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B					682,63		SHG':86°17'	273°43'	
A	806,6	1041,4				0,44753			62°10'
			- 194,4	+ 87,0	212,98		JSHQ:2407	155°53'	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	608,2	1128,4				0,24433			37°10′
			+ 396,6	+ 96,9	408,27		SHSHQ:13°44′	13°44′	
2	1004,8	1225,3				0,37515			271°12′
			– 103,4	+ 387,9	401,44		JSHQ:75°04′	104°56′	
3	901,4	1613,2				0,25419			269°20′
			– 310,0	– 78,8	319,85		JG':14°16′	194°16′	
4	591,4	1534,4				1,12695			34°09′
			+ 167,0	+ 188,2	251,61		SHSHQ:48°25′	48°25′	
B	758,4	1722,6							45°18′
A								93°43′	720°00′

Qolgan tomonlar uchun tegishli burchak qiymatlari ham yozilgan tartibda hosil qilingan, 10- ustundagi teodolit yo'li uchlaridan chap burchaklar tomonlar direksion burchaklari orqali quyidagi

$$\simeq_k \sim +_k \wedge 180^\circ \div +_{k+1}$$

formula bo'yicha hisoblangan: A va 1 nuqtalardagi chap burchaklar:

$$\begin{aligned} &\simeq_A \sim +_{A1} \wedge 180^\circ \div +_{AB} \sim 155^\circ 53' \nabla \div 93^\circ 43' \nabla \sim 62^\circ 10' \nabla, \\ &\simeq_1 \sim +_{12} \wedge 180^\circ \div +_{A1} \sim 13^\circ 44' \nabla \wedge 180^\circ \div 155^\circ 53' \nabla \sim 37^\circ 51' \nabla. \end{aligned}$$

Ufqiy burchaklarni hisoblashni tekshirish uchun quyidagi tenglikdan foydalanilgan:

$$'' \simeq_H \sim 180^\circ \cdot (n \div 2) \sim 180^\circ (6 \div 2) \sim 720^\circ.$$

Loyihani joyga ko'chirishda bajariladigan dala ishlari uchun rejalash chizmasi tayyorlanadi (105- rasm). Unda trassa o'qi, burilish nuqtalari, a , a_1 nuqtalar, ular orasidagi chiziq uzunliklari, boshlang'ich geodezik nuqtalar va trassaning burilish nuqtalarini joyga ko'chirish uchun sonli qiymatlar keltiriladi.

Bu qiymatlardan foydalanib, loyihaviy teodolit yo'li uchlarini joyda qutb koordinatalari usulida yotqizish uchun A nuqtaga teodolit o'rnatilib (106- rasm), 1 nuqtaning o'rni AB tomonga nisba-

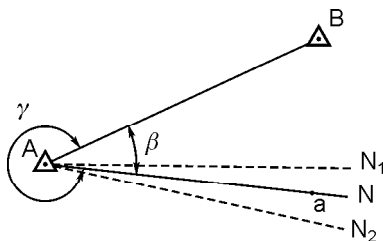
tan ufqiy o'ng $\bar{e}_o \sim 62^\circ 10'$ va chap $\simeq \sim 297^\circ 50'$ burchaklarini doiraning ikki holatida va A -1 tomon uzunligi $S_{A1} \sim 212,98$ m aniqlanadi. Bunday ishlar qolgan burilish uchlarida ham takrorlanadi, natijada B nuqtada teodolit yo'lidagi bog'lanmaslik f_s kelib chiqadi. Agar $f_s / S \setminus 1:700$ bo'lsa, u yo'l qo'yarli darajada hisoblanadi.

10.4. LOYIHAVIY BALANDLIKNI JOYGA KO'CHIRISH

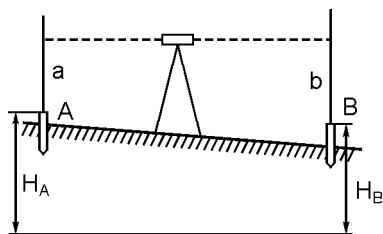
Berilgan loyihaviy H_B balandlikni joyga ko'chirish uchun B nuqtada ustki balandligi H_B ga teng bo'lgan qoziq qoqilishi kerak (107- rasm). Buning uchun balandligi H_A ma'lum bo'lgan A reper va B nuqta o'rtasiga nivelir o'rnatiladi. Reperda o'rnatilgan reykanan a sanoq olinadi, $b \sim H_A \wedge a \pm H_B$ sanoq hisoblanadi va B nuqtadagi reykanan sanoq topilgan b qiymatga teng bo'lgunga qadar unga qoziq asta-sekin qoqiladi.

Misol. B nuqtada ustki qirgim balandligi $H_B \sim 242,5$ m bo'lgan qoziq qoqish kerak. A reperning balandligi $H_A \sim 243,325$ m, sanoq $a \sim 0,676$ mm bo'lsa, $b \sim 243,325 \wedge 0,676 \pm 242,500 \sim \sim 1501$ mm. Demak, B nuqtada qoziq uning ustiga reyka qo'yilganda sanoq 1500 mm bo'lguncha qoqiladi.

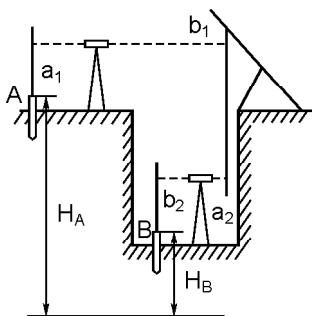
Agar poydevor chuqurining tubiga va inshoot yuqori gorizontiga balandlik uzatiladigan bo'lsa, bunda reykanan tashqari po'lat ruletka qo'llaniladi. Kuzatish ikki nivelirda bir vaqtda olib boriladi. Ulardan biri yer sirtida, ikkinchisida esa chuqurlik tagida yoki inshootning yuqori qismi ustiga o'rnatiladi.



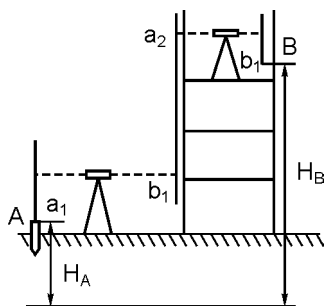
106- rasm. Loyihaviy nuqta o'rnini joyda aniqlash sxemasi.



107- rasm. Loyihaviy balandlikni joyga ko'chirish sxemasi.



108- rasm. Balandlikni inshoot poydevori chuquri tagiga uzatish sxemasi.



109- rasm. Balandlikni inshoot yuqori qismiga uzatish sxemasi.

108, 109- rasmlarda chuqurlik tubiga balandlik uzatish va inshoot yuqori qismiga balandlik uzatish sxemalari keltirilgan. Chuqurlik ustiga kronshteyn oʻrnatilib, unga nolinchi uchida yuki boʻlgan ruletka ilinadi va undan bir vaqtda ikki nivelirdan b_1 va a_2 sanoqlar olinadi. Shundan keyin pastdagi nivelir trubasi chuqurlikdagi B nuqtada oʻrnatilgan reyka qaratilib, b_2 sanoq olinadi va B nuqtaning balandligi

$$H_B \sim H_A + a_1 + (b_1 - a_2) - b_2 \quad (10.7)$$

formula yordamida hisoblanadi. B nuqta balandligi loyihaviy balandlikka teng boʻlishi uchun chuqurlik tagidagi sanoq

$$b_2 \sim H_A + a_1 + (b_1 - a_2) - H_B \quad (10.8)$$

boʻlishi kerak. Reykadagi sanoq hisoblangan b_2 ga teng boʻlguncha chuqurlik tagida qoziq tik boʻyicha surilib turiladi.

A reperdan balandlikni inshoot yuqori qismidagi B reperga uzatish ham yuqorida taʼkidlangan tarzda amalga oshiriladi (109-rasm). Bu holda B nuqta balandligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$H_B \sim H_A + a_1 + (a_2 - b_1) - b_2 \quad (10.9)$$

va inshoot devorida belgilanadi, undan loyihaviy balandlikkacha boʻlgan oraliq oʻlchanib, nuqta mustahkamlanadi.

10.5. BURILISH ELEMENTLARI, BURILISHNING ASOSIY NUQTALARINI BELGILASH. TRASSANI MUSTAHKAMLASH

AB chiziqlarning yo'nalishi BC ga o'zgarganda (110- rasm) yo'l o'qi **burilish** deb ataluvchi ikki yo'nalishga urinma AMC egri chiziq bo'yicha o'tadi.

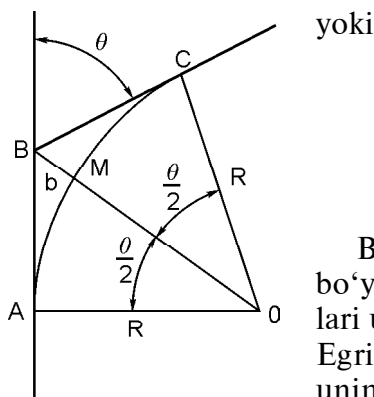
Burilishlar uchun turli egri chiziqlar qo'llaniladi, bulardan eng oddiysi doira yoyi yoki doiraviy egri chiziqlardir. Burilishni bo'lish uchun uning quyidagi elementlariga ega bo'lishimiz kerak: 1) burilish burchagi q ; 2) egri chiziqlarning radiusi R ; 3) tangens deb ataluvchi $AB \sim BC \sim T$ urinmaning uzunligi; 4) egri chiziqlarning uzunligi $AMC \sim K$; 5) bissektisa $BM \sim b$; 6) domer $D \sim 2T \pm K$.

Joyda burilish burchagi teodolit bilan o'lchanadi, radius R esa joy sharoiti va yo'l loyihalashning texnik normativlariga muvofiq belgilanadi. Agar q va R ma'lum bo'lsa, qolgan elementlar quyidagi ifodalardan topilishi mumkin:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{q}{2}, \quad (10.10)$$

$$K = \frac{q}{180^\circ} \pi R, \quad (10.11)$$

$$b \sim OB \pm OM \sim \frac{R}{\cos \frac{q}{2}} - P = \frac{R}{\cos \frac{q}{2}} \left(1 - \cos \frac{q}{2} \right)$$



110- rasm. Burilish
elementlari.

$$b = \frac{2R \sin^2 \frac{q}{4}}{\cos \frac{q}{2}}; \quad (10.12)$$

$$D \sim 2T \pm K. \quad (10.13)$$

Bu ifodalardan ko'rinadiki, berilgan q bo'yicha egri chiziqlarning hamma elementlari uning radiusiga to'g'ri proporsionaldir. Egri chiziqlarning xohlagan radiusi uchun uning elementlarini jadvaldan topish egri chiziqlarning yuqoridagi xususiyatiga asoslangan.

Egri chiziqlarning (10.10)—(10.13) ifodalar bo'yicha radiusini bilish uchun tuzilgan jadvallar ko'p (Vajeevskiy, N. V. Fedorov, tomonidan tuzilgan jadvallar ko'proq qo'llaniladi).

Vajeevskiy jadvalida 125, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 800, 1200—1500 va 2000 radiusdan egri chiziqlarning elementlari burchak bo'yicha har 10° dan va radius 1000 bo'lganda har 2° dan berilgan.

Quyida $R \sim 1000$ uchun Vajeevskiy jadvalidan namuna keltirilgan.

29- jadval

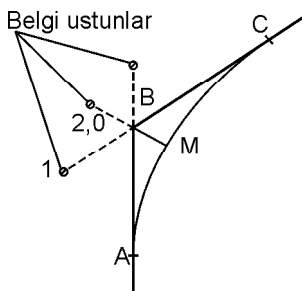
$R = 1000$

Burilish burchagi	Tangens, T	Egri chiziq, K	$D = 2T - K$	Bissektrisa, b
20	367,268	703,949	30,587	65,310
22	367,598	704,531	30,665	65,424
24	367,928	705,113	30,743	65,538

Fedorov jadvallari 250 dan 2000 gacha bo'lgan radiuslar uchun tuzilgan bo'lib, burchaklar esa hamma hollar uchun har 3° da berilgan. Bundan tashqari jadvallarda T , K , b va D elementlarga har 1° ga to'g'ri keladigan tuzatma ham bor.

Giprodor jadvalida radiuslari 40 m dan 300 m gacha bo'lgan egri chiziqlarning elementlari har 2° da berilgan.

Egri chiziqning boshi, oxiri va o'rtasi burilishning *bosh nuqtalari* deyiladi. Masalan, burilish burchagi $q \sim 40^\circ 20'$, $R \sim 200$ m bo'lsin. Burilish burchagining va egri chiziq radiusining qiymatlari bo'yicha jadvaldan tangens, egri chiziq va bissektrisa uzunliklarini tanlab olinadi. $R \sim 200$ va burilish burchagi $40^\circ 20'$ uchun jadvaldan $T \sim 73,45$, egri chiziq $K \sim 140,79$, bissektrisa $b \sim 13,06$ larni olamiz. So'ngra joyda ABC burchakning (teodolit yordami bilan) bissektrisasi BM (111- rasm) topiladi. Bu yo'nalish bo'yicha B nuqtasidan bissektrisa uzunligi $b \sim BM \sim 13,06$ m ni o'lchab qo'yib AMC egri chiziqning o'rtachasi bo'lgan M nuqta topiladi. B nuqtadan ikki tomonga $T \sim 73,45$ m qiymatni o'lchab qo'yib egri chiziqning boshi A va oxiri C nuqtalar topiladi. O'lchash natijalarini yozish va ularni hisoblash uchun burchaklar jadvali qo'llanadi. Unga: 1) burchakning tartib nomeri; 2) burchak uchining piketlash belgisi; 3) burchakni o'nga yoki chapga burilishi; 4) burilish burchagining qiymati; 5) yo'nalishning bussol



111- rasm. Trassani
mustahkamlash.

bilan o'lchangan va hisoblangan rumb-lari; 6) egri chiziqning belgilangan radiusi; 7) egri chiziq elementlarining qiymatlari; 8) qanday sabablarga asosan trassa yo'nalishi o'zgartirilgan va egri chiziq radiusi qabul qilinganligi to'g'risidagi mulohazalar yoziladi.

Trassani mustahkamlash. Trassa burchagining uchi *B* (111- rasm) yashirin qoziq va tanib olish uchun ustunlar bilan mahkamlanadi. Yo'g'onligi 7—10 sm va uzunligi 50 sm bo'lgan

qoziq burchak uchiga yer yuzi bilan baravar qilib qoqiladi. Odatda, qoziq ustiga 50 sm balandlikda tuproq yoki tosh uyub, atrofiga ariqcha qaziladi. Burchak uchidan 2 m da bissektisa bo‘ylab 12—16 sm yo‘g‘onlikdagi burchakni topish ustuni yerga 1 m kirgizib o‘rnatiladi. Bundan tashqari, yer ishi bajariladigan joydan nariroqda burchak tomonlarining har ikkala davomida yana ikkita shunday ustun ko‘miladi. Burchak uchi joydagi buyumlarga bog‘lab qo‘yiladi. Trassaning uzun to‘g‘ri uchastkalarida stolbalar o‘zaro ko‘rinadigan qilib o‘rnatiladi. Trassaning bosh va oxirgi nuqtalari yashirin qoziqlar va belgi stolbalar bilan belgilanadi va ularni joydagi qo‘zg‘almas narsalarga bog‘lanadi.

Trassaga ikki turli, ya'ni doimiy va vaqtinchalik reperlar o'rnatiladi. G'isht uylarining sokoliga (pastki qismiga) o'rnatiladigan reperlar, ko'priklarning ustunlari va hokazolar doimiy reperlar bo'la oladi.

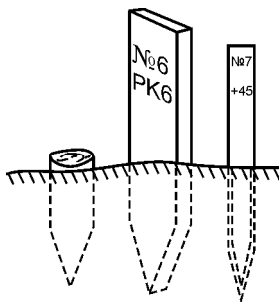
Mustahkam inshootlar boʻlmagan taqdirda ilgari suv bosmagan, oʻpirilish va siljish hodisalari boʻlmaydigan joylarda metall trubadan yoki relsdan ishlangan reperlar oʻrnatiladi. Reperning pastki uchi yerning muzlash qatlamidan pastda boʻlishi kerak. Vaqtinchalik reperlar uchun imoratlar devorlariga qoqiladigan temir qoziqlar, har xil imorat va inshootlarning turtib chiqqan joylari va yerga oʻrnatiladigan yogʻoch ustunlar ishlatiladi. Doimiy reperlarning oraligʻi 15 km dan oshiq boʻlmasligi, uzoq hamda aholi kam yashaydigan joylarda esa 30 km boʻlishi kerak. Vaqtinchalik reperlar tekis yerlarda har 3 km da, past-baland joylarda har 2 km da va togʻlik joylarda har 1 km da oʻrnatiladi. Katta suvlardan oʻtish joyida ikkala qirgʻoqqa bittadan vaqtli reper oʻrnatiladi.

10.6. PIKETLASH, EGRI CHIZIQ BOSH VA OXIRINING PIKET O‘RINLARINI HISOBLASH

Yo‘l o‘qi yo‘nalishi bo‘yicha piketlarga bo‘lib o‘lchanadi, bu ish yo‘l o‘qini o‘lchasdan iborat bo‘lib, butun chiziq har birining ufqiy yo‘nalishi bo‘yicha uzunligi 100 m bo‘lgan oraliqlarga bo‘linadi. Bunday har bir oraliqning bosh va oxirgi nuqtasi *piket* deyiladi.

Joyda har bir piket qoziqchani yo‘g‘onligi taxminan 6 sm, uzunligi 20—25 sm bo‘lgan va yer yuzi bilan baravar qoqiladigan «nuqta» (112- rasm) bilan belgilanadi. Uning yoniga kesimi taxminan 4×6 sm va uzunligi 40—50 sm bo‘lgan piket qozig‘i — *qorovul* qoqiladi. Piket qozig‘i yerdan taxminan 20 sm chiqib turadi va nuqtani topish uchun xizmat qiladi. Qorovulning «nuqta»ga qarab turgan yo‘nilgan tomoniga yomg‘irda yuvilmaydigan maxsus qalam bilan piket nomeri yoziladi. Yo‘l o‘qining bosh nuqtasining qorovul qozig‘iga №0, birinchi oraliq oxiriga №1, ikkinchi oraliq oxiriga №2 deb yozib qo‘yiladi va hokazo. Piketlarni nomerlash yo‘lining oxirigacha uzluksiz davom etadi. Bunday nomerlashda piketlarning nomeri chiziqning boshidan shu piketgacha bo‘lgan yuz metr sonini ko‘rsatadi. Ba‘zan piketlar kasr sonlar bilan belgilanadi: suratida chiziq boshidan bo‘lgan kilometrlar soni va maxrajida oldingi kilometrdan bo‘lgan piketlar soni ko‘rsatiladi. Masalan, 14/3 nomeri trassa boshidan 14 km va 3 piket, ya‘ni 14300 m o‘lchab o‘tilganligini ko‘rsatadi.

Piketlashda chiziqning xarakterli joylarini yer yuzasining ko‘tarilishi va pasayish joyi, daryo va ko‘l suvlarining chetlari, buri-lishning bosh va oxirgi nuqtalari va hokazolarni nuqtalar bilan belgilanadi. *Qo‘shuv nuqtalar* deb ataluvchi bu nuqtalarning qorovul qozig‘lariga oldingi piket nomeri va undan qo‘shuv nuqtagacha bo‘lgan masofa yozib qo‘yiladi. Shahar sharoitlarida piket va qo‘shuv nuqtalarini yo‘lkalarning hoshiya toshlariga yoki uylar-ning devoriga moy bo‘yoq yoki rangli qa-lam bilan yoziladi. Shag‘al yoki maydalan-gan tosh bilan qoplangan hamda tosh yo‘llarda qoziq o‘rniga yassi qalpoqli temir mixlar qoqiladi. Asfalt-beton va sement-beton bilan qoplangan joylarda nuqtalar



112- rasm. Piketlash qoziqchalari.

bo'yoq bilan belgilanadi. Piketlash tekshirilgan 20 metrlik po'lat lenta va oltita shpilka (sixcha) bilan bajariladi. Piketlashda abris (piketlash jadvali) olib boriladi. Burilish burchaklarida egri chiziqning bosh va oxirgi nuqtalarining piketlashdagi o'rnlari hisoblanadi. Bunda masofalar egri chiziq bo'ylab hisoblanadi, holbuki egri chiziqning bosh nuqtalarini bo'lishda chiziqlar urinmalar bo'yicha o'lchanadi. Ikki urinma $2T$ va egri chiziq K orasidagi ayirma domer D ga teng.

Burilish burchak B ning uchi (112- rasm) №6 $\wedge$ 62,80 nuqtasida, ya'ni trassaning boshidan 662,80 m masofada, deyaylik. Bu masofa, ya'ni №6 $\wedge$ 62,80 dan tangens uzunligi 73,45 ayirib egri chiziq boshi A ning trassa boshidan bo'lgan masofasi №5 $\wedge$ 89,35 topiladi va oxirgi qiymatga egri chiziq uzunligi (140,79 m)ni qo'shib, egri chiziqning oxirgi C nuqtasining egri chiziq bo'yicha hisoblangan o'rnini (№7 $\wedge$ 30,14) topiladi. Hisoblashni quyidagi tartibda olib borish tavsiya etiladi:

$$\begin{array}{r}
 \text{Burchak B} \dots\dots \text{№6} + 62,80 \\
 - T \dots\dots 73,45 \\
 \hline
 \text{EB} \dots\dots \text{№5} + 89,35 \\
 + K \dots\dots \text{№1} + 40,79 \\
 \hline
 \text{EO} \dots\dots \text{№7} + 30,14
 \end{array}$$

Egri chiziq oxirining o'rnini (tekshirish uchun) EB ga ikki tangens yig'indisini qo'shib, chiqqan miqdordan domer $D \sim 2T + K$ (berilgan misolda $D \sim 6,12$) quyidagi tartibda ayirib topish mumkin:

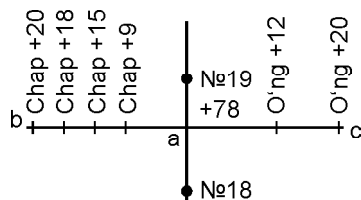
$$\begin{array}{r}
 \text{Burchak B} \dots\dots \text{№6} + 62,80 \\
 - T \dots\dots 73,45 \\
 \hline
 \text{EB} \dots\dots \text{№5} + 89,35 \\
 + 2T \dots\dots \text{№1} + 46,90 \\
 \hline
 \text{№7} + 36,25 \\
 - D \dots\dots 6,12 \\
 \hline
 \text{EO} \dots\dots \text{№7} + 30,13
 \end{array}$$

8- piket o'rnini aniqlash uchun egri chiziq oxiri *C* dan, yo'l bo'yicha 100—30, 14 ~ 69,96 ni o'lchab yashirin qoziq — «nuqta» va qorovul qoziq bilan belgilash kerak.

Bundan keyin piketlash yuqorida bayon qilingan usul bilan davom ettiriladi.

10.7. KO'NDALANG PROFILLARNI BO'LISH

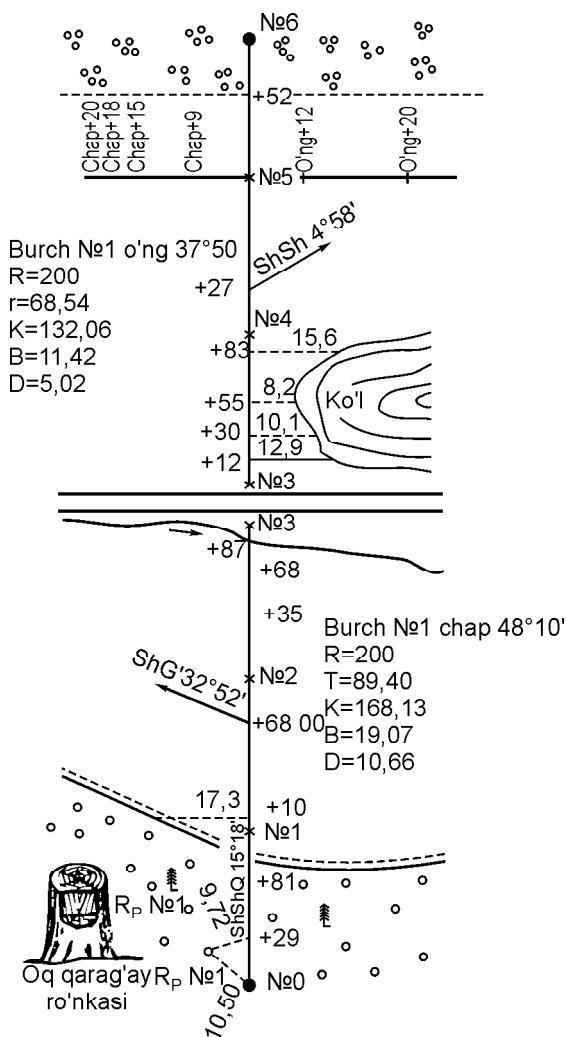
Agar yo'l qidirishda *ko'ndalang profillar* deb ataluvchi profil-larni bo'lish zarur bo'lsa, u vaqtda trassaning tanlangan joylarida, odatda, yo'lning asosiy o'qiga perpendikulyar yo'nalishlar o'tkaziladi (113- rasm). Zarur hollarda ko'ndalang profillarni uzunliklari teng bo'l-magan holda reja o'qiga nisbatan burchak yasab rejali ishlarini olib borish ham mumkin. Ko'ndalang profillarning uzunligi joyning va mo'ljallangan inshootning xususiyatiga qarab belgilanadi. Keyin yo'l o'qining har ikki tomonida masofa 20 m dan kam bo'lmasligi kerak. Qo'shni ko'ndalang profillarning orasi shunday bo'lishi kerakki, ular orasidagi yuza bir xil og'ishda bo'lsin. Ko'ndalang chiziqni o'lchashda, relyef joyida yotgan hamma xarakterli nuqtalar yashirin qoziq — «nuqta» va qorovul qoziqlar bilan belgilab qo'yiladi, qorovul qoziqlarga trassaning «a» nuqtasidan bo'lgan masofa va nuqtaning ko'ndalang chiziqning o'ng yoki chap tomonida ekanligiga qarab «o'ng» yoki «chap» degan belgi yoziladi. 113- rasmda ko'ndalang chiziq o'ng tomoni ikkita qo'shuv nuqtaga, ya'ni chap tomoni to'rtta qo'shuv nuqtaga ega. Ko'ndalang chiziqlar ruletka yoki o'lchov lentasi bilan o'lchanadi.



113- rasm. Ko'ndalang profil (qirqim).

10.8. PIKETLASH DAFTARCHASI

Piketlash va tafsilotlarni (joydagi predmetlarni) syomka qilish bilan bir vaqtda, odatda millimetrga bo'lingan qog'ozdan tayyorlangan piketlash daftarchasi olib boriladi. Daftarchaga ko'ndalang chiziqlar va tafsilotlar, trassadan chetda o'rnatilgan reperlar



114- rasm. Piketlash daftarchasi.

va ularni joydagi doimiy predmetlarga bog'lash sxemalari va boshqalar tushiriladi. Yo'l o'qi piketlash daftarchasiga to'g'ri chiziq bilan tushiriladi va burilishlarni shartli belgi ko'rsatkichlar bilan ko'rsatiladi. 114- rasmda piketlash daftarchasining ochilgan holda ikki beti ko'rsatilgan.

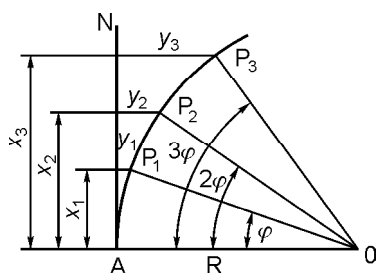
Trassaning to'g'rilangan o'qi jadvalning o'rtasiga piket nuqtalari va qo'shuv nuqtalari bilan tushirilgan. Trassa boshlang'ich yo'nalishning rumbi $\text{ShShq} \wedge 15^{\circ}18' \nabla$. № 1 $\wedge 68,0$ nuqtada o'q

chapga burilgan, daftarchada esa strelka bilan ko'rsatilgan, yangi yo'nalishning rumbi $\text{ShG}': 32^\circ 52'$. Bu burchakning yoniga burilish burchagining tartib nomeri (N_0) uning gradus hisobidagi qiymati va yo'nalish (chapga $48^\circ 10'$), egri chiziqning tanlangan radiusi va egri chizig'ining elementlari yozilgan. Piketlash boshida 1-reper bo'ylab xizmat qiladigan oq qarag'ay to'ngasining shakli tushirilgan. Reper nuqtasi yo'l o'qiga nisbatan piket N_0 va N_{29} — nuqtadan o'lchab masofalar yozilgan: 10,50 m va 9,72 m. Ana shu masofalar orqali rejalash ishlari boshlangan. Chaproqda nivelir reyksi o'rnatilgan joy belgi bilan belgilangan to'nga tasvirlangan. Piket N_0 dan to'g'ri nuqtachacha ignabargli o'rmon joylashgan bo'lib, ko'rsatilgan yo'l uning chegarasi hisoblanadi, keyin esa shudgor boshlanadi. Piket N_{29} nuqtada yo'l o'qi daryochani kesib o'tadi. Yuqoriroqda to'g'ri burchakli koordinatalar usuli bilan syomka qilingan ko'l o'lchangan oraliqlar bilan tushirilgan. Nuqta N_{52} dan butazor boshlanadi. Piket N_{52} da ko'ndalang chiziqning shakli tushirilgan. Piketlash daftarchasi yirik masshtabda, masalan: 1:2000 da olib borildi, so'ngra masshtab hamma vaqt doimiy bo'lavermaydi, masalan, tekislik, joylarda bir xil tafsilotli joylarda qo'shuv nuqtalar kam olinganligidan maydaroq masshtab qo'llaniladi, aks holda ko'p tafsilotli, relyefi murakkab joylarda ko'p shakl tushirishga va tez-tez qo'shuv nuqtalar olishga to'g'ri keladi. Bunday holda yirokroq masshtab olish foydalidir.

10.9. BURILISHNI BATAFSIL BO'LISH

Egri chiziqni batafsil bo'lish uchun burilishning bosh nuqtalari yetarli emas, shuning uchun odatda egri chiziqni o'zaro bir-biriga teng ($R(2, 5, 10, 15 \text{ m})$) masofadan yana bir nechta oraliq nuqtalar bilan belgilaydilar. R qiymatini belgilash radiusga va egri chiziqning vazifasiga bog'liqdir. Egri chiziqning radiusi qanchalik kichik bo'lsa, R qiymati shunchalik kichik bo'lishi kerak. Egrini batafsil bo'lish yo'lini qidirish vaqtida emas, balki yurish vaqtida bir necha xil usul bilan bajarish mumkin. Shulardan ba'zilarini ko'rib chiqamiz.

To'g'ri burchakli koordinatalar usuli. Masalan, radiusi R bo'lgan doiraviy egri chiziqda (115- rasm) oraliqlari egri chiziq bo'yicha o'zaro bir-biriga teng va R bo'lgan $P_1, P_2,$



115- rasm. Burilishni batafsil bo'lish.

$P_3, \dots$, nuqtalarni topish kerak bo'lsin, deyaylik. Shuning uchun AN urinmani absissa o'qi deb, A ni esa o'qning bosh nuqtasi deb qabul qilamiz. U holda $P_1, P_2, P_3, \dots$, nuqtalarning egri chiziqdagi urinmalarini to'g'ri burchakli $(x_1; y_1), (x_2; y_2) \dots$ koordinatalar bo'yicha topish mumkin. Shu maqsad bilan, avvalo, berilgan R yoyga tegishli $>$ burchakning miqdorini topamiz:

$$\frac{j}{R} = \frac{360^\circ}{2pR},$$

$$j = \frac{180^\circ}{p}. \quad (10.14)$$

115- rasmga ko'ra:

$$x_1 \sim R \sin >; \quad y_1 \sim R \pm R \cos > \sim R (1 \pm \cos >) \sim 2R \sin^2 \frac{j}{2}; \quad (10.15)$$

$$x_2 \sim R \sin 2>; \quad y_2 \sim R \pm R \cos 2> \sim R (1 \pm \cos 2>) \sim 2R \sin^2 > \quad (10.16)$$

va hokazo.

Bu koordinatalar bilan nuqtalarni joyda belgilash uchun lenta bilan A nuqtadan AN urinmaning yo'nalishi bo'yicha $x_1, x_2, \dots$, absissalarni o'lchab qo'yish, ekker yordamida AN urinmaga perpendikulyar o'tkazish va $y_1, y_2, \dots$ ordinata masofalarini ruletkada o'lchab qo'yish kerak bo'ladi. Egri chiziqni bo'lish uchun egrining boshi va oxiridan o'rtasiga tomon o'lchash ishlari olib boriladi. (10.15), (10.16) ifodalar bilan hisoblanadigan koordinatalarni amalda egri chiziqlarni bo'lish jadvalidan olinadi. Jadvallarda ko'pincha absissa o'rniga ayirma «absissasiz egri chiziq» beriladi. Bunday holda absissaning oxirini urinmada topish uchun A nuqtadan oldinga qarab egri chiziq uzunligi R ni qo'yib «absissasiz egri»ni orqaga qarab qo'yiladi. Bu usulda egri chiziqdagi $P_1, P_2, \dots$ nuqtalar biri ikkinchisiga bog'lanmagan holda topiladi. Shuning uchun ham bir oraliq nuqtadan ikkinchi nuqtaga o'tganda xato oshib bormaydi. Bu usulning afzalligi ham shunda.

Burchak usuli yoki qutb usuli uchi doiraning biror nuqtasida joylashgan urinma bilan kesuvchi orasidagi teng yoylarga ega bo'lgan burchaklar o'zaro teng bo'lib, markaziy burchakning yarmiga teng ekanligiga asoslangan.

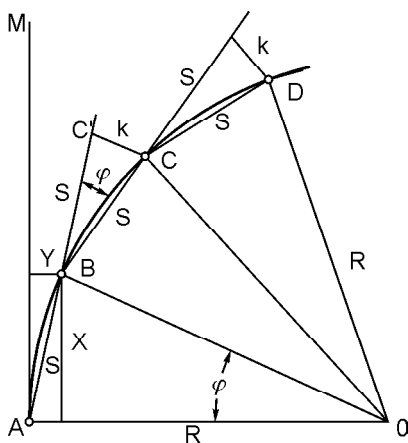
116- rasmda vatar $S \sim 2 \sin \frac{j}{2} R$ ekanligini ko'ramiz, bundan:

116- *rasm*. Burchak usuli yoki
qutb usuli.

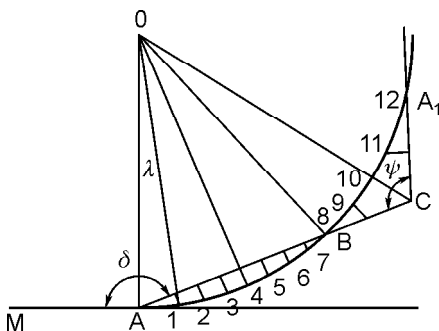
Agarda S va R berilgan bo'lsa, yuqoridagiga ko'ra markaziy burchakning yarmi $\frac{j}{2}$ ni yoki urinma bilan kesuvchi orasidagi burchakni (a) ifodadan topamiz. Teodolitni A nuqtada o'rnatgandan keyin, limb va alidada nollarini tenglashtirib trubani N nuqtaga qaratiladi. Shundan keyin AN yo'nalishdan alidadani $\frac{j}{2}$ burchakka buriladi. Ko'rish nuri yo'nalishi bo'yicha lenta bilan S kesmani o'lchab qo'yib egri chiziqning B nuqtasini topiladi. So'ngra alidada doirasini AN yo'nalishidan $2\frac{j}{2}$ burchakka buriladi. Lenta uchini B nuqta bilan birlashtirib, uni teodolit trubasining ko'rish o'qi yo'nalishi bo'yicha tortiladi va B nuqtadan S kesmani o'lchab qo'yib egri chiziqning C nuqtasi topiladi va hokazo. $B, C, D, \dots$, nuqtalarda qoziq qoqiladi.

Bu usulning kamchiligi shundan iboratki, egri chiziqdagi nuqtalar o'rnini belgilashdagi xato nuqtalar sonining ortishi bilan o'sib boradi. Egri chiziqni ko'tarma yoki chuqurliklarda bo'lishiga to'g'ri kelsa yoki biror sabablarga ko'ra, koordinatalar asosida bo'lish qulay bo'lmagan hollarda ana shu usulni qo'llaydilar.

Davom ettirilgan yoki ketma-ket vatarlar usuli. Birinchi nuqta B (117- rasm) x va y orqali koordinatalar usuli bilan topiladi. Ikkinchi nuqtani belgilash uchun AB vatar yo'nalishi bo'yicha lenta tortiladi va $BC \nabla \sim S$ masofada $C \nabla$ nuqtasida shpilka (sixcha) o'rnatiladi, hosil qilingan $BC \nabla$ bazisda C nuqtaning egri chiziqdagi o'rnini $BC \sim S$ (lenta yordami bilan)



117- rasm. Ketma-ket vatarlar usuli.



118- rasm. Kesuvchi chiziq usuli.

va $C \nabla C \sim k$ (ruletka yordami bilan) radiuslarni kesishtirib belgilanadi.

k ning qiymati $C \nabla BC$ va AOB uchburchaklarning o'xshashligidan topiladi:

$$\frac{k}{S} = \frac{S}{R},$$

bundan

$$k = \frac{S^2}{R}. \quad (b)$$

Keyingi nuqtaning o'rnini topish uchun BC vatarni davom ettirib, davomida S ba'zisni o'lchab qo'yiladi, belgilangan bazisning uchlaridan S va k radiuslar bilan D nuqta kesiladi. Bu usulni to'g'ri burchakli koordinatalar usulidan foydalanish mumkin bo'lmaydigan joylarda qo'llaniladi, bu usul ham oldingi usul kamchiliklariga ega.

Birinchi nuqtaning o'rnini koordinata usuli bilan topish uchun berilgan S vatarga tegishli markaziy burchak $>$ ning qiymatini bilish kerak. Bu burchak (a) ifodadan topiladi.

Kesuvchi chiziq usuli. Egri chiziqni batafsil bo'lishdagi keyingi ikki usulning kamchiliklari ularni qo'llanilishini cheklab qo'yadi. Transportda harakat tezligining katta bo'lishi egri chiziqni bo'lishning nihoyatda aniq bo'lishini talab qiladi. Agarda egri chiziqni chuqurda yoki imorat qurilgan joylarda bo'-

lish kerak bo'lsa, u holda prof. N. V. Fedorov tomonidan ishlab chiqilgan chiziqni kesuvchi usuli qo'llaniladi.

Bu usul bilan burchaklarni batafsil bo'lish ma'lum bo'lib, burchaklar bo'yicha qurilgan kesuvchi chiziqlarga nisbatan to'g'ri burchakli koordinatalar usulini qo'llashga asoslangan. Birinchi kesuvchi AC (118- rasm) trassa yo'nalishi MA bilan $\approx$ burchak tashkil etadi va keyingi har bir kesuvchi chiziq ham CA_1 kabi, oldingi kesuvchi chiziq bilan y burchakni tashkil qiladi. Bu burchaklarning qiymatlari egri chiziqdagi 1, 2, 3, ..., 12 nuqtalarning koordinatalari va y burchakning bissektrisasi b har xil radius R uchun Fedorovning 26- jadvalida berilgan. Bir kesuvchi chiziqdan bo'linishi mumkin bo'lgan nuqtalar soni egri chiziqning radiusiga va qabul qilingan bo'lish shartiga (egri chiziqning har ikkala qo'shni nuqtasi orasidagi masofa — k ning qiymatiga, AB yoyining o'rtasiga to'g'ri kelgan eng uzun masofa — a ning qiymatiga va y burchakning bissektrisasi b ning qiymatiga) bog'liq. Fedorov jadvallarida $k \sim 10$ m, $d \setminus 2$ m, $b \sim 2$ m. Ikki kesuvchi orasidagi o'rta nuqta 10 ni ordinata bilan emas balki y burchakning bissektrisasi b bilan bo'lishi kerak. O'rta ordinatadan yoki AB yoyning ikkita bir xil o'rtadagi ordinatasidan keyingi simmetrik joylashgan hamma ordinatalarning uzunliklari o'zaro tengdir. Birinchi kesuvchi chiziq bilan asosiy urinma orasidagi burchak $\approx$ quyidagi ifodadan topiladi:

$$\approx \sim 180^\circ \pm n \geq,$$

bunda n — AB kesuvchi chiziqni ichki qismidan bo'linadigan oraliqlar soni va $\geq$ — egri chiziqning k oralig'iga to'g'ri keladigan markaziy burchak. Qo'shni kesuvchi chiziq orasidagi burchak:

$$y \sim 180^\circ \pm 2(m \wedge n),$$

bu yerda m — BC kesuvchi chiziqning tashqi qismidan bo'linadigan oraliqlar soni. Kesuvchi chiziqni ichki qismidagi ordinatalar musbat son bilan, kesuvchi chiziqning tashqi qismidagi ordinatalar esa manfiy son bilan ifodalangan bo'lib, 26- jadvalda ayirish belgisi bilan izohlangan.

Egri chiziq quyidagi tartibda bo'linadi. Teodolitni A nuqtaga o'rnatiladi va $\approx$ burchakni bo'lib, AC hosil qilingan yo'nalishda absissalarni va perpendikulyarda esa ordinatalarni o'lchab qo'yila-

di, C nuqtaga yetgach (bissektrisa b ga yotgach), 26- jadvalda ko'rsatilgan y burchakni yasab bissektrisa b ni o'lchab qo'yiladi va o'lchashni A_1 nuqtagacha davom ettiriladi. AC kesuvchidan keyingi CA_1 kesuvchi chiziqqa o'tishda lentani S nuqta atrofida aylantiriladi va masofani hisoblash A nuqtadan davom ettiriladi. Bu hol 26- jadvalda hisobga olingan, masalan, A_1 nuqtaning abssissasi $AC \wedge CA_1$ yig'indi sifatida ko'rsatilgan. A_1 nuqtada o'lchashning birinchi sikli tamom bo'ladi. Bo'lish A_1 nuqtadan yuqoridagi tartibda o'sha 26- jadval bo'yicha A nuqtadan boshlab bo'lingani kabi davom ettiriladi. Yuqorida bayon qilingan bo'lish sikli egri chiziqning uzunligiga qarab bir necha marta takrorlanishi mumkin.

10.10. PIKETLARNI EGRI CHIZIQQA KO'CHIRISH

Piketlarning egri chiziqdagi o'rinlarini aniqlashga piketlarni egri chiziqqa ko'chirish deyiladi. Bu masalani yechish egri chiziq nuqtalarining o'rnini urinmaga nisbatan to'g'ri burchakli koordinatalar usuli bilan aniqlashga asoslangan. Masalan, A nuqtaning (115- rasm) piketlash o'rni № 21 $\wedge$ 69,55 ga teng va egri chiziqning radiusi $R \sim 300$ m bo'lsin, deylik. Bu № 22 piket egri chiziqning boshlanish nuqtasidan $k \sim 100 \div 69,55 \sim 30,4$ mm masofada joylashgan demakdir. Egri chiziqning bu uzunligi bo'yicha piketning egri chiziqdagi o'rnini to'g'ri burchakli koordinatalar usuli bilan topamiz.

Egri chiziqning uzunligi $k \sim 30,45$ va $\pm R \sim 300$ m uchun Vajeevskiyning III jadvalidan «abssissasiz egri chiziq» — demak, abssissa $30,45 \pm 0,005 \sim 30,40$ va ordinata 1,54 ga teng ekanligini topamiz:

30- jadval

$$R = 300$$

Egri chiziq (m hisobida)	Abssissasiz egri chiziq (m hisobida)	Y ordinatalari									
		,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
30	0,05	1,50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
31	06	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69

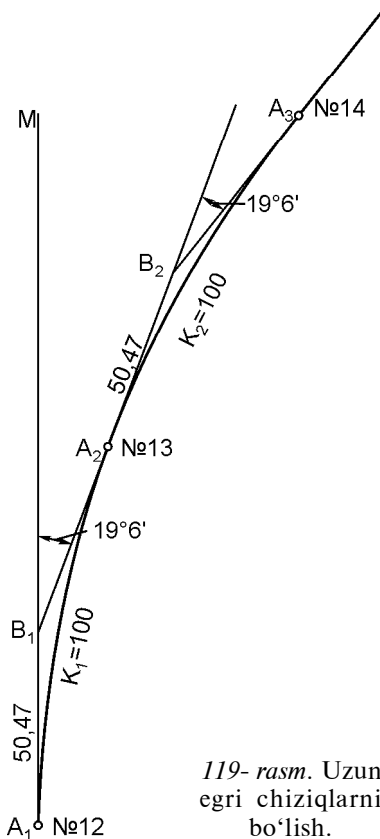
10.11. UZUN EGRI CHIZIQLARNI BO'LISH

Uzun egri chiziqlarni qandaydir yaxlit sonli kichik, masalan, 10 m yoki 100 m li yoylarga ajratib bo'lish qulaydir. Bunday egri chiziqlar karrali egri chiziqlar deyiladi. Berilgan R radiusli k yoyning uzunligiga to'g'ri keladigan burilish burchak $>$ quyidagicha tanlanishi mumkin:

$$j = \frac{k}{R} \cdot \frac{180^\circ}{p}.$$

Masalan, trassani o'ng tomonga qiymati hali ma'lum bo'lmagan burchakka burilish va radiusi $R \sim 300$ m egri chiziqni biror nuqtadan boshlab har birining uzunligi 100 m bo'lgan yoylarga bo'lish kerak bo'lsin, deylik. Shu maqsad bilan trassani kichik burchaklar bilan ketma-ket shunday buriladiki, berilgan radiusda har bir burilish burchagiga berilgan 100 m uzunlikdagi egri chiziq to'g'ri kelsin. Buning uchun shunday jadvallar borki, ulardan berilgan radius va egri chiziqning uzunligi uchun tegishli burilish burchakni, tangens va bissektrisani topish mumkin. (Bu elementlarning hammasini Vajeevskiy jadvallaridagi 1- jadvaldan olish mumkin.)

Radiusi 300 m bo'lgan 100 m li egri chiziqni burish uchun, burilish burchak uchining o'rnini bilmagan holda, o'zimiz oldindan egri chiziqning boshlanish nuqtasini ixtiyoriy ravishda belgilaymiz. Masalan, burilishning boshi № 12 nuqtadagi piketda (119- rasm) bo'lsin, deylik. Jadvaldan 100 m uzunlikdagi egri chiziqqa burilish burchak $19^\circ 06' \nabla$ va tangens 50,47 to'g'ri kelishini topamiz. Joyda № 12 piketdan urinma bo'ylab tangensning qiymatini qo'yamiz va burilish burchakning uchida teodolit o'rnatib trassani



119- rasm. Uzun egri chiziqlarni bo'lish.

o'nga $19^{\circ}06'$ burchakka buramiz. Oldingi yo'nalish bo'yicha tangens uzunligi $B_1A_2 \sim 50,47$ m ni o'lchab qo'yib egri chiziqda № 13 piket o'rnini belgilaymiz. B_1A_2 chiziqni yana 50,47 m davom ettirib, keyingi burchakning uchi B_2 ni hosil qilamiz, bu nuqtadan chiziqni yana $19^{\circ}06'$ burchakka burib va $B_2A_3 \sim 50,47$ m ni o'lchab qo'yib, egri chiziqda № 14 piket o'rnini topamiz va hokazo. Shunday qilib, ketma-ket bir nechta kichik burchaklarga bursak, u holda butun egri chiziqqa to'g'ri keladigan umumiy burchak burilish burchak uchlarining yig'indisiga teng bo'ladi. Agarda egri chiziqning boshi piketda olinmasdan, masalan, № 11 ^ 70 nuqtada olingan bo'lsa, u holda egri chiziqning oxirini piketga to'g'ri keltirish uchun birinchi egri chiziqning uzunligini 30 m ga teng qilib olish kerak bo'lar edi. Bunday egri chiziqni bo'lish uchun ham Vajeevskiyning 1- jadvalidan bu egri chiziq uchun tegishli burilish burchak $5^{\circ}44'$ va tangens 15,01 ni topar edik. Agarda berilgan egri chiziqni uzunligi $k \sim 200$ m bo'lgan yoy bilan bo'lish kerak bo'lsa edi, u holda har bir egri chiziqning o'rtasidagi piketni Vajeevskiyning 1- jadvalida keltirilgan bissektisa uzunliklaridan foydalanib topish mumkin bo'lar edi. Burilishni bo'lishning yuqoridagi usuliga urinmalarning ko'pburchakligi deyiladi.

31- jadval

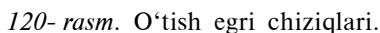
Egri chiziq	Burilish burchagi	Tangens	Bissektisa
$R=300$			
30	$5^{\circ}43'46''$	15,01	0,37
100	$19^{\circ}05'55''$	50,47	4,21
200	$38^{\circ}11'50''$	103,87	17,47

10.12. O'TISH EGRI CHIZIQLARI

Yo'lining radiusi $R \sim \square$ bo'lgan to'g'ri qismidan radiusi oxirgi qiymatga ega bo'lgan doiraviy egri chiziqqa silliq o'tish mumkin emas. Avtomobil yoki poyezd o'tish vaqtida yo'l yon tomondan silkinishga uchraydi. Bu silkinishni yumshatish uchun radiusni asta-sekin kamaytirish kerak, buning uchun yo'lining to'g'ri qismi bilan doiraviy egri chiziq orasiga radiusi cheksizdan doiraviy egri

O'tish egri chizig'i to'rini to'g'ri tanlash asosan yo'l tuzilishiga va harakatning loyiha-dagi tezligiga bog'liqdir. Hozirgi vaqtda radioidal spiral yoki klotoida so'zi ko'proq qo'llanilmoqda.

Unga $r = \frac{C}{S}$ tenglama to'g'ri keladi. Bunda r — egri chiziq egriligining o'zgaruvchan radiusi, S — egri chiziqning boshidan uning xohlagan biror nuqtasigacha bo'lgan uzunlik, C — parametr deb ataluvchi o'zgar



O'tish egri chizig'i PB (120- rasm) yordami bilan to'g'ri yo'lni doiraviy egri chiziq bilan tutashtirishning oson yo'li shundan iboratki, radiusi R bo'lgan doiraviy egri chiziq AA_1 ni biror miqdor P ga shunday surish kerakki, doiraviy egri chiziq markazi O o'z joyida qolsin, u holda doiraviy egri chiziq AA_1 ga nisbatan konsentrik ravishda joylashgan BB_1 chiziq $R \pm P$ radiusga ega bo'ladi. Nuqta B_1 dan burilishning oxiri F_1 orasida ham xuddi FB kabi o'tish egri chizig'i joylashadi. O'tish egri chizig'ining boshidan surilmagan aylanma egri chiziqning boshigacha bo'lgan oraliq $t \sim FA$ — qo'shimcha tangens, P — doiraviy egri chiziqning siljitmasi deyiladi.

O'tish egri chizig'ining urinma nuqtalari P va P_1 uning bosh nuqtalari deyiladi. Joyda doiraviy egri chiziqning boshi va oxiridan qo'shimcha tangenslar t ni o'lchab qo'yib, o'tish egri chizig'ining bosh nuqtalarini topamiz.

O'tish egri chizig'i to'g'ri burchakli koordinatalar x, y bo'yicha bo'linadi. Buning uchun koordinatalarning bosh nuqtasiga P ni va absissa o'qiga PM urinmani qabul qilib olinadi.

O'tish egri chiziqlari bo'lgan burilishni bo'lishda maxsus jadvallardan masalan, N. V. Fedorov yoki M. S. Zamaxayev va P. I. Sedelnikovlarning «O'tish egri chiziqlarning bo'lish jadvalari»dan foydalaniladi.

10.13. SERPANTINALAR

Ba'zi hollarda, masalan, yo'l to'g'ri uchastkalarining yo'nalishi o'tkir burchak + bilan B nuqtasida birlashsa (121- rasm), ularni odatdagicha burchak ichida qurilgan egri chiziqlik bilan tutashtirish mumkin bo'lmay qoladi.

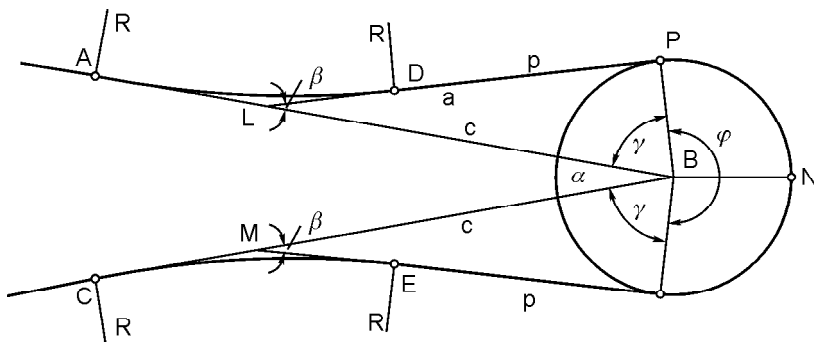
Bunday hollarda, burchak uchi B atrofida *serpantina* deb ataluvchi ilon izi shaklidagi halqa o'tkaziladi. Serpantina quyidagi elementlardan, ya'ni radiusi r bo'lgan asosiy PNQ egri chiziqlik, kiritma ikki to'g'ri kesma $DP \sim QE \sim p$ va R radiusli ikki teskari egri chiziqlik DA va EC lardan iborat.

Serpantinaning turlari va ularni tashkil etuvchi bo'laklarning joylashishlarida quyidagilar boshlang'ich ma'lumot bo'lib xizmat qiladi:

1) teodolit bilan joyda o'lchaniladigan to'g'ri chiziqlik LB va MB orasidagi + burchak, bu burchakning uchi serpantina bosh egri chiziqlikining markazi hisoblanadi (121- rasm); 2) bosh egri chiziqlik radiusi r ; 3) teskari egri chiziqliklarning radiusi R ; 4) kiritma to'g'ri burchakning eng kalta uzunligi P . + burchakdan boshqa hamma qiymatlar qidirish ishlarining texnik shartlariga binoan topiladi.

Bu qiymatlarga asosan, piketlashni hisoblash va serpantinani bo'lish uchun kerak bo'lgan $c \sim BL \sim BM$, $\bar{e}$, $>$, $\approx$, $+$, $LP \sim MQ$ miqdorlarni topish mumkin.

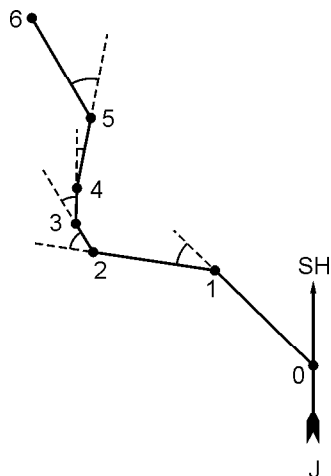
Serpantinalar avtomobil yo'llarini adir va tog'li joylarda qurishda qo'llaniladi. Serpantinani bo'lish maxsus jadvallar bo'yicha bajariladi.



121- rasm. Serpantinalar.

10.14. TO'G'RI VA EGRI CHIZIQLAR QAYDNOMASI

Trassani joyda qo'yishda olingan o'lchash va hisoblash natijalari maxsus to'g'ri va egri chiziqlar qaydnomasiga yoziladi (32- jadval). Quyida keltirilgan qaydnoma nusxasi 122- rasmda ko'rsatilgan trassaga nisbatan tuzilgan. Qaydnomadagi trassaning o'lchangan burilish burchaklari (4 va 5- grafalar) va boshlang'ich direksion burchak bo'yicha avvalgi formulalardan foydalanib direksion burchak + ni hisoblanadi (15- grafa). Agar hisoblash to'g'ri bajarilgan bo'lsa, u holda $+n^{\circ} + 0^{\circ} \sim 0^{\circ} 0' 0''$ bo'lishi kerak.



122- rasm. Trassaning yo'nalishi.

Egri chiziq radiuslarini 6- grafaga va egri chiziqni bo'lish jadvalidan olingan egri chiziqning elementlarini 7, 8, 9 10- grafalarga ko'chirib yozib ular to'ldiriladi. 3, 2, 11 va 12- grafalar piketlash daftarchasi bo'yicha to'ldiriladi. To'g'ri kiritmalar uzunligi (13- grafa) oldingi egri chiziqning oxirgi nuqtasi bilan keyingi egri chiziqning bosh nuqtasi piketlash belgilarining ayirmasiga teng, masalan, kiritma 3—4 uzunligi P_{3-4} quyidagicha teng:

$$\begin{array}{r} EB \dots\dots N_{\text{20}} + 94,63 \\ -EO_3^4 \dots\dots N_{\text{19}} + 24,60 \\ \hline P_{3-4} \dots\dots 1 + 70,03 = 170,03 \text{ m} \end{array}$$

Burchak uchlari orasidagi oraliq (14- grafa) keyingi va oldingi burchak uchlari piket belgilarining ayirmasiga oldingi egri chiziq domerini qo'shilganiga teng, masalan, 4—5 tomon uzunligi S_{4-5} quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{array}{r} \text{burchak} - 5 \dots\dots N_{\text{25}} + 77,44 \\ -4 \dots\dots N_{\text{21}} + 10,84 \\ \hline 4 + 66,60 \\ D \dots\dots + 0,12 \\ \hline S_{4-5} \dots\dots 4 + 66,72 = 466,72 \text{ m.} \end{array}$$

TO'G'RI VA EGRI CHIZIQLAR QAYDNOMASI

Burchak №	Burchaklar		Egri chiziqlar						To'g'ri chiziqlar				Eslatma		
	burchak uchi	qiymati	egri chiziqlar elementlari			holati			uzunligi		yo'nalishi				
		θ o'ng-ga	θ chapga	radius R	$tangens$ T	egri chiziqlar E	bissektrisa B	domer D	egri chiziqlar boshi EB	egri chiziqlar oxiri EO	to'g'ri kiritma p	burchak uchi orasidagi masofa S	direk-sion burchak, α	rumb	
1 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0 0	N θ 0+0,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8+48,73	8+83,00	317°30'	SHG°:42°30'	
1 0	N θ 8+83,00	—	37°50'	100	34,27	66,03	5,71	2,51	N θ 8+48,73	N θ 9+14,76	6+82,71	8+14,45	279°40'	SHG°:80°20'	
2 1	N θ 16+94,94	51°58'	—	200	97,47	181,40	22,49	13,55	N θ 15+97,47	N θ 17+78,87	0+95,73	2+18,75	331°38'	SHG°:28°22'	
3 1	N θ 19+0,14	28°58'	—	100	25,54	50,00	3,20	1,07	N θ 18+74,60	N θ 19+24,60	1+70,03	2+11,77	0°17'	SHSHq:0°17'	
4 2	N θ 21+10,84	12°20'	—	150	16,21	32,29	0,87	0,12	N θ 20+94,63	N θ 21+26,92	4+14,34	4+66,72	12°37'	SHG°:12°37'	
5 2	N θ 25+77,44	—	39°47'	100	36,18	69,43	6,34	2,93	N θ 25+41,26	N θ 26+10,69	6+99,15	7+35,33	332°50'	SHG°:27°10'	
6 3	N θ 33+9,84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29+10,69	33+30,02	332°50'	42°30'	
	92°57'	77°37'			209,67	399,15		20,18			3+99,15	— 20,18	317°30'	27°10'	
	77°37'	Sq'			419,34	S K		S D			33+9,84	33+9,84	15°20'	15°20'	
	15°20'				20,19						$\Sigma P + \Sigma K$	$\Sigma S - \Sigma D$	$\alpha n - \alpha 0$	$r_0 - r_n$	
	Sq—Sq'				S 2T—S K										
N a z o r a t: 1) $\Sigma \theta - \Sigma \theta' = \alpha n - \alpha 0 = 15^{\circ}20'$ 2) $\Sigma 2T - \Sigma K = \Sigma (2T - K) = \Sigma D = 20,19$ 3) $\Sigma P + \Sigma K = \Sigma S - \Sigma D = 33 + 9,84$															

N a z o r a t : 1) $\Sigma \theta - \Sigma \theta' = \alpha n - \alpha 0 = 15^\circ 20'$ 2) $\Sigma 2T - \Sigma K = \Sigma (2T - K) = \Sigma D = 20,19$ 3) $\Sigma P + \Sigma K = \Sigma S - \Sigma D = 33 + 9,84$

Hisoblashni tekshirish uchun quyidagi ifodalar qo'llaniladi:

1) $D \sim 2T \pm K$ bo'lgani uchun

$$2T \pm K \sim (2T \pm K) \sim D; \quad (10.17)$$

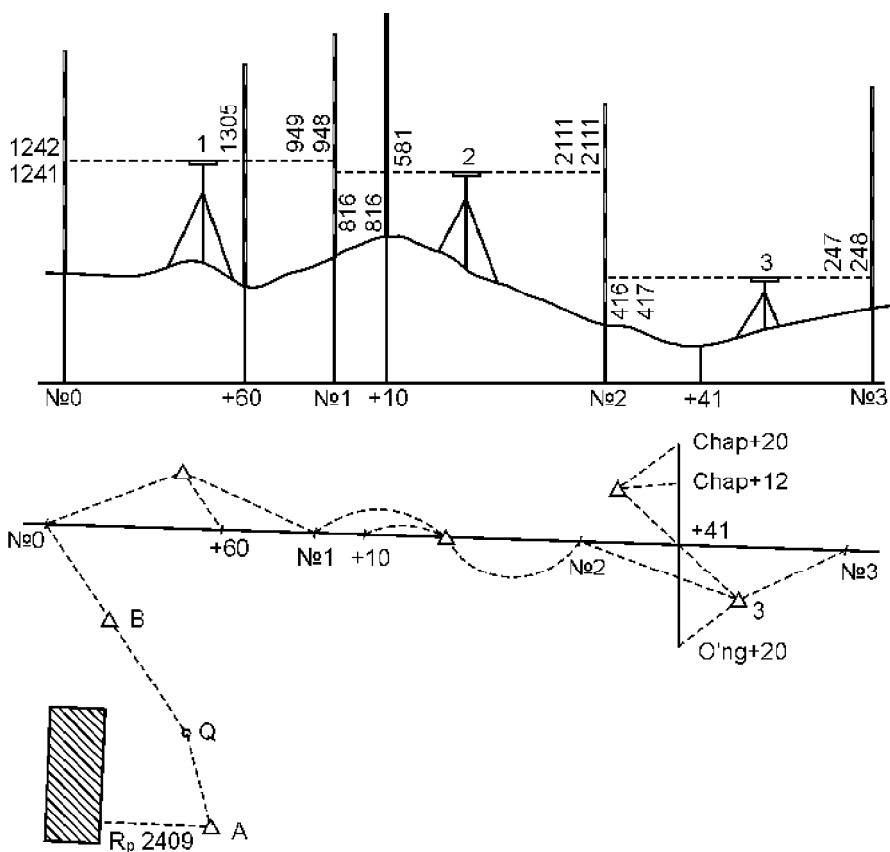
2) $P \wedge K \sim S \pm D.$ (10.18)

Oxirgi tenglamaning ikkala tomoni butun trassaning uzunligini ko'rsatadi. Bu uzunlik trassaning bosh va oxirgi nuqtalari piketlash belgilarining ayirmasi sifatida olinishi ham mumkin. Trassa uzunligining uchala qiymati o'zaro teng bo'lishi kerak (qaydnomaga qarang).

10.15. NIVELIRLASH JADVALINI TO'LDIRISH

Jadvaldagi belgilar ish davomida hisoblanadi. Bog'lovchi nuqtalarning belgilari nisbiy balandlik yoki asbob gorizonti orqali, oraliq nuqtalarning belgilari esa faqat asbob gorizonti orqali, oraliq nuqtalarining belgilari esa faqat asbob gorizonti bo'yicha hisoblanadi (123- rasm). Jadvalda (33- jadval) № 0 va № 1 piketlar orasidagi nisbiy balandlik ($1242 \pm 948 \sim \pm 294$) musbat nisbiy balandliklar grafasiga (8) yozilgan va № 1 va № 2 piketlar orasidagi nisbiy balandlik ($816 \pm 2111 \sim \pm 1295$) manfiy nisbiy balandliklar grafasiga (9) yozilgan, nol piket belgisi (149, 149, 727, 727) va nisbiy balandlik bo'yicha № 1 piket belgisi ($149,727 \wedge 0,294 \sim 150,021$) hisoblangan, № 2 piket belgisi № 1 piket belgisiga va tegishli nisbiy balandlikka teng va hokazo. Bog'lovchi nuqtalarning belgilari va ulardan olingan sanoqlar bo'yicha har bir bekat uchun asbob gorizonti hisoblangan, masalan, № 1 bekat uchun $149,727 \wedge 1,242 \sim 150,969$. Asbob gorizontidan boshqa nuqtalardan olingan sanoqni ayirib shu nuqtalar belgilari olingan, masalan, № 60 nuqta belgisi $150,969 \pm 1,305 \sim 149,664$ ga teng. № 1 piket belgisi tekshirish uchun asbob gorizonti orqali ham olinishi mumkin: $150,969 \sim 150,021$.

Hisoblashni betma-bet tekshirish. Betning tagida hisoblashni betma-bet tekshirilgan, buning uchun orqa va oldingi sanoqlarning o'rtachasi va faqat bog'lovchi nuqtalarning nisbiy balandliklari qo'shilgan. Bu yig'indilarning ayirmasi (± 833) oxirgi va birinchi nuqtalar belgilarining ayirmasiga teng ($148,894 \pm$



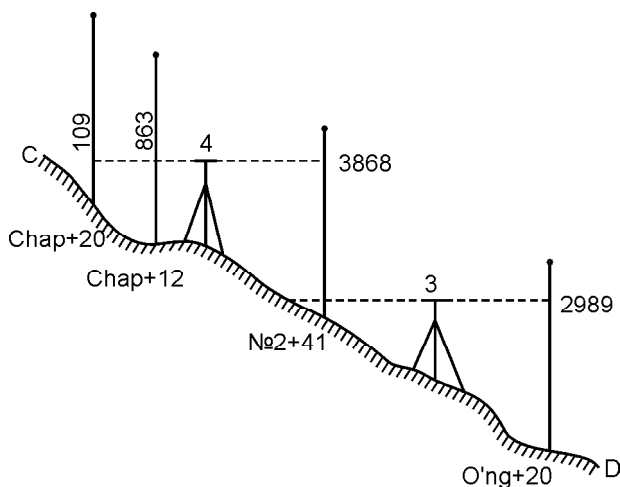
123- rasm. Trassa boshini repurga bog'lash.

149,727 ~ ±0,833). Bundan tashqari, № 3 va № 6 piketlar orasidagi nisbiy balandliklar yig'indisi (±833) ham № 3 va № 0 piketlar belgilarining ayirmasiga teng (±833). Bu tekshirishda oraliq nuqtalar va poperechniklarning (124- rasm) belgilari ishtirok etmaydi. Bunday tekshirish hisoblari har betning tagida bajarilishi lozim.

Jadvaldagi hamma hisoblashlar sanoqlar yozilgandan keyin darhol bajarilishi kerak. Noto'g'ri yozilsa, chizib qo'yib, to'g'risiga, tepasiga yoki yangi qatorga yoziladi. O'chirg'ich qo'llash ma'n etiladi. Agar betma-bet tekshirish hisoblash to'g'ri ekanligini isbot etsa, shunday holdagina to'ldirish yana davom ettiriladi. Jadvalning yangi beti oxirgi bog'lovchi nuqtaning yozuvlarini va uning belgisini yozishdan boshlanadi. Nivelirlovchi shu bekatdagi hamma

NIVELIRLASH JADVALI

Nuqta №	Nivelirla- nadigan nuqtalar	Reyka sanoqlari					Oshirma			Asbob gorizonti	Shartli belgilar	Mutloq belgi
		o'qilgan		sanoqlr o'r'tasi			+		-			
		orqadagi	oraliq	oldingi	orqadagi	oldingi						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
BIRINCHI NIVELIR												
trassa bo'yicha № 0 piketdan boshlangan asosiy yo'l												
1	№ 0	1242 1241			1242			294		150,969	149,727	
	+60 № 1		1305			948		948			149,664 150,021	
2	№ 1	816 816			816				1295	150,837	150,021	
	+10 № 2		581			2111 2111		2111			150,256 148,726	
3 o'ngga	№ 2	416 417			416					149,142	148,726	
	+41 +20 № 3		935 2989			247 248		248	168		148,207 146,153 148,894	
					2474 833	3307	462 - 833	1295			- 0,833	
POPERECHNIK												
o'ngga	№ 2+41 +12	3868	863							152,075	148,207 151,212	
chapga	+20		109								151,966	



124- rasm. Poperechniklarni nivelirlash.

hisoblar va ularni tekshirish tamom bo'lgandan keyingina nivelirni keyingi bekatga ko'chira oladi.

Belgilarni yozish. Nivelir jadvalida shartli belgilar grafası (11) bor. Bu grafa trassani loyihalanayotgan nohiyada davlat nivelirlash markasi yoki reperi bo'lmagan holda to'ldiriladi va butun belgilar nol piketning shartli belgisidan hisoblanadi. Agar keyinchalik trassani reperga bog'lash mumkin bo'lsa, trassaning shartli belgilarini mutloq belgilarga aylantirib hisoblash qiyinchilik tug'dirmaydi. Masalan, agar № 0 piketning belgisini shartli ravishda 100,000 m ga teng deb qabul qilingan bo'lsa va so'ngra uning mutloq belgisi — 149,867 m chiqsa, u holda mutloq belgilarga o'tish uchun har bir topilgan shartli belgiga $149,867 \pm 100,000 \sim 49,867$ m farqni qo'shish kerak.

Ikki tomonlama reyka bilan nivelirlash. Ikki tomonlama reyka bilan nivelirlanganda nivelirlash natijalari 213-betdagi jadvalga yoziladi (34- jadval).

Bog'lovchi nuqtalarga qarash va jadvalga yozish tartibi:

- 1) Orqadagi reykaning qizil tomonidan olingan sanoq;
- 2) Oldingi reykaning qizil tomonidan olingan sanoq;
- 3) Orqadagi reykaning qora tomonidan olingan sanoq;
- 4) Oldingi reykaning qizil tomonidan olingan sanoq.

Vaterpasi taglikda, trubasi aylantirib qo'yiladigan nivelir bilan nivelirlanganda ikkinchi sanoqdan keyin trubani taglikda aylantirib, so'ngra geometrik o'q atrofida 180° aylantiriladi.

NIVELIRLASH JADVALI (IKKI TOMONLAMA REYKALAR)

Nuqta №	Qaraladigan nuqtalar	Reyka sanoqlari			Nisbiy balandlik		O'rtacha nisbiy balandlik		Asbob gori-zonti	Mutloq belgilar	Shartli belgilar
		Orqa-dagi	Oldin-dagi	Oraliq	+	-	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Birinchi nivelir											
1		657		845					64,063		
	+30			915						63,218	
	+84 № 1		5749 1061			405 404		404		63,148 63,002	
2	№ 1	6312 1626		1828						63,002	
	+46									62,800	
	№ 2		6184 1498		128 128		128			63,130	
		13939	14492		256	809	128	404		63,106	
$ \begin{array}{r} - 553:2 = - 276 \quad - 553:2 = - 276 \quad - 276 \quad - 276 \\ \hline 63,406 \\ 0,276 \end{array} $											

Bog'lovchi nuqtalardagi reykalaridan sanoq olgandan keyin orqa reykani oraliq nuqtalarga ko'chiriladi, ulardan reykaniy faqat qora tomoni bo'yicha sanoq olinadi. Bekatda turib nuqtalarga qarab bo'lgandan keyin asbobni olmasdan turib natijalarni tekshirib ko'rish lozim.

Reykaniy turli tomonlaridan olingan sanoqlar ayirmasi bir xil bo'lishi kerak, ayirmalarning bir-biridan farqi 3 mm dan ortiq bo'lmasligi lozim.

10.16. TRASSA REJASI VA BO'YLAMA PROFIL TUZISH

Trassa rejasini tuzish. Trassa rejasi piketlash jadvali hamda to'g'ri va egri chiziqlar qaydnomasining ma'lumotlariga asosan tuziladi. Tekis va qir joylarda odatda reja masshtabi:

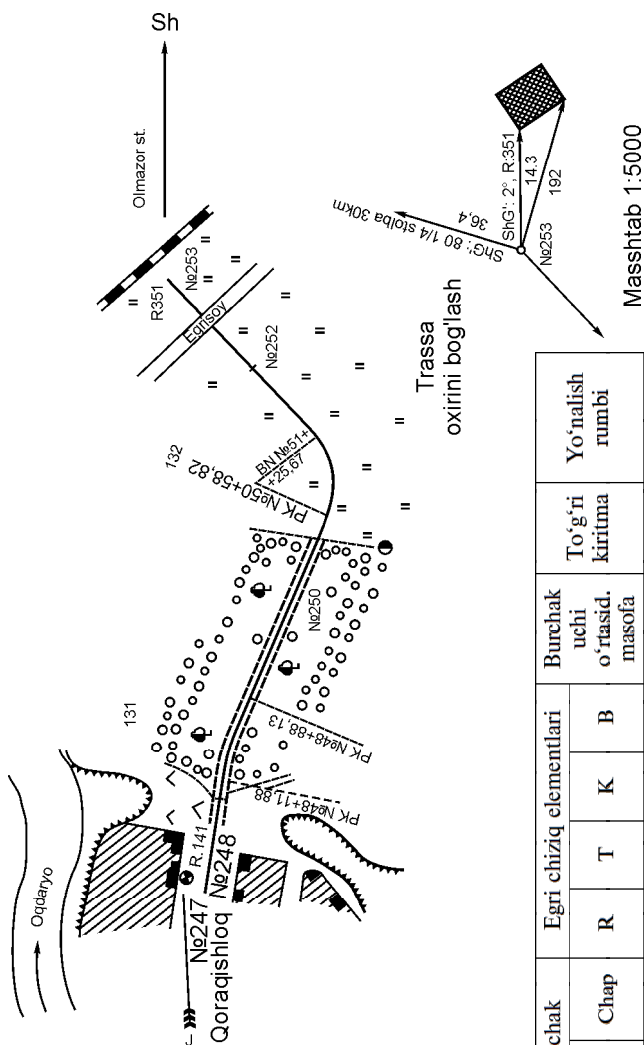
1:10 000 va 1:5 000, tog'lik joylarda esa 1:2 000 bo'ladi. Yo'lning o'qi burilish burchaklarining koordinatalari yoki chiziq tomonlarning rumbi va uzunligi bo'yicha tushiriladi. Rejada (125-rasm) joyda trassa o'tkazishda olingan tafsilotlar tasvirlanadi.

Bo'ylama profil tuzish. Bo'ylama profil nivelir jadvali va piketlash daftarchasidan olingan ma'lumotlarga asosan millimetrlri qog'ozga chiziladi. Tiklik masofalarning masshtabi ufqiy masofalarning masshtabiga nisbatan 10 marta yirik qilib olinadi. Bizning davlatimizda avtomobil yo'llarining umumiy tarmoqlarini qidirishda profillar 1:5000 (ufqiy) va 1:500 (tiklik) masshtabda tuziladi, temir yo'llarni mukammal qidirishda esa profillar 1:10 000 va 1:1 000 da tuziladi.

Profillarni qabul qilingan nusxalarga amal qilgan holda tuzish zarur, chunki ularda kerakli ma'lumotlarni joylashtirish va yozish uchun grafalar ko'rsatilgan. Bunday grafalar **profil to'ri** deb ataladi. 126- rasmda avtoyo'l to'ri bo'yicha chizilgan yo'lning bo'ylama profili ko'rsatilgan. Ufqiy masshtab 1:5000, tiklik masshtab 1:500. 2—9 grafalar «Yo'l qidirish va loyihalash» kursida bayon etiladigan talablarga asosan to'ldiriladi.

Profilni tuzish piketlar hamda qo'shuv nuqtalarni yozish va masofalar grafasini to'ldirishdan boshlanadi. Nuqtalarning belgilari shartli gorizont deb ataluvchi chiziqdan boshlab qo'yiladi, bu chiziq uchun millimetrovkaning biror yo'g'on chizig'i qabul qilinadi. Shartli gorizont chizig'ining yon tomonida yozuvlar uchun 6—7 sm ochiq masofa qoldirilishi kerak. Profil chizig'ining yuqorisida ham har xil yozuvlar uchun, masalan, reperlar belgisi, inshootlarning katta-kichikligi va boshqalar uchun 3—5 sm joy qoldirilishi kerak. Shartli gorizontdan pastda profil to'riining 1—12 grafalarini joylash uchun 12,5 sm joy qoldirilishi lozim. Ko'rsatilgan o'lchamlarga asosan profil tuzish uchun kerakli qog'oz enini hisoblash mumkin. Profil qalam bilan chiziladi.

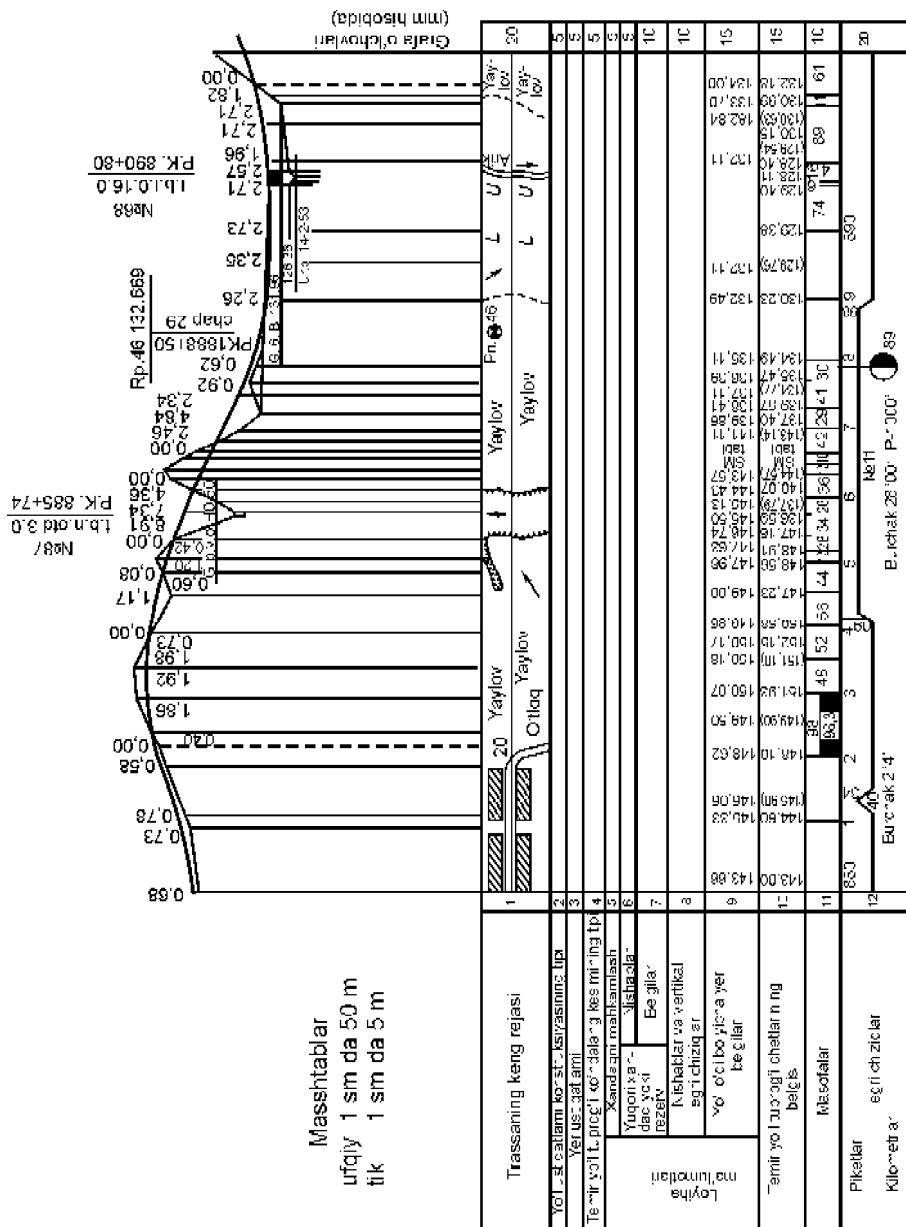
11- grafaning pastki chizig'iga piket nomerlari yoziladi. To'liq bo'lmagan piket oraliqlari (882—833- piketlarga qaralsin) to'liq, ya'ni 100 m ga teng piketlar kabi qo'yiladi, ularning haqiqiy uzunligi esa (98,3 m) 11- grafaga yoziladi va undan tashqari maxsus shartli belgi (126- rasm) bilan ko'rsatiladi. Qo'shuv nuqtalarning nomlari profilda mutloq ko'rsatilmaydi, ularning piketgacha bo'lgan masofalarini masofalar grafasidan (11- grafadan) aniqlanadi, chunki bu grafa hamma nuqtalar masshtab bo'yicha ordinata o'tkazib tushiriladi. Bu nuqtalar orasidagi masofalar ordi-



Nuqtalar	Burchak uchinig o'tmi	Burchak		Egri chiziqli elementlari				Burchak uchi o'trasid. masofa	To'g'ri kiritma	Yo'nalish rumbi
		O'ng	Chap	R	T	K	B			
Piket № 247										
U 131	№ 248+50,20	14°34'		300	38,34	76,27	2,44	150,20	111,86	ShSh:10°33'
U 132	№ 250+95,60		65°45'	600	38,78	68,85	11,44	245,81	168,69	ShSh:25°7'
Piket № 253								213,11	174,33	ShSh:40°38'

125- rasm. Trassa rejasi.

Masshtablar
ufqiy 1 sm da 50 m
tik 1 sm da 5 m

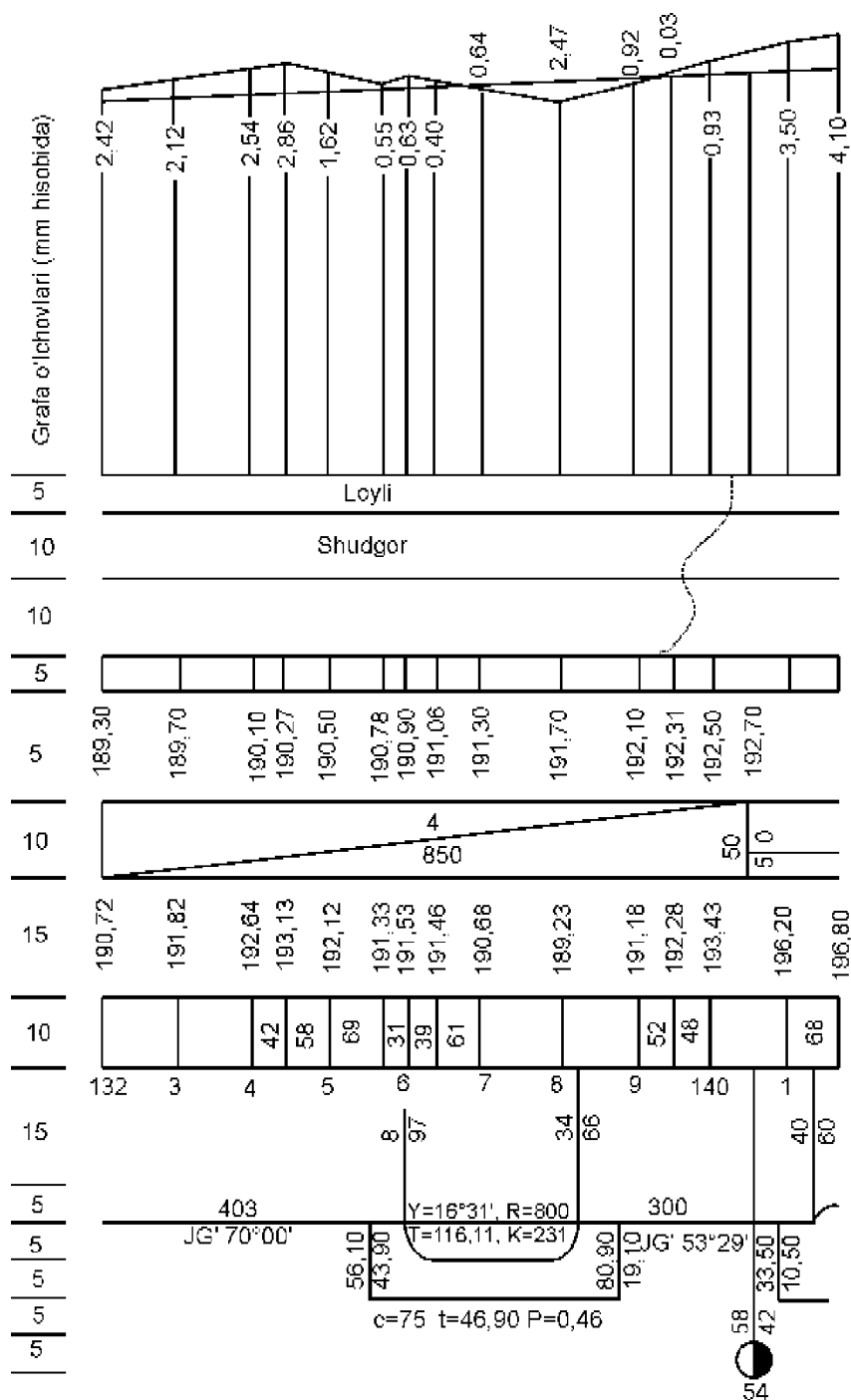


natalar orasiga yoziladi. Piketlar orasida qo'shuv nuqtalar bo'lmasa, u holda ular orasidagi masofa 100 m yozilmaydi. Profil kilometr ko'rsatkichlari piketlash chizig'idan pastga 1,2 sm uzunlikdagi to'g'ri chiziqli shaklida (temir yo'l profilida 4 sm) o'tkazilib oxirida doiracha (diametri 5 mm) chiziladi va uning o'ng yarmi tush bilan qoplanadi. Kilometr ko'rsatkichlari, odatda, piketga to'g'ri keladi, piketlar orasi to'la bo'lmagan holda kilometr ko'rsatkichlari suriladi, chunki ularni o'rnatishda piketlar soni emas, haqiqiy uzunlik hisobga olinadi. Piketlash chizig'idan 1 sm pastda yo'lining to'g'ri va egri bo'laklarining shartli rejasi ko'rsatiladi.

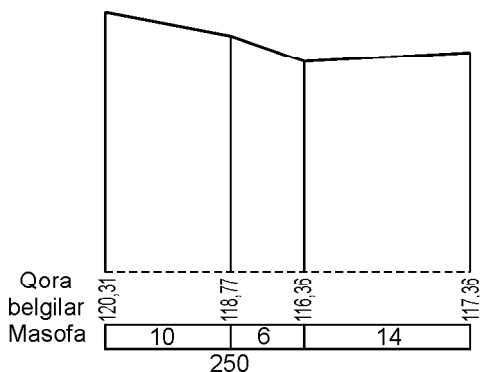
Yo'lining qaysi tomonga burilganiga qarab, egri chiziqlar pastga yoki yuqoriga qaragan shartli yoy shaklida belgilanadi. Yoy pastga qaragan bo'lsa, yo'l o'ngga burilgan, aksincha, yoy yuqoriga qaragan bo'lsa, yo'l chapga burilgan hisoblanadi. Har bir doiraviy egri chiziqli boshi va oxiri piketlash chizig'idan yo'l o'qini tasvirlovchi 12- grafaning o'rta chizig'iga qarab o'tkaziladigan perpendikulyar chiziqli bilan belgilanadi. Egri chizilarning bosh va oxirgi nuqtalaridan eng yaqin kichik piketlarga bo'lgan oraliq perpendikulyar chiziqli bo'ylab yoziladi, masalan, birinchi egri chiziqli boshi № 884 ^ 09 — nuqtaga, egri chiziqli oxiri esa № 885 ^ 98 — nuqtaga to'g'ri keladi. Bulardan tashqari, har bir egri chiziqli burilish burchagi va radius yoziladi. 127- rasmda temir yo'lining bo'ylama profili ko'rsatilgan. Ufqiy masshtab 1:10 000. Tiklik masshtab 1:1 000. Temir yo'l profilida o'tish egri chiziqlari doiraviy egri chiziqli belgisining tagiga joylashgan sinikli chiziqli bilan ko'rsatiladi. O'tish egri chizig'i belgisining oldiga uning parametri minglikda, masalan, 75 000 o'rniga $C \sim 75$, qo'shimcha tangens t va sdvijka (surilma) p yoziladi. Perpendikulyar chiziqlar bo'ylab doiraviy egri chiziqli kabi urinma nuqtasidan eng yaqin piketgacha bo'lgan oraliq yoziladi.

Avtoyo'l profilining 1- grafasida temir yo'l profilining loyiha belgilari (qizil) grafasining yuqorisiga syomka qilingan poloskaning (yo'lining) tasviri qabul qilingan ufqiy masshtabda tushiriladi, shu bilan birga rejaning o'rtasiga yo'l o'qi tushiriladi.

Nivelir jadvalidan yer belgilari (qora) grafasiga tegishli ordinalar qarshisiga santimetrgacha yaxlitlangan belgilar ko'chirib yoziladi va qora belgilar bo'ylab esa nuqtalar belgilanadi, ya'ni profil nuqtalari belgilanadi. Bunda uchi yaxshi chiqarilgan qalam ishlatiladi. Belgilangan nuqtalar bir-biri bilan tutashirilib, profil chizig'i hosil bo'ladi. Profil nuqtalarining ordinalari chizmadan tashqariga chiqmasligi kerak.



12/- rasm. temir yo'ning bo'yama profili.



128- *rasm.* Ko'ndalang profil.

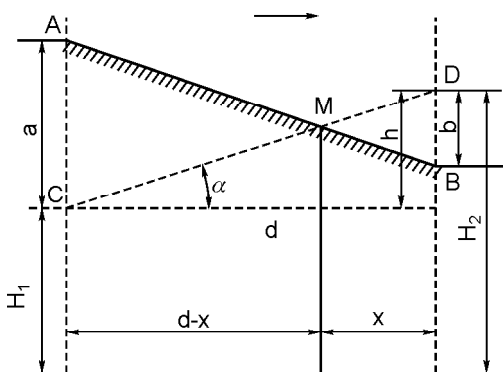
tush bilan chiziladi va yoziladi masofalar grafasini chegaralovchi pastki chiziq havorang tush bilan chiziladi. Hamma qolgan grafalar va yozuvlar hamda rejaga shartli belgilar yozish qora tush bilan bajariladi. Profil chizig'ining yuqorisida, hamma reperlar, ularning nomerlari, belgi raqamlari va trassada bo'lgan masofa ko'rsatiladi. Ko'ndalang profillarni chizishda ufqiy va tiklik masofalari uchun bir xil masshtab qo'llaniladi. 128- rasmda 250- piketdagi ko'ndalang profil ko'rsatilgan.

10.17. LOYIHA BELGILARINI HISOBLASH

Loyiha chizig'i CD (129-rasm) odatda profilga berilgan nishab $i \sim \text{tg}$ + bo'yicha chiziladi. Boshlang'ich nuqta C ning loyiha belgisi yoki boshqacha aytganda, qizil belgisi H_1 berilganda, so'nggi D nuqtasining qizil belgisi H_2 quyidagi ifodadan topiladi:

$$H_2 \sim H_1 \wedge h \sim H_1 \wedge +\text{tg} + \sim H_1 \wedge id, \quad (10.19)$$

ya'ni keyingi nuqtaning
belgisi oldingi nuqtaning
belgisiga chiziq nishabini
nuqtalar orasidagi ufqiy
masofaga ko'paytmasining



129- rasm. Noma'lum M nuqtani
aniqlash sxemasi.

qo'shilganiga teng. Bu ifoda asosida profildagi hamma nuqtalarning qizil belgilarini topish mumkin. Nuqtaning qizil va qora belgilari orasidagi farq shu nuqtadagi ko'tarma balandligini yoki o'yim chuqurligini ko'rsatadi va ishchi belgisi deb ataladi. M nuqtada yer ishlari nolga teng bo'lib, u qizil va qora chiziqlarning kesishgan nuqtasida yotadi. M nuqtadan profilning eng yaqin B nuqtasigacha bo'lgan ufqiy x masofa quyidagi proporsiyadan topilishi mumkin:

$$\frac{x}{d-x} = \frac{b}{a},$$

bundan

$$x = d \frac{b}{a+b},$$

bunda a va b lar A va B nuqtalardagi ish belgilar, d — shu nuqtalar orasidagi ufqiy masofa. x yoki $d - x$ aniqlansa, M nuqtaning belgisini (6.15) ifoda bo'yicha topish mumkin.

Ko'tarmaning tegishli ish belgilari profilning loyiha chizig'i ustiga va (pastqam) yerning ish belgilari uning ostiga yoziladi. Avtoyo'l profilining yer ishlari nolga teng bo'lgan nuqtalarida shartli gorizont chizig'iga punktir chiziq bilan perpendikulyar tushiriladi va uning ikki tomoniga nol nuqtadan profilning yaqin nuqtalarigacha bo'lgan masofa metr hisobida yaxlitlab yoziladi.

11- bob. TRASSANI OLIB O'TISH VA UNI MUSTAHKAMLASH

11.1. TRASSANI TIKLASH

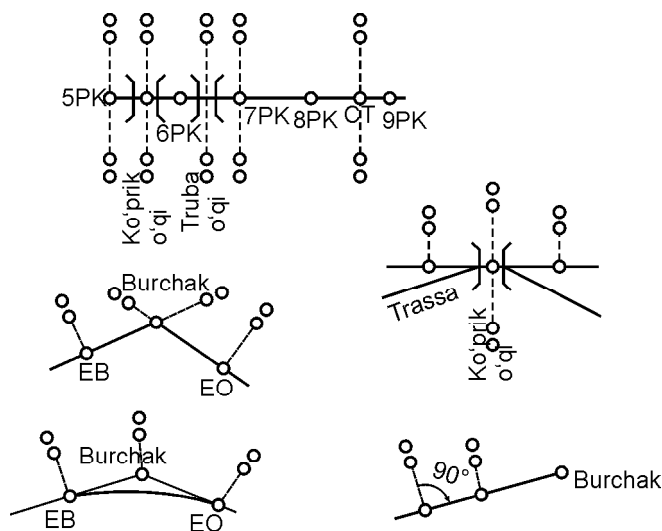
Trassani tiklashda barcha nuqtalar holatini ko'rib chiqiladi. Trassadagi chiziq va burchaklarni o'z vaqtida mustahkamlab boriladi, trassani burilish burchagini doimiy predmet — reperga bog'lab boriladi. Trassa bo'ylab chiziq o'lchashda hosil bo'lgan burchak va trassa yo'nalishini aniqlanayotganda ro'y berayotgan burilish burchaklarining bir-biri bilan kesishgan joyi topiladi. Trassaning ma'lum miqdordagi uzunligi bo'ylab belgilar mahkamlanmagan bo'lsa, bunday uchastkalarda loyiha belgi raqamlariga asoslanib, trassa yangitdan o'rnatiladi. Yangitdan tiklangan trassa

bo'yicha piketlar ham rejalaniadi. Profildagi loyiha belgi raqamiga asoslanib hamma nuqtalar takroriy ravishda tiklanadi. Avtomobil yo'llaridagi trassalarda burilish burchakning nuqtasi ajratiladi. Rejada har qaysi burilishning boshlanish va oxirini belgilab qo'yiladi. Hosil bo'lgan egri bo'yicha egrining profili tuzilib ana shu profilda obi-havoning noqulay payitida yoqqan yomg'ir suvlarning yirik kommunikatsiyalarga oqib ketish yo'nalishini ko'rsatib qo'yiladi.

Mahalliy joylarda trassa nuqtalarini mustahkamlash

Trassa loyihasida ko'rsatilgan belgilarni ishonarli holatdagi belgilar bilan mustahkamlab boriladi. Trassa bo'yicha belgilar qanday belgilangan bo'lsa, ana shunday qilib trassaning stvor chizig'i bo'yicha belgilar belgilanadi yoki qurilish ishlarini olib borilayotgan profil bo'yicha belgilanadi (130- rasm).

Inshoot trassasini takroriy ravishda qurish uchun tayanch tarmoqlarini yangitdan barpo qilinadi. Bunda inshootning bosh o'qiga stvor belgilar va ishchi reperlar o'rnatiladi. Inshootlarni rejalashda asosiy punkt reperini qurilishdan boshqa joyga olib o'tib, belgi raqamni reperga bog'lab qo'yiladi.



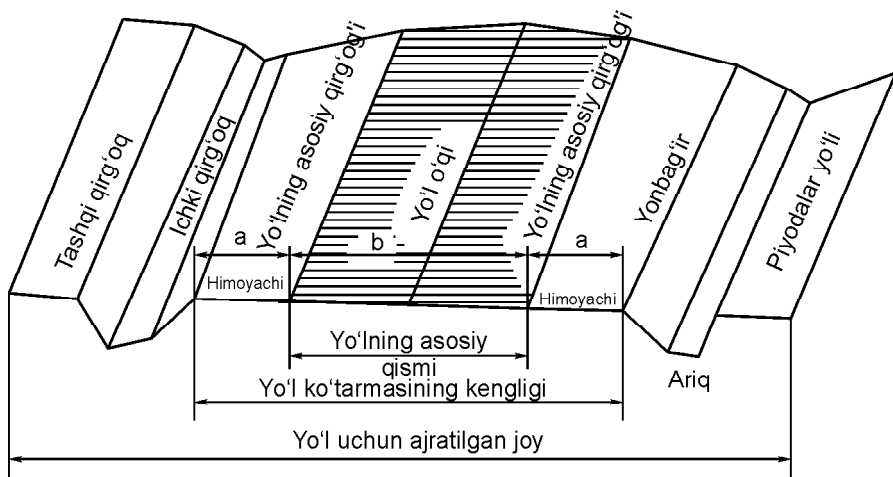
130- rasm. Trassa belgilarini mustahkamlash.

11.2. AVTOMOBIL YO'LINING ASOSIY ELEMENTLARI VA ULARNING MUHANDISLIK INSHOOTLARI

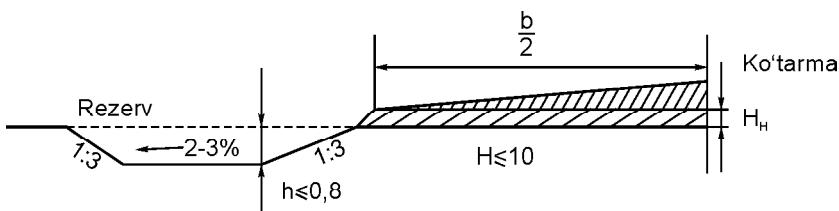
Avtomobil yo'lining asosiy elementlari yo'l qoplamidan, yo'l-ning ikki chekkasiga barpo qilinayotgan ariqlardan, rezervlardan tashkil topgan. Yo'l qoplamasining ustidan transport harakatini o'tkazish uchun yo'l qoplamasi mavjud bo'lib, qoplamani himoya qilib turuvchi (obochina) xizmat qiladi. Yo'l qoplamasidagi tuproqlarni shamol, to'fonlar uchirib ketmasligi uchun yo'lning ikki chekkalariga daraxtlardan polosalar barpo etiladi (131- rasm).

Tuproqni rezervdan qazib olib yo'lning qad ko'tarilishi ko'rsatilgan yoki tuproqni yo'ldan ortib qolgan qismini esa kerak bo'lgan vaqtda olib ishlatish uchun do'ngroq bir chekka joyda saqlab qo'yiladi (132- rasm). Agar yo'l qoplamasini ko'tarishda buzulish joylari ro'y berib qolgan bo'lsa, bunday hollarda yo'l qoplamasini ko'tarish vaqtida tuproq ishlari nam bo'lib, bu tuproqning yaxshi zichlanmaganligidan darak beradi. Shuning uchun tuproq quruq bo'lishi lozim. Yo'l qoplamasining qirg'og'idagi belgi raqami *nol belgi raqami* deb deyiladi (133- rasm).

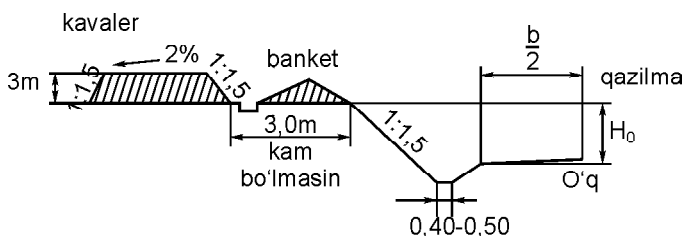
Yo'lning chekkasiga o'rnatilayotgan ariqlar rezervning chuqurligiga, ko'tarilayotgan joy tuprog'iga va bo'ylama qiyalikka moslashtirib belgilanadi.



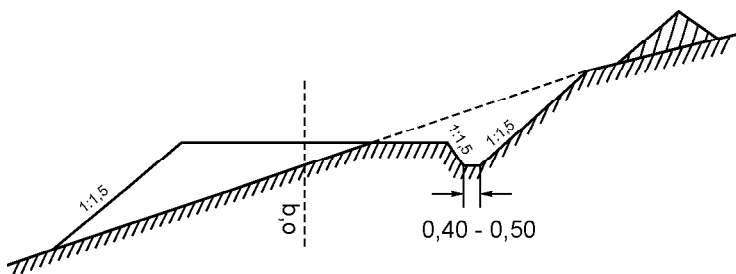
131- rasm. Yo'l elementlari.



132- rasm. Yo'lining ko'tarmadagi ko'ndalang qirqimi yarmi.



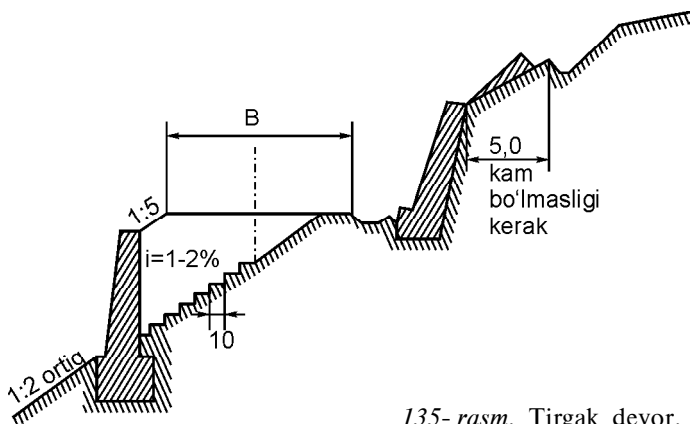
133- rasm. Qazilma.



134- rasm. Yarim ko'tarma.

Yo'l uchun ajratilgan joylarda relyefning murakkabligi sababli yo'lining ko'ndalang qirqimi har xil bo'ladi, yo'l nol nuqtada bo'ladi va yo'l ko'tarmada bo'ladi. Yo'ldan yo'lga o'tish uchun yonlama (syezd) quriladi. Yonlama ham yo'lga o'xshagan bo'ladi. Yo'l yarim qiyalikdan o'tadi (134- rasm). Yo'lining loyiha o'qidan yer sathigacha bo'lgan masofaga ko'tarmaning balandligi deb ataladi.

Yo'lining loyiha o'qidan yerning qazilma sathigacha bo'lgan masofaga qazilmaning chuqurligi deyiladi (134- rasm).



135- rasm. Tirgak devor.

Yo'l tog'lik joylardan o'tsa, ko'tarmani ushlab turish uchun tirgak devor qo'llaniladi (135- rasm).

11.3. TRASSA TO'G'RIDAGI REJALASHNING UMUMIY MA'LUMOTI

Aerofototasvirlash asosida loyihalananayotgan inshoot o'qidan boshlab tafsilotlarni topografik usulda xaritaga tushirishga *trassa* deyiladi. Trassaning asosiy elementlariga ufqiy holatdagi reja, proyeksiya, loyihalananayotgan chiziqning bo'ylama profil va tiklik qirqimlari kiradi.

Trassa rejasidagi radiusni joy sharoitiga moslashtirib, bir-biri bilan tutashgan egri-qiyshiq ufqiy chiziqlarga qarab belgilanadi. Egri-qiyshiq joydagi radiuslar 500—1000 m dan kam bo'lmashligi lozim. Trassa uchun bo'ylama profil tuzishda har xil chiziqlarda nishabliklar ko'rsatiladi. Ana shu egri-bugri chiziqlar tiklik bo'yicha aylanib borib, chiziqlar bir-birlari bilan uchrashib tutashadi.

Bo'ylama profilni tiklik bo'yicha tasvirlashda uni ufqiylikka nisbatan 10 marta yirikroq qilib olinadi. Masalan, ufqiylik masshtab bo'yicha 1:10 000 bo'lsa, tiklik bo'yicha 1:1 000 bo'ladi.

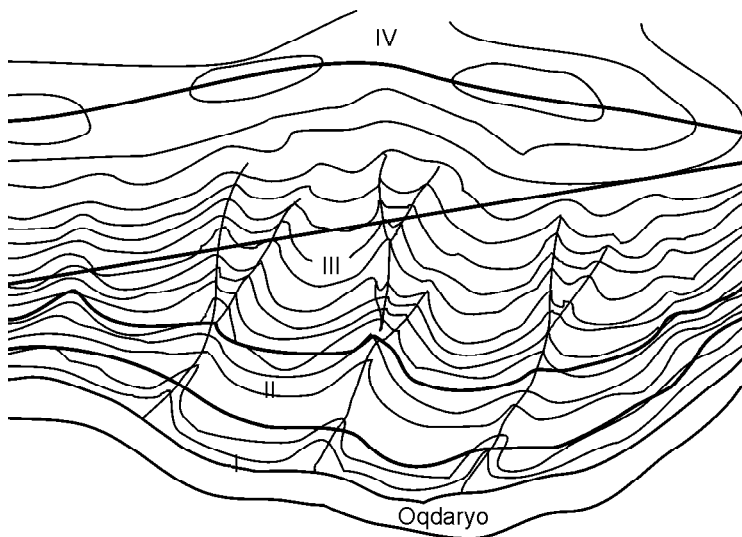
Joyni chiziq yo'nalishi bo'yicha loyihalashda loyihalananayotgan joyning xarakteristikasini bilish lozim. Trassaga perpendikulyar qilib ufqiy va tiklik masshtab bo'yicha bir xil masshtabda 1:200 profil tuziladi.

Trassa yonidan ufqiy va tiklik bo'yicha egri-bugri joylardan elektr simlari va kanalizatsiyalarni olib o'tish loyihalari taqiqlanadi.

Trassa toifalari. Odatda trassa joyning geologik holatiga bog'liq bo'lib, turli toifalarga bo'linadi. Avtomobil va temir yo'llaridan truboprovod va gazoprovod olib o'tishda joyning sharoitiga moslashtirib ish olib boriladi. Vodiy suvlarini ajratib turuvchi chiziqlar, tog' yonbag'irlarini ko'ndalangiga ajratib turuvchi trassalar-ning bir-biridan farqi bo'ladi.

Vodiydagi trassa ko'pincha, suv to'plangan joylardagi pichanzorlarning ustidan o'tishi mumkin. Odatda trassaning havfsizlik rejasi va profili bo'ladi. Trassadan ariqlar kesib o'tar ekan uning qiymati oshadi (136- rasm, I). Ba'zan geologik hodisalar ro'y berishini e'tiborga olib vodiylardan trassani olib o'tishdan voz kechishga ham to'g'ri keladi.

Suv havzasidagi chiziqlarni ajratuvchi trassalar joydagi balandlik belgi raqamlari bo'yicha olib boriladi. Trassa murakkab bo'lmasa, hajm ishlari oz bo'ladi, trassada sun'iy inshootlar kam uchraydi, loyihalash ishlari tez boradi va ishlash qulay bo'ladi. Aks holda past-balandlik joydagi suvni ayirish joylari ensiz va egri-bugri bo'lishi mumkin. Shuning uchun sun'iy trassalarda ishlash qiyin bo'ladi (136- rasm, IV).



136- rasm. Trassa toifalari.

Qiyalikdagi trassani tog'larning yonbag'ridan olib o'tishda II toifali trassani juda ham kichkina nishablikda loyihalanadi. Tog'lik joylarda egri-bugri joylar ko'p uchraganligi sababli, trassani olib o'tishda joylarni loyihada ko'proq ko'rsatiladi. Ana shunday joylardagi trassadan foydalanish vaqtida tog'dan toshlarning o'pirilib tushishi, nurab to'kilishi, yomg'irning oqish yo'nalishi va b. ko'rsatib qo'yiladi.

Suv trassani ko'ndalangiga yorib o'tib, nishab chizig'i tez-tez o'z yo'nalishini o'zgartirishi mumkin. Murakkab joylarni qo'shimcha tarzda ko'rib chiqiladi. Bunday sharoitda trassa qimmatga tushadi.

Asosiy katta trassalar vodiylar bo'ylab yoki suvlarning bo'linishi bo'ylab joylashganligi sababli, kutilmagan hodisalar kamroq uchraydi.

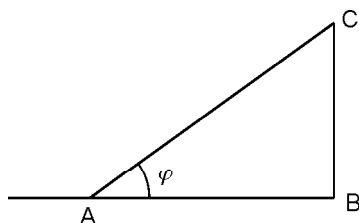
Trassani olib o'tish parametri texnika sharoitlariga moslashtirilgan holda loyihalangan bo'lishi lozim. Aks holda tog'lardan trassani olib o'tish vaqtida trassa ko'p qiyinchiliklarga duch keladi.

Trassani loyihalashda nishabliklar e'tiborga olinadi. Trassani arzonlashtirish uchun eng qisqa radiyslar tanlab olinadi va trassa loyihalanadi. Agar trassa topografik reja, xarita yoki aerofotosyomka materiallari bo'yicha loyihalanayotgan bo'lsa, ana shunday loyihalashni *kamerali ish* deyiladi. Trassani olib o'tish joyini tanlab olinishiga *dala ishi* deyiladi. Trassani loyihalashda iqtisodiy, hamda texnikaviy tomonlarni ko'zlab ish tutiladi. Trassaning balandlik parametrida farq bo'ladi. Kanallarni va truboprovodlarni, oqib ketayotgan chiqindi suvlarning trassasini loyihalashda trassa nishabiga alohida e'tibor berilishi lozim.

Trassani loyihalashda bosim ostidagi truboprovodlarni, aloqa vositalarini va elektr simlarini olib o'tishda nishab kamroq qarshilikka duch keladi. Bunda asosiy e'tibor trassani qisqa yo'ldan olib o'tish arzonga tushishiga qaratiladi. Inshoot trassalarini loyihalashda avtomobil va temir yo'llari, kemalar yuradigan kanallarning nishabini belgilashga alohida e'tibor berish lozim. To'g'ri va egri-bugri uchastkalarda to'g'risiga kesib o'tish qiyin bo'lgan balandliklarning perimetrini hisoblab, trassa aralash usulda olib o'tiladi.

Trassani tekis joylardan olib o'tish. Tekis nohiyalardagi trassani loyihalashda to'siqlar konturi belgilanadi, joyning o'rtacha nishabi loyihada ko'rsatiladi. Trassani to'g'ri olib o'tishga doimo harakat qilish lozim.

Agarda suv to'planib yotgan joylardan, ko'llardan, katta jarliklardan, qishloqlardan va qishloq xo'jaligiga qarashli unumdor yerlardan o'tish kerak bo'lsa, AB trassani (137- rasm) u yoki bu yo'nalishdan chetlab olib boriladi. Trassadagi har qaysi burilish burchagidagi φ ga qo'shimcha kiritiladi. Qo'shimcha hosil qiladigan $\geq$ nisbiy miqdorni quyidagi formula bilan hisoblanadi:



137- rasm. Trassani uzaytirish.

$$l = \frac{AC - AB}{AB}$$

yoki

$$l = \frac{1 - \cos \varphi}{\cos \varphi}.$$

Shunday qilib, $AC = \frac{AB}{\cos \varphi}$.

Burilish burchagi φ miqdorga bog'liq bo'lganligi uchun, nisbiy cho'zilish quyidagiga teng:

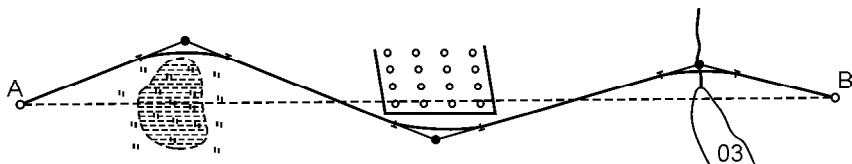
$> -$ gradus hisobida	10	20	30	40	50	60
$\geq -$ prosent hisobida	1,5	6,4	15,45	30,5	55,5	100

Berilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, 10—20° dagi burilish burchaklaridagi trassalar sezilmagan holda uzayadi. Tekis joylardagi nohiyalardan trassani qisqartirib, osonlashtirib olib o'tish qoidasi quyidagicha:

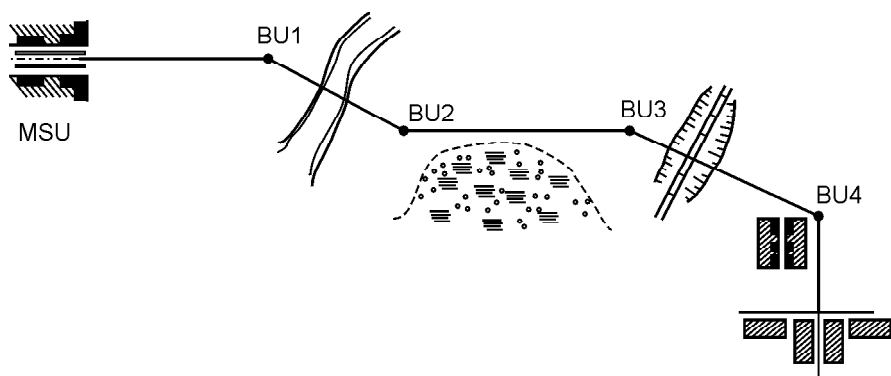
1. Trassani birinchi to'siq joydan ikkinchi to'siq joyga to'ppa to'g'ri olib o'tilaveradi (138- rasm). Trassani olib o'tishda burilish burchaklari ro'y bersa, bunday holda ko'rsatilgan qoidaga muvofiq trassa olib o'tiladi.

2. Burilish burchagini olib o'tishda to'siq joydagi egilishning o'rtasidan to'siq ikki tomonga bir xil tenglikda bo'linsin.

3. Burilish burchagini olib o'tishda trassaning cho'zilishi bilinmasin. Shuning uchun tog'lik joylarda burchakni ko'pincha 20—30° qilib olinadi. Ba'zan joy tafsilotini murakkabligi sababli



138- rasm. Trassani to'g'ri olib o'tish.



burilish burchaklarini joy sharoitiga moslashtirib yoki trassani to'siqlardan aylantirib olib o'tishga to'g'ri keladi (139- rasm).

Yo'l o'qini davom ettirishda 1- burilish burchak uchi trassani kesib o'tadi yoki daryoning ko'prik o'qini mo'ljallab trassani olib o'tiladi. Trassa ko'llarni, qalin o'rmonzorlarni, massiv joylarni kesib o'tishiga to'g'ri keladi. Bunday holda trassaning yo'nalishi bo'yicha ko'llardan, qalin o'rmonzorlardan, massivlardan trassani aylantirib olib o'tishda ro'y beradigan 2- burilish burchagining cho'qqisi aniqlanadi va trassa nishabi belgilanadi.

Og'ir temir yo'l trassasini kesib o'tgan asosiy joyning burchak uchini 3- burilish burchagidagi burchak uchiga moslashtiriladi.

Tog'lik joylardan trassani olib o'tish. Tog'lik nohiyalarda baland to'siqlardagi relyef belgi raqamlarini aniqlab, hisoblab chiqib bo'lgandan so'ng trassa loyihalalanadi.

Trassa tog'lik joylardan o'tadigan bo'lsa, nishablik joylarni chiziqlar bilan ko'rsatiladi. Nishabni to'g'ri belgilanganligini aniqlash uchun trassani sun'iy ravishda o'zgartirib ko'rish mumkin. So'ngra to'g'ri yo'ldagi burchakdan trassani burib olib o'tiladi yoki loyiha chiziq belgilab boriladi. Joydagi ikki nuqta oraliq farqi h va masofa l bo'lsa, oraliqning o'rtacha nishabi i_m to'g'ri yo'nalish bo'yicha nuqtalar orasi quyidagicha:

$$i_m = \frac{h}{l}. \quad (11.1)$$

Agarda i_m miqdor trassani olib o'tishdagi miqdorga nisbatan i_{tr} nishab ortiqroq bo'lsa, bunday holda nishabga asoslanib trassa olib o'tilaveradi. Bunday holda trassaga tuzatma kiritiladi u quyidagiga teng:

$$I_1 \frac{h}{i_{tr}} = \frac{i_m}{i_{tr}} I, \quad (11.2)$$

avvalgi chiziq miqdori quyidagiga teng:

$$\|I \sim I \nabla \div I$$

yoki (11.2) ni hisobga olganda:

$$DI = I = \frac{i_m - i_{tr}}{i_{tr}}. \quad (11.3)$$

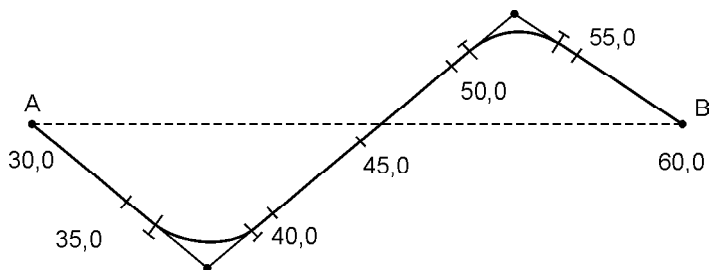
Qo'llanishga nisbatan olinganda:

$$\frac{DI}{I} = \frac{i_m - i_{tr}}{i_{tr}}. \quad (11.4)$$

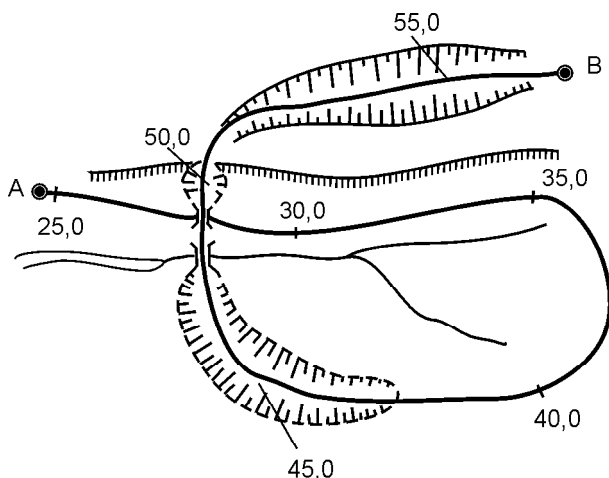
Masalan: $i_m \sim 0,015$, $i_{tr} \sim 0,012$ bo'lganda, avvalgi chiziqqa nisbatan $\frac{DI}{I} = 1/4$ bo'ladi. Ana shunday holda trassa uzunligi 25 %ga tuzatiladi.

Joyning xususiyatiga qarab chiziqlar har xilda olib o'tiladi. Agar trassaga ko'p o'zgartirish kiritilmasa, to'g'ri yo'nalishdan o'tgan to'g'ri chiziq S ga o'xshagan bo'ladi. Ana shu chiziq qing'ir-qiyshiq chiziq deyiladi. (140- rasm). Trassani ma'lum miqdorda uzaytirishda trassani yon tomonidan borayotgan halqasimon egri-bugri chiziqlardan ko'proq foydalaniladi. Trassa qancha yuqori ko'tarilsa, chiziq nishabi boshqa nishab chizig'ini kesib o'taveradi (141- rasm).

Avtomobil yo'llarini olib o'tishdagi trassa chiziqlari bo'ylab, burama chizma o'rnatiladi. Tog'lik joylardan trassani olib o'tishda quyidagi qing'ir-qiyshiq, egri-bugri chiziq qoidasiga amal qilinadi:



140- rasm. Qing'ir-qiyshiq (Elang-belang).



141-rasm. Burama chiziq.

1. Trassani olib o'tishda chiziqni nol qismidagi nishabni ehtiyotlik bilan belgilanadi.

2. Reja tuzishda trassa bilan yer belgi raqamining avvaldan tuzilgan loyiha profili asos bo'ladi. To'g'ri va egri chiziqlarning bir-biri bilan kesishgan joyini belgilab boriladi.

3. Burilish burchaklari va burilish burchaklarining reja miqdori rejada ko'rsatiladi. Trassa chizig'idagi nishabni doimo kuzatib boriladi. Egri joyning radiuslaridan iloji boricha kamroq foydalanish lozim. Trassani texnik sharoitiga moslashtirib, nishabni pasaytirib olib o'tiladi.

11.4. TRASSANI KAMERALLASH

Topografik xaritaga asoslanib inshoot trassa o'qini kameralashda taxminiy izlanishga asoslanadi. Ba'zan relyefning murakkabligini hisobga olingan holda, dalalarda o'lchash ishlari tugagach, rejani yirik masshtabda tuziladi. Joy sharoitiga qarab rejalashni kamerallash yo'li bilan sinab ko'riladi yoki rejani nishab chizig'ini ko'rsatib qo'yiladi. Rejani sinab ko'rish usuli to'g'ri joydagi uchastkalarining baland-pastliklarini belgilashda ko'proq qo'llaniladi. Nuqtalar orasidagi masofani xarita bo'yicha aniqlanadi. Xaritaga asoslanib, bo'ylama profil tuzilgandan so'ng qilingan reja tekshirilib chiqiladi.

Tog'lik joydagi uchastkaning trassasini kamerallashtirishda topografik xaritaga asoslaniladi va nishab belgilanadi. Ana shunday o'lchashni pargarning stvor yurishi deyiladi. Xaritadagi A nuqtadan janub-sharq yo'nalishi bo'yicha nishab i_{tr} ga asoslanib chiziqli o'tkazish lozim (142- rasm). Xarita bo'yicha berilgan masshtab $1:M$ va relyefni qir-qim balandligi h berilgan nishab uchun belgilangan miqdor i_{tr} quyidagicha aniqlanadi:

$$L = \frac{h}{i_{tr}}, \quad (11.5)$$

yoki xaritaning masshtabi bo'yicha:

$$I = \frac{h}{i_{tr}} \cdot \frac{1}{M}$$

bo'ladi.

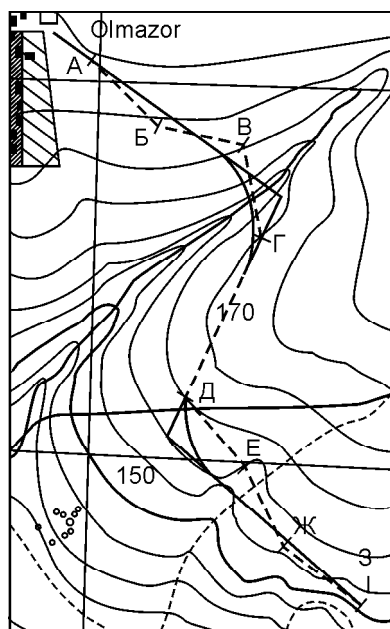
Masalan, $h \sim 5$ m, $I:M \sim 1:25\,000$, $i_{tr} \sim 0,012$ bo'lsa, u holda

$$I = \frac{5000}{0,012} \cdot \frac{1}{25000} = 16,7 \text{ mm}.$$

Trassaning asosiy boshlang'ich yo'nalishidan chiqmagan holda A nuqta pargar (o'lchagich) stvori bilan I ga teng bo'lib, qo'shni gorizontalni kesib o'tganda B nuqta hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan B nuqta bilan kelgusi B_1 nuqtani kesib o'tadi va hokazo.

Jarlik joydagi BF uchastkadagi gorizontallarni burilishlarga tushirmay, gorizontallarni birdaniga ikkinchi tomoniga olib o'tib, bir xildagi gorizontallarni bilan tutashtiriladi. Chiziqli daryolarni kesib o'tishda suvning oqimiga perpendikulyar bo'lib o'tishga harakat qilinadi.

Xaritada A, B, B_1, Γ, D, E , nuqtalarni hosil qilishda teng hosil bo'lgan nishab ishlariga nol chiziqli deyiladi. Loyihadan trassa chizig'idagi nishabni kuzatib borilsa, ko'tarmalarga zaruriyat bo'lmaydi. Chiziqli bo'ylab trassani olib o'tishda ikkita nuqtadan bir-biriga to'g'ri kelayotgan yo'lni aniqlik bilan belgilab olinadi. Agarda nol ishla-



142- rasm. Berilgan nishab bo'yicha trassalash.

rining chizig'i egri-bugri bo'lsa, rejadagi elementlarni to'g'ri joylashtirish uchun elementlar to'g'ri olinadi. Egri-bugri elementlarning belgi raqamlarini yozib olib piketlarga bo'lib chiqiladi. Gorizontaal chiziqlar bo'yicha joy piketlarining belgi raqamini aniqlab, ana shu belgi raqamiga asoslanib profil tuziladi. Ana shu tuzilgan profil bo'yicha trassa loyihalalanadi. Ba'zi bir joylarda katta hajmda tuproq ishlarining bajarish zaruriyati ro'y bersa, xaritadaagi relyef belgi raqamidan foydalaniladi.

Berilgan nishabga asoslangan holda xarita bo'yicha aniqlanayotgan nisbiy xato (11.5) formulada ko'rsatilgan:

$$\frac{mi_{tr}}{i_{tr}} = \frac{(mh)}{n} + \frac{(ml)^2}{b}. \quad (11.6)$$

(11.6) formuladan birinchi qismdagi ikkinchi hadning nisbiy hato miqdori birinchi hadga nisbatan kamroq bo'lishi quyidagicha hosil bo'ladi:

$$mi_{tr} = \frac{mh}{n} i_{tr}. \quad (11.7)$$

Xaritadaagi relyef chiziqlarining bir-biriga nisbatan o'rtacha kvadratik xatosi taxminan 1/5 relyefning balandlik qirqimiga teng bo'lib, relyef chizig'i quyidagicha hisoblanadi:

$$mi_{tr} \sim 1/5 i_{tr}. \quad (11.8)$$

Uchastkaning nol chiziq ishining xatosi $\sim 1/5$ bilan kuzatilganda, $i_{tr} \sim 0,020$ bo'ladi. Nishab chizig'ining egilishi 0,016 dan 0,024 %gacha bo'ladi (142- rasm).

Trassani stereomodel bo'yicha olib o'tish. Stereomodel bilan trassani o'lchashda joydagi h nuqta balandligini quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$h = \frac{H}{b + Dp} Dp \gg \frac{H}{b} Dp, \quad (11.9)$$

bu yerda: H — rasm balandligi, b — nuqtani kuzatib borishdagi bo'ylama parallakslarning farqi, rasmni o'lchash usuli bilan joy nishabini aniqlashda quyidagi formula qo'llaniladi:

$$i = \frac{h}{l} \cdot \frac{H}{Lb} Dp, \quad (11.10)$$

bunda: L — joydagi nuqtalarning orasidagi masofa. Aeroplanda bajariladigan syomka masshtabidagi l qirqim L orqali quyidagicha ifodalaniladi:

$$L = l \frac{H}{f_x}.$$

(11.10) ga ko‘ra quyidagi hosil bo‘ladi:

$$\dot{f} = \frac{f_x}{lb} Dp, \quad (11.11)$$

bu yerda f_x — kameraning fokus masofasi.

Berilgan nishab uchun i_{tr} — trassani olib o‘tishdagi bo‘ylama parallaxslarning farqini (11.10) va (11.11) formulalar orqali topiladi:

$$Dp = \frac{Ll}{H} i_{tr}. \quad (11.12)$$

Agar masofa aeroplanda o‘lchansa, rasmni o‘lchash yo‘li bilan inshootni aniqlashdagi o‘rtacha kvadratik xatosi tuziladi:

$$m_i = \frac{H}{Ll} mDp \quad (11.13)$$

bundan

$$m_i = \frac{f_x}{lb} mDp. \quad (11.14)$$

Masalan, $H \sim 1000$, $b \sim 63$ mm, $m \parallel p \sim f0,03$ mm, $L \sim 100$ bo‘lsa, $m_i \sim 0,005$ hosil bo‘ladi. Aeroplan asboblari bilan trassani olib o‘tish vaqtida stereomodel bo‘yicha o‘lchansa, trassani doimo tayanch nuqtalardan olib o‘tiladi. Stereoskopni o‘rganib olib, joy relyefidagi tafsilotlarni geodeziya sharoitida ko‘rib chiqib, trassani olib o‘tish joylari belgilanadi. Nohiyalarda trassani olib o‘tish vaqtida trassa yo‘nalishi bir-biriga to‘g‘ri kelishi mumkin. Fotogrammetrik yo‘l bilan belgilanayotgan yo‘nalishni tanlab olinadi. Stereomodelda nohiyalardagi tog‘lik yonbag‘irlarni ko‘rib chiqiladi. Nol chiziq ishlarini taxminiy olib o‘tishdagi miqdori trassa nishabi va piketlar orasiga berilgan masofa miqdoriga qarab hisoblanadi. Trassaning boshlanish piketiga markani yo‘naltirilsa, stereometrning parallaktik vinti bilan nishabni hisoblash mum-

kin. Hisoblangan $\#p$ miqdorni trassaga qo'shib, nishab ishorasi qo'shuv yoki ayiruvga bog'liq bo'lib masofa kartotekasi joyidan siljiriladi va stereomodelning yuzasiga tegishli markadagi trassani yo'naltirish nuqtasi topiladi. Ana shu nuqta trassani olib o'tish nuqtasiga to'g'ri keladi.

Parallaktik vint kelgusi har qaysi piketlarning $\#p$ miqdorga hisoblab qo'shiladi. Bunda l masofaga kartotekani siljitib, markani taqalish modeli stereoparni oxirigacha bo'lgan masofa aniqlanadi. Nol chiziq ishi topilgandan keyin, ana shu chiziq bo'yicha piketlar belgilanadi. Piketning belgi raqami aniqlanadi, so'ngra keyingi modelga o'tiladi.

Berilgan nishabga asoslanib, o'lchash stolchasi yordamida konstruksiyalarni bir necha marta o'zgartirilganda multipleks paydo bo'ladi. Ish vaqtida stolchaning ekrani qiyshayishi mumkin. Stolchaning ustiga asosiy markaning markazidan boshqa ikki yon chiziq olib o'tilgan bo'lib, stolcha markazidan l masofada joylashgan. Uchala markalar bir xil tekislikda joylashadi. Trassani olib o'tish vaqtida i_{tr} nishabi ekranchani $\#h \sim li_{tr}$ miqdorga egilgan holatida nishabni uzaytish mumkin.

Rasmni qog'ozga tushirish vaqtida ichki va tashqi yo'nalish aniqlanadi. Trassani umumiy yo'nalishini belgilab bo'lgandan so'ng, marka markazining (trassa) modelini boshlang'ich nuqtasi bilan tenglashtiriladi. Planshet stolchasining ustidagi nuqtadan hisob yozib olinadi. Ana shu nuqta yonida stolchani aylantirib trassaning ikkinchi nuqta yo'nalishi topiladi. Stolchaning yonidagi markalar ham model yuzasiga tegishli bo'ladi. Planshetda hosil bo'lgan nuqta qalam bilan yoki igna bilan belgilab qo'yiladi. So'ngra stolchani siljitib ikkinchi nuqtadagi marka markazini igna bilan tenglashtiriladi. Balandlik bo'yicha ekranchani aralashtirib, ana shu nuqtadagi model yuzasi marka bilan uchrashadi. Stolchani bir necha marta aylantirib model yuzasining marka tomoni yonidagi uchinchi nuqtani boshqatdan ko'riladi.

Planshetda hosil bo'lgan nuqtalarni bir-birlari bilan tutashtirilganda, belgilangan nishab chizig'i hosil bo'ladi. Ana shu chiziqqa yondoshgan holda modelni kuzatib boriladi. Trassani to'g'ri-lab, burilish burchagi belgilanadi. To'siqlar orqali trassani olib o'tishda egri-bugrilarining belgi raqami yozib olinadi. Trassani piketlarga bo'lib chiqib, stolchada piketlardagi nuqtalar balandligi aniqlanadi. Yonbag'ir joydagi uchastkalarda ko'ndalang profil chiziladi.

Multipleksda belgilangan rasmga tushirilgan sxemadan kontur bo'yicha dala ishlarini tekshirishda foydalaniladi. Relyef murakkab bo'lgan nohiyalarda stolcha yordamida trassani olib o'tish murakkab, shuning uchun yirik masshtabli reja tuziladi va trassa ana shu reja asosida loyihalanadi.

Stereomodel bo'yicha trassani kamerallash usuli qiyin, shuning uchun stereomodeldan kam foydalaniladi. Qurilish tashkilotlarida stereofotogrammetrik usulda izlanish rejasi tuziladi, rejadan trassani kamerallashda va dala ishlarida foydalaniladi.

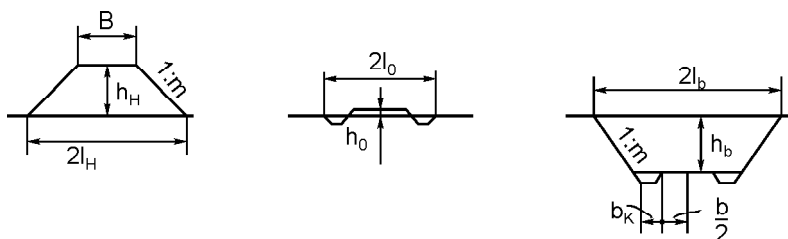
Chet el olimlari trassani *bolpleks* degan optik asbobi bilan loyihalaydilar. Ana shu asbobning travers diapozitiv yordamida to'rtta loyiha tuzilgan bo'lib, u loyihani ikki marta qisqartirish qobiliyatiga ega.

Multipleks asbobi bilan bolplekslar optik asboblari ekran orqali ellipsning yoritilishini ta'minlaydi. Stereoskopik modelni kuzatish davomida trassani olib o'tish usullari ko'rib chiqiladi. (Masalan, trassani piketlarga bo'lish, egrilarni rejalash.) Belgi raqamlarini hisoblashda, trassa rejasini tuzishda o'lchash stolchasidan foydalaniladi.

12- bob. YO'L QOPLAMASINING QIRG'OG'INI REJALASH

12.1. YO'L QOPLAMASINING QIRG'OG'IDAGI YONBAG'IRNI TEKISLASH

Yo'l qoplamasini rejalashda yo'lni yangitdan barpo qilib ko'tarish tuproq ishlaridan boshlanadi. Yangi qurilayotgan yo'lni tuproq bilan ko'tarish vaqtida skreper, buldozer va ekskavatorlar yordamida tuproq ishlari bajariladi. Jumladan, skreper bilan ishlash jarayonida yo'lning ikki chekkasidan tuproq to'kish boshlanadi, so'ngra yo'lning o'rtasiga tuproq to'kiladi. Yo'ldagi tuproqni to'kiyayotganda skreper pichog'i bilan do'ng bo'lib qolgan joylar qirqib tekislab o'tiladi, qotiriladi. Skreperning o'z vazni bilan yo'l qoplamasidagi tuproq qatlamlarini qotirib boriladi. Yo'lning qirg'og'idagi yonbag'ir (otkosnik)ni tekislab, qotirib boriladi. Trassa loyihasida belgilangan asosiy nuqtalarga asoslanib ko'ndalang profil bo'ylab rejalash ishlari olib boriladi. Tiklik qiyaalikdagi ko'ndalang nishab i_R trassa yo'l qoplamasining yonbag'ir qirg'og'idan



143- rasm. Tuproq polotnosining qirg'og'idagi yonbag'ir joylarini tekislab urib qotirish.

chetlab qolmasligi lozim. Tiklik qiyalikdagi qirqim yo'l qoplamasi-ning, yonbag'ir qirg'og'idagi farqi l_{∇} va tog' ostining farqi l . qismi-ni aniqlashda qazilma va ko'tarma joylardagi yonbag'irning nishabini quyidagicha aniqlanadi (143- rasm):

$$l_H = \frac{B}{2} + h_H m, \quad l_0 = \frac{B}{2} + b_R + h_H m, \quad l_b = \frac{B}{2} + b_R + h_b m. \quad (12.1)$$

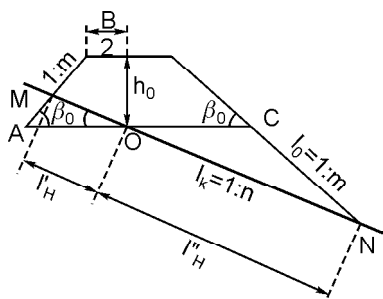
Bunday sharoitda qazilma, ko'tarma va yonbag'irning nishabini aniqlashdan foydalaniladi (144- rasm):

$$i_0 \sim \text{tg } \bar{e}_0 \sim 1:m \quad (12.2)$$

va tog'lik joyning nishabi:

$$i_{\text{egri}} \sim \text{tg } \ll_{\text{egri}} \sim 1:n. \quad (12.3)$$

Ko'tarma ostidagi yostiqlarning qanday holatda ekanligini aniqlash uchun tog'ning yuqorisida turib, yer yuzasidagi AMC uchburchak-ka qarab, quyidagi ifodadan foydalaniladi (144- rasm):



$$\begin{aligned} \frac{l'_H}{\sin b_0} &= \frac{\frac{B}{2} + h_H m}{\sin [180^\circ - (b_0 + n_{\text{egri}})]} \\ l_H &= \frac{\frac{B}{2} + h_H m}{\sin (b_0 + n_{\text{egri}})}. \end{aligned} \quad (12.4)$$

Bizga trigonometriyadan quyidagilar ma'lum:

$$\sin(\bar{e}_0 \wedge \ll_{\text{egri}}) \sim \sin \bar{e}_0 \cos \ll_{\text{egri}} \wedge \cos \bar{e}_0 \sin \ll_{\text{egri}},$$

144- rasm. Qazilma, ko'tarma va yonbag'irlarning nishabini aniqlash.

$$\sin b_0 = \frac{\operatorname{tg} b_0}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 b_0}} = \frac{1}{m\sqrt{1 + \frac{1}{m^2}}} = \frac{1}{\sqrt{m^2 + 1}},$$

$$\cos b_0 = \frac{\operatorname{tg} b_0}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 b_0}} = \frac{m}{\sqrt{m^2 + 1}}; \quad \sin(b_0 + n_{\text{egri}}) = \frac{m+n}{\sqrt{(m^2 + 1)(n^2 + 1)}};$$

Shundan

$$I'_H = \frac{\left(\frac{B}{2} + h_{\text{egri}}m\right) \sin b_0}{\sin(b_0 + n_{\text{egri}})} = \frac{\left(\frac{B}{2} + hHm\right) \sqrt{n^2 + 1}}{m+n} = \frac{\left(\frac{B}{2} + hHm\right)n}{m+n}. \quad (12.5)$$

OCN uchburchakning OMA uchburchakka o'xshashligidan quyidagini hosil qilamiz:

$$I'' = \frac{\left(\frac{B}{2} + hHm\right) \sqrt{n^2 + 1}}{m-n} \gg \frac{\left(\frac{B}{2} + hHm\right)n}{m-n}. \quad (12.6)$$

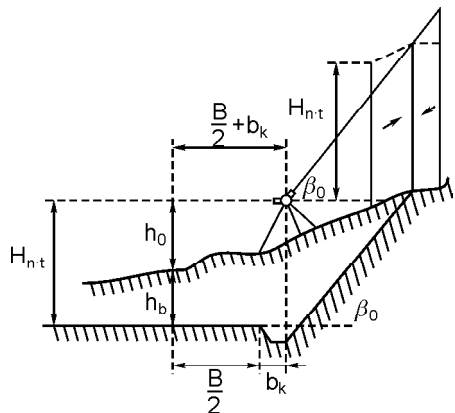
Avvalgi misolni yechishdagiga o'xshash, qazilma uchun quyidagini hosil qilamiz:

$$I'_B = \frac{\left(\frac{B}{2} + bH + hBm\right) \sqrt{n^2 + 1}}{m-n} \gg \frac{\left(\frac{B}{2} + bH + hBm\right)n}{m-n}, \quad (12.7)$$

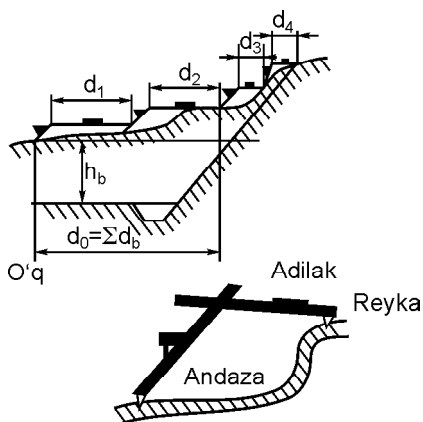
$$I''_B = \frac{\left(\frac{B}{2} + bH + hBm\right) \sqrt{n^2 + 1}}{m+n} \gg \frac{\left(\frac{B}{2} + bH + hBm\right)n}{m+n}. \quad (12.8)$$

Yo'l qoplamasining qirg'o-g'i (brovka) bo'yicha qazilmaning murakkabligi sababli ko'ndalang profilni rejalashda nishabni tekshirib andaza orqali reyka yoki teodolit yordamida chiziqli tekisligi aniqlanadi.

Teodolit trubasining qiyalik nurida chiziqli rejalaniadi (145-rasm). Yo'l qoplamasining yarmidagi o'qdan profil nuqtalaridan rejalash ishlari boshla-



145- rasm. Teodolit trubasining qiya nurida rejalash.



146- rasm. Andaza va reyka bilan rejalash.

nadi. Ana shu nuqta ustiga teodolit o'rnatiladi, truba nurini ufqiy holatga keltiriladi. Tiklik doira hisobini nol o'rniga to'g'rilanadi va nuqtada turgan reja o'qi bo'yicha h_0 hisob olinadi. Reyka bo'yicha olingan miqdor hisobini ko'ndalang profili (qazilma chuqurligi bo'yicha) ishchi belgi raqami h_B qo'shiladi va qirg'oqdagi do'ngni qirqib olingan o'rni nishon tayoqchasining bir-biridan farqini bildiradi (146- rasm):

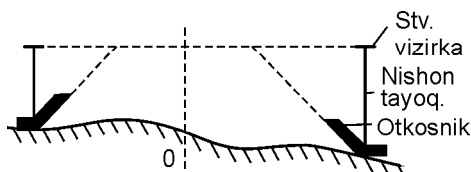
$$H_{\text{nish. tayoq.}} \sim h_0 \wedge h_B. \quad (12.9)$$

So'ngra teodolit trubasining vizir nurini yonbag'irga parallel qilib qo'yiladi. Yonbag'ir bo'yicha balandlik va pastliklar bo'lmasligi uchun qiyalik burchak hisobi $\bar{e}_0$ ga to'g'rilanadi. So'ngra ko'ndalang profil stvorining qiri bo'ylab h nishon tayoqchasi bo'yicha kelgusi nuqtalar axtariladi. Ana shunday sharoitda vizir nuri barcha nishon tayoqchasining ustida bir xil tekislikda bo'lishi lozim.

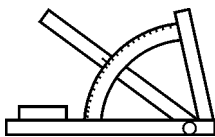
Ko'ndalang profilni andaza (shablon) va reyklar bilan rejalashda trassadagi hisob bo'yicha h_B ishchi belgi raqami bo'yicha hisoblashda yo'l ko'tarmasining uchastkalaridagi ufqiy masofa d_0 o'lchab qo'yiladi.

Tog'lik, notekis joylarda yo'lning qirg'og'ini kengaytirilsa yoki ko'tarilsa, bunday sharoitda yonbag'ir joyga qo'shimcha tuproq to'kiladi. Yo'lning qirg'og'ida paydo bo'lgan do'ng joylarni qirqib olib ko'tarma joylarga solinadi. Yo'l qoplamasining tekisligi bo'yicha jo'yak olinadi. Ish holatini aniqlab olib yonbag'irning yo'nalishi bo'yicha qancha balandlik va qancha ko'tarishlik lozim bo'lgan balandliklarni stvor vizirkalariga yozib qo'yiladi (147- rasm).

Yo'l qoplamasini ko'tarishda vizirka va yonbag'ir andazalarni yonbag'irlik bo'ylab bir joydan ikkinchi joyga olib o'tilaveradi. Andazalar tartibi bilan vizirkalar o'rnatiladi. Yo'l qoplamasini ko'tarayotgan mexanizmlarining ishchi zonasiga vizirka o'qi tushib qolmasligi lozim.



147- rasm. Stvorda vizirka, nishon tayoqchasi, yonbag'irlarni yo'nalishi ko'rsatilgan.



148- rasm. Alohida yasalgan andazaga qiyalikni tekislash uchun moslama o'rnatilgan.

Loyihalanayotgan uchastkalardagi trassani stvor vizirkalar va yonbag'irni loyiha belgi raqamining balandligiga tenglashtirmasdan avval vizirkalar o'rnatiladi. Ana shu nuqtalar orasidagi masofalar loyiha belgi raqamiga asoslanib, nishablar har xil rejalaniadi va loyiha belgi raqami bilan tenglashtiriladi, stvor vizirkalari bo'ylab vizirkalar o'rnatiladi. Agarda nuqtalar loyiha uchastkalariga bog'liq bo'lib, ishchi belgi raqamlari ko'p bo'lsa, bunday holda nuqtalar orasidagi joyning relyef belgi raqamiga asoslanib balandlik $\frac{h}{h}$ miqdorga qisqartiriladi.

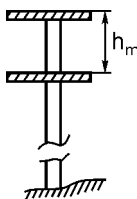
Stvor vizirkalarini har qaysi nuqtaga o'rnatib, masofalar bo'yicha qisqartirilgan miqdorni hisobga olinadi. Uchastkalardagi tiklik egri vizirkalarini o'rni belgilab joylashtirib qo'yishda, tiklik egri rejasidagi ordinatalar bo'yicha tuzatma kiritiladi. Tog'lik joylarda transportni tekis yo'ldan yuqoriga tekis ko'tarilishi uchun yo'l bir yonbag'irli qilib ko'tariladi. Yonbag'ir joylar loyihada ko'rsatilgan andazalar bo'yicha quriladi (148- rasm).

To'g'ri chiziqli uchastkalar bo'yicha stvor vizirkalari va yonbag'irlikning har 30—50 metr masofaga, egri-bugri tog'lik joylarda har qaysi 10—20 metr joyga vizirka o'rnatiladi.

Agar qazilma va ko'tarmaning chuqurligi katta bo'lsa, bunday holda rejalash ishlarini uchastkalarga bo'lib olib boriladi. Ko'tarmaning umumiy balandlik hajmi hisoblanadi yoki qazilma chuqurligini bir necha bo'laklarga bo'lib rejalaniadi. Ana shunday yonbag'irlarda ro'y bergan do'ngliklarni chuqurligiga qarab har xil nishabliklar bilan hisoblanadi.

12.2. YO'L QOPLAMASINI REJALASH

Bir shahardan ikkinchi bir shaharga yo'lni olib o'tish uchun qurilish ishlari boshlanmasdan avval mahalliy joylarda joylarni tekislash ishlari olib boriladi. Har qanday loyihalash uchastka-



149- rasm. Stvorda vizirkani uzaytirish sxemasi.

laridagi tuproq hajm ko'tarmasini ko'tarib bo'lgandan so'ng takroriy holda himoyachini stvor vizirkalari yordamida qirg'oq bo'ylab qirg'oqning rejali holatidagi belgi raqamiga va loyihalangan belgi raqamiga asoslaniladi. Yo'l qoplamasini tekislash ishlari oson bo'lsin uchun stvor vizirkalarini yer yuzasidan h_m miqdorga ko'tarilganiga qarab vizirka o'rnatiladi (149- rasm).

Vizirkalarni belgi ustiga o'rnatishda, yo'l qoplamasini tekislashda mexanizm haydovchisi mexanizmning ustida turib, stvor yo'nalishi bo'ylab rejalangan barcha ishchi organlarining hammasini ko'rib turishi lozim.

Yo'l qoplamasidagi rejalash ishlari tamom bo'lgandan so'ng jo'yak qilishda yo'l qoplamasini qancha o'lchamga kengaytirilganligini hisobga olinadi (150- rasm).

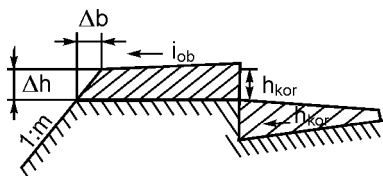
Yo'l qora tuproq bilan ko'tarilib, tayyor bo'lgandan so'ng xomaki himoyachiga yarim tuproq to'kish vaqtidagi himoyachi qirg'oq (brovka)ning balandligi quyidagi miqdorga oshadi:

$$Dh = \frac{b_{jo'yak} h_{jo'yak} - b_{himoya}^2 i_{himoya} b_{himoya} b_{jo'yak} i_{himoya} - \frac{1}{4} b_{jo'yak}^2 i_{jo'yak}^2}{2b_{himoya} + b_{jo'yak}}. \quad (12.10)$$

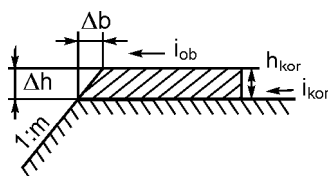
Yo'l qoplamasining qirqimiga mos jo'yak qisqaradi:

$$\|l \sim \|hm. \quad (12.11)$$

Yo'lni tekislash tamom bo'lgandan so'ng yo'l qoplamasini rejalashda himoyachining qirg'og'idagi belgi raqamini $\|l$ miqdorga kamaytirilishi lozim. Yo'l qoplamasining ufqiyiligi bo'yicha ko'ndalang profil bilan nuqtalarni belgi raqamiga nisbatan $2\|b$ miqdorga himoyachini ikkala tomonlarini $\|b$ ga oshiriladi. Himoyachiga qo'shimcha tuproq to'kib tekislanadi (151- rasm).



150- rasm. Himoyachida yarim ko'tarma.



151- rasm. Himoyachini to'g'rilash.

Yo'l qoplamasini tekislash vaqtida, yo'l qoplamasining yuqoridagi jo'yak tubidagi $l_{\text{yo'l qoplama}}$ orqali ko'ndalang nishabni bosib turadi.

Yo'l qoplamasidagi qirg'oqning ishchi belgi raqamini o'zgartirilganligini quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$\|h \sim h_{\text{jo'yak}} \pm b_{\text{himoyachi}} (i_{\text{himoyachi}} \pm i_{\text{jo'yak}}). \quad (12.12)$$

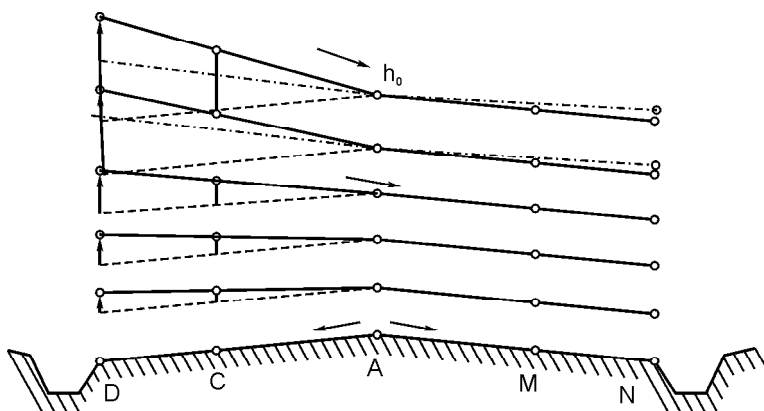
Yo'l qoplamasini eniga tekislab kengayganlik hisobini (12.11) ifoda bo'yicha aniqlanadi.

Ko'ndalang profilni rejalashdagi qazilmani eniga aniqlash uchun ariqlar loyihasining hisobi eniga olinadi:

$$b_{\text{egri}} \sim b_{\text{yo'l}} + 2h_{\text{egri}} m. \quad (12.13)$$

Bu yerda: $b_{\text{yo'l}}$ — ariqning tubi, eniga, h_{egri} — ariqning chuqurligi, $1:m$ ariqning yonbag'ir nishabi. Ko'ndalang profilni rejalashda qazilmani aniqlash uchun ariqning eni bo'yicha loyiha hisobga olinadi.

Ufqiy egrilarga berilgan ko'rgazmalardagi radiuslarga nisbatan radiuslar kam bo'lsa, yo'l uchastkasidagi bir yonbag'irli ko'ndalang profil bilan, ko'ndalang nishab i_B ga asosanib transport yo'lining burilish joylaridan transport qiynalmasdan yuqoriga ko'tarilishi uchun bir yonbag'irlik yo'l quriladi. Yo'l qoplamasi baliq sirtiga o'xshab ikki tomonga suyri bo'ladi, ana shu suyri yo'nalishga yonbag'ir deyiladi. Yo'l qoplamasining ko'ndalang



152- rasm. Ikki yonbag'irli ko'ndalang profildan bir yonbag'irga o'tish sxemasi.

profili ikki tomonga suyri bo'lganligi uchun profilni ikki tomonlama profil deyiladi. Ikki yonbag'irli joydan bir yonbag'irli joyga o'tishiga burilishning boshlanishiga yonbag'irli boshlanish deyiladi (152- rasm).

Yonbag'irning boshlanish joyidagi qirg'oq yo'l qoplamasining tashqi yarmidagi ACD yo'lining A o'qi atrofida aylanadi, yo'lining ko'ndalang nishabi yo'l qoplamasining ichki ko'ndalang profiliga qadar o'zgaradi. Agar bir yonbag'irli yo'lining asosiy qismidagi nishab $i_{a.q.}$ uchun ko'ndalang profil belgilangan normadan oshib ketsa, bunday holda kelguvsi bir tomonlama yonbag'irli profil deyiladi. Yo'l qoplamasining asosiy qismidan profilni olib o'tish vaqtidagi ichki qirg'oqdagi M nuqtaga nisbatan yo'l qoplama bo'yicha profilni aylantirib olib o'tiladi. Yo'lni kengaytirish hisobga olinmagan holdagi profil 152- rasmda keltirilgan. Bir yonbag'irning boshlanish joyidagi tashqi qirg'oq C_1 qo'shimcha nishab $\#i_{yo'l}$ bo'lib, bo'ylama yo'llar uchun i_{nishab} belgilangan chegaradan oshmasligi lozim. $\#i$ loyiha quyidagicha ifodalanadi:

$$L_B = \frac{b_{a.q} i_B}{D i_{yo'l}}, \quad (12.14)$$

bu yerda $b_{a.q}$ — yo'lining asosiy qismi, eniga.

Yo'lining asosiy qismini kengaytirish himoyachining ichki eni MN hisobiga bo'ladi. Himoyachini kengaytirish masofasi bir yonbag'irning uzunligiga teng bo'lishi lozim. Bir yonbag'irning boshlanishi bilan yo'lining eniga kengaytirilishi doirasimon egriga o'xshatib kengaytiriladi. Bir yonbag'irli uchastkani rejalash uchun to'g'ri yo'ldan egri yo'lga o'tish qoidasiga binoan yo'l qoplamasining ichki qirg'og'iga nisbatan yo'l qoplamasining ko'ndalang profili tuziladi. Yo'l elementlaridagi qirg'oq, asosiy qirg'oqning balandliklari hisobga olinadi. Yo'lining himoyachisini ichki qirg'oqlari uchun nisbiy balandlik h himoyachi tanlanadi. Yo'l qoplamasining o'qi h_0 yo'l qoplamasining asosiy qismining tashqi qirg'og'i uchun $h_{a.q.}$ topiladi va yo'l qoplama himoyachini tashqi qirg'og'i uchun $h_{himoyachi}$ topiladi.

Yo'llarni qurish vaqtida ko'p narsalar hisobga olinadi, masalan: yo'lining asosiy qismi ikki yonbag'iri, ko'ndalang profil nishabi $i_{a.q.}$ va himoyachi, bir yonbag'irli profil boshlanishidagi nishab miqdoriga qo'shimcha kiritish uchun $\#i_{yo'l}$, bir yonbag'irlik nishab uchun i_B , yo'lining asosiy qismi eniga $b_{a.q.}$ va himoyachi b_{himoya} .

Birinchi yonbag'ir boshlanmasdan avval yo'l qoplamasining asosiy qismining nishabiga tenglashtirib himoyachiga nishab beriladi. Yo'lning asosiy qism qirg'og'ini ichki nuqtasidan yo'l qoplamasining ko'ndalang nishabi tashqi yarmidagi i_m har qanday ko'ndalang profilga uchun quyidagicha bo'ladi:

1) birinchi yonbag'irning boshlanish uchastkasidagi ko'ndalang profilning nishabi birinchi yonbag'irning asosiy qismining nishabiga teng bo'lishi lozim:

$$h_{a.q.} \sim \|i_{yo'l} l_{a.q.} \sim \|i_{yo'l} l_{egri}.$$

$$h_{himoyachi} \sim h_{a.q.} \wedge \|i_{yo'l} \frac{l_{qoplama} b_{himoyachi}}{b_{asosiy\ qism}} \|i_{yo'l} qoplama\ b_{egri} \frac{(1+himoya)}{a.q.} \quad (12.15)$$

$$in_1 = 2nDi_{yo'l} \frac{l_{egri}}{b_{asosiy\ qism}} - \text{asosiy qism.} \quad (12.16)$$

bu yerda: n — egrini rejalashdan boshlab, egrilarni rejalashdagi oraliqlar soni, l — egrini rejalash vaqtidagi oraliqlar masofasi (bir yonbag'irli reja nishabiga qarama-qarshi yo'nalishdagi nishab).

2) ko'ndalang profildan keyingi uchastkalar uchun tuzilgan bir yonbag'irli nishabning asosiy qismi ko'ndalang profilning nishabiga teng bo'ladi:

$$h_{himoyachi2}^{\nabla} \sim \dot{n}i_{egri} \|i_{yo'l} \frac{b_{himoyachi}}{b_{asosiy\ qism}},$$

$$h_{himoyachi2} \sim \frac{1}{2} i_{a.q.} b_{a.q.} \wedge ni_{yo'l} \dot{l}_{egri},$$

$$h_{a.q.2} \sim i_{a.q.} b_{a.q.} \wedge n \|i_{yo'l} \wedge l_{egri},$$

$$h_{him2}^{\nabla} \sim h_{a.k_2} \wedge \frac{b_{himoya}}{b_{a.q.}} \sim (i_{a.q.} b_{a.q.} \wedge n \|i_{yo'l} egri) \left(1 + \frac{himoya}{a.q.}\right), \quad (12.17)$$

$$ia_2 \sim h_{a.q.} : b_{a.q.} \sim i_{a.q.} ni_{yo'l} \frac{l_{egri}}{b_{a.q.}}. \quad (12.18)$$

Ko'ndalang profil bir yonbag'irli profilning boshlanishidan boshlab trassa egrisining boshlanishigacha bo'lgan masofa quyidagicha bo'ladi:

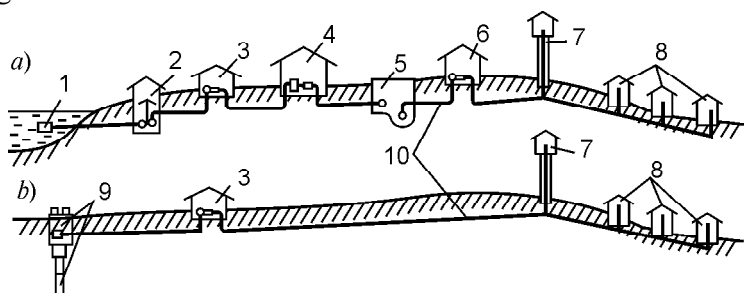
$$La \sim (n^2) l_{\text{egri}}.$$

Bir yonbag'irning boshlanish uchastkalarida egrining rejali ishlari boshlanadi. So'ngra har qaysi ko'ndalang profilda yo'l qoplamasining asosiy qirg'og'idagi profilda belgi raqamlari ko'rsatiladi va hisoblanadi. Tiklik egri ordinatasi hisobga olingan holda yo'l qoplamasining qirg'oq belgi raqamlari hisobga olinadi. So'ngra bir yonbag'irning boshlanishidagi yo'l qoplamasining ko'ndalang profilidagi nuqtalarning balandligi, bir yonbag'irli ichki yo'l qoplamasining asosiy qirg'oqning yuqorisidagi barcha nuqtalarning belgi raqamlarini hisobi olinadi. Ana shu belgi raqamlaridan foydalanilgan holda yo'l aylanasidagi barcha nuqtalarning hammasi rejalaniadi.

13- bob. YER OSTI QUVURLARINING LOYIHASIGA ASOSLANISH

13.1. VODOPROVOD TARMOQ VA INSHOOT ELEMENTLARINI YO'LGA QO'YISH SXEMASI

Vodoprovod tarmoqlari va inshootlarini suv bilan ta'minlash tartibiga muhandislik tartibi deyiladi. Muhandislik kompleks tartibi aholini yetarli darajada suv bilan ta'minlaydi. Ana shu qoidaga muvofiq aholini suv bilan ta'minlash elementi 153- rasmda ko'rsatilgan.



153- rasm. a — vodoprovodning ochiq va yopiq sxemasi;

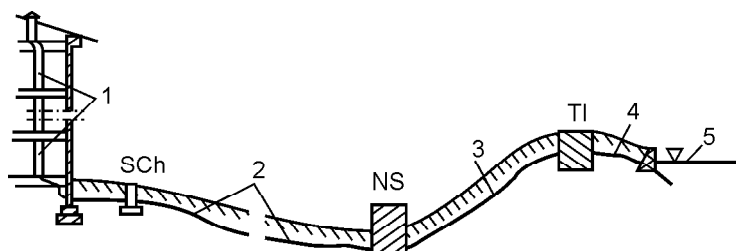
b — suvni barpo qilish sxemasi.

1 — suv devori; 2 — suvni qabul qilish qirg'og'i; 3 — nasos stansiyasi; 4 — suv tozalagich inshooti; 5 — yer osti rezervuaridagi toza suv; 6 — nasos stansiyasi; 7 — suv minorasi; 8 — suvning taqsimot joyi; 9 — shaxtadagi quduq; 10 — oqin suv.

Suvni qabul qilib oluvchi inshoot devori tabiat buloqlaridan oqib kelayotgan suvni qabul qilib olish uchun xizmat qiladi. Nasos stansiyasidan suvni nasos orqali suv tozalash inshootiga haydaladi va inshootdagi suvni takroriy ravishda tozalab ishlab chiqilgandan so'ng suv hajmi bo'yicha kerak bo'lgan joyga taqsim qilib yuboriladi. Suvni tozalagich inshooti rezervuar va bosimli suv minorasi kerak bo'lgan hajmdagi suvni talab qilingan joylarga taqsim qiluvchi joy. Suv quvurlari orqali suvni taqsim qiluvchi tarmoq aholiga yetarli darajada suvni o'z vaqtida taqsim qilib yetkazib berish uchun xizmat qiladi. Suv quvuri uchun chiziqli olib o'tish vaqtida u avtomobil yoki temir yo'l to'siqlaridan o'tadigan bo'lsa, bunday holda to'siqdan quvurni olib o'tish uchun ko'tarma tagidan o'tkaziladi, yoki maxsus ko'priklar, tunnel quriladi. Agarda quvurni jarlik yoki ko'llardan olib o'tish lozim topilsa, truba, inshootlarni to'siqlardan ozod qilish uchun ko'priklar yoki dyuker quriladi.

13.2. KANALIZATSIYA TARMOQ INSHOOTINI YO'LGA QO'YISH ELEMENTINING SXEMASI

Kanalizatsiya tarmog'i muhandislik inshootlarining yig'indisi bo'lib, tashkiliy ishlar quyidagicha: *a* — oqadigan suv va ularni tashkil qilish, *b* — oqin suvni tozalagich inshootiga olib borish, *d* — oqin suvni tozalash va undagi qoldiqdan foydalanish, *e* — tozalangan suvni tinitilgandan so'ng qoldiq suvni xovuzga quyish. Kanalizatsiya quvuri va inshootning asosiy elementlari 154-rasmda ko'rsatilgan.



154-rasm. Kanalizatsiya tarmog'i va inshootning sxemasi.

1 — uy ichidagi tarmoq; 2 — uyning tashqarisidagi tarmoq; 3 — vodoprovod; 4 — suvni ariqqa chiqarish; 5 — eng yuqori sath; SCH — suvni quduqdan chiqarish, NS — nasos stansiyasi, TI — suvni tozalash inshooti.

Hududlardan barcha kanalizatsiyalarni olib o'tayotganda joy relyefi bir-biriga to'g'ri kelayotganligi sababli xovuz va kanalizatsiyaga bo'linadi: kanalizatsiya joyi suv ayirishlik bilan chegaralanadi. Oqar suv bitta yoki bir nechta hovuzlarning yig'indisidan tashkil topgan bo'lib, suvlarning bir joyga to'planib kanalizatsiya tarmog'ini tashkil qilishiga kollektor deyiladi. Yirik o'lchamdagi kollektorlarni kanal deyiladi. Quvur chizig'i kollektor, kanal, daryo, jar, soy va temir yo'llarni kesib o'tsa, dyuker inshootidan foydalaniladi. Kollektor va kanallarni qurishda nishablik pastlik tomonga qaratib yo'naltiriladi. Agarda oqin suvni yuqori tomon ko'tarish zarur bo'lsa, bunday sharoitda nasos stansiyasi o'rnatiladi va nasos yordamida yuqoriga suv haydaladi. Yuqori nuqtadagi suv past tomonga o'zining yo'nalishi bo'yicha xohlagan tomonga oqib boraveradi.

13.3. GAZ INSHOOT TARMOQ ELEMENTINI YO'LGA QO'YISH SXEMASI

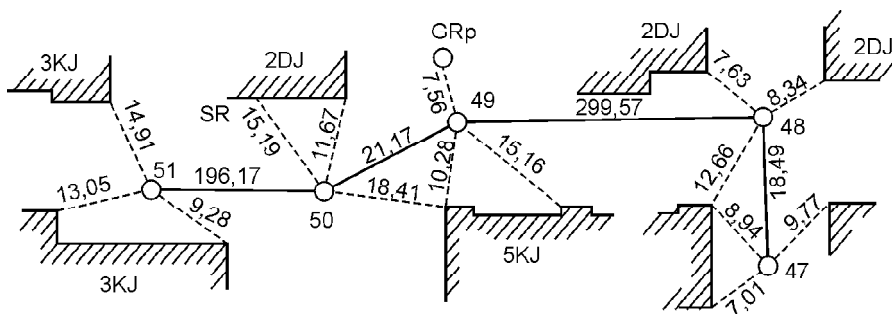
Gaz tarmog'i quvur tartibidagi inshoot bo'lib, gaz taqsimotini jihozlab, aholiga qancha gaz sarf bo'lish hisobi olinadi va aholini yetarli darajada gaz bilan ta'minlanadi. Gaz miqdoriga qarab bosim uch toifaga bo'linadi: 1-past bosim — 4,90 kPa (0,05 kgs/sm²). 2-o'rta bosim — 4,90 dan 294,20 gacha kPa (0,05 dan 3 kgs/sm gacha. 3-yuqori bosim — 294,20 dan 1176,79 gacha kPa (3 dan 12 kgs/sm² gacha). Gaz taqsimotidagi ishni belgilash bo'yicha shahar gaz tarmog'i tranzitli va mayda taqsimotga bo'linadi: *a* — tranzitli, *b* — shoxchalanish taqsimoti. Qoidaga muvofiq, barcha gaz quvurlaridagi bosimsiz gazni aholining talabiga ko'ra har qaysi ko'chadan, har qaysi xonadonga yetkazib beriladi. Kvartallarning ichidagi hovlilarga gazni olib o'tishda uylarning va umumiy uylarning fasadi bo'yicha olib o'tiladi va ma'lum joylarga tayanch belgi ustunlar o'rnatib boriladi. Gaz ballonlarini mashinada olib yurishda nishablikka e'tibor berilmaydi. Gazni yer ostidan yoki yer ustidan dyuker usuli bilan olib o'tiladi.

13.4. YER OSTI QUVUR BELGI RAQAMINI MAHALLIY JOYDAGI TO'SIQLARDAN TRASSANING BOSHLANISH NUQTASIGA OLIB O'TISH

Trassaning dastlabki nuqtaga belgi raqamini olib o'tish uchun rejalash chizmasi xizmat qiladi. Chizmada trassadagi loyiha o'q burchak elementlari va chiziqli miqdorining yozuvlari yozib qo'yilgan bo'ladi. Har qaysi burilish nuqtada (o'qning kesib o'tish nuqtasi) mahalliy joydagi trassa nuqtasidagi doimiy belgini kamida uch joyiga belgi raqamni bog'lab qo'yish lozim. Qizil chiziqli nuqtasiga belgi raqamni belgilab qo'yish namunasi 155- rasmda ko'rsatilgan.

Avvaldan o'rnatilgan truboprovodni, loyihalalanayotgan trassada-gi quvurni qirqib payvandlanayotgan joyini rejalalanayotgan chizma-da ko'rsatiladi. Trassaning boshlanish va oxiridagi belgi raqam-larini mahalliy joydagi reperlarga bog'lanadi. Burilish burchak-larining yer ostidagi quduq va kameralarning belgi raqamlarini yer ostidan yuzaga olib chiqiladi.

Ba'zi bir hodisalarga ko'ra trassa yaqinida yetarli darajada ta-yanch punktlari yo'qligi sababli, trassada burilish nuqtalari ko'p bo'lmaganligi uchun to'g'ri va uzun chiziqlar kam bo'ladi. Trassani mahalliy joydagi doimiy reper belgiga, devoriy belgiga, poligo-nometrik belgiga, quduq qopqog'ining markaziga va temir-beton qorishmasiga bog'lab qo'yiladi. Rejadan grafikaviy usul bilan o'lchab aniqlanayotgan tayanch nuqtasigacha bo'lgan masofa o'lchash asbobining uzunligidan oshmasligi lozim. Trassa bo'ylab ma'lum miqdordagi nuqtalarning yo'qligi sababli, tafsilotlar kamligi sababli trassa bo'ylab tayanch nuqtadan teodolit yo'lidagi rejalash ishlari olib boriladi. Zero, teodolit yurishida trassadan oddiy usul bilan: to'g'ri burchakli, koordinata chizig'i bo'ylab va



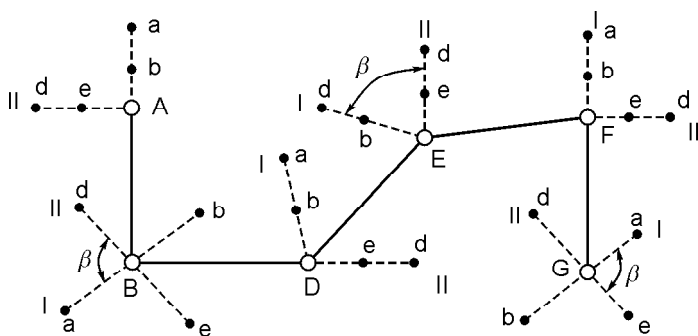
155- rasm. Truboprovodning burilish burchagini doimiy belgiga bog'lash.

kesishtirish usullari bilan olib boriladi. Teodolit yurishidagi chiziqning burchak elementlarini koordinata punktiga bog‘lanadi.

Grafikaviy usul bilan masofa uzunligini koordinata bo‘yicha aniqlanadi va reja tuzishda qog‘ozning deformatsiyasini e‘tiborga olinadi. Trassadagi hamma chiziq uzunligini va burchaklarning tayanch nuqtalaridagi reperlarga bog‘lanishini rejalash chizmasiga yozib qo‘yiladi.

13.5. YER OSTI KOMMUNIKATSIYA VA INSHOOTNING ASOSIY O‘QINI NUQTAGA BOG‘LASH VA UNI KESIB O‘TISH

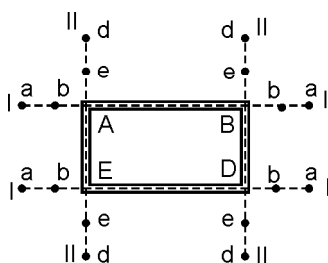
Tuproq ishlarini olib borish uchun ariq (kotlavan) qazishda o‘qlarning kesishadigan joylariga vaqtinchalik qilib belgi qo‘yiladi va geodezik ishlar davom etilaveradi. Qoidaga muvofiq reper belgisini ish olib borilayotgan joydan chetroq joyga olib o‘tib belgiga bog‘lab qo‘yiladi. Belgini tayanch nuqtaga belgilash vaqtida ish jarayonida ishlayotgan texnikaga belgi ziyon etkazmasligi lozim. Shuning uchun stvor chizig‘ining o‘qi bo‘ylab tuproq ishlaridan chetroq joyga reper belgi raqami o‘rnatiladi yoki o‘q nuqtani ikkita stvor chizig‘iga mustahkamlanadi (156- rasm). Har qaysi stvor chizig‘idagi belgi uchtdan belgini tashkil qiladi: 1 — vaqtinchalik chiziq nuqtasi o‘q chiziqda bo‘ladi. 2 — chiziq doimiy chiziq bo‘lib, tuproqli ish zonasidan chekkaroq joyga o‘rnatiladi. I va II stvor chizig‘idagi a , b , d , e belgilar E nuqtaga mustahkamlanadi, ular inshoot o‘qiga nisbatan har xil tomonda joylashgan. G va D nuqtaga mustahkamlanuvchi belgining bir tomoni 156- rasmda



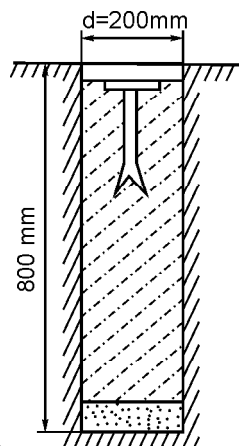
156- rasm. Truboprovod trassasidagi nuqta o‘qini mustahkamlash.

ko'rsatilgan. I va II stvor chizig'ining orasi 90° dan kam bo'lmasligi va 120° dan oshmasligi lozim. A nuqtaning oxiri a va b ikki nuqtadagi stvor chizig'i bilan mustahkamlangan bo'lib, II b va G nuqtalar stvor belgisi hisoblanadi. Trassa yonidagi vaqtincha yoki doimiy inshoot belgilarining joylanishi mahalliy joy sharoitiga bog'liq. Shuning uchun a, b, d, e belgilarning mahkamlanish joyi bosh rejada ko'rsatilgan bo'ladi.

Sanoat korxonalaridagi tuproq ishlarining chekkasiga belgilash nuqtasini joylashtiriladi. Stvor chizig'idagi belgidan boshqa (trassani olib o'tish joyidagi to'siqlardan) kamida ikki ishchi reper o'rnatilishi lozim. Ishchi reporni maxsus joyga o'rnatish kerak. Ana shu o'rnatilgan reper istalgan nuqtada o'z vaqtida belgi raqamini bera olsun. Stvor chizig'ining belgi raqami har xil bo'lishi mumkin. Ba'zi bir belgi raqam inshoot qurish uchun zarur bo'lsa, inshoot qurib bitkazilgandan so'ng ana shu belgi raqam doimo saqlanib qolishi lozim. Shuning uchun belgilarni temir-beton ustuniga o'xshatib tayyorlanadi va ular quduq parmalashda qo'l keladi (157- rasm). Inshootni qurish vaqtidagi har qaysi stvor chiziqning belgisidagi rejadan qanday foydalanilgan bo'lsa, balandlikdagi stvor chiziq belgisidan ham shunday foydalaniladi. Stvor belgi koordinatasini aniqlash uchun inshoot o'qi bilan stvor chizig'ining oralig'idagi burchakni aniqlash lozim. Stvor belgilar orasidagi o'qni va stvor belgilari orasidagi masofani aniqlanadi. Trassa chizig'idagi burchaklarni qanday aniqlikda aniqlangan bo'lsa, qolgan burchak chiziqlarini ana shu aniqlikda aniqlanadi. Masofa va burchaklarni o'lchangan hisobiga qarab, stvor belgilarining koordinatasi aniqlanadi (158- rasm). Rejalash ishlari reperdan



157- rasm. Inshoot o'qini mustahkamlash sxemasi.



158- rasm. O'qni mustahkamlash uchun stvor belgi.

yuqori bo'lsa, chizmadagi belgi raqami asoslanadi. Asosiy o'qni mustahkamlash to'g'risidagi kompleks ishlarning bajarilishiga asoslanib, istalgan masshtabda ijro etilgan sxema tuziladi. Ana shu chizmada o'lgan chiziqlarni va o'lgan burchaklarning ma'lumotlarini stvor belgi koordinatalarida ko'rsatiladi. Zero, ijro etilgan chizmada muhandislik geodezik ishlaridagi yer osti kommunikatsiyasining boshlanishi, inshootning o'qiga bo'lgan munosabat, o'qning tayanch nuqta reperga bog'lanishidagi belgilar to'g'risidagi barcha hujjatlarni dalolatnoma bo'yicha geodezik-marksheyderlik xizmatidagi qurilish-montaj tashkilotiga topshiriladi.

13.6. YER OSTI KOMMUNIKATSIYALARI VA INSHOOTLARINING ASOSIY O'QINI YUZAGA OLIB CHIQISH

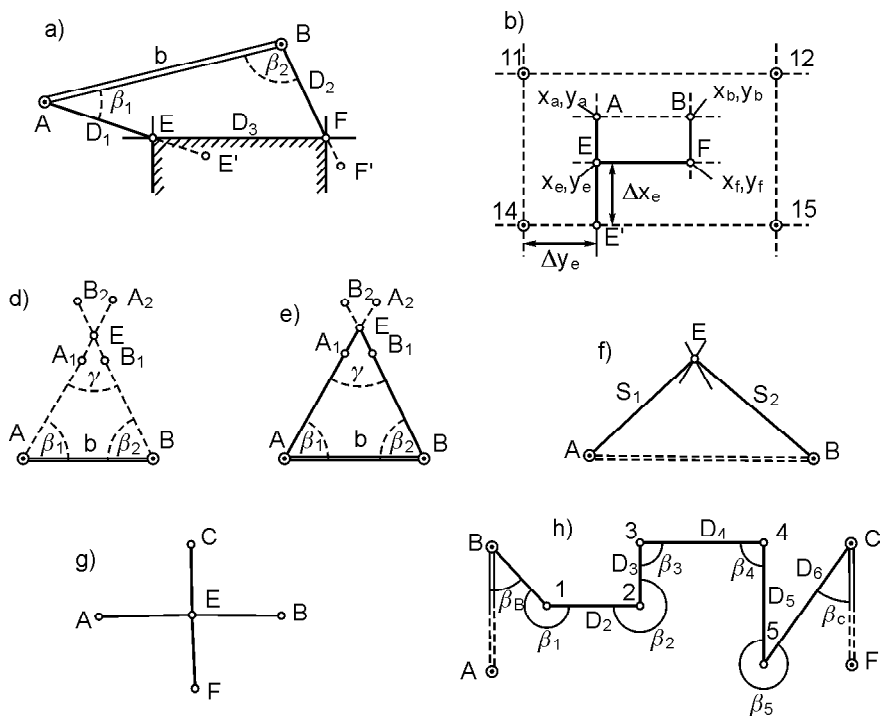
Tajribada inshoot nuqta o'qini yuzaga olib chiqish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi: 1 — qutb usuli, 2 — to'g'ri burchakli koordinatalar usuli, 3 — perpendikulyar usuli, 4 — burchak usuli, 5 — chiziqli va stvorli kesishtirish usuli, 6 — yopiq uchburchak va teodolit yurishidagi usul.

1. Qutb usulida koordinatalarga asoslanib, yetarli darajada quyuqlashgan geodezik punktlardan foydalaniladi va iloji boricha tayanch punktdan inshootning nuqta o'qigacha bo'lgan masofa o'lganadi (159- a rasm). Koordinata loyihasi bo'yicha E va F o'q nuqtani yuzaga olib chiqish talab qilinadi. Ana shu masalani yechish uchun qutb burchagi $\bar{e}_1$, $\bar{e}_2$ va D_1 , D_2 chiziqlarni bilish lozim. Ana shu burchak va chiziqni rejalash elementning chizmasini teskari geodezik masaladan olinadi:

$$a_{ac} = \arctg \frac{y_c - y_a}{x_c - x_a}, \quad D_{ac} = \frac{y_c - y_a}{\sin a_{ac}} = \frac{x_c - x_a}{\cos a_{ac}},$$

$$\bar{e}_1 \sim a_{ae} \pm a_{ab} \quad \text{va} \quad \bar{e}_2 \sim a_{ba} \pm a_{bf}.$$

O'q nuqtadagi E belgini yuzaga olib chiqish uchun teodolitni tayanch punktdagi A nuqta ustiga o'rnatiladi (159- a rasm). Yuqoridagi ko'rgazmaga asoslanib, AB chiziqdan $\bar{e}_1$ burchak orqali AE yo'nalish beriladi. Berilgan yo'nalish bo'yicha o'lgan lentasi bilan tuzatmani hisobga olingan holda ufqiy holatdagi D_1 masofa



159- rasm. Yer osti kommunikatsiya va inshootlarining asosiy o'qini yuzaga olib chiqish.

o'lchanadi. O'q nuqtadagi F belgini yuzaga olib chiqish uchun teodolitni B nuqta ustiga o'rnatiladi va BA chiziqdan $\bar{e}_2$ burchak ostida chiziq yo'nalishi topiladi. Yuqorida ko'rsatilgan tuzatmani hisobga olingan holda ufqiy holatdagi D_2 masofaning miqdori o'lchab qo'yiladi.

2. To'g'ri burchakli koordinatalar usulida qurilish to'rining mavjudligida bosh yoki asosiy o'qqa belgi bog'lanadi. Masalan: 11, 12, 14 va 15 tayanch nuqtadan ma'lum bo'lishicha koordinata loyihasidagi A , B , E va F nuqtalarni yuzaga olib chiqish talab qilinadi (159- b rasm). Agarda x_c va x_f absissalar bundan tashqari, x_a va x_b inshootning o'q nuqtalari bir xil bo'lsa, bunday sharoitda inshoot o'qi qurilish to'rining tomonlariga parallel bo'ladi. O'q nuqtani mahalliy joyda yuzaga olib o'tish hisobga olinsa, E nuqtani koordinata orttirmasi $\|x_e$ va $\|y_e$ ni aniqlash lozim va u quyidagicha ifodalaniladi:

$$\|x_e \sim x_e \pm x_{14} \quad \text{va} \quad \|y_e \sim \|y_e \pm y_{14}.$$

14—15 chiziq bo'yicha 14 punktdan loyiha miqdori $\mathbb{X}_{y_e}$ ni o'lchab qo'yib, E nuqtaga belgini bog'lab qo'yiladi. Ana shu nuqta ustiga teodolit o'rnatiladi va 90° ga qo'yiladi. So'ngra perpendikulyar holatdagi $E \nabla E$ loyiha miqdor $\mathbb{X}_{x_e}$ noma'lum nuqta E qayd qilinadi. E nuqtani rejalashdagi xatoni kamaytirish uchun $\mathbb{X}_{x_e}$ yoki $\mathbb{X}_{y_e}$ ikkita miqdorning kattasi o'lchab qo'yiladi. Qolgan A , B yoki F nuqtalarning o'xshashlik punkti 11, 12, yoki 15 mahalliy joyga o'rnatilgan E nuqtadan belgini yuqoriga olib chiqiladi. Bunda 159- b rasmdan foydalanish mumkin. E nuqtadan $E \nabla - E$ perpendikulyar yo'nalish bo'yicha $x_a - x_e$ loyiha miqdor o'lchanadi va A nuqta bilan mustahkamlanadi. Teodolitni E nuqta ustiga o'rnatiladi. Ana shu o'rnatilgan nuqtaga perpendikulyar AE chiziqdagi nuqtani belgilab F nuqtani hosil qilinadi. F nuqta ustiga teodolit o'rnatiladi. EF chizig'iga perpendikulyar tiklanadi, $x_b - x_f$ loyiha miqdor o'lchab qo'yiladi va B nuqta qayd qilinadi.

3. To'g'ri burchakli kesishtirish usuli. Mahalliy joydagi to'siqlarning mavjudligidan yoki masofani o'lchash imkoniyati yo'qligi sababli yoki aniqlanayotgan o'q nuqta va tayanch punktlari har xil sathdagi joylarda bo'lganligi sababli (belgilar bir-biridan uzoq masofada joylashganligi tufayli) kesishtirish usulidan foydalaniladi. Masalan, E nuqtani yuzaga olib chiqish uchun (159- d rasm) ikkita A va B tayanch nuqtadan tashqari teskari geodezik masala bo'yicha burchak $\bar{e}_1$ va $\bar{e}_2$ burchak hisoblanadi. A va B tayanch punktiga birin-ketin yoki ikkita teodolitni baravariga o'rnatiladi, burchak o'lchanadi va yo'nalish uchun yo'llanma beriladi. Ana shu har qaysi yo'llanmadan kesishtirish uchun yaqin bo'lgan nuqtani A_1 , A_2 va B_1 , B_2 qoziqlarga belgilab qo'yiladi. Har qaysi juft nuqta orasiga ingichka ip tortiladi. Ikki yo'nalishdagi ipning tarang qilib tortilishidagi kesishtirish nuqtasida noma'lum E nuqta hosil bo'ladi. E nuqtaning to'g'ri o'rnatilganligini tahlil qilish uchun uchinchi tayanch nuqtasidan burchakni kesishtirish ishlari bajariladi.

4. Chiziqni kesishtirish usulida A va B tayanch nuqtadan noma'lum nuqta E gacha bo'lgan D_1 va D_2 masofani kesishtirish usuli 159- f rasmda ko'rsatilgan. Bu usul uzunlik l masofani o'lchash asbobidan oshmagan, burchak $\ll 30^\circ$ dan kam bo'lmagan yoki 150° dan yuqori bo'lmagan hollarda qo'llaniladi. Loyiha miqdori bo'yicha koordinata nuqtasi E va tayanch punkt A va B ni teskari geodezik masala bilan yechiladi va ufqiy holatini aniqlanadi. So'ngra koordinata nuqtasiga tuzatma kiritib qiyalik

burchak, S_1 va S_2 masofa hisoblanadi. Shuning uchun masofani o'lchashda ikkita lenta yoki ruletka olinadi va A va B punkt markaziga nol shtrix qo'yiladi. Lentani tarang qilib tortilganda S_1 va S_2 hisob bir-biri bilan to'g'ri kelishi lozim. Hisobning bir-biri bilan to'g'ri kelgan joyiga qoziq qoqiladi. Ana shu qoqilgan qoziq o'rnini E nuqta bilan belgilanadi. Kesishtirish usulini tekshirish uchun uchinchi tayanch nuqtasidan kesishtirish ishini amalga oshiriladi. Tomonlarni ana shunday holatda o'lchashdagi tafovut 1—2 sm dan oshmasligi lozim. Bordi-yu tafovut 1—2 sm dan oshib ketsa, bunday holda takroriy ravishda o'lchash ishlari olib boriladi.

5. Stvorli kesishtirish usuli. Inshoot o'qini rejalashda yoki yer osti kommunikatsiyalarini olib o'tish vaqtida o'qni to'g'ri burchakli qilib o'tish yoki yo'qolgan nuqtani eski holatiga topib qo'yish hollari ro'y bergan vaqtda kesishtirish usuli qo'llaniladi. E nuqta holati (159- g rasm) inshootning qarama-qarshi tomonidagi A , B va F nuqtalarning mustahkamlanganligini ikkita stvor (o'q) orqali kesishgan joyini aniqlaydi. Stvor chizig'ini doimo teodolit bilan hosil qilinadi. Vizirlashni to'siqlarga moslashtirilgan holda asbobni to'g'ri o'rnatish talab qilinadi. Belgilangan stvor chiziq bo'yicha teodolit bilan chiziqni vizirlab, perpendikulyar hosil qilish uchun teodolitni nihoyatda to'g'ri va aniq qilib o'rnatish lozim.

6. Teodolitning yurish usuli yaqin masofada inshoot o'qini rejalash uchun tayanch nuqta belgi raqami bo'lmasa, bundan tashqari gazoprovod, kanalizatsiya tarmoq va inshoot belgi raqamini yuzaga olib chiqish talab qilinsa, bunday holda teodolit yurish usulidan foydalaniladi. A , B , C va F tayanch nuqtalar koordinata bo'yicha loyihalangan vodoprovod trassasidagi burilish o'qi (159- h rasm) 1, 2, 3, 4 va 5 nuqtalarni yuzaga olib chiqish talab qilinadi. Tayanch B nuqtaning ustiga teodolit o'rnatiladi, ishchi holatga keltiriladi va ufqiy burchak $\bar{e}_B$ yuzaga keladi. So'ngra lenta bilan S_1 masofa o'lchanadi va vaqtinchalik belgi bilan mahalliy joydagi loyiha 1 ga mustahkamlanadi. So'ngra teodolitni 1 nuqta ustiga o'rnatiladi va $\bar{e}_1$ burchakni yuzaga olib chiqiladi. S_2 masofa o'lchab qo'yiladi va vaqtinchalik belgi 2 bilan mustahkamlanadi. Mahalliy joyga mustahkamlanayotgan 5 nuqta, mahalliy joyga vaqtinchalik qilib o'rnatilayotgan belgi yordamida teodolit yurishidagi $\bar{e}_1$ burchak va S_1 masofani yuqori aniqlikda tekshirishadi.

13.7. TRUBOPROVODNING FAZODAGI HOLATI, QUDUQLAR, ULARNING MOSLAMASI VA O'RNATILISHI

Truboprovodning fazodagi holati. Yer osti va yer ustida loyihalanayotgan trassaga *inshootning o'qi* deyiladi. Mahalliy joydagi borliq topografik rejaga tushiriladi. Trassaning asosiy elementlari quyidagilar: ufqiy tekislikdagi truboprovod o'qining proyeksiyasi va bo'ylama profil (loyihalanayotgan chiziqlarning tik qirqimi) o'qning qirqimi shovun holatda bo'lishi lozim. Truboprovod trassasining rejasini uchastkalarda xar xil yo'nalish bo'yicha, har xil yo'nalishdagi balandlikka o'rnatilayotgan quduqlarni ufqiy holatdagi burilish burchaklari o'zaro bir biriga bog'lanadi. Bo'ylama profilning alohida to'g'ri chiziqli uchastkada va trassadagi chiziqlari har xil nishabliklardan tashkil topgan. Nuqtalarning joylanishi trassaga oid bo'lgan jihozlarni ikkita koordinatani profilida: piketlash rejasidagi masofaning o'qi bo'ylab, trassaning boshlanishidan to noma'lum nuqtagacha, tiklik qirqimining belgi raqamigacha bo'lgan masofani aniqlaydi. Gaz, vodoprovod va kanalizatsiya tarmog'ini ufqiy va tiklik holatini doiraviy egrida har doimgidek loyihalanmaydi. Shuning uchun truboprovodlar fazoda punktir chiziq bilan tasvirlanadi. Truboprovod va quduqlarning o'z joyiga qo'yib o'rnatilishi va ularning bir-biriga bog'lanishiga qarab quyidagicha bo'ladi: 1. Tarmoqlarga (gaz va vodoprovod tarmog'iga). 2. Suvni kutib oluvchi quduq (kanalizatsiya tarmog'i), chiqindi suvni kutib oluvchi quvurlarning o'zi quyidagilarga bo'linadi: chiziqli, buriluvchi, tugunli va sharsharali. Chiqindi suvlarni kutib oluvchilarga quyidagilar kiradi: quduqlarni tekshiruvchi va quduqlardan tushuvchi. Zavod, fabrikalardan chiqayotgan chiqindi suvlar katta yo'ldan olib o'tilgan quvurlarga oqib borib qo'shiladi va ana shu quvurlardagi chiqindi suvlar bilan qo'shib, aralashib belgilangan manzilgohga oqib boradi. Gaz, vodoprovod yoki kanalizatsiya quvurlarini to'g'ri yo'nalishdagi uchastkalarga qo'yiladi va quvurlarni vaqt o'tishi bilan tozalab turishga imkon yaratib beriladi. Hozirgi zamon talabiga ko'ra quduqlar orasidagi masofa quyidagicha:

Trubaning diametri $d \sim 150$ mm bo'lsa, masofa uzunligi 35 m;
 $d \sim 200$ mm dan — 450 mm gacha bo'lsa, masofa uzunligi 50 m;

$d \sim 500$ mm dan —
600 mm gacha bo'lsa,
masofa uzunligi 100 m;

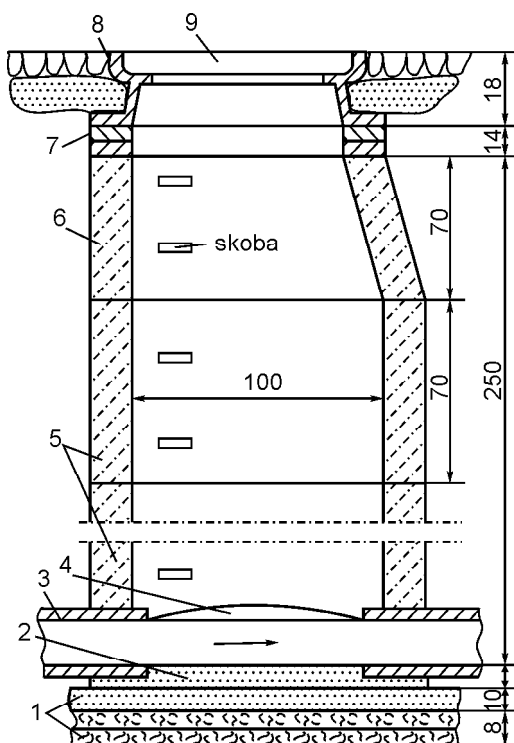
$d \sim 1000$ mm dan —
1400 mm gacha bo'lsa,
masofa uzunligi 150 m;

$d \sim 1500$ mm dan —
2000 mm gacha bo'lsa,
masofa uzunligi 200 m.

Trubaning diametri
2000 mm dan yuqori
bo'lsa, masofa uzunligi
250 metrdan 300 metr-
gacha bo'ladi.

Trassaning burilish
joylaridagi barcha kol-
lektorlarning bir-biri bi-
lan qo'shilgan joylarga
burilish quduqlari o'rna-
tiladi. Sharshara joylarga
kanalizatsiya tarmog'ini
o'rnatish va truboprovod-
ning loyiha nishabi bilan
ta'minlash majburiydir. Inshoot yo'nalishidagi chiqindi suvlarni
qabul qilib oluvchi quduq quyidagi asosiy qismlardan tashkil
topgan (160- rasm):

1 — quduqning ostki sathi, betondan qilingan; 2 — tarnov;
5 — ishchi kamera; 6 — suvning konusdan o'tishi; 7 — bug'uz;
8 — po'lat qopqoqdagi tuynik; 9 — qopqoq. Dumaloq quvur
uchun yarim aylana sifatida betondan yasalgan ochiq holdagi
quvur inshootining yo'nalishi bo'yicha chiqindi, iflos suvlarni
o'zidan o'tkazib yuboradi. 3 — chiqindi suvlar quvurning
yuqorisigacha yon qirg'oqda oqib boradi, 4 — tarnov devori bilan
quduq orasidagi maydonni berma deb yuritiladi. Tarnov tomonga
bilinar bilinmas qilib nishablik (0,02—0,03) beriladi. Quduqning
g'ishtdan qilingan devori usti po'latdan tuynikli qilib yasalgan 9
qopqoq bilan berkitiladi.



160- rasm. Oddiy kanalizatsiya
quvurining sxemasi.

13.8. SUVNING HARAkatIDAGI TEZLIK VA NISHABLIKNING ENG OZ MIQDORINI HISOBLASH

Truboprovodning trassasi maxsus talabga javob berishi lozim. Quvur o'tkazishni loyihalash texnika sharoitiga moslashtirilgan holda rejalashtirilishi lozim. Truboprovodlarni qurishda eng ko'p bosimsiz rejimda ishlayotgan kanalizatsiya va vodoprovod tarmoqlarini qurishda va o'rnatishda eng ko'p javobgarlik ishlari geodeziyachilar zimmasiga yuklanadi. Kanalizatsiya tarmog'idan oqib ketayotgan chiqindi va iflos suvlar katta hajmda qattiq va erimaydigan aralash suyuqliklar bilan birgalikda oqib o'tadi. Chiqindi suvlarning tezligi kamaygan sari erimaydigan aralash suvlardagi qoldiq quvurlarda cho'kib qoladi va ba'zi bir vaqtlarda quvurlar tiqilib qolishi mumkin. Quvurlarning tiqilib qolmasligi uchun quyidagilarni bilish lozim: a — oqib kelayotgan chiqindi suvning harakat rejimini bilish, b — oqar suvning oqishi, suvning oqish vaqtidagi qobiliyati, d — suvning harakati jarayonida to'siqlarni yuvib o'tish mumkinligi. Suvning tezligi va sustligiga qarab bir-biridan quyidagi tezlikka farq qiladi: 1 — eng kam tezlik, 2 — o'rtacha tezlik, 3 — yuqori tezlik. Yuqori bosimda oqayotgan chiqindi va iflos suvning oqimidagi bosimning pasayishi bilan quvurning ichida loyqa bo'lib yotgan loylar to'planib qoladi. Shuning uchun ko'pincha suvni quvurda to'lg'azib oqiziladi. Qoidaga muvofiq suv tezligining eng ozi qabul qilinadi, tezlik miqdori, oqar suvning eng oz miqdori va nishablikning eng kam miqdori 35- jadvalda berilgan. Quvurlarda suvning katta tezlikda oqishi natijasida quvurlar ichida to'planib qolgan loy, qum, hashak va novdalarni oqizib quvurlarning ichini tozalab ketadi. Suvning tezligi metall trubalar uchun 8 m/s dan oshmagan holda ruxsat beriladi. Metall bo'lmagan trubalar uchun suvning tezligi 4 m/s dan oshmasligi lozim.

35- jadval

Quvurning diametri d , mm	Tezlik, v_H , m/s	Eng oz nishablik i
150—200	0,7	0,007
300—400	0,8	0,005
450—500	0,9	0,0005
600—800	1,0	—
900—1200	1,15	—
1200—1500	1,30	—
1500 dan yuqori	1,50	—

Ochiq oqin suvning bir xil harakatidagi nishabligi i tarnovli quvurdagi suv sathining nishabiga teng:

$$i = \frac{H_1 - H_2}{l},$$

bu yerda $H_1 \pm H_2$ — uchashtaning oxirgi masofasi, l — tarnov tubining belgi raqami. Qiyalik joyda nishablikning ko'payishi munosabati bilan truboprovodlar o'rnatishni tezlashtirishda texnikaga asoslanilsa, qurilishning narxi bir muncha kamayadi. Ana shu holda kanalizatsiya tarmog'ini eng past nishablikda loyihalaniadi va quvur ichidagi hashaklarni suvning katta tezligida oqizib tozalab ketayotgan suvga tenglashtiriladi. Dyukerda oqadigan suvning tezlik harakati 1 m/s dan kam bo'lmasligi lozim. Ariqqa o'rnatilgan quvurlar zanglamasligi, chirimasligi va muzlamasligi uchun quvurni bitum moyi bilan bo'yaladi. Uylardan chiqayotgan chiqindi suvlarni kanalizatsiya quvurining eng chuqur joyidagi quvurga olib borib birlashtiriladi. Tarnov quvurining eng oz chuqurligini aniqlash uchun kanalizatsiya ishlarini olib boruvchi muhandislarning tajribasiga asoslaniladi. Qoidaga muvofiq har xil diametrli quvurlardagi tarnov quvurlarini eng oz chuqurlikka o'rnatilishi tuproqning eng yuqori muzlagan qatlamiga nisbatan oz miqdorda muzlagan chuqurlik miqdori qabul qilinadi.

Quvurning o'rtacha diametri o' $d \setminus 500$ mm bo'lsa, quvur ustidagi tuproq 0,3 m bo'ladi, o' $d \setminus 600$ mm bo'lsa, quvur ustidagi tuproq 0,5 m bo'ladi. Yer yuzasidagi sopol quvurning yuqorisidan chuqurlik 0,7 m dan kam bo'lmasligi lozim. Quvurni ana shunday chuqurlikka o'rnatilishining foydali joyi shundaki, tuproq quvurga issiqlikni etkazib berib turadi, muzlashdan saqlaydi. Transport harakati vaqtida quvurni transportdan saqlash uchun ko'chadan olib o'tilayotgan tarmoqlarning chuqurligi quvur ustidan 1,5 metrdan kam bo'lmasligi lozim.

Tuproq ishlarini ochiq usulda olib borish vaqtida kollektordan o'zi oqib ketayotgan chiqindi suvning chuqurligi 6—8 metrdan oshmaydi. Qo'riq yerlarda quvurni 5 metr chuqurlikka o'rnatish mumkin. Katta chuqurlikdagi kollektorlarda g'ovlardan foydalaniladi.

Gaz quvurini yer ostiga o'rnatishda uning turiga ahamiyat berilmaydi. Tuproqning muzlash chuqurligi (suyuq gazni tashishdagi hodisada) quvur diametri, quvurning shikastlanish teshigidan

himoya qilish lozim. Gazoprovodlar uchun quruq yoki suyulayotgan tuproqlardan olib o'tish vaqtidagi gazoprovod quvurini yuqorisidagi tuproqning qalinligi 0,8 m deb qabul qilinadi. Qo'riq va bo'z yerlardan gazoprovod quvurlarini olib o'tishda u 1—1,2 metrgacha ko'paytiriladi.

13.9. TRUBOPROVODLARNI ARIQLARGA JOYLASHTIRISH, KO'NDALANG QIRQIMDAN OLIB O'TISH VA ULARNING AVVALGI YER OSTI KOMMUNIKATSIYALAR BILAN BOG'LANISHI

Ko'chalardan o'tayotgan bir qancha yer osti kommunikatsiyalari: suvning oqishi, issiqlik o'tkazish, neftni olib o'tish, elektr va telefon kabellari bilan yer osti to'ldirilgan. Ana shu inshootlarning hammasi favqulodda gaz, vodoprovod va kanalizatsiya tarmoqlarini loyihalashda bir oz qiyinchilikka duch kelinadi. Quvurlar o'rnatilayotgan joylarni avvaldan kanalizatsiya quvurlarini olib o'tilgan qo'shni kommunikatsiya rahbarlari bilan birga kelishilgan holda loyiha qilinadi.

Qoidaga muvofiq gaz, vodoprovod va kanalizatsiya chiziqlarini olib o'tishda ular to'g'ri chiziqli qilib, qurilgan bino chizig'iga parallel qilib olib o'tiladi. Masalan, yer osti kommunikatsiyalarini maqsadga muvofiq qilib ikki tomonlama o'rnatilayotganligi 161-rasmda ko'rsatilgan. Loyihalanayotgan tarmoqni avvaldan o'rnatilgan ko'cha tarmog'ining ma'lum chuqurlikdagi $h_{ko'cha}$ tarnov quvuriga biriktirish talab qilingan (161- rasm) hodla chuqurlikning eng oz miqdori h_{uyilar} uy yoki kvartal ichidagi tarmoq quvurlarni o'rnatilishini quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$h_{uyilar} \sim h_{ko'cha} + i(L \wedge l) + H_1 + H_2 + \dots,$$

bu yerda: i — uy yoki kvartal ichidagi tarmoqning nishabi, $(L \wedge l)$ — kanalizatsiya chizig'idagi quvur chizig'ining chetlatishdan ko'cha tarmog'idagi tarmoqqacha bo'lgan masofa. (Kanalizatsiya tarmog'ining uzunligini uzaytirishda ko'chadagi quduq tarmog'igacha bo'lgan masofa uzunligi). $H_1 + H_2$ — uy yoki kvartal ichidan olib chiqilgan quvurning ko'cha quvuri bilan biriktirilgan holdagi quvur ustidagi belgi raqami.

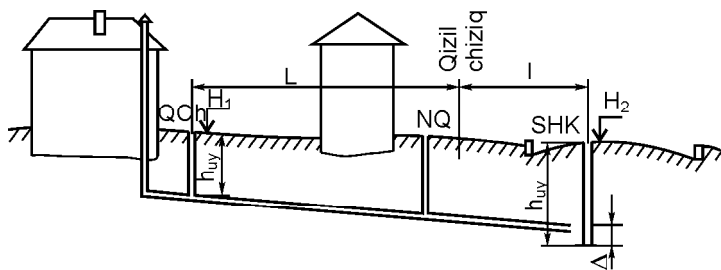
‡ — ko'chadagi quvurlar va shoxlar bilan biriktirilgan tarnov orasidagi sharshara. Shuning uchun yuqoridagi formulaga asoslansak, uylardagi chuqurlik eng sayoz chuqurlikdan katta yoki teng bo'lib, tarnov quvurining diametri d ga to'g'ri kelishi lozim, uni quyidagicha aniqlaymiz:

$$h \sim h_{\text{muz}}^{\pm} (0,3 \dots 0,5) \forall (0,7 \wedge d),$$

bu yerda: h_{muz} — sog' tuproqli maydon uchun SNiP dan olingan ma'lumot.

13.10. ARIQQA QUVURNI ALOHIDA O'RNATISH VAQTIDAGI REJALASH ISHLARI

Yer ostidagi ariqqa quvurni o'rnatmasdan avval ana shu uchastkada ishchi reperning mavjudligini tekshirib chiqiladi. Agarda reperda belgi raqami bo'lmasa, bunday holda yer osti quvurini rejalash joyiga qo'shni reper belgisidan nivelirlash yo'li bilan belgi raqamini olib kelib rejalash ishlarini olib boriladi. Ariqqa truboprovodni o'rnatish uchun dastlabki hujjat bo'lib, bo'ylama profil va rejalash chizmasining nusxasi hisoblanadi. Ana shu hujjatning to'g'riligi ijro etuvchi tashkilotlar tomonidan tekshirilgan bo'lishi lozim. Quvurni alohida rejalashdagi loyiha belgi raqamini quduq ostiga ikkita aralashgan quduq raqamidan olib beriladi. Obnoska orasiga tortilgan shovun ipi orqali quduq markazini aniqlanadi. Yer ostiga o'rnatilgan gazoprovod,



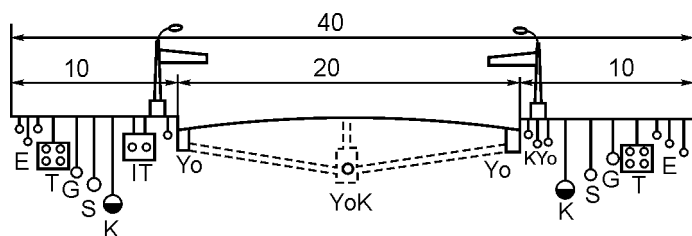
161-rasm. Ko'cha tarmog'ida chuqurlik boshlanishini aniqlash sxemasi.
QCh — quduqning chiqarilishi; *NQ* — nazorat quduq; *ShK* — shahardagi kollektor.

vodoprovod va kanalizatsiya tarmoqlari texnika talabiga javob berishi lozim.

Rejadagi masofa bilan yer osti kommunikatsiyasiga berilgan ruxsatnomaning eng qisqa masofasi 36- jadvalda berilgan.

36- jadval

Kommunikatsiyaning nomi va qaysi vositagacha berilgan ruxsatnomadagi masofa	Kanalizatsiya	Vodoprovod	Gazoprovod		
			Past bosim	O'rtacha bosim	Yuqori bosim
Puteprovod va tonneldan qurilish chizig'igacha yoki bino fundamentining qirqimigacha	3—5	5	2	4	7—10
Yer ostidagi kuchli kabelgacha	0,5	0,5	1	1	1
Yuqori kuchlanishdagi elektr chizig'igacha:					
< 35kV	5	—5	5	5	5
35 kV	10	—	10	10	10
Kabellarning bog'lanishigacha	1	0,5	1	2	3
Issiqlikni o'tkazish va mahsulotni o'tkazishdagi quvurning tashqi yuzasigacha	1—1,5	1,5	2	2	2—4
Gazoprovodlargacha:					
past bosim	1	1	—	—	—
o'rtacha bosim	1,5	1,5	—	—	—
yuqori bosim	2—5	2—5	—	—	—
Stolbalarning tashqi qiyofasini yoritishgacha	—	1,5	—	—	—
Temir yo'lining yaqinlashgan joyigacha	4,5	4	3	4	7—10
Ariqning qirg'og'idan tramvay relsining oxirigacha	1,5	2	2	2	3
Ariqning qirg'og'idan ko'tarma yostig'igacha	1	—	—	—	—
Avtoyo'ldagi bordyur toshining qirg'og'igacha	1,5	2	—	—	—
Yo'lining chekkasiga o'rnatilgan manzarali daraxt ko'chatlarning tanasigacha	2	1,5	1,5	1,5	15



162- rasm. Yer osti tarmoqlarini oqilona joylashtirish sxemasi.

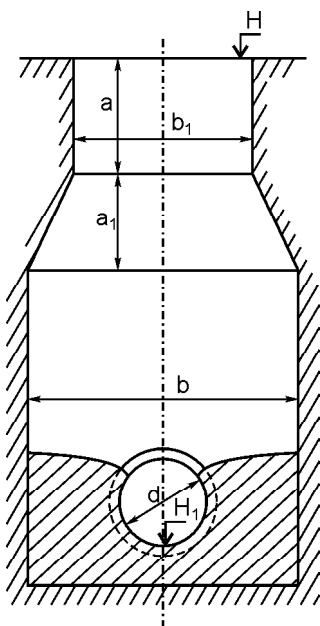
E — elektr tarmogʻi; T — telefon; G — gazoprovod; K — kanalizatsiya; Yo — yomgʻirni qabul qiluvchi; YoK — yomgʻirli kanalizatsiya; IT — isitish tarmogʻi; KYo — kabelni yoritish; S — suv.

162- rasmda yer osti tarmoqlarini joylashtirishning koʻp joylarda maʼqullangan namunasi keltirilgan.

13.11. YER OSTI KOMMUNIKATSIYALARINI OLDINDAN TEKSHIRIB KOʻRISH

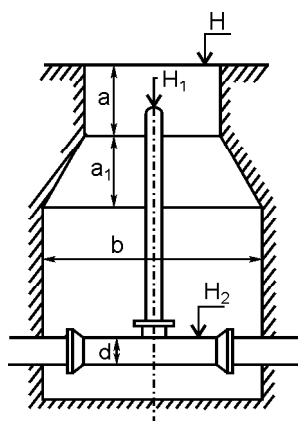
Geodeziya ishlarini olib boruvchi muhandis shahardagi kanalizatsiya tarmogʻini ekspluatatsiya qiluvchi tashkilot bilan birgalikda belgilangan uchastka boʻyicha tekshirish ishlarini olib boradi. Uchastkaning sxemasiga asoslanib quyidagi ishlarni kiritish mumkin: Yangitdan oʻrnatilgan yer osti kommunikatsiya quvurlarining chiqish joylaridagi chizmaga yangilik kiritish va chizmada keraksiz chizma boʻlsa, ana shu chizma oʻchiriladi va yangi chizmaga har qaysi quduqning tartib nomerlari yozib chiqiladi. Masalan, gaz tarmogʻi uchun 101 dan 200 gacha, vodoprovod tarmogʻi uchun 201 dan 300 gacha va hokazo. Yer osti kommunikatsiyalarining har qaysi turiga alohida nom berib boriladi: gazoprovod quvurlari boʻyicha, kameralar, baxmallar, nazorat quvurlari, dyukerlar, binolarga gazlarni olib kirishlar, gazni taqsimlovchi punktlar (GRP) va hokazolar. Vodoprovod quduqlari boʻyicha kolonkalardan, dyukerdan, suv devorini oʻrnatishdan, nasos stansiyasidan, suvning tozalagich inshootidagi kanalizatsiya quduq boʻyicha suvni chiqarish, suvni haydash stansiyasi, suvni dalada tinitish, dyukerlar, yomgʻir suvni qabul qiluvchilar va trubadan havoni haydab chiqaruvchilardir.

Issiqlikni oʻtkazuvchi quduqlar boʻyicha kameralardan, joydagi suvni isitib haydovchilar, TES, qish vaqida trassa boʻylab



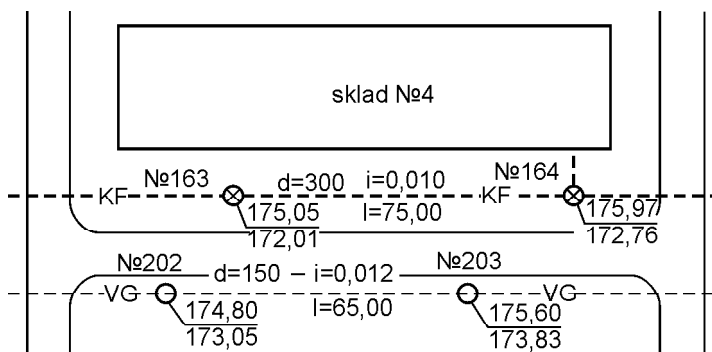
163-rasm. Kanalizatsiya quvurining tiklik qirgimi.

H — quduq qopqog'ining belgi raqami; H_1 — tarnov quvurning belgi raqami; a, a_1 — balandlik bo'yicha o'lcham, b — kengaytirilgan qismdagi diametr, d — quvurning diametri.



164-rasm. Vodoprovod qudug'ining tiklik qirgimi.

H — quduq qopqog'ining belgi raqami, H_1 — gidrant qopqoqchasi, H_2 — quvurning yuqori belgisi; a, a_1 — balandlik bo'yicha o'lcham, b — kengaytirilgan qismdagi diametr, d — quvurning diametri.



165-rasm. Yer osti kommunikatsiya tafsiloti rejasi.

qorning yo'qligida binolarga issiq suvni nasos orqali haydab, aholiga yetkazib beriladi. Kam quvvatli quduqlarning tarmog'i bo'yicha kabellarni yer yuzasiga chiqarishda, podstantsiyadagi taqsimotning mavjudligida, tuproqning o'z-o'zidan cho'kishi munosabati bilan kabellarni ko'rsatib qo'yadilar. Ana shu inshoot joylarini oldindan tekshirish uchun dala jurnali bo'lib, ana shu jurnalda yer ostidagi barcha trassalarning bir-birini kesib o'tishi ko'rsatiladi. Masalan: kommunikatsiyalarning burilish burchaklarini, yer yuzasiga quvurlardan suvni chiqishini, iflos suvni kutib oluvchi quduqlarni, texnologik quduq choklarining va tafsilotlarning asosiy elementlarini qanday joylashganligi ko'rsatuladi. Quvur qismlarini kuzatishdagi ishlar o'z ichiga quyidagilarni oladi: 1 — quduqning tiklik bo'yicha qirqim chizmasi (163- va 164- rasm). 2 — quduq elementini o'lchash va elementning o'lchanganligi to'g'risidagi ma'lumotni quduq rejasining tik qirqimiga yozish. 3 — truboprovod quvurining materialini aniqlash va quvurning diametrini va kabellarning kommunikatsiya o'qini kesib o'tish nuqtasini va burilish burchagini aniqlash, quduq tarmoqlarini nivelirlash, quduq doirasidagi tuynukning tiklik bo'yicha aniqlanayotgan elementgacha bo'lgan masofani aniqlash. Quvurlarning orasiga qo'yilayotgan barcha prokladkalar kuzatiladi, kanalizatsiyadan boshqa quvurning tashqi diametri o'lchanadi. Rejada esa truboprovod quvurining ichki diametri ko'rsatiladi. Quvurning tashqi diametridan ichki diametrgacha bo'lgan masofani maxsus jadvaldan olinadi. 165- rasmda ko'rsatilishicha, har qaysi quduqqa alohida nomer belgilab, yozib qo'yilgan. Quduq ustidagi teshikning yuqorisiga va tarnov ostiga belgilangan belgi raqami yozilgan. Chiziqdagi quduqlarning orasida quyidagi belgilar mavjud: d — quvurning diametri, i — nishablik, l — masofalar.

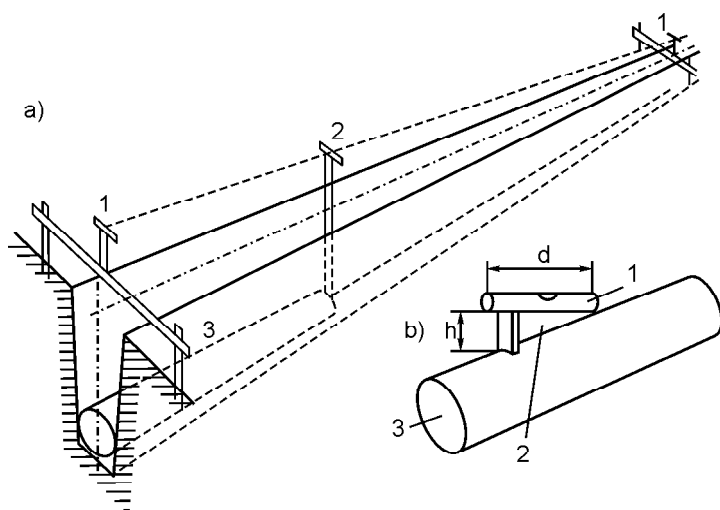
13.12. TRUBOPROVODNING ARIQQA O'RNATILISHI

Gaz, vodoprovod va kanalizatsiya tarmoqlarini ariqqa o'rnatish zarur va muhim ishdir. Vodoprovod quvurini ariqqa o'rnatishda suvning taqsimot joyi belgilanadi. Inshoot qurishda joyning tuprog'iga bog'liq bo'lganligi sababli ariqdagi suvni tuproq bilan birgalikda joylashishi tufayli qor qatlamining qalinligiga, kunning

ta'siriga, qishloqlardagi geodeziya punktlari va yo'l qoplamining xarakteriga bog'liqdir.

Kanalizatsiya quvurini ariqqa o'rnatish uchun uchastkaning boshlanishidagi uylar tarmog'ining texnika-ekonomika hisobiga asoslaniladi. Kanalizatsiya quvur tarmog'ini chuqurlashtirib kavlab olib o'tish maqsadi — gazoprovod, vodoprovod va kanalizatsiya quvurlarini chaqqon vizirka yoki nivelir yordamida nivelirlab, aralashgan ikkita quvur orasiga belgilangan nishablik berib, ana shu berilgan nishablikka asoslanib ariqqa quvurni o'rnatishdir.

Ariq tubini tozalab tekislangandan so'ng quvur ariqqa o'rnatiladi, o'rnatilgan quvurning ustidan nivelirlanadi. Kanalizatsiya quvurini o'rnatishda ko'pincha chaqqon vizirka qo'llaniladi. Vizirkaning tavanida bo'rtik joy mavjud bo'lib, vizirka taxtasini to'g'ri burchakli qilib yasaladi. Quvurni ariqqa o'rnatishda quvur ichiga bo'rtik kiradi va vizirka tarnov tubiga shovun holatda o'rnatiladi (166- *a* rasm). Loyiha belgi raqamiga asoslanib quvurning to'g'ri o'rnatilganligini aniqlash uchun chaqqon vizirka ustidagi yog'och bitta, ikkita tekislikda yotsa, quvur ariqqa tekis yotqizilgan hisoblanadi. Kanalizatsiya quvurining to'g'ri yo'na-



166- rasm. Ariqqa truboprovodning o'rnatilishi.

a — vizirka bo'yicha: 1 — chaqqon vizirka; 2 — olib o'tuvchi vizirka; 3 — ariqdagi truboprovod; *b* — nishablik bo'yicha: 1 — adilak; 2 — quvur orasiga qo'yiladigan moslama; 3 — truboprovod.

lishda yoʻnalganligini quvur oʻqiga osilgan shovun orqali tekshirib koʻriladi. Quvur aniq loyiha belgi raqamiga asosanib oʻrnatilganligini nivelir yoki lazer nuri orqali tekshiriladi. Katta hajmdagi quvurlarni katta boʻlmagan nishablikda (0,002—0,0005) betondan tayyorlangan ariqqa oʻrnatiladi. Quvurni oʻzi oqib ketayotgan iflos chiqindi suvlarning nishabligi boʻyicha oʻrnatiladi. Shuning uchun quvur bilan adilak orasiga alohida moslama joylashtiriladi (166-b rasm).

Yogʻochdan yasalgan moslama oʻlchamini toʻgʻrilangan uzunligi d va moslamani toʻgʻrilangan balandligi l ga asoslanilsa, $i \sim dl$ boʻladi. Bu yerda i — quvur uchun belgilangan nishablik. Agarda quvur ustiga qoʻyilgan adilak bilan birgalikda moslamani aylantirganda adilak pufakchasi nol punktda tursa, tarnov quvuri berilgan yoʻnalish boʻyicha nishablikda yotsa, quvur toʻgʻri oʻrnatilgan boʻladi.

Keyingi vaqtlarda quvurni oʻrnatish uchun lazer nuridan masalan, LV-5, LV5M yoki moslamali komplektlardan foydalanilmoqda. Ana shu lazer asbobi nurni belgilangan nishablikda yoki qiyalik burchakni aniqlashda va quvurni ariqqa oʻrnatishda foydalaniladi, ishning bajarilganligi oʻz vaqtida tekshirib boriladi. Quvurni ariqqa oʻrnatishda va tekshirishda lazer asbobidan qanday foydalanilsa, ariq qazish mashinasidan ham xuddi ana shunday foydalaniladi. Ariq qazish mashinasidan foydalanishning ikki xil usuli mavjud: birinchi usul ariq tubidagi oʻq boʻylab uchastkadagi chiziqning boshlanishini va oxirini loyiha belgi raqamiga bogʻlash. Ariq tubiga lazer asbobi oʻrnatiladi va quvurni fazodagi oʻqi boʻylab bir bogʻ oʻtinga nurni yoʻnaltiriladi. Avvaldan ariq ichiga geodeziya belgi raqami oʻrnatilgan boʻladi va nivelir, nivelir reykasidan foydalaniladi. Quvurni ariqqa oʻrnatishda tayyorlangan joyni tekshirish uchun marka belgisi oʻrnatiladi. Markaning markazi quvurning geometrik oʻqiga toʻgʻri boʻlishi lozim. Shundan soʻng mexanizm bir donadan quvurni olib ariqqa tushiradi va avvaldan oʻrnatilgan quvurga quvurning bir tomonini biriktiradi. Ikkinchi tomonini esa lazer nuri orqali yerga qoʻyilgan bir bogʻ oʻtinning markaz oʻqiga nur kelgunga qadar quvurni burab, siljitish yoʻli bilan toʻgʻrilanadi, soʻngra quvur holati mustahkamlanadi. Qolgan quvurlarni ham xuddi ana shu usulda birin-ketin ulab, qoʻshib borilaveradi.

14- bob. QURILISHDA GEODEZIYA

14.1. QURILISHDA GEODEZIYA ISHLARI

Qurilish maydonida geodeziya muhandisi zimmasiga turli ishlarni bajarish yuklatilgan.

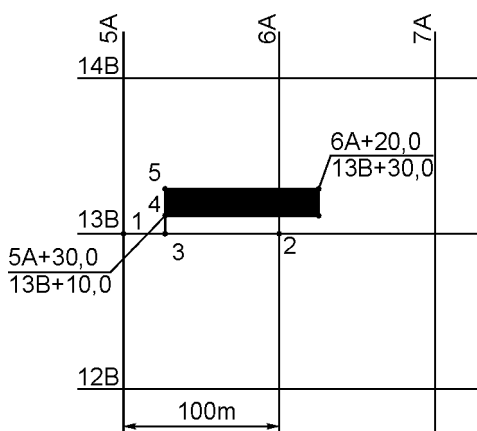
1. Rejalash ishlarini olib borishda doimo geodeziyaning tayanch belgilariga asoslanadi. Nivelirlash belgilarini Davlat nivelirlash tarmoqlariga bog‘lanadi. Qurilish territoriyasini nivelirlashda joyning rejasini tuzadi va qurilish to‘rini rejalaydi.

2. Bino va inshoot o‘qlarining mahalliy qurilish to‘rlariga bog‘laydi.

3. Tiklikni tekislash loyihasini mahalliy joylardagi belgiga ko‘chiradi.

4. Qurilish va montaj ishlarini olib borishda navbati bilan ariqlarni rejalash va kavlash, poydevorga qator ustunlarni o‘rnatilishini tekshirib boradi. Ichki devorning pastki qismini yog‘och-taxta bilan qoplanadi. Balandlik belgini ariq tubiga, poydevorlarga va binolarning yuqori qismiga uzatiladi.

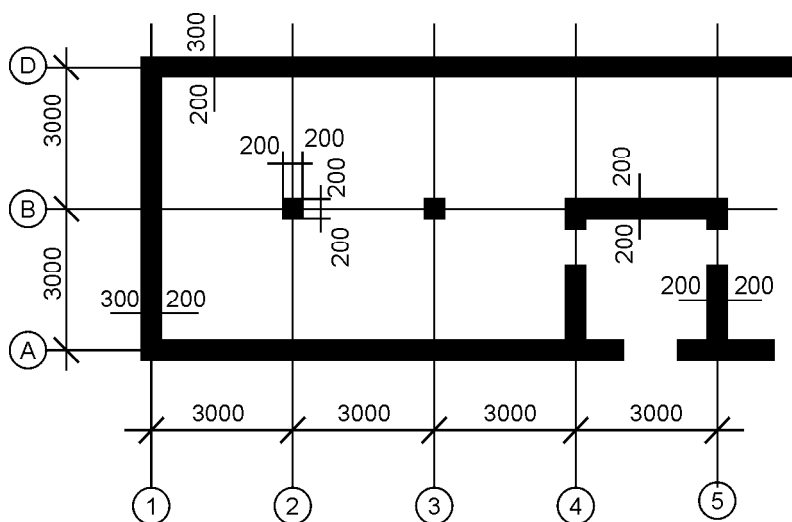
5. Qurilish hajmi hisoblanadi va qurilish ishlarini olib borilayotgan paytda inshootning cho‘kishi va deformatsiyasini kuzatib boriladi. Qurilish mahalliy joylardagi maydonlarning rejasini tuzishdan boshlanadi. Ana shu rejada kompleks binolar va inshootlarning joylanishi e‘tiborga olinadi. Yirik masshtablardagi rejalariga ko‘llar, o‘rmonzorlarning chegarasi, ekinzorlar, botqoqlik joylarning konturlarini punktir chiziqlar bilan belgilab qo‘yiladi. Katta bo‘lmagan maydonlarda o‘lchash ishlari po‘lat lenta, ruletkalar, teodolit, nivelir yoki teodolit-taxeometr asboblari yordamida bajariladi. Teodolit yordamida mahalliy joylarning konturlarini tasvirlanishi 167- rasmda ko‘rsatilgan ABb chiziq yoki mahalliy joylardagi qo‘zg‘olmas nuqtalardir. Ko‘lning holatini aniqlashda b_1 , b_2 , b_3 nuqtalarga ko‘rinadigan qilib reykan qo‘yiladi. B nuqtaga teodolitni o‘rnatib, $\simeq_1$, $\simeq_2$, $\simeq_3$ burchaklar o‘lchanadi. Po‘lat lenta yordamida Bb_1 , Bb_2 , Bb_3 masofalar o‘lchanadi. Belgilangan masshtab bo‘yicha b_1 , b_2 va b_3 nuqtalarni bir-birlari bilan tutashtirilsa ko‘lning konturi hosil bo‘lib, rejaga tushirish mumkin. O‘tib bo‘lmas masofadagi daraxtni rejaga tushirishdagi $+$ va $\bar{e}$ burchaklarni teodolit yordamida AB tomon



168- rasm. Qad ko'tarayotgan bino konturini tayyor to'rga tushirish sxemasi.

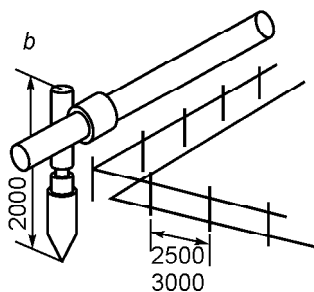
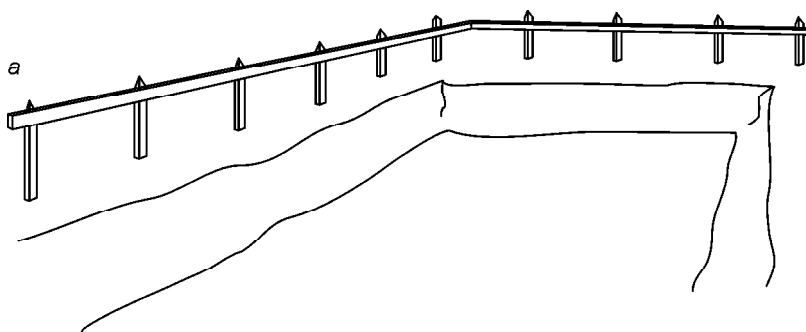
olib o'tiladi. 1—3 chiziq bo'ylab yo'nalish olinadi va 14B yo'nalish bo'ylab to'g'ri burchakni o'lchab qo'yiladi. Ana shu yo'nalish bo'yicha 10 metr masofa o'lchab qo'yilsa, 4- nuqta holati topiladi. Ana shu yo'nalish bo'yicha yana 20 metr masofa o'lchansa, 5- nuqta topiladi va hokazo. Bajarilgan chizmalarni qog'ozda aniq tekshirish uchun 4- nuqtadan 14B koordinata chizig'iga cha bo'lgan masofa o'lchanadi (bu esa 90 metrgacha bo'lishi mumkin). To'g'ri

burchakli binoning diagonali o'lchanadi. Burchaklar bir-birlari bilan to'g'ri kelishi lozim. Mahalliy joylardagi binoning bitta nuqta holatini topish kifoya, qolgan masofalarni, burchaklarning ba'zibir xarakterli nuqtalarining qayerda ekanligini o'lchash usuli bilan topiladi.



169- rasm. Qizil chiziqni belgilash sxemasi.

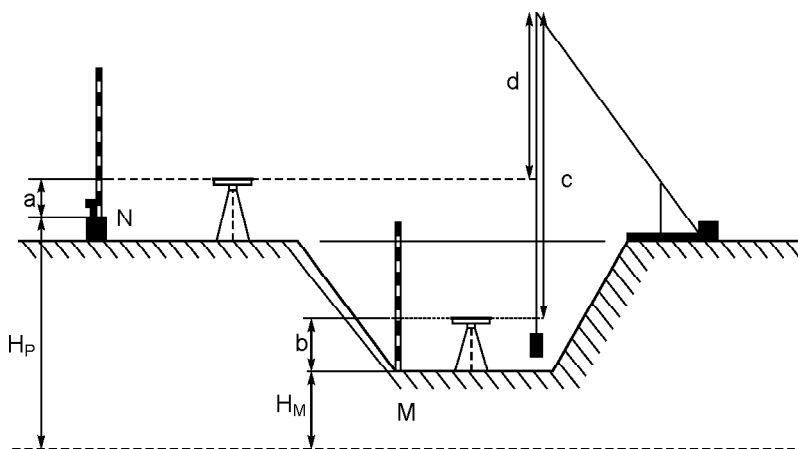
Soʻngra mahalliy joylarga toʻrtta qoziq qoqiladi. Qad koʻtarayotgan binoning oʻqi bilan belgilangan nuqtaning kesishgan joyida, oʻq koʻrsatilgani keltirilgan (169- rasm). Bino poydevorini koʻtarish uchun tuproqni ariqdan qazib chiqarib tashlashga ruxsatнома olinadi. Agarda birdaniga tuproq ishlarini qazishda ekskavatorning choʻmichi (kovsh)dan boshlansa, qoqilgan qoziqlarning hammasi yoʻqolib ketadi va qurilayotgan bino oʻqi oʻz holatini yoʻqotadi. Ana shunday hodisa roʻy bermasligi uchun, bino oʻqi yoʻqolmaslik uchun «obnoska»dan foydalaniladi. Obnoskaning asosiy elementi ikki yondor taxtadan tashkil topgan boʻlib, yerga sanchish uchun xizmat qiladi. Obnoskaning yuqori qismini ufqiy holatda (nivelirlash boʻyicha) taxtaga mahkamlanadi. Obnoska taxtasini ariqqa oʻrnatganda bino holatini belgilash oson boʻlganligi uchun obnoskani yoppasiga qoʻyiladi. Yogʻoch va taxtalarni binoning perimetri boʻyicha joylashtirib qoʻyiladi (170- a rasm). Keyingi vaqtlarda metall quvuridan ustun va ufqiy shtangdan yasalgan invar obnoskalaridan foydalanilmoqda (170- b rasm). Bino oʻqini teodolit yordamida obnoskaga oʻrnatiladi. Bino oʻqlarining kesishgan joyidagi belgi qoziqning markaziga teodolit oʻrnatiladi. Teodolitning vizir nurini qoʻshni qoziq orqali bino



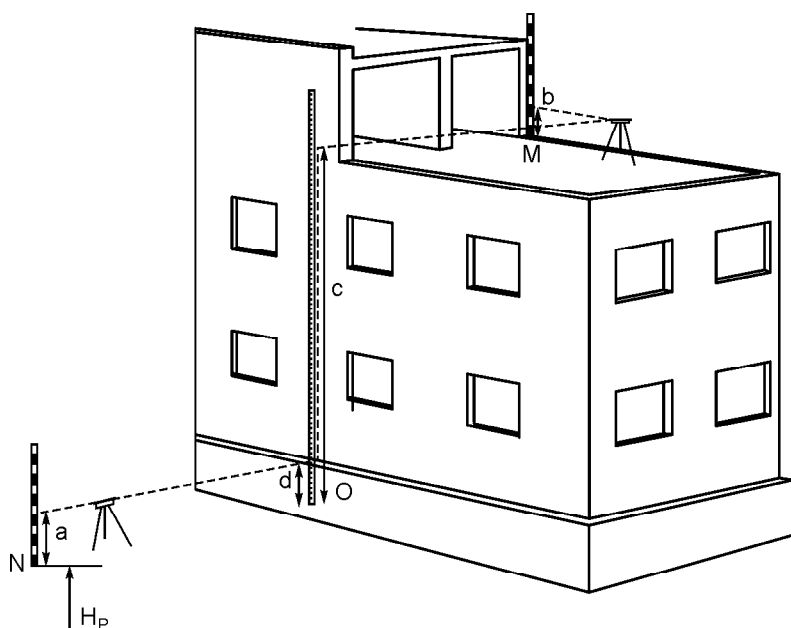
170- a rasm. Binoni perimetri boʻyicha obnoska oʻrnatish.

170- b rasm. Obnoska inventari.

o'qi bo'ylab yo'naltiriladi va ufqiy doiraning limb vinti mahkamlanadi, trubani tik tekislikda aylantiriladi. Obnoskada bino o'qi belgilanadi va belgilangan belgi yo'qolmasligi uchun belgi o'rniga mix qoqib qo'yiladi. Inventar obnoskaga o'q holatini mufta bilan belgilanadi. Mix bilan mufta orasiga ip tortiladi va murakkab inshootlar uchun yangi reper belgilari o'rnatiladi. Handaqni qazib bo'lgandan so'ng xandaq tubiga belgini uzatib tekshirib ko'riladi. Agar tekshirilgan belgi loyiha belgisiga to'g'ri kelmasa, qazilmani qancha kavlash kerakligi texnik tomonidan ko'rsatib beriladi. Bunday holatda reper belgisi bizga ma'lum bo'lib, xandaq tubiga qo'yilgan reyka bo'yicha hisob olinadi. Reper belgisidan xandaq tubining belgisi qancha past ekanligini aniqlash uchun reykadani olingan ikkala hisobning farqi aniqlab boriladi. Agarda xandaq tubi chuqur bo'lsa, reyka uzunligi xandaq tubiga yetmaydi, bunday holda xandaq qirg'og'iga bitta yondorni taxminan 45° qilib mustahkamlab qo'yiladi. Ana shu yondorga yozuvlari tiniq bo'lgan po'lat ruletka yuki bilan osiladi (171- rasm). Bunday holatda ikkita nivelir bilan ishlanadi: birinchi nivelirni xandaq tubiga, ikkinchi nivelirni yer yuzasiga o'rnatiladi. Avvalo yer yuzasiga o'rnatilgan reper belgisiga reykaning qo'yib reyka bo'yicha sanoq raqami olinadi. So'ngra xandaq tubidagi reper belgi ustiga reykaning qo'yib b sanoqi olinadi va c va d sanoqlar ruletka bo'yicha olinadi. Xandaq tubidagi noma'lum M nuqta belgisini quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:



171- rasm. Xandaq tubiga belgilarni uzatish.



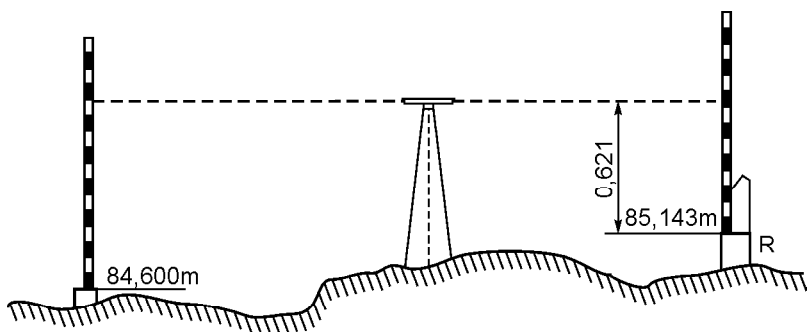
172- rasm. Belgilarni binoning baland qismiga uzatish.

$$N_{\text{loyiha}} \sim H_{\text{ishchi}} \wedge a \div (c \div d) \div b.$$

Reper N_r belgisining nuqtasi N_l bizga ma'lum. Ana shu usulga binoan binoning yuqori qimiga belgi uzatiladi (172- rasm). G'isht devorining M nuqtadagi belgisi quyidagiga teng:

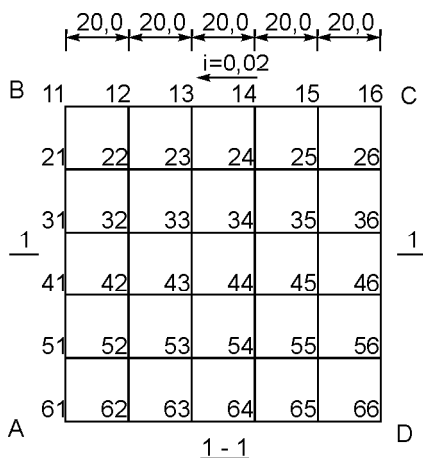
$$N_{\text{loyiha}} \sim N_{\text{rep}} \wedge a \wedge (c \div d) \div b.$$

Binoni tuzilgan loyiha qismiga asoslanib, g'ishtlarni ufqiy holatda terishda ro'y beradigan ba'zi bir kamchiliklarni o'z vaqtida tekshirib boriladi. Alohida kompleks binoni loyihalashda tik tekisliklar hisobga olinadi. Masalan, bino atrofidagi suvlarni bino poydevoridan chetlatish uchun tabiiy relyeflar o'zgartiriladi. Avtomobil va temir yo'llardan ham suvlarni chetlatish e'tiborga olinadi. Ana shu ishlarni hammasi tik tekisligiga asoslanadi va ba'zi bir nuqtalarga o'z vaqtida belgilar qo'yib boriladi. Loyiha belgilarini nuqtalarga geodeziyachi o'rtoqlar tomonidan beriladi. Bunday ishlarni nivelir va nivelir reykasi orqali amalga oshiriladi. Masalan: maydondagi reper belgisi 85,143 (173- rasm). A nuqta-



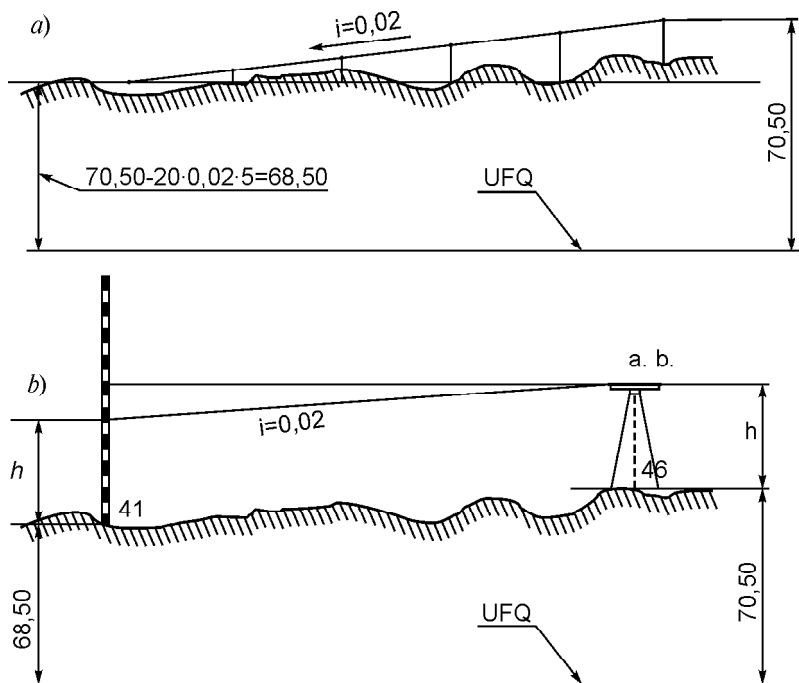
173- rasm. Loyihaviy balandlikni joyga ko'chirish sxemasi.

ga 84,600 belgini olib o'tish talab qilinadi. Bunday holda A nuqta bilan reporni o'rta joyiga nivelir o'rnatiladi. Reper belgisiga reyka qo'yiladi. Reykadan olingan hisob raqami 0621. Nivelirning vizir o'qi belgisi (asbob balandligi) AB ga teng. $85,143 \wedge 0621 \sim 85,764$. A nuqtaga qoziq qoqilsa, qoqilgan qoziqning uchi loyiha belgisiga teng bo'lishi kerak. Ana shu qoqilgan qoziqning ustiga reyka qo'yib, reykadan olingan sanoq $85,764 - 84,600 \sim 1,164$ bo'ladi. Amaliyot vaqtida qoziqni loyiha belgisidan balandroq qilib qoqiladi. Qoziq ustidagi reyka sanog'i 1164 bo'lguncha qoziq yerga qoqilaveradi. Bordi-yu A nuqta tekislanayotgan belgilardagi yer yuzasidan past bo'lsa, bunday holda chuqurlik yoki shurf qazishga



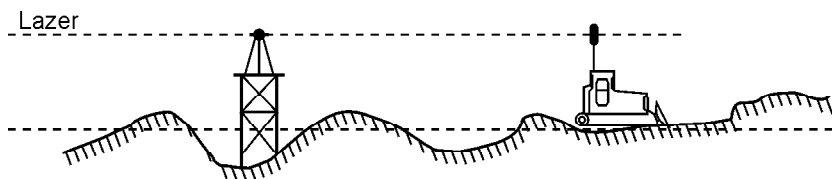
174- rasm. Qiya tekislikni loyihalash.

to'g'ri keladi. Mahalliy joylardagi maydonlarda katta bo'lmagan nishablikda to'planib turgan suvlarni chetlatiladi, masalan, $ABCD$, uchastkani olaylik (174- rasm). Joyni tekislash talab qilinsa, CD chizig'ining hamma nuqta belgilari 70,50 ga teng uchastkalarining tomonlari 5—20 metrdan o'lchab chiqilgandan so'ng kvadratlar to'ri hosil bo'ladi. Bunda reper belgisidan nivelir reykasi orqali foydalaniladi. Ana shu sxema bo'yicha 16, 26, 36, 46, 56, 66 nuqtalarga 70,50 belgilarni olib chiqish 175-



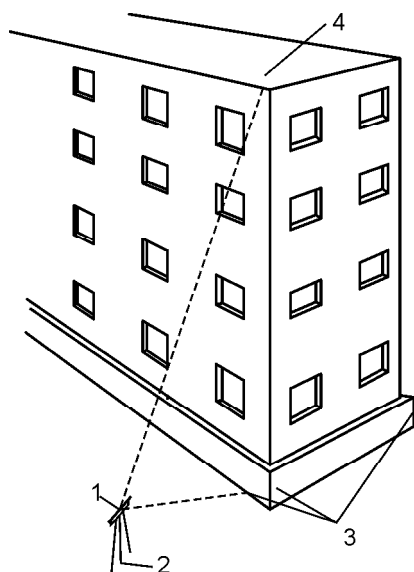
rasmda ko'rsatilgan. Tekislanayotgan hamma yerni 15—65 relyef chizig'i bo'yicha belgilari $70,50 \pm 0,02 \times 20 \sim 70,10$ bo'ladi. 14—64 chiziq bo'yicha $70,50 \pm 2 \times 20 \sim 69,70$ belgilarni hisoblab ko'rsatilgan. Qolgan beldgilarni ham xuddi ana shunday hisoblanaveradi. Kvadratlarning uchlarida qorovul qoziqlar mavjud bo'lib, ana shu qorovul qoziqlarga qancha qazilma va ko'tarilishi kerak bo'lgan tuproqlarning hajmini yozib qo'yiladi. Ana shu ishlarni bajarish uchun nivelirdan foydalaniladi.

Lazer nuridan foydalanilganda tuproq ishlari unumdorligi oshiriladi va tekislashdagi ishlar soddalashtiriladi. Buldozerning kabina tomiga shtok mustahkamlangan bo'lib, shtokning oxiriga foto element o'rnatiladi 176- rasm. Shtok balandligi shunday tanlab olinadiki, buldozerning ishchi mexanizmidagi pichog'i belgilangan belgida bo'lsin. Nivelirning tekislikdagi lazer nurini foto element kesib o'tgandagi vaqtni belgilab olinadi. Kabina ichida o'tirgan haydovchiga jihozlangan indikator elementi orqali



176- rasm. Buldozerning lazer nuri orqali do‘ng turgan tuproqni qirqib pastlik joyga surib tekislashi.

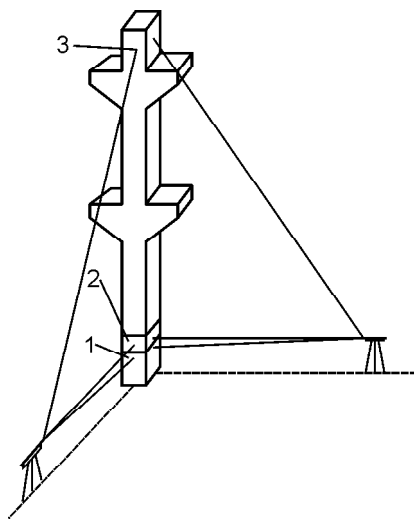
qo‘ng‘iroq va berilgan belgilar haqidagi ma‘lumotlar kelib turadi. Ana shu joyning o‘zida haydovchi indikator ko‘rsatgan ko‘rgazmasiga asoslanib, tuproqni pastlikka qancha to‘kishi yoki tuproqni qirqib olishligini aniqlaydi. Bino devori sokol qismining ostidagi o‘q holatini turm bilan mustahkamlab qo‘yiladi. Bino qad ko‘tarish vaqtida qurilish ishlarini loyihada ko‘rsatilgan ma‘lumotlarga asoslangan holda binoning o‘qini birinchi, ikkinchi, uchinchi va qolgan qavatlariga belgini uzatishda loyiha belgiga asoslaniladi. O‘qni tomga rejalab uzatish teodolit yordamida bajariladi (177-rasm). Rejalash o‘qi binodan 10—20 metr stvorga o‘rnatiladi. Teodolitning 1 masofasi 2- reperning ustiga o‘rnatiladi. Teodolitning



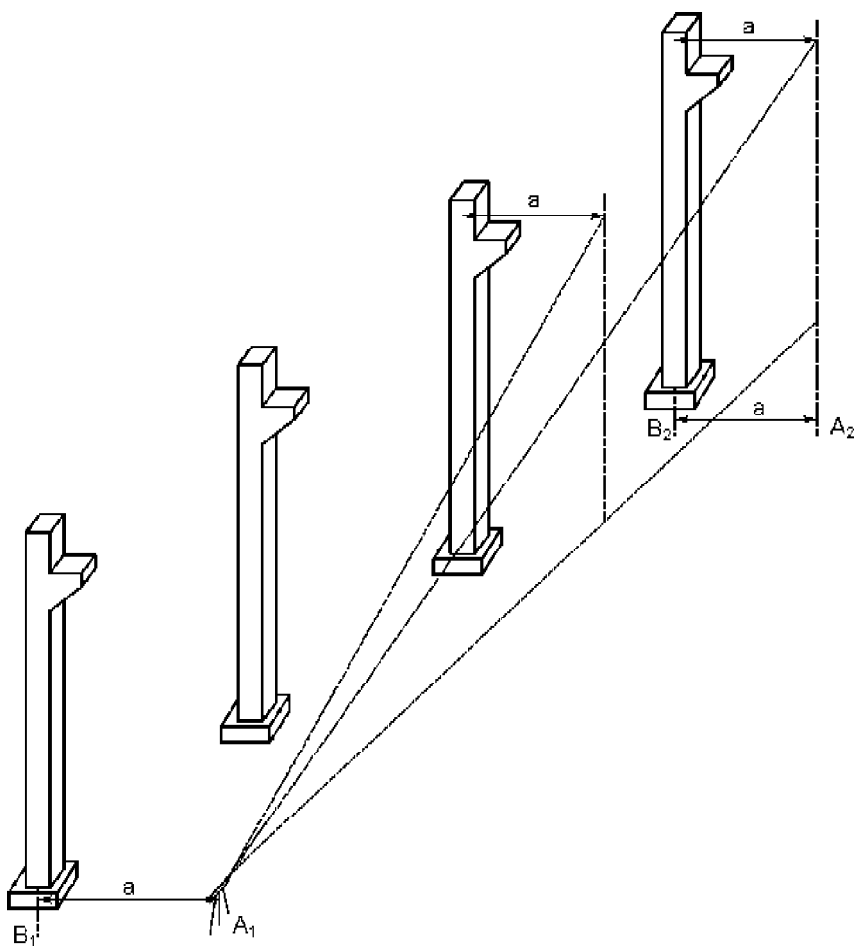
177- rasm. Bino o‘qini binoning baland qavatiga teodolit yordamida tarhlab uzatish sxemasi.

qarash trubasini turm 3 ga yo'naltiriladi. Sokol qismidagi o'qni belgilab olib, ufqiy doiraning alidada va limb vintlari qotiriladi. Teodolitning qarash trubasini kerak bo'lgan bino qavatiga yo'naltiriladi va beton ustunidagi turm 4 ga qalam bilan chizib belgilanadi. Trubaning qarash doirasidagi ip to'rning markazi bino o'qi bilan to'g'ri kelib kesishguncha trubani yo'naltiriladi. Yoki trubani qarash doirasidagi shovun o'rniga uch oyoqni tomga olib chiqib shovun ipi osilgan holatdagi stvorda tom bilan shoqul chizig'ini kesishgan joyini qalam bilan belgilab qo'yiladi. Qolgan o'qlarni ham xuddi ana shunday usulda aniqlanadi. Bu ishni ikki kishi bajaradi: birinchisi geodeziyachi bo'ladi va u doimo teodolit yonida bo'ladi, ikkinchi ishchi esa tomda bo'ladi. Teodolit yordamida qator ustunlarning o'qlarini rejalash va kran ostidagi balkalarni to'g'rilash ishlari olib boriladi. Ustunlarni mustahkamlash payvandlash yordamida olib boriladi. Qator ustunlarni rejada tik o'rnatilishini tekshirib bo'lgandan so'ng, qurilishning chok joylarini beton qorishmasi bilan to'ldirib qotiriladi. Ustunlarni to'g'rilab montaj qilib o'rnatish vaqtida ikkita teodolit yordamida ish olib boriladi (178- rasm). Avval ustunlarni vaqtincha o'rnatiladi, keyin ustunlarni butunlay o'rnatilgandan so'ng rigelni montaj qilinadi. Plitalarni joylashtirib qo'yib bo'lgandan so'ng barcha ustunlarni takroriy ravishda tikligini tekshiriladi. Ustunlarni beton qorishmasi bilan mustahkamlanadi. Qator ustunlarni tikligini tekshirish uchun teodolitni A_1 nuqtaga o'rnatiladi (179- rasm).

Xohlagan ustunlardan birini, ixtiyoriy a masofa (1—2 m) olib, teodolitning vizir o'qini qator turgan ustunlarga parallel qilib yo'naltiriladi. Bunda qator turgan ustunlarning eng oxirida turganlaridan birini aniqlab olib, masalan, A_2 nuqtaga qarash trubasini yo'naltirish kifoya. Har qaysi ustunlardagi trumning yuqori va ostki qismiga reyka qo'yiladi. Teodolitning qarash trubasini

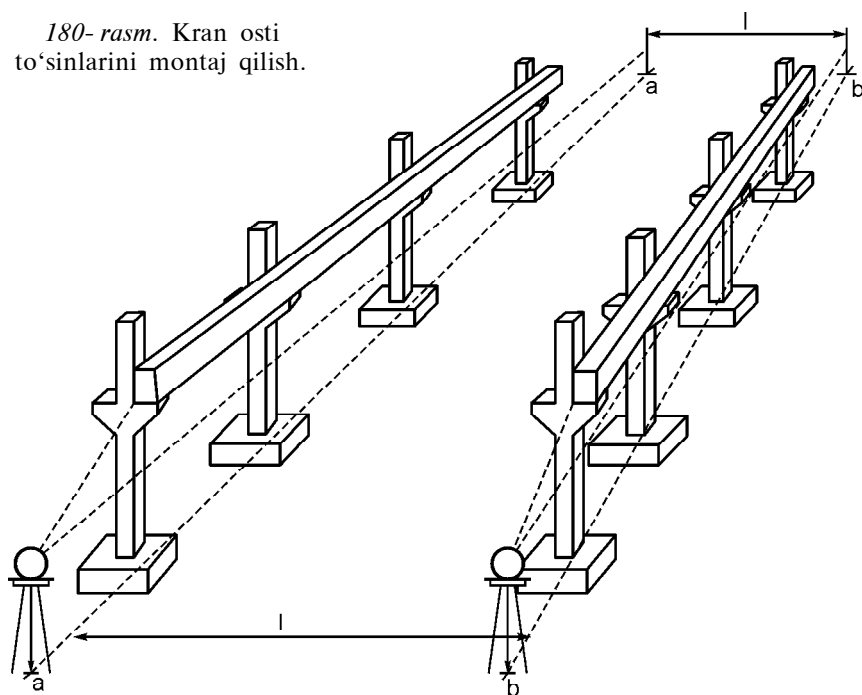


to'g'riligini tekshirish sxemasi.

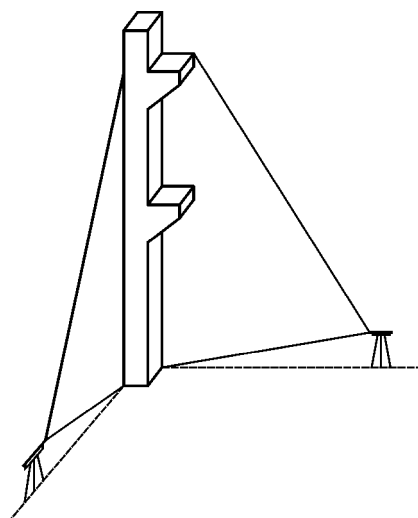


reykaga yo'naltirib, reykadan hisob olinadi va ustunlarning tikligi bo'yicha og'ishgan farqni aniqlanadi. Ustunlar bilan ustunlarning ostiga qo'yilgan reykadan olingan hisob, B_1-B_2 chiziq ustunlarning biron tomonga og'ishganligini bildiradi. Ustunlarni o'rnatishda kran ostiga qo'yiladidan (rels) yo'llarni joylashtirishdagi ishlarni eng yuqori darajada olib borish lozim. O'qlarni rejalash kran ostida yo'llarini to'g'rilashga asoslanadi (180- rasmlar). Ustunlarning o'qiga parallel qilib sex polining aa^1 va bb^1 o'qlar rejalaniadi, o'qlar orasidagi masofalarni yuqori aniqlikda o'lchanadi. Ustunlarni bir-biriga parallel o'rnatilayotganligini teodolit yordamida aniqlanadi. Misol uchun bb^1 qatoridagi ustunni o'rtacha joyiga teodolitni o'rnatib aa^1 qatori tekshiriladi, so'ng reyka-

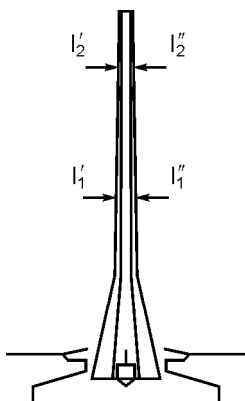
180- rasm. Kran osti to'sinlarini montaj qilish.



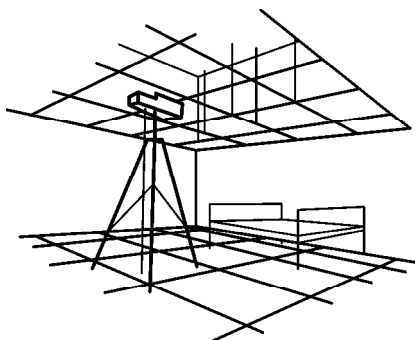
dan sanoq olib, bir boshdan konsollarga reyka qo'yib boriladi. Qurilishda unimdorlikni oshirish uchun lazerli teodolitlardan foydalaniladi. Lazer nur yordamida 30—50 metr masofa yaxshi ko'rinadi. Masalan, ustunlarni har doimgidek to'g'rilashda belgi ustiga lazer teodoliti o'rnatiladi. Qarash trubasiga nasadka kiygizdirilgan holda tiklikda nur yoyiladi, ustunning tikligida lazer yorug'lik hosil bo'ladi. Yorug'lik lazer nurida ustunlarning qiyshayganligi ko'zga tashlanadi (181- rasm). Binoning poydevoridagi belgining markaziga lazer teodoliti o'rnatiladi (182- rasm). Inshootning o'qi bo'ylab tikligiga lazer nurini yo'naltiriladi. Inshoot o'qidan tashqi cheti-



o'rnatilayotganligini lazer teodoliti yordamida aniqlash.



182- rasm. Belgilangan nuqta ustiga lazer teodolitini o'rnatib inshoot balandligini aniqlash.



183- rasm. Lazer teodoliti yordamida bino shiplarini tekislash.

gacha bo'lgan I_1 , I_2 masofani ufqiy holatda tekshirib boriladi. U quyidagicha ifodalanadi: $I'_1 = I''_1$, $I'_2 = I''_2$. Lazer teodolitlari ufqiy tekislikni yoritibgina qolmasdan, yerlarni tekislashda, xandaq tubini tekislashda, poydevor ustunlarini rejalashda, shipning ufqiylik tekislashda, pollarni tekislab mixlarni qoqishda ham qo'llaniladi (183- rasm).

15- bob. SUN'IY INSHOOTLARNI QURISH

15.1. YO'L INSHOOTLARINI QURISH

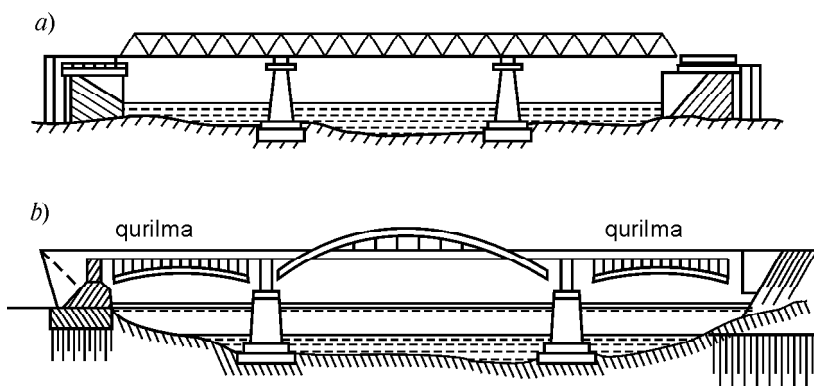
Avtomobil yo'llarida turli sun'iy inshootlar mavjud bo'lib, bunday inshootlar duch kelgan to'siqlar (daryo, soy, kanal, ariq va boshqalar)dan o'tish uchun quriladi.

Yo'lsizlikda quyidagicha inshootlar mavjud:

1. Ko'priq. Yo'l qoplamasining uzilgan joylari, uchragan to'siqlardan, daryo va soylardan transportning o'tishiga imkon yaratib beradigan inshootga ko'priq deyiladi (184- a rasm).

2. Chuqur vodiya va soylardagi katta hajmda yer ishlari bajariladigan joyga quriladigan inshootga viaduk deyiladi.

3. Bitta yo'l ustidan ikkinchi bir yo'l kesib o'tish vaqtida qurilgan inshootga puteprovod deb ataladi (184- b rasm).



184- rasm. Ko'priq.

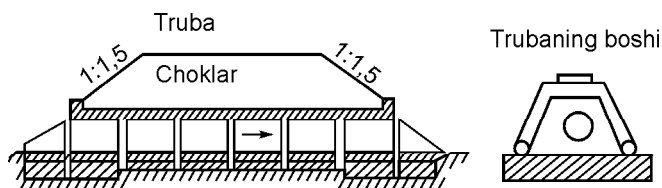
4. Inshootning osti u yoki bu maqsadda foydalanilsa, bunday inshootga estakada deb ataladi. Estakada ostidan avtobus bekatlari, gulzor, piyodalar yuradigan yo'lak sifatida va boshqalar uchun foydalanish mumkin (184- b rasm).

5. Kichkina hajmdagi suv (oqimi, sarfi)ni o'tkazib yuborish uchun qurilgan inshootga truba deyiladi. Trubalar yer ostiga o'rnatilib, trubalarning yuqorisi tuproq bilan ko'miladi va ana shu tuproqlar orqali yomg'ir, qor va oqin suvlarni o'tkazdirib yuboriladi. Bu trubalarning ustidan transportlar, piyodalar va jonivorlar o'tadi (185- rasm).

6. Tez oqar ariqni yo'l o'qiga tik qilib o'lcham (gabarit)dan tashqarida (yo'l ustidan) olib o'tishga imkon yaratib beradigan inshootga akveduk deyiladi.

7. Tonnellar. Yer inshooti bo'lib, yo'lni tog' tepasidan, daryo ostidan, yo'l ostidan o'tkazish uchun mo'ljallangan.

8. Yo'lning yurish qismini qor, tosh, jala, ko'chkilaridan saqlash uchun qurilgan inshootni galareya nomi bilan yuritiladi.



185- rasm. Bo'ylama qirgim. Ko'ndalang qirgim.

9. Sochiluvchan jismni to'kilishidan, qulashdan saqlaydigan hamda gidrotexnik inshootlarda suv bosimini ushlab turishga mo'ljallangan inshootga tirgak devor deb ataladi.

10. Ko'prik va truba o'rniga chuqur joylarda tosh to'kib ko'tarma ko'tarilib, qoplamasining tanasidan suv sizib o'taveradigan inshootni filtrlash inshooti deyiladi.

Prolyot (oraliq) qurilma tayanchga tayanch qism orqali tayanadi. Tayanch qismlarining orasidagi masofa ravog' oraliq'i yoki l oraliq deyiladi (186- rasm).

Ko'priklar bir prolyotli va ko'p prolyotli bo'ladi. Ko'prik ostida suv sathi o'zgarib turadi.

Quyidagicha sathlar mavjud:

1. Bahorda va ba'zan yozda suv sathi katta bo'ladi. Bu sathni eng yuqori suv sathi (yu.s.s.) deb yutiladi (187- rasm).

2. Qishda va kuzda suv sathi pasayadi. Ko'priksozlikda bunday sathni eng past suv sathi (p.s.s.) deb ataladi (187- rasm).

3. 50—100 yilda bir marta qaytariladigan suv sathini tarixiy sath (t.s.) deyiladi.

4. Eng baland muz oqadigan sath (e. b.m.s.).

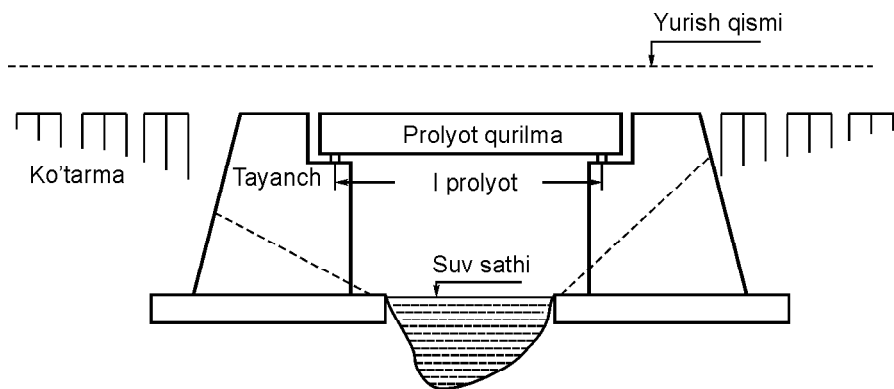
5. Eng past muz oqadigan sath (e.p.m.s.).

6. Kema qatnaydigan sath (k.q.s.).

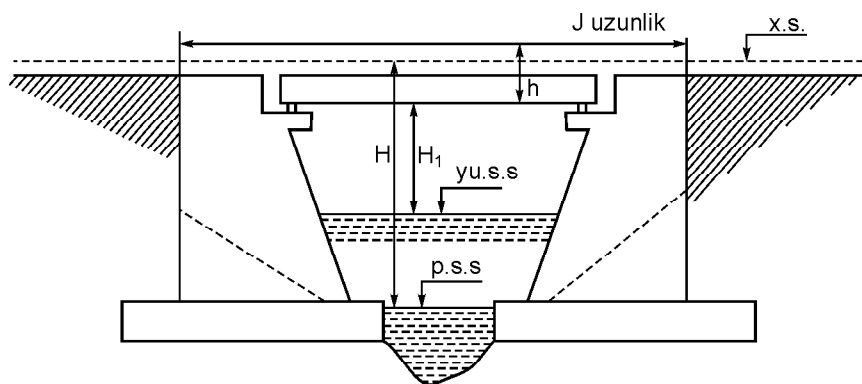
Ko'priklarning quyidagi asosiy o'lchamlari mavjud:

1. Yuqori suv sathidan o'lchangan ozod suv sathiga teshik (otverstiye) deyiladi. Bu ko'pincha *B* harfi bilan belgilanadi (188- rasm).

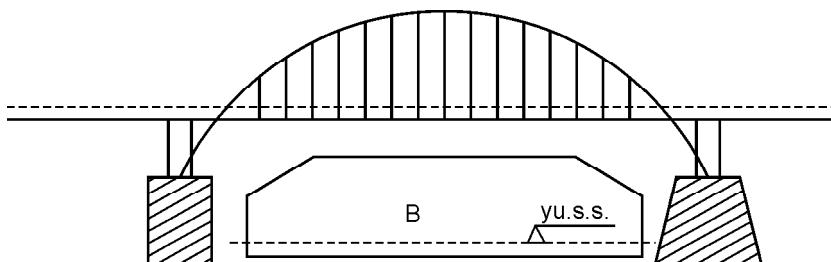
2. Prolyot qurilma tayanchga tayanadi. Qirg'oqdagi massiv tayanchni katta tayanch (ustoy) deb ataladi. Birinchi ustoyning



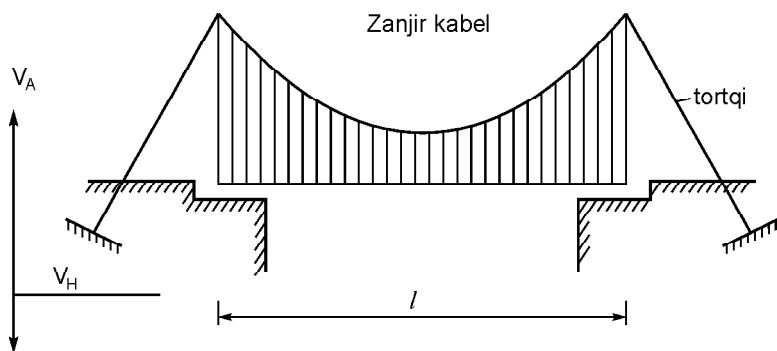
186- rasm. Suv sathi.



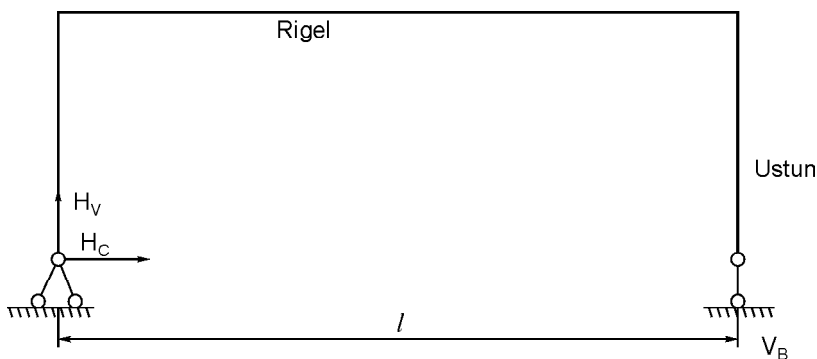
187- rasm. Yuqori suv sathi.



188- rasm. B-teshik.



189- rasm. Osmə ko'prik (sistema).



190- rasm. Ramali sistema.

orqa devoridan ikkinchi ustoyning orqa devorigacha bo‘lgan masofani ko‘prikning uzunligi J deyiladi (187- rasm).

3. Eng yuqori suv sathidan konstruksiyaning quyi qismigacha bo‘lgan masofa ozod balandlik H_1 deb ataladi.

4. Yurish sathidan konstruksiyaning pastki nuqtasigacha bo‘lgan masofa h ga qurilish balandligi deb ataladi (187- rasm).

Ko‘priklar sistemalariga ko‘ra quyidagilarga bo‘linadi:

1. Balkali. 2. Ramalik (190- rasm). 3. Osma (189- rasm).
4. Arkalik (191- rasm). 5. Aralash sistemalar.

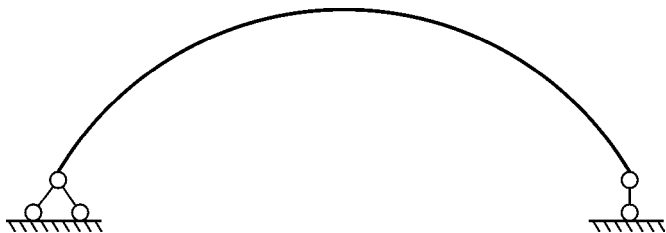
Balkali sistemalar o‘z navbatida quyidagilarga bo‘linadi:

1. Balkali uzlukli (192- rasm). 2. Balkali konsolli (193- rasm).
3. Balkali uzluksiz (194- rasm).

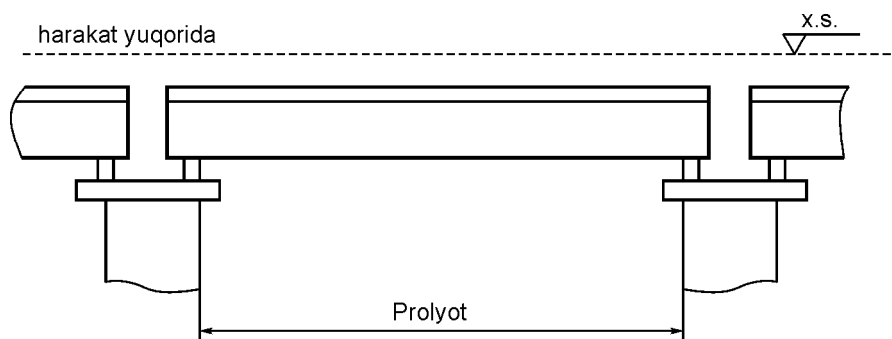
Ko‘priklar harakat sathiga ko‘ra quyidagicha bo‘ladi:

Agar harakat sathi prolyot qurilmasining yuqorisida bo‘lsa, bunga harakat yuqorida (192- rasm), agar harakat sathi prolyot qurilmasining ostida bo‘lsa, bunga harakat pastda deyiladi (195- rasm).

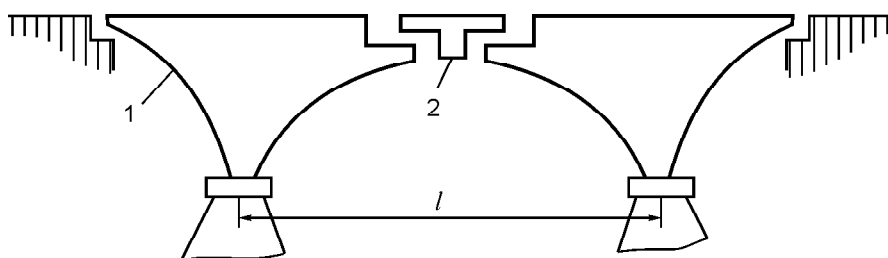
Ko‘prikning bir qismida harakat pastda, bir qismida harakat yuqorida bo‘lsa bunday ko‘prikdagi harakat o‘rtada deyiladi (196- rasm).



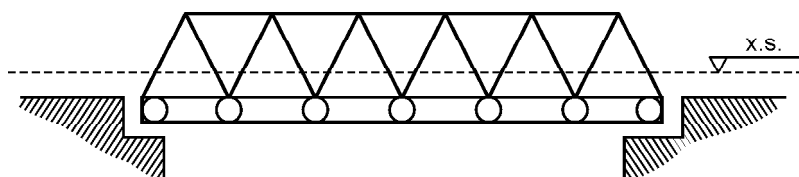
191- rasm. Arkali sistema.



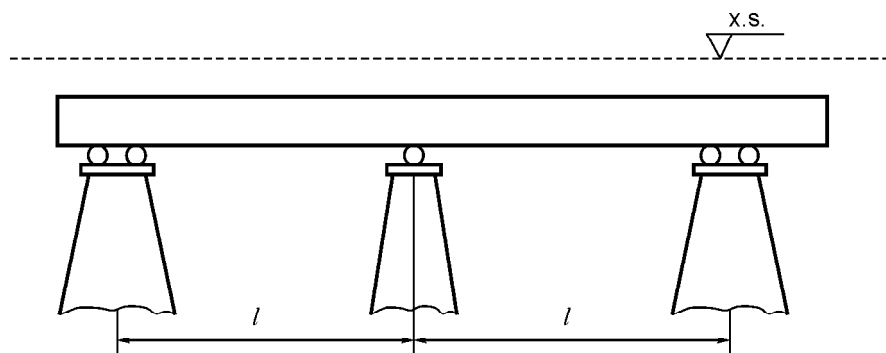
192- rasm. Balkali uzlukli.



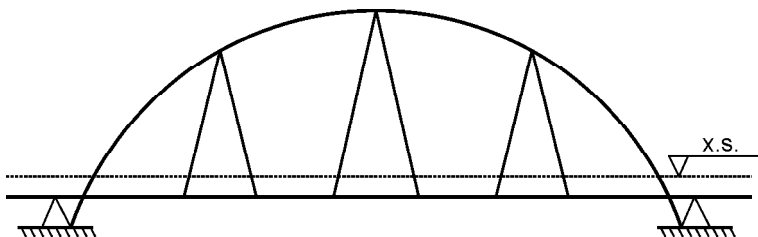
193- rasm. Balkali konsolli. 1 — konsol; 2 — osma blok.



194- rasm. Balkali uzluksiz.



195- rasm. Harakat pastda.



196- rasm. Harakat o'rtada.

Vazifasiga ko'ra ko'priklar quyidagilarga bo'linadi:

1. Temir yo'l ko'priklari. 2. Avtomobil yo'llaridagi ko'priklar. 3. Piyodalar uchun ko'priklar. 4. Maxsus ko'priklar. Maxsus ko'priklarga quyidagilar kiradi: a) suv o'tkazadigan ko'priklar; b) gaz o'tkazadigan ko'priklar; d) neft o'tkazadigan ko'priklar va boshqalar.

Ko'priklarning uzunligiga qarab klassifikatsiyalari:

$Z \leq 25$ bo'lsa, kichik ko'priklar deyiladi.

$25 < Z \leq 100$ bo'lsa o'rta ko'priklar deyiladi.

$Z > 100$ bo'lsa, katta ko'priklar deyiladi.

Ba'zan ko'priklarning ravog' oraliqlaridan birining uzunligi 60 metrdan katta bo'lsa, lekin o'zining uzunligi 100 metrga bormasa ham, ko'priklarni katta ko'priklar deb ataladi.

Ko'priklar xizmat qilish davriga qarab quyidagilarga bo'linadi:

1. Doimiy ko'priklar. 2. Vaqtincha ko'priklar.

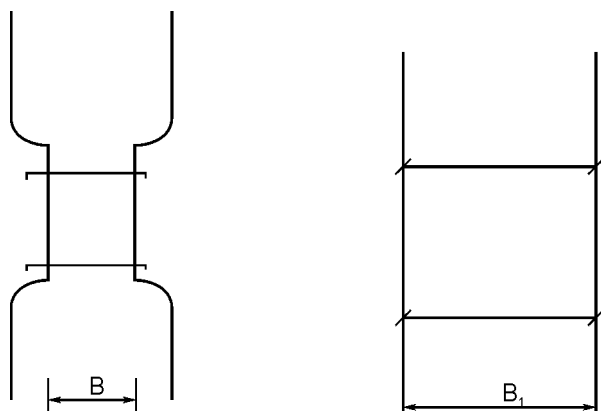
25 yilgacha xizmat qiladigan ko'priklar yog'ochdan yasalgan ko'priklar bo'lib, ularni vaqtincha ko'priklar deyiladi.

Materiallariga ko'ra ko'priklar quyidagilarga bo'linadi:

1. Toshdan yasalgan ko'priklar. 2. G'ishtdan qilingan ko'priklar. 3. Yog'och ko'priklar. 4. Betondan qilingan ko'priklar. 5. Temir-betondan qilingan ko'priklar. 6. Metall ko'priklar va boshqalar.

Ko'priklarga qo'yiladigan asosiy talablar:

Har qanday ko'priklarning muhandislik inshooti sifatida quyidagi talablarga javob berishi kerak: 1. Ishlab chiqarish talablari: a) ko'priklarning ustidagi harakat to'xtovsiz, qulay va havfsiz bo'lishi shart; b) ko'priklarning yurish qismining kengligi hisobga olinib, o'tkazish qobiliyatiga mos bo'lishi kerak. Ko'priklarning o'tkazish qobiliyatini saqlash uchun uning eni B yo'lining enidan kam bo'lmasligi kerak (197- rasm).



197- rasm. B yo'l qoplamasining eni.

2. Konstruktiv talablar: qurilgan ko'priklar mustahkam, birk va turg'un bo'lishi shart.

3. Iqtisodiy talab loyihasi shuni taqoza qiladiki, unda moddiy boylik, materiallar va ishlar kam mehnat talab qiladigan bo'lishi kerak. Hamma iqtisodiy talablarni nazarda tutish qiyin. Shuning uchun qurilish qiymatidan inshootning iqtisodiy xarakteristikasi sifatida foydalaniladi. Lekin tejamkorlik iqtisodiy talabni to'la qondirmaydi. Bunda xizmat davrini, ekspluatasiya qilish sharoitlarini, inshootni ushlab turish uchun ketgan sarflar, inshootning ta'miri va rekonstruksiyasini hisobga olinishi kerak. Iqtisodiy talab o'rganilayotganda umum xalq xo'jalik sharoitini va mahalliy resurslarni ham hisobga olish kerak.

4. Arxitektura talabi: quriladigan ko'prik qurilish kerak bo'lgan joyga yarashib turishi kerak (nafis va chiroyli, ko'rkam).

15.2. LEICA-ELEKTRON TAXEOMETRI TC-600

Shveytsariyada ishlab chiqarilgan.

Asbobning og'irligi — 4,2 kg.

Obyektivning diametri — 28 mm.

Eng kichik masofa o'lchovi — 2 m.

Eng uzun masofa o'lchovi — 1100 m.

O'lchov vaqti — 3 sek.



198- rasm. TC-600
markali teodolit leyka.

Xotirasidagi o'lchov hajmi — 1 200 ta.
Old tomonidagi 7 ta funksional klavish
quyidagi vazifalarni bajardi:

ALL — burchak va masofani bir
paytda o'lchab xotirasiga oladi.

DIST — burchak va masofani o'l-
chaydi.

REC — o'lchov ma'lumotlarini xoti-
rasiga yozadi.

MENU — dasturni o'zgartiradi.

CONT — ekran yoritkichini yoqib-
o'chiradi.

CE — noaniq olingan o'lchovni o'chi-
radi hamda dastur ishining tugaganligini
bildiradi.

ON — asbobni yoqib-o'chiradi.

CONT — kiritilgan ma'lumotni tasdiqlaydi.

Display ekranidagi shartli belgilari:

Ptnt — nuqta nomeri.

Hz — gorizonttal burchak.

V — vertikal burchak.

E-X — qiyalik masofa.

N-Y — gorizonttal masofa.

H-H — balandlik nishoni.

Asbobni gorizonttal holatga keltirish uchun asbob shtativ orqali
nuqtaga o'rnatiladi. Asbobni yoqib MENU, keyin LEVEL
dasturiga kiriladi. Ekranda bo'ylama va ko'ndalang uchburchaklar
hosil bo'lganga qadar ko'tarish vintlari orqali to'g'rilanadi, keyin
PROG-STATION COORD dasturiga kiriladi. ptnt — nuqta
nomeri, hi — asbob balandligi yoziladi. X, Y, H ma'lumotlar,
agar xotirasi bo'lsa File orqali chaqiriladi, agar yo'q bo'lsa, KEYB
orqali qo'lda kiritiladi va CONT orqali tasdiqlanadi.

Keyin yo'naltirish uchun asbob ikkinchi nuqtaga qaratiladi.

PROG-Orientation dasturga kiriladi. Ptnt — raqami yoziladi.
X, Y, H ma'lumotlari File orqali chaqiriladi va CONT orqali
tasdiqlaniladi va ekranda Orientation set yozuv chiqadi. Shunday
qilib asbob ishchi holatga keladi. Endi syomka ishlarini bajarish
uchun qaytargichni aniq joyga qo'yib AL tugma bosiladi va

xotiraga olinadi. Asbob bilan syomka qilinadigan joylarni abrisga nomer bilan yoziladi

Leica operativ xotirasiga joylangan nuqta (ma'lumot)lar maxsus dastur Tctools yordamida kompyuter xotirasiga ko'chirib olinadi, u quyidagi ketma-ketlik yordamida bajariladi:

1. DATA TRANSFER (UPLOAD/DOWNLOAD).

2. DOWNLOAD — shu bo'limda kompyuterdagi papkaga ma'lumotga nom berib o'tkaziladi.

3. Kompyuterga maxsus shnur orqali ulanib, Leica ning maxsus ma'lumot uzatish dasturi orqali kompyuterga jo'natiladi. Mavjud fayl GRE shaklida qabul qilinadi.

Qabul qilib olingan GRE faylni Credo dasturining **цифровой модели местности** bo'limi yordamida *Top* fayl shakliga keltiriladi. Faylni Credo mix dasturi yordamida mavjud nuqtalar ekranga chaqiriladi. Ekranga chaqirish uchun navbatdagi ketma-ketliklar amalga oshiriladi:

1. **Импорт данных** bo'limiga kiriladi.

2. **Файл.** *Top* bo'limidan biz uchun kerakli bo'lgan GRE fayli tanlab olinadi va ENTER klavishi bilan tasdiqlanadi, shundan so'ng mavjud nuqtalar kompyuter ekranida hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan nuqtalar orqali belgilangan nuqtalar yordamida joydagi mavjud tasvir hosil qilinadi.

Tasvir hosil qilib bo'lingach, chizma bo'limi yordamida tasvir chizig'i va tasvir uchun qog'oz o'lchami belgilanadi va tasvir DXF (fayl) shaklida AUTOCAD yoki COREL DRAW dasturlariga qayta ishlash uchun o'tkazib beriladi.

15.3. QUDUQLARNI BURG'ILASH ISHLARI HAQIDA TUSHUNCHA

Quduq deb, eni bo'yiga nisbatan bir necha yuz ming marta kichik tog' jinsida bajarilgan gulasimon ishga aytiladi. Quduqning yer sirtidan boshlanish nuqtasi uning usti, tog' jinsini parmalovchi asbob — doloto, ishlayotgan joyi esa uning tubi (zaboy) deb ataladi.

Quduqning chuqurligi 5 m dan yuqori va diametri kamida 75 mm bo'ladi, agar quduqning o'lchamlari 5 m dan kam, 75 mm dan kichik bo'lsa, u shurf deb ataladi. Quduqlar faqat neft va

gaz sanoati uchun emas, balki boshqa turdagi foydali qazilmalarni izlash va qazish, aholini suv bilan ta'minlash, yer osti yong'inlarini o'chirish, ko'mirni gazlantirish, shaxtalarni shamollatish, shaxtalarni o'tkazishda tuproqni muzlatish, sanoat va fuqaro inshootlarini qurishdan oldin yer, tuproq tuzilishini o'rganish uchun ham quriladi (kavlanadi). Quduqlar o'zining maqsadiga ko'ra toifalarga bo'linadi. Har bir maqsadli quduq o'zining o'lchamiga ega bo'ladi.

1. Tayanch quduqlari — yerning geologik va gidrogeologik tuzilishini o'rganish uchun quriladi.

2. Parametrik quduqlar — konni chuqurroq o'rganish va konning mahsuldorligini baholash, geologik kesimni taqqoslash, geofizik va seysmik tadqiqotlar natijalariga aniqlik kiritish uchun kavlanadi.

3. Struktura quduqlari konni razvedka-qidiruv, burg'ilash ishlariga tayyorlash, konning tektonik, stratigrafik, pitologik ma'lumotlari bo'yicha profilini qurish uchun kavlanadi.

4. Razvedka-qidiruv quduqlari oldindan tayyorlangan geologik, geofizik va geoximik ma'lumotlar asosida konning mahsuldorligini belgilash, zaxirasini hisoblash va konni ishlatishga tayyorlash uchun kavlanadi.

5. Ekspluatatsiya quduqlari konni ishga tushirish va mahsulotni qazib olish uchun kavlanadi. Quduqlarning bu toifasiga parmalash quduqlari, kuzatuv-nazorat (pezometrik) quduqlar ham kiradi.

Quduqni burg'ilash usullari

Quduq hosil qilish tog' jinsini yemirish, sindirish, parchalash va uni quduq devorlariga shibbalash yoki quduq ustiga olib chiqish orqali amalga oshiriladi. Hozirgi kunda tog' jinsini burg'ilashning bir necha usulidan foydalaniladi.

Urrib burg'ilash — bu usulda tog' jinsini arqonga osilgan burg'u — doloto bilan urib sindiriladi va uni devorga shibbalanadi. Quduqni o'stirish o'tkizdiriladigan quvur (обсадные трубы) bilan amalga oshiriladi. Urrib burg'ilash usuli bilan quduq hosil qilishni yerga qoziq qoqib, sug'urib olishga qiyoslash mumkin. Bu usulda quduqni tik yo'nalishda 200 m chuqurlikkacha o'stirish mumkin.

Hozirgi kunda quduqlarning 2 % ga yaqini shu usulda burg'lanadi. Urib burg'ilash usuli asosan geologik qidiruv, suv va qattiq foydali qazilmalar quduqlari uchun keng qo'llaniladi.

Neft va gaz quduqlarini burg'ilashda faqat aylantirib burg'ilash usuli qo'llaniladi. Bu usulda quduq to'xtovsiz aylanayotgan doloto bilan tog' jinslarini parmalab hosil qilinadi. Doloto bilan parchalangan tog' jinslari quduq ustiga yuvish agentlari (suv, havo, qisilgan gaz, burg'ilash eritmasi) bilan chiqariladi. Burg'ilash asbobini aylantiruvchi manba joylashganligiga qarab, aylantirib burg'ilash quyidagi turlarga bolinadi:

- a) rotor usuli;
- b) turbobur usuli;
- d) elektrobur usuli.

Quduqni burg'ilash quyidagi jarayonlardan iborat:

- Dolotoning zaboyda ishlashi.
- Quduq devorlarini kolonnalar bilan mustahkamlash.
- Tog' jins namunasini (kern) olish.
- Geofizik o'lchov ishlari.
- Quduqni o'zlashtirish.
- Qatlamdan mahsulotni chaqirish.

Agar quduqda avariya yoki murakkablashuvlar sodir bo'lsa, ularni tugatish va bartaraf etish uchun qo'shimcha ishlar bajariladi.

Neft va gaz quduqlarini qurish ishlari sxemasi

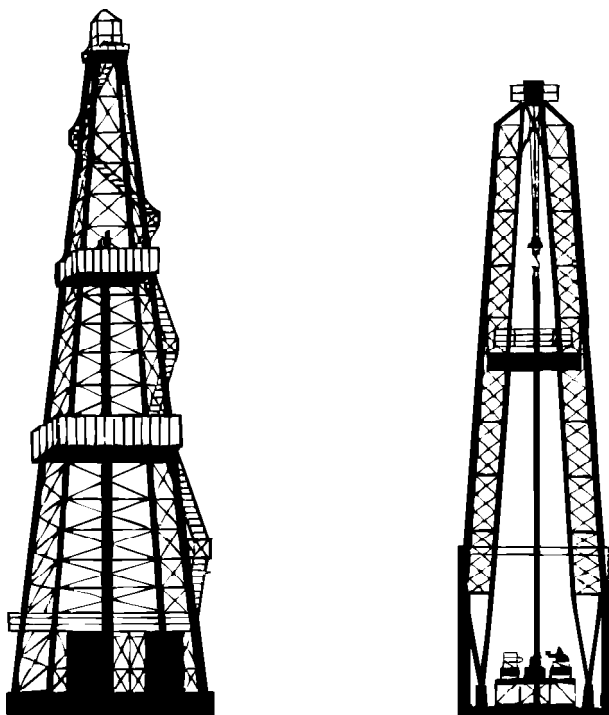
Quduq qurilishining to'la sxemasi quyidagi ishlardan iborat:

1. Quduq qurishga tayyorgarlik ishlari — belgilangan quduq nuqtasiga kelib-ketish yo'llari qurish, suv, energiya ta'minotini tashkil etish, yerning ustki hosildor qatlamini surib olish.

2. Burg'ilash inshootlarini qurish — kimyoviy reagentlar saroyi, nasosxona, burg'ilash eritmasi tayyorlash tizimini, ehtiyot qismlar saroyi va maishiy inshootlar qurish.

3. Burg'ilash uskunalari yig'ish (montaj qilish) — burg'ilash minorasi (199- rasm), burg'ilash asosiy va yordamchi uskuna, jihozlarining montaji.

4. Burg'ilashga tayyorgarlik ishlari — shurf burg'ilash, damlash va xo'jalik quvurlarini jipslikka sinash, rotni gorizontallikka tekshirish, burg'ilash minorasini markazlashtirish, burg'ilash uskunasi ishga tushirish anjumani (пусковая конференция) o'tkazish.



199- rasm. Burg'ilash minoralari.

5. Quduqni burg'ilash jarayoni.

6. Mahsuldor qatlamni ochish va qatlamlarni bir-biridan ajratish — quduqqa kolonnalar tushirish, sementlash ishlarini o'tkazish, sement stakanni burg'ilash, kolonnani gidravlik jipslikka sinash.

7. Quduqni mahsuldorlikka sinash (quduqni o'zlashtirish) — mahsuldor qatlamdan neft va gazni chaqirish.

8. Burg'ilash uskunalarini tarqatish yoki ko'chirish — burg'ilash minorasi, asosiy, yordamchi uskunalarni bo'laklab ajratish, boshqa nuqtaga tashib borish yoki tortib ko'chirish va yerning mahsuldor qatlamini tiklash (rekultivatsiya).

Quduq qurish uchun ajratilgan yer maydonini tekislash va tuproq ishlari hajmini 1:5 000 masshtabda bajarilgan marksheyderlik ishlari ma'lumotiga asosan belgilanadi. Quduq markazidan 0,5 km masofani 1:5 000 masshtabda, nasosxona, tashlama quvurlar va boshqa inshootlar maydoni ham 1:5 000 masshtabda marksheyderlik o'lchovlari asosida tekislanadi.

15.4. QUDUQ KONSTRUKSIYASI HAQIDA TUSHUNCHA

Quduqqa tushiriladigan kolonnalar soni, ularning tushirilish chuqurligi, kolonnalar ortidan sement eritmani ko'tarilish balandligi va doloto, kolonnalarning diametri quduq konstruksiyasi deyiladi.

Quduqni mustahkamlash ishlari quduq konstruksiyasiga asosan olib boriladi. Quduq konstruksiyasini tanlashda quyidagi omillar hisobga olinadi:

- Qatlam va gidroyorish bosimi;
- Qatlam temperaturasi;
- Sodir bo'ladigan murakkablashuvlar oraliqlari;
- Quduqni o'tkazish maqsadi;
- Tog' jinslari litologik kesimi;
- Ekspluatatsiya kolonnasi diametri.

Kolonnalarning soni quduqni burg'ilashda bir-biriga mos bo'lmagan burg'ilash oraliqlarining soniga teng qilib olinadi.

Kolonnalarning tushirilish chuqurligi birinchi oraliqning oxiriga, ikkinchi oraliq boshiga teng yoki 10—15 m yuqori qabul qilinadi.

Kolonnalar ortidan sement eritmani ko'tarish balandligini burg'ilash ishlarini yagona talablariga asosan amalga oshiriladi. Kolonnalar va dolotolarning diametrini oldindan berilgan ekspluatatsiya kolonnasini diametriga asosan kolonna va quduq devori orasi uchun tavsiya etilgan oraliq masofaga bog'liq qabul qilinadi.

Quduq konstruksiyasida qatnashayotgan har bir kolonnaning nomi va bajaradigan vazifasi bor:

1. Yo'naltiruvchi kolonna — 7 m yoki 9 m chuqurlikka tushirilib, sirkulyatsiya tizimini hosil qilishga xizmat qiladi.

2. Konduktor — 1000 m gacha chuqurlikka yer ustki uncha mustahkam bo'lmagan tog' jinslarini berkitish va zaminni himoya qilish maqsadida tushiriladi.

3. Oraliq kolonna — bu kolonnalar bir necha bo'lib, ular bir-biriga mos bo'lmagan oraliqlarni berkitish uchun tushiriladi.

4. Ekspluatatsiya kolonnasi — mahsuldor qatlamni ikkinchi marta ochish va mahsulot uchun kanal hosil qilish maqsadida tushiriladi.

15.5. QUDUQLARNI ISHGA TUSHIRISH VA O‘ZLASHTIRISH

Quduqni ishga tushirishga tayyorlash uchun, neft yoki gazni yer qatlamidan quvurga oqib kelishini talab qilinadi va bu quduqning neft va gaz berishini boyitadi. Neft va gaz oqimi to‘g‘risidagi tadbir-choralar quduq tubi bosimiga bog‘liq bo‘lib, quduq ichidagi loyqa qorishmadan tozalangandan keyin neft va gaz oqimi bilan to‘ldirilishi lozim. Neft yoki gaz oqimi yer qatlamining bosimi ma‘lum miqdorda loyqa qorishma ustunigacha ko‘tarilsa, bunday holda suyuqlikning quduqqa oqib kelishi osonlashadi. Neft va gaz oqimining oqib kelishi quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Shtangali chuqurlik nasosi bilan.
2. Havo, gaz haydash yo‘li bilan.
3. Markazdan qochma elektronasos yordamida.

Ba‘zi bir vaqtlarda bu usullar aralashtirib tatbiq qilinadi. Quduq tubidan chiqayotgan neft, gaz suyuqlik yuqoriga nasos-kompressor quvurlar orqali ko‘tariladi. Nasos-kompressor quvurlarining diametri 62, 73, 100 mm bo‘ladi. Quduqning ustki qismi favvora armaturasi bilan jihozlanadi va ochib berkitish zulfinlaridan iborat.

Yer qatlamidan suyuqlik oqimini mumkin qadar tezlik bilan kompressor yoki aralashtirish yo‘li bilan tadbirlarga bo‘lib chiqiladi. Quduqdan havo yoki gazni haydab chiqarish, ya‘ni o‘zlashtirish quyidagi sxema bo‘yicha olib boriladi: Zulfin orqali kompressor bilan truba ichidagi bo‘shliq suyuqliklarni gaz yoki havo bilan yuqoriga haydaladi. Kompressor quvuri quduq ustuniga tushirilgandan so‘ng loyqa qorishma siqiladi. Ana shu hodisada chuqurlikka oxirgi truba tushiriladi va suyaklik truba ichiga kirib joylashadi.

Havo truba ichiga kirib kelishdan, mustahkamlangan devor ma‘lum miqdorda pasayishidan, suyuqlik gazlanib yuqoriga ko‘tarilishidan boshlab sath ham ko‘tariladi. Sath yuqori chiziqqa yetib borsa, suyuqlik quduqdan otilib chiqadi. Sathdan yuqoriga otilib chiqqan suyuqlik o‘z holatida o‘z-o‘zidan pastga tushadi. Ana shunday holatda quduq tubidagi bosim tezda pasayadi. Qatlamdan neft yoki gaz oqimini tez suratda yuqoriga harakati mavjudligida quduq favvora bo‘lishi mumkin. Bunday holatda kompressor o‘chiriladi va uni ishga tushirishga topshiriladi.

O'zbekiston olimlari neft konlarini o'zlashtirib ochishda o'zlarining ulkan xissalarini qo'shmoqdalar. Porshenlash usulida quduqlarni ochishda suyuqlik sathini pastga tushirish uchun alohida qo'llaniladigan porshen bo'lib, po'lat arqon yordamida quduqqa tushiriladi. Quduqni parmalamasdan avval 62 yoki 100 mm li trubalar bilan devor aylantirib chiqiladi va shu trubalarda porshen tushiriladi. Porshen harakatida quduq osti bosimi hisobiga siqimi oson bo'ladi. Klapan ko'tarilishi bilan suyuqlik trubaga o'tadi. Porshen ko'tarilganda klapan berkiladi, porshen ustida yig'ilgan suyuqlikning harakatida sath quyilish joyigacha ko'tariladi va suyuqlik hajmiga qo'shiladi. Porshen suyuqlik sathi 60 dan 300 m gacha bo'lgan chuqurlikka tushiriladi va porshenning ko'tarilish tezligiga asoslanadi. Quduqni ishlatishga topshirishga qadar barcha parmash ishlari tugatilgandan keyin quduq ichini tuzli kislota bilan tozalab yuvib bo'lingach, quduqni ishlatishga topshiriladi.

ADABIYOTLAR

1. Э. Нурматов, Ў. Ўтанов. Геодезия, Тошкент, «Ўзбекистон», 2002.
2. В. Л. Ассур, М. М. Муравин. Руководство по летней геодезической и топографической практике.
3. В. Л. Ассур, А. М. Филатов. Практикум по геодезии. М., «Недра», 1985.
4. Практикум по инженерной геодезии. М., «Недра», 1987.
5. В. В. Баканова, П. И. Фокин. Таблицы приращения координат. М., «Недра», 1982.
6. В. Н. Ганьшин, Б. Н. Коскоб. Справочное руководство по крупномасштабным съёмкам. М., «Недра», 1977.
7. М. А. Гирнберг. Задачник по геодезии. М., Издательство геодезической литературы, 1961.
8. Инструкции по вычислению нивелировок. М., «Недра», 1971.
9. Инструкция по топографическим съёмкам в масштабах 1:10 000 и 1:25 000. Полевые работы. М., «Недра», 1978.
10. Н. А. Митин. Таблицы для разбивки с переходными кривыми на строительстве автомобильных дорогах, 1963.
11. М. Е. Пискунов, В. Н. Крылов. Геодезия при строительстве газовых, водопроводных и канализационных сетей и сооружений. М., Стройиздат, 1982.
12. Б. С. Хейфенц, Б. Б. Данилович. Практикум по инженерной геодезии, М., «Недра», 1977.
13. Ф. А. Коршак. Геодезия. Издание шестое. М., «Недра», 1976.
14. В. И. Фёдоров, П. И. Шилов. Инженерная геодезия. М., «Недра», 1982.

MUNDARIJA

1- bob. Kirish

1.1. Geodeziya fani to'g'risida umumiy tushuncha	3
1.2. Geodeziyaning rivojlanish tarixiga doir	4
1.3. Yerning umumiy shakli va o'lchamlari	5
1.4. Geodeziyada proyeksiyalash usuli. Joy nuqtalari koordinatalari va balandliklari	7
1.5. Topografik xaritalarni o'rganish. Masshtablar	9
1.6. Shartli belgilar	13
1.7. Topografik xaritalar, ularni grafalash va nomenklaturasi	14
1.8. Gauss zonali ko'ndalang silindrik proyeksiyasi to'g'risida tushuncha. To'g'ri burchakli va qutb koordinatalari	18
1.9. Joy chiziqlarini aniqlash	22
1.10. Xaritani (kartani) joyda aniqlash	26

2- bob. Joy elementlari va relyefni xarita va rejalarda tasvirlash

2.1. Joy relyefining asosiy shakllari	28
2.2. Joy relyefini xarita va rejalarda gorizontallar bilan tasvirlash	29
2.3. Topografik xarita va rejalar bo'yicha masalalar yechish (amaliy mashg'ulot)	33
2.4. Yer sirtini raqamli ko'rinishda tasvirlash	37
2.5. Nuqtalar belgilari bo'yicha gorizontallar o'tkazish	38
2.6. Geoinformatsion sistemalar to'g'risida tushuncha	40
2.7. Kadastrda geoinformatsiyali sistemalar	42

3- bob. O'lchash xatoliklari nazariyasi to'g'risida boshlang'ich ma'lumotlar

3.1. O'lchash va uning turlari	43
--------------------------------------	----

3.2.	O'lchash xatoliklari va xatoliklar nazariyasi	44
3.3.	Tasodifiy xatoliklar xossalari	45
3.4.	O'lchashlar aniqligini baholashda qo'llaniladigan mezonlar	46
3.5.	Haqiqiy xatolklar bo'yicha aniqlikni baholash misoli	48
3.6.	Teng aniqlikda o'lchangan kattalikning o'lchash natijalarini matematik ishlanishi	49
3.7.	O'lchangan miqdorlar funksiyalari aniqligini baholash	52
3.8.	Teng aniqliksiz o'lchashlar natijalarini baholash	55

4- bob. Burchaklarni o'lchash

4.1.	Teodolitlarning tuzilishi	57
4.2.	Teodolitni tekshirish va sozlash	63
4.3.	Ufqiy burchakni o'lchash	64
4.4.	Tik burchaklarni o'lchash	66

5- bob. Joyda masofa o'lchash

5.1.	Joydagi chiziqlarni o'lchashga tayyorlash	68
5.2.	Lentada chiziq o'lchash	70
5.3.	Lentada bevosita o'lchab bo'lmaydigan chiziq uzunligini aniqlash	72
5.4.	Optik dalnomerlar. Ipli dalnomerlar. Ikkilanma tasvirli dalnomerlar	73
5.5.	Lenta va ipli dalnomerlarda o'lchangan qiya chiziqning ufqiy qo'yilishini aniqlash	75
5.6.	Elektromagnitli dalnomerlar yordamida masofa o'lchashning asosiy prinsiplari	77
5.7.	Masofa o'lchashning fazali metodi	79

6- bob. Geometrik nivelirlash haqida tushuncha

6.1.	Nivelirlash turlari	81
6.2.	Geometrik nivelirlash usullari	81
6.3.	Yer egriligi va tik (vertikal) refraksiyaning nivelirlash natijalariga ta'siri	84
6.4.	Zamonaviy nivelirlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar	91

6.5.	Texnik nivelirlash. Trassani nivelirlashga tayyorlash	92
6.6.	Doiraviy egrini rejalash	93
6.7.	Trassa tomonlarini o'lash va uni piketlash	94
6.8.	Trassani nivelirlash	96
6.9.	Trassani nivelirlash natijalarini ishlab chiqish (1- hisob-chizma ish)	97
6.10.	Trassa bo'ylama profilini tuzish, inshootni loyihalash	100
6.11.	Yuzani kvadrat va magistral usullari bilan nivelirlash	103
6.12.	Yuzani bir necha bekatdan nivelirlash va natijalarni ishlab chiqish (amaliy mashg'ulot)	105

7- bob. Geodezik tarmoqlar

7.1.	Geodezik tarmoqlar va ularning vazifalari	109
7.2.	Geodezik tayanch tarmoqlarini yaratish prinsiplari	110
7.3.	Davlat geodezik tarmog'i	111
7.4.	Geodezik tarmoqlar punktlarini joyda mahkamlash va belgilash	114
7.5.	Geodezik zichlashtirish va syomka tarmoqlarini barpo etish	117
7.6.	Geodezik tarmoqlarni yer navigatsiyali sun'iy yo'ldoshlari (ENSY) sistemalaridan foydalanuvchi GPS-priyomniklar yordamida yaratish to'g'risida umumiy ma'lumotlar	121
7.7.	WGS-84 koordinatalar sistemasi	123
7.8.	Yer sirti nuqtalari o'rni koordinatalarini yer sun'iy yo'ldoshlari bo'yicha aniqlash prinsipi	124
7.9.	ENSY tarmoqlari ballistik strukturasi va signallari	127
7.10.	Qabul qilish (priyomnikli) apparaturani qurish prinsipi	129
7.11.	GPS syomka	131

8- bob. Gorizontal syomkalar

8.1.	Teodolit syomkasi, teodolit yo'lini o'rnatish	133
8.2.	Tafsilotni syomka qilish	134
8.3.	Dalada o'lash natijalarini ishlash(2- hisob-chizma ish)	137
8.4.	To'g'ri geodezik masala. Koordinata orttirmalarini hisoblash	140
8.5.	Teodolit yurishidagi ochiq va yopiq mashg'ulot joyining koordinata orttirmalarining bog'lanmaslik xatosini hisoblash	145

8.6.	Teskari geodezik masala	149
8.7.	Teodolit syomkasi rejasini tuzish	150
8.8.	Yuzani analitik usulda hisoblash	152
8.9.	Yuzani grafik usulda aniqlash	155
8.10.	Yuzani mexanik usulda aniqlash	156

9- bob. Topografik syomkalar

9.1.	Trigonometrik nivelirlash	160
9.2.	Taxeometrik syomkani bajarish (3-hisob-chizma ish)	163
9.3.	Taxeometrik syomkani avtomatlashtirish to'g'risida tushuncha	171
9.4.	Menzula syomkasi	173
9.5.	Menzulaning tuzilishi va uni tekshirish	176
9.6.	Kipregelning tuzilishi va uni tekshirish	177

10- bob. Inshootlarni loyihalash va qurishda geodezik ishlar

10.1.	Ufqiy va qiya tekislikni loyihalash	181
10.2.	Yer ishlari kartogrammasini tuzish (amaliy mashg'ulot)	182
10.3.	Loyihani joyga ko'chirish uchun asos va rejalash chizmalarini tayyorlash (amaliy mashg'ulot)	184
10.4.	Loyihaviy balandlikni joyga ko'chirish	188
10.5.	Burilish elementlari, burilishning asosiy nuqtalarini belgilash. Trassani mustahkamlash	190
10.6.	Piketlash, egri chiziq bosh va oxirining piket o'rinlarini hisoblash	193
10.7.	Ko'ndalang profillarni bo'lish	195
10.8.	Piketlash daftarchasi	195
10.9.	Burilishni batafsil bo'lish	197
10.10.	Piketlarni egri chiziqqa ko'chirish	202
10.11.	Uzun egri chiziqlarni bo'lish	203
10.12.	O'tish egri chiziqlari	204
10.13.	Serpantinalar	206
10.14.	To'g'ri va egri chiziqlar qaydnomasi	207
10.15.	Nivelirlash jadvalini to'ldirish	209
10.16.	Trassa rejasini va bo'ylama profil tuzish	213

10.17. Loyiha belgilarini hisoblash	219
---	-----

11- bob. Trassani olib o'tish va uni mustahkamlash

11.1. Trassani tiklash.....	220
11.2. Avtomobil yo'lining asosiy elementlari va ularning muhandislik inshootlari	222
11.3. Trassa to'g'risidagi rejalashning umumiy ma'lumoti	224
11.4. Trassani kamerallash	230

12- bob. Yo'l qoplamasining qirg'og'ini rejalash

12.1. Yo'l qoplamasining qirg'og'idagi yonbag'irni tekislash.....	235
12.2. Yo'l qoplamasini rejalash	239

13- bob. Yer osti quvurlarining loyahasiga asoslanish

13.1. Vodoprovod tarmoq va inshoot elementlarini yo'lga qo'yish sxemasi	244
13.2. Kanalizatsiya tarmoq inshootini yo'lga qo'yish elementining sxemasi	245
13.3. Gaz inshoot tarmoq elementini yo'lga qo'yish sxemasi	246
13.4. Yer osti quvur belgi raqamini mahalliy joydagi to'siqlardan trassaning boshlanish nuqtasiga olib o'tish	247
13.5. Yer osti kommunikatsiya va inshootning asosiy o'qini nuqtaga bog'lash va uni kesib o'tish	248
13.6. Yer osti kommunikatsiyalari va inshootlarining asosiy o'qini yuzaga olib chiqish	250
13.7. Truboprovodning fazodagi holati, quduqlar, ularning moslamasi va o'rnatilishi	254
13.8. Suvning harakatidagi tezlik va nishablikning eng oz miqdorini hisoblash	256
13.9. Truboprovodlarni ariqlarga joylashtirish, ko'ndalang qirqimdan olib o'tish va ularning avvalgi yer osti kommunikatsiyalar bilan bog'lanishi	258
13.10. Ariqqa quvurni alohida o'rnatish vaqtidagi rejalash ishlari	259
13.11. Yer osti kommunikatsiyalarini oldindan tekshirib ko'rish	261

13.12. Truboprovodning ariqqa oʻrnatilishi	263
--	-----

14- bob. Qurilishda geodeziya

14.1. Qurilishda geodeziya ishlari	266
--	-----

15- bob. Sunʼiy inshootlarni qurish

15.1. Yoʻl inshootlarini qurish	278
15.2. Leica-elektron taxeometri TC-600	285
15.3. Quduqlarni burgʻilash ishlari haqida tushuncha	287
15.4. Quduq konstruksiyasi haqida tushuncha	291
15.5. Quduqlarni ishga tushirish va oʻzlashtirish	292
Adabiyotlar	294

O'ktamjon O'tanov

GEODEZIYA

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

«Bilim» nashriyoti — 2005.

Muharrir *H. Alimov*

Musavvir *J. Gurova*

Texnik muharrir *T. Smirnova*

Musahhih *M. Akromova*

Kompyuterda tayyorlovchi *Ye. Gilmutdinova*

Bosishga 26.04.05 da ruxsat etildi. Bichimi $60 \times 90^{1/16}$.
«Tayms» garniturada ofset bosma usulida bosildi. Shartli b.t. 19,0.
Nashr t. 17,8. Jami 1000 nusxa. 65- raqamli buyurtma.

«ARNAPRINT» MCHJda sahifalanib, chop etildi.
Toshkent, H.Boyqaro ko'chasi, 51.

O‘.O‘tanov.

Geodeziya. O‘quv qo‘llanma. T.: O‘MKHTM, «Bilim»
nashriyoti, 2005. — 304 bet.